



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARIANA FERREIRA DE SOUZA

**COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE PERIODIZAÇÃO
LINEAR E ONDULATÓRIA EM PROGRAMA DE
TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE
SAÚDE EM MULHERES IDOSAS TREINADAS**

Londrina
2016

MARIANA FERREIRA DE SOUZA

**COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE PERIODIZAÇÃO
LINEAR E ONDULATÓRIA EM PROGRAMA DE
TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE
SAÚDE EM MULHERES IDOSAS TREINADAS**

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

Orientador: Prof. Edilson Serpeloni Cyrino.

Londrina
2016

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

Souza, Mariana Ferreira de .

Comparação entre os modelos de periodização linear e ondulatória em programa de treinamento com pesos sobre indicadores de saúde em mulheres idosas treinadas / Mariana Ferreira de Souza. - Londrina, 2016.
94 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

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

1. Treinamento de resistência - Tese. 2. Envelhecimento - Tese. 3. Saúde da mulher - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

MARIANA FERREIRA DE SOUZA

**COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE PERIODIZAÇÃO LINEAR
E ONDULATÓRIA EM PROGRAMA DE TREINAMENTO COM PESOS
SOBRE INDICADORES DE SAÚDE EM MULHERES IDOSAS
TREINADAS**

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

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Ademar Avelar
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Prof. Dr. Denilson de Castro Teixeira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Juliano Casonatto
Universidade do Norte do Paraná – UENP

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

Londrina, 3 de Maio de 2016.

Dedico esse trabalho:
À minha mãe, minha melhor orientadora, que me ensinou
tudo o que sei, que me ensinou a não desistir. Eis aqui
uma ínfima parte do resultado da sua dedicação.
À todas as idosas que participaram do projeto no ano de
2014, por todo aprendizado, amizade e amor que me
abasteceram e me possibilitaram chegar até aqui, vocês
são mulheres insubstituíveis.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Jesus, meu amigo, meu guia, meu exemplo, quem me inspira, meu refúgio minha fortaleza, meu Deus em quem confio. Sem você a vida não teria o sabor que tem. Sem você eu não teria o que todos chamam de “sorte”, mas eu e você sabemos que se trata de providência e são coisas bem diferentes. Meu amigo nós temos um longo caminho pela frente e consagrar-te a minha vida e minha profissão é uma singela forma de gratidão.

Agradeço a minha família, que me apoiou a seu modo. Ainda que tenhamos inúmeras divergências, o papel de vocês sempre foi e será essencial. Pois sou feita de pai e de mãe e se cheguei até aqui, vocês contribuíram com isso. Agradeço ao meu irmão, Andersson, por cada ajuda, conversa, abraço e sorriso, obrigada por ser quem você é. Sei que em cada atitude de vocês estava subentendido “Estamos torcendo por você!”.

Aos membros da banca, professores: Juliano, Gobbo, Ademar e Denílson, por gentilmente aceitarem o convite e colaborarem com esse momento. Vocês são pessoas que participaram em outros momentos da minha vida, não estão aqui por acaso e com certeza serão lembrados com muito carinho e gratidão.

Aos professores, Enio, Marcelo e Crivaldo, vocês são professores que contribuíram, cada um da sua forma em minha formação, seja na graduação ou na pós-graduação, muitas vezes me ensinaram até mesmo fora de sala de aula. A capacidade de inspirar pessoas a sempre avançarem para águas mais profundas é o dom mais bem empregado de vocês.

A todas as pessoas que me ajudaram a realizar esse projeto durante todo o ano de 2014: Fábio, Matheus, Alex, Edilaine, Leandro, Davi, Erick, sem a dedicação de vocês, nada teria acontecido. Agradeço também aos meus colegas do grupo GPEMENE, vocês são peça-chave, pois ninguém chega muito longe sozinho.

Agradeço as minhas amigas Duda e Melissa, por cada abraço, conversa, oração, apoio e carinho, é um privilégio poder contar com vocês. Um agradecimento especial à Crisieli, você foi minha professora no primeiro e no terceiro ano da faculdade, se tornou uma colega da pós-graduação e hoje é uma amiga que tem espaço no meu coração, só nós sabemos de tudo o que passamos, pensamos, rimos e choramos, sem você, esse eu não teria chegado até aqui, você sabe disso. “Amigo fiel refúgio poderoso, quem o descobriu encontrou um tesouro!”

Aos meus amigos de faculdade Ana Paula, Thaisa e Fernanda Neri, vocês são o melhor presente que tive na graduação. Obrigada por toda força e oração durante esse período, mas obrigada principalmente pelos dias de descontração, conversas despreziosas, comidas, cervejas e risadas. “Um sorriso negro, um abraço negro, traz felicidade!”.

A minha amiga de mestrado Maiara Tadiotto, foram tantas emoções! Você me entendeu como poucos e me ensinou a lutar por mim mesma, “me atiro do alto e que me atirem no peito, da luta não me retiro!”

Aos meus amigos: Thamara, Felipy, Alana, Aline Gerage, Maria da Glória, Mally, Bonfim e Karla. Realmente a amizade é provada pelo tempo e por aqueles que sabem suportar nossa felicidade, vocês são presentes que tenho e levarei sempre comigo, ainda que a vida nos leve para lugares completamente diferentes, a distância não apagará o que vocês significam hoje para mim.

Agradeço também ao professor e amigo Sérgio Cahu, “ninguém acende uma luz para colocá-la debaixo da caixa, mas sim no candelabro, onde ela brilha para todos os que estão em casa. Assim também brilhe a vossa luz diante das pessoas...” Mt 5:15. Sua luz brilhou para que eu não me esquecesse do sentido de tudo isso.

Ao Bruno Remígio, você é o homem certo, na hora certa, talvez no local certo, que nem sempre significa perto, mas você, como ninguém, me ensinou que não é preciso estar do lado para estar presente. Foram e serão tantas indas e vindas que aqueles que não enxergam essência disso tudo jamais conseguirão entender. Nessa fase de incertezas e decisões você foi essencial e não só por me ajudar a escolher o rumo certo, pois não há rumo certo, mas por me aceitar e me deixar livre para ser quem sou. Há pessoas que chegam e partem, mas há pessoas que chegam, ficam e a gente deseja profundamente que fique por muito tempo e à vontade.

E por último, mas não menos importante, agradeço ao meu orientador professor Edilson, o senhor sabe que se não fosse por você eu não teria chegado aqui. Essa foi a nossa segunda chance e percebo que dentro das suas condições o senhor fez mais que o possível para me ajudar, mas isso são coisas que você já sabe. O que o senhor não sabe é que por trás do pesquisador, professor, coordenador da pós-graduação, das 120 h semanais de trabalho, do pai, do esposo, do avô, dos defeitos e imperfeições... eu enxergo uma alma simples que só tem um objetivo por trás de todos esses papéis e cargos, o de tornar a vida das pessoas um pouco melhor. Isso é o que o senhor tem de mais nobre, no final foi isso o que o senhor me proporcionou, uma perspectiva melhor, sonhos e realizações. Obrigada por tudo e espero sempre poder contar com você, seja para o que for.

Por fim, obrigado a todos que acreditaram em mim... e deixo um agradecimento especial a todos que não acreditaram!

*“Faz o que podes e reza pelo que não podes, para
que Deus permita que o possas.”*
Santo Agostinho

SOUZA, Mariana Ferreira. **Comparação entre os modelos de periodização linear e ondulatória em programa de treinamento com pesos sobre indicadores de saúde em mulheres idosas treinadas.** 2016. 94f. Tese de Doutorado em Educação Física - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

A prática regular de treinamento com pesos (TP) é recomendada, sobretudo, para a população idosa, uma vez que pode atenuar grande parte dos acometimentos à saúde associados ao processo de envelhecimento. Entretanto, os benefícios associados a prática do TP são em grande parte dependentes da manipulação correta das variáveis que compõem os programas de treinamento. Desse modo, a aplicação de uma sobrecarga progressiva e adequada é necessária para se atingir as respostas adaptativas desejadas. Neste sentido, poucas informações estão disponíveis até o presente momento sobre a efetividade ou não de diferentes modelos de periodização do TP, particularmente, na população idosa. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito de dois modelos de periodização do TP sobre a força muscular, composição corporal, indicadores cardiovasculares e metabólicos em mulheres idosas. Para tanto, 37 mulheres idosas treinadas foram separadas aleatoriamente em dois grupos, a saber: treinamento com periodização linear clássica (LIN) e treinamento com periodização ondulatória (OND). Posteriormente, as participantes foram submetidas a um período de 12 semanas de TP, composto por três mesociclos com duração de quatro semanas cada. Testes de uma repetição máxima (1-RM) foram aplicados para avaliação da força muscular. A composição corporal foi determinada por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) e bioimpedância elétrica espectral. Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) em repouso foram obtidas por equipamento digital automático. As concentrações de glicose, colesterol total, HDL, LDL, triglicérides (TG) e proteína C-reativa (PCR) foram determinadas em jejum. Após 12 semanas de treinamento os grupos LIN e OND apresentaram aumento na força muscular (~10%), reduções no colesterol total (LIN = -6,9 mg/dL e OND = -11 mg/dL), LDL-c (LIN = -6,5 mg/dL e OND = -10,7 mg/dL), PAS (LIN = -2 mmHg e OND = -4 mmHg) e PCR (LIN = -0,9 mg/L e OND = -1,9 mg/L), sem diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Já a composição corporal e os demais indicadores cardiometabólicos (glicose, HDL, TG e PAD) não apresentaram alteração após a intervenção. Nossos dados sugerem que ambos os modelos de periodização foram capazes de proporcionar modificações positivas na força e melhora do perfil cardiometabólico de mulheres idosas previamente treinadas.

Palavras-chave: Treinamento de resistência. Envelhecimento. Saúde da mulher.

SOUZA, Mariana Ferreira. **Comparison between linear and undulating periodization models in resistance training program on health indicators in trained older women.** 2016. 94p. Doctoral Thesis in Physical Education. State University of Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

Regular practice of resistance training (RT) is recommended for the elderly, since it can mitigate much of the damage to health associated with the aging process. However, the benefits associated with the practice of RT are largely dependent on the correct manipulation of the variables that make up the training programs, providing a progressive and adequate overload the different adaptations induced over time. In this sense, little information is available to date on the effectiveness of different models of periodization of RT, particularly in the elderly. Therefore, the aim of this study was to analyze the effect of different models of periodization RT on muscle strength, body composition, cardiovascular and metabolic indicators in older women. For this, 37 trained older women were randomly assigned into two groups, namely: training with classical linear periodization (LIN) and training with undulating periodization (OND). Next, the participants underwent a 12-week period TP, comprising three mesocycles of four weeks duration each. Tests of one maximum repetition (1RM) were applied to evaluate the muscle strength. Body composition was determined by dual X-ray absorptiometry (DXA) and spectral bioelectrical impedance. Blood pressure measurements at rest were obtained by automatic digital equipment. The concentrations of glucose, total cholesterol, HDL, LDL, triglycerides, and CRP were determined in fasting. After 12 weeks of RT, LIN and OND groups showed an increase in muscle strength (~ 10%) reductions in total cholesterol (LIN = -6,9 mg/dL and OND = -11 mg/dL), LDL-c (LIN = -6,5 mg/dL and OND = -10,7 mg/dL), PAS (LIN = -2 mmHg and OND = -4 mmHg) and PCR (LIN = -0,9 mg/L and OND = -1,9 mg/L), but with no significant differences between groups. On the other hand, body composition and other cardiometabolic indicators (glucose, HDL, TG and DBP) did not change after the intervention. Our data suggest that both models of periodization were able to provide positive changes in strength and improved cardiometabolic profile in trained older women.

Keywords: Resistance training. Aging. Women's health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Teoria da síndrome da adaptação geral.....	28
Figura 2 - Teoria do estímulo-fadiga-recuperação-adaptação.....	29
Figura 3 - Teoria de desempenho-fadiga.....	29
Figura 4 - Fluxograma do estudo.....	46
Figura 5 - Desenho experimental do estudo.....	47
Figura 6 - Variação da circunferência de cintura (CC) após 12 semanas de treinamento.	59
Figura 7 - Comportamento da proteína-C reativa ultrasensível (PCR-us) dos grupos treinamento LIN (n = 18) e OND (n = 19), ao longo das 12 semanas de treinamento	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Características gerais das participantes na linha de base.....	55
Tabela 2 -Consumo energético total e de macronutrientes pré- e pós- intervenção de 12 semanas	55
Tabela 3 -Força muscular (1-RM) nos diferentes momentos de intervenção.	57
Tabela 4 -Indicadores de composição corporal nos momentos pré- e pós- intervenção de 12 semanas	58
Tabela 5 -Resistência, reatância e ângulo de fase nos momentos pré- e pós- intervenção de 12 semanas	59
Tabela 6 -Fatores de risco cardiometabólico nos momentos pré- e pós- intervenção de 12 semanas	60

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

$\Delta\%$	Varição relativa
AST	Área de secção transversa
CC	Circunferência de cintura
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
DMO	Densidade mineral óssea
EPE	Erro padrão de estimativa
HDL-c	Lipoproteínas de alta densidade
LDL-c	Lipoproteínas de baixa densidade
LIN	Periodização linear
MI	Membro(s) inferior(es)
MS	Membro(s) superior(es)
NTR	Não treinado
OND	Periodização ondulatória
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PCR-us	Proteína C-reativa ultrasensível
REPS	Repetições
RM	Repetições máximas
RML	Resistência muscular localizada
TE	Tamanho do efeito
TP	Treinamento com pesos
TR	Treinado
EMG	Eletromiografia
CVM	Contração voluntária máxima

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	20
3	REVISÃO DA LITERATURA	21
3.1	Modificações relacionadas ao processo de envelhecimento	21
3.2	Treinamento com pesos e saúde do idoso	24
3.3	Adaptações ao treinamento de força e teorias de adaptação a periodização.....	26
3.4	Histórico dos modelos de periodização.....	30
3.5	Estudos sobre periodização do treinamento com pesos.....	33
4	MÉTODOS	45
4.1	Participantes	45
4.2	Desenho experimental	46
4.3	Medidas antropométricas.....	47
4.4	Composição corporal, água corporal e ângulo de fase	47
4.5	Avaliação da força muscular	49
4.6	Medidas de pressão arterial de repouso	50
4.7	Coleta de sangue e análises bioquímicas.....	50
4.8	Hábitos alimentares	51
4.9	Histórico de treinamento	51
4.10	Programa de treinamento com pesos	52
4.11	Tratamento estatístico.....	53
5	RESULTADOS	55
6	DISCUSSÃO	62
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS	71

APÊNDICES	86
APÊNDICE A - Entrevista – Projeto idosas	86
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	89
APÊNDICE C - Fichas de treino.....	91
ANEXOS	93
ANEXO A - Financiamento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico eTecnológico	93
ANEXO B - Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética	94

1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento vem acompanhado por diferentes modificações nos sistemas orgânicos, tais como aumento da quantidade de gordura corporal visceral¹, diminuição do conteúdo e densidade mineral óssea², perda de força e massa muscular^{3,4}. Adicionalmente, o envelhecimento está associado ao aumento da prevalência de fatores de risco cardiometabólicos^{5,6} e diminuição da saúde celular^{7,8}. Essas modificações são responsáveis por grande parte dos prejuízos funcionais observados nessa população, causando importantes prejuízos para a saúde de idosos⁹⁻¹¹.

Por outro lado, existem fortes indicativos na literatura de que a manutenção de um estilo de vida fisicamente ativo, nas diferentes fases da vida, pode atenuar ou até mesmo reverter, em grande parte, os prejuízos funcionais associadas ao processo de envelhecimento, servindo como fator de proteção à saúde¹¹⁻¹⁶. Neste sentido, a prática regular de programas de treinamento com pesos (TP) tem sido amplamente recomendada para idosos^{12,17}, na perspectiva de redução da incidência de quedas e fraturas, proteção ou tratamento de doenças crônico-degenerativas^{2,15,18}, melhoria do perfil cardiometabólico¹⁹⁻²³, aumento da força e potência muscular^{14,24}, incrementos de massa isenta de gordura^{14,16,25}, melhoria do equilíbrio dinâmico^{15,26}, aumento da velocidade de caminhada e, conseqüentemente, melhoria da autonomia funcional²⁷. Em adição, o TP pode promover uma melhoria na saúde celular em idosos²⁸, caracterizada pelo aumento no ângulo de fase, um indicador que tem sido utilizado como preditor de funcionalidade e mortalidade²⁹⁻³¹.

Considerando os princípios pelos quais o organismo humano se adapta ao treinamento, variações periódicas na estruturação dos programas de TP (volume e intensidade) têm sido propostas na tentativa de evitar a estabilização, sobretudo, da força muscular e de componentes da composição corporal¹⁷. Nesse sentido, o Colégio Americano de Medicina do Esporte¹⁷ recomenda a manipulação periódica das variáveis que compõem os programas de TP para permitir um estímulo mais efetivo e duradouro, principalmente em indivíduos treinados, uma vez que a magnitude das respostas ao treinamento é inversamente proporcional ao nível de aptidão física do praticante. Assim, diferentes modelos de periodização do TP têm sido utilizados na tentativa de otimizar os benefícios do treinamento e evitar ou retardar o platô adaptativo^{17,32}.

Os principais modelos de periodização do TP descritos na literatura são denominados de periodização linear ou clássica (LIN) e ondulatória ou não-linear (OND)¹⁷. Resumidamente, o modelo de periodização LIN promove um aumento gradativo da intensidade (incremento de carga, redução da velocidade de execução e/ou do intervalo de recuperação entre as séries) com redução gradativa do volume (número de exercícios, séries e/ou repetições, frequência semanal). Na prática, as variações neste modelo ocorrem mais frequentemente a partir da adoção de diferentes mesociclos¹⁷. Por outro lado, o modelo de periodização OND é caracterizado pela alternância de estímulos de volume e intensidade em microciclos com duração de sete a 10 dias¹⁷.

Embora alguns estudos venham demonstrando a superioridade do TP periodizado sobre o não-periodizado³²⁻³⁵, a maioria das investigações publicadas até o momento se limitou a investigar a população de adultos jovens³⁵⁻⁴⁴. Considerando que a magnitude das adaptações ao TP difere entre adultos jovens, de meia-idade e idosos^{45,46}, a extrapolação dos resultados observados em diferentes populações deve ser analisada com cautela.

Os dois únicos estudos disponíveis na literatura até o presente momento que investigaram o efeito da periodização do TP em idosos se restringiram a análise do impacto dos modelos de periodização LIN e OND sobre as variáveis percepção subjetiva de esforço⁴⁷, força máxima, capacidade funcional, composição corporal e algumas citocinas (irisina, interleucina-1, TRL4 e BDNF)⁴⁸, em idosos não-treinados. Embora tais estudos não tenham encontrado diferenças significantes nas variáveis analisadas, na comparação entre os modelos de periodização LIN e OND, acredita-se que este fato se justifique pela característica da amostra investigada, visto que indivíduos não-treinados são mais susceptíveis a uma maior magnitude de adaptações ao TP em curtos períodos, necessitando, portanto, de um processo de treinamento menos específico^{21,49}.

Portanto, é plausível acreditar que em idosos previamente treinados as respostas ao TP periodizado sejam mais valiosas do que em não-treinados. Logo, considerando que a variação do volume e intensidade ocorre com uma frequência maior no modelo de periodização OND, permitindo um estresse constante do organismo e evitando o surgimento do platô de adaptações ao longo do tempo, a hipótese do presente estudo é que um protocolo de TP que adote esta estratégia proporcionará modificações superiores ao modelo LIN, particularmente, sobre

variáveis morfológicas, neuromusculares e cardiometabólicas em mulheres idosas previamente treinadas. De acordo com o nosso conhecimento, nenhum estudo até o presente momento analisou a efetividade de diferentes modelos de periodização do TP sobre essas variáveis nessa população, especificamente.

Assumindo o pressuposto de que muitas das adaptações produzidas pelo TP são protocolo-dependentes, investigações sobre o uso de diferentes protocolos de treinamento são necessárias para avaliar a relação custo/benefício da manipulação de diferentes sobrecargas (volume vs. Intensidade), sobretudo, na população idosa. Diante deste cenário, acreditamos que a análise do impacto de diferentes modelos de periodização do TP em idosos treinados pode contribuir sobremaneira para o esclarecimento de dúvidas sobre a forma mais adequada de prescrição de programas de TP para a prevenção e controle da obesidade, sarcopenia, dinapenia, melhora do perfil cardiometabólico e autonomia funcional nessa população.

2 OBJETIVOS

Comparar o efeito de dois modelos de periodização do TP (LIN e OND), em mulheres idosas e previamente treinadas sobre:

- a) a força muscular;
- b) componentes da composição corporal;
- c) a resistência, reactância e ângulo de fase;
- d) indicadores cardiometabólicos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Modificações relacionadas ao processo de envelhecimento

O envelhecimento é um processo natural, caracterizado por inúmeras modificações biológicas, psicológicas e sociais⁵⁰. As modificações biológicas estão relacionadas a deterioração estrutural e funcional na maioria dos sistemas fisiológicos, independentemente da presença ou não de doenças. Nesse sentido, as principais mudanças decorrentes do envelhecimento incluem reduções de força e massa muscular⁵¹, diminuição da massa óssea⁵⁰, aumento dos depósitos de gordura⁵², comprometimento do quadro cardiometabólico⁵³ e da saúde celular^{8,54,55}, modificações que acarretam impacto negativo sobre a saúde e a aptidão físico-funcional do idoso. Portanto, o processo de envelhecimento afeta a maioria dos tecidos, sistemas orgânicos e, também, a capacidade funcional, causando importantes prejuízos para as atividades da vida diária, independência física e saúde do idoso⁵⁶.

A força muscular é um dos componentes da aptidão física relacionada à saúde que sofre maior declínio com o avanço da idade. As reduções se iniciam, em geral, por volta dos 40 anos e se aceleram a partir da sexta década de vida alcançando uma taxa 2-4% de redução ao ano⁵⁷, em indivíduos de ambos os sexos, embora com reduções mais acentuadas nas mulheres^{58,59}. Adicionalmente, a massa muscular sofre um declínio de 2-3% por década, entre os 30 e 70 anos, com uma taxa mais acelerada, também, após a sexta década de vida^{17,57,60}. Vale ressaltar que apesar de existir uma redução progressiva em ambos os componentes, a redução da força muscular chega a ser de duas a cinco vezes superior a redução da massa muscular^{3, 52, 61}.

Diversos mecanismos parecem estar envolvidos com a redução de força muscular, como alterações no sistema neuromuscular, incluindo redução da massa muscular, alteração na composição das fibras musculares, diminuição da ativação neural, diminuição da quantidade de unidades motoras, do número de axônios e da velocidade de propagação do estímulo nervoso. A diminuição da quantidade e/ou tamanho das fibras musculares associada ao processo de envelhecimento ocorre, especialmente, nas fibras do tipo II, cuja principal característica é a maior

capacidade de gerar tensão e velocidade de encurtamento devido a uma maior quantidade de pontes cruzadas de actina e miosina⁶².

Além dessas alterações, o processo de envelhecimento também promove uma perda considerável na quantidade de motoneurônios e unidades motoras. A perda de motoneurônios pode comprometer as unidades motoras, de modo que idosos podem apresentar cerca de 50% da quantidade de motoneurônios de indivíduos jovens⁶³. Como consequência, as fibras musculares desnervadas levam a uma redução da massa muscular e ao comprometimento na capacidade de geração de força. Adicionalmente, a atrofia dos axônios observada em idosos, promove uma redução da velocidade de condução dos estímulos neurais⁶³⁻⁶⁵ resultando em aparente redução na excitabilidade dos motoneurônios⁶⁶.

Não obstante, fatores intrínsecos como a diminuição da função mitocondrial e estresse oxidativo, aumento do perfil inflamatório e alterações nos níveis hormonais⁶⁷, também, são modificações que resultam em um maior efeito catabólico na musculatura esquelética e óssea, especialmente em mulheres, guardando estreita relação com a redução da força e massa muscular^{58,59}. Todas essas alterações no sistema neuromuscular exercem um impacto considerável na capacidade funcional, uma vez que podem dificultar a capacidade de locomoção, sustentação de objetos, manutenção do equilíbrio e controle postural^{56,68}, o que pode resultar em aumento da incidência de quedas e lesões, comprometendo a independência funcional e qualidade de vida^{51,69}. Além disso, a diminuição da massa muscular está associada ao aparecimento ou agravamento de doenças crônicas^{70,71} como hipertensão arterial, diabetes, osteoporose e artrite^{72,73}. Portanto, a preservação ou aumento da massa muscular tem sido considerada um indicador de longevidade⁷⁴.

Outra modificação que tem impacto desfavorável sobre a saúde do idoso é o aumento da quantidade de gordura corporal⁷⁵, principalmente de gordura visceral⁶⁹, que se configura como um dos principais fatores de risco para o desencadeamento da síndrome metabólica⁷⁶. Nesse sentido, o tecido adiposo em excesso libera grandes quantidades de ácidos graxos, que promovem um aumento da produção de glicose, triglicérides e de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) no fígado. Associada a essas alterações, estão também a redução das lipoproteínas de alta densidade (HDL-c) e o aumento das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c). Tais modificações podem reduzir a sensibilidade à insulina no músculo, inibir a absorção

da glicose e promover um aumento da glicemia no sangue, acarretando maior secreção pancreática desse hormônio, o que pode resultar em hiperinsulinemia. Esse quadro pode provocar aumento da reabsorção de sódio e da atividade nervosa simpática, fatores que contribuem para o desenvolvimento da hipertensão arterial^{76,77}.

O envelhecimento está associado, também, ao processo pró-inflamatório^{72,73}, cujos mecanismos são subjacentes à síndrome metabólica. Nesse sentido, uma variedade de células, incluindo adipócitos e macrófagos, produzem e secretam uma quantidade aumentada de citocinas pró-inflamatórias como a interleucina-6 e o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), entre outras substâncias, as quais contribuem para desregulação da via da sinalização insulínica e aumento da lipólise, resultando em um quadro de resistência periférica à insulina com aumento dos ácidos graxos livres circulantes, da produção de glicose hepática e de VLDL. No tecido endotelial, a resistência periférica à insulina pode provocar redução na produção e secreção de agentes vasodilatadores, mecanismos envolvidos no desenvolvimento da hipertensão arterial⁷⁶.

Por outro lado, as alterações cardiometabólicas nem sempre estão relacionadas ao aumento de gordura, uma vez que o envelhecimento por si só pode proporcionar o desenvolvimento de fatores de risco à saúde, tais como alterações no perfil lipídico, glicêmico, aumento da resistência à insulina, manutenção do quadro inflamatório e elevação dos níveis pressóricos^{13,53,78,79}. Tais condições merecem especial atenção, visto que a presença desses fatores expõe o idoso a um risco aumentado para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e para mortalidade⁵³.

Uma modificação na distribuição dos fluídos intracelulares também é observada com o avanço da idade⁸⁰, caracterizada pela redução da água corporal total, com aumento da água extracelular e diminuição da água intracelular^{80,81}. Essas mudanças associadas a redistribuição da gordura corporal, redução da massa muscular, perda de unidades motoras, modificação na permeabilidade das membranas e na composição intracelular, provocam redução da saúde celular^{1,7,8}. A variável mais recentemente utilizada para esse tipo de análise tem sido o ângulo de fase, obtida a partir da análise do comportamento das variáveis resistência e reatância, informações produzidas pelo método de impedância bioelétrica. Nesse sentido, alguns estudos têm demonstrado uma relação inversa entre o ângulo de

fase e a idade, indicando que valores mais elevados do ângulo de fase refletem uma melhor integridade celular e uma melhor distribuição entre os fluidos intracelulares^{8,54}.

Como indicado anteriormente o ângulo de fase é obtido a partir de dois parâmetros que refletem as propriedades elétricas dos tecidos, denominados de resistência e a reatância⁸². A resistência oferecida pelo corpo em oposição ao fluxo de uma corrente elétrica alternada é inversamente proporcional a quantidade de água contida nos tecidos. Por outro lado, a reatância está relacionada a propriedade de capacitância (capacidade de armazenar energia) das membranas celulares. Tanto a resistência quanto a reatância sofrem influência da variação da quantidade de água corporal, integridade das membranas celulares e composição dos tecidos⁸³. Assim, idosos apresentam um menor ângulo de fase quando comparado a adultos, além de um aumento nos valores de resistência e uma diminuição nos valores de reatância com o avançar da idade^{1,8,54,81}. Desse modo, o ângulo de fase tem sido utilizado como um parâmetro valioso na predição de funcionalidade^{82,84}, estado nutricional³¹, diagnóstico de doenças e risco de mortalidade^{82,85}.

Vale ressaltar que as modificações promovidas pelo processo de envelhecimento não são lineares e variam de indivíduo para indivíduo. Portanto, existem idosos que podem desfrutar de um bom funcionamento físico e mental aos 70 anos, enquanto outros podem apresentar fragilidade e necessitar de apoio significativo para satisfazer suas necessidades básicas. Esse fato pode ser explicado, pelo menos em parte, pelos diversos mecanismos relacionados ao envelhecimento. Entretanto, tais modificações são influenciadas pelo ambiente e estilo de vida⁵³.

3.2 Treinamento com pesos e saúde do idoso

A manutenção de um estilo de vida ativo é capaz de promover saúde física e mental em todas as idades e pode prevenir inúmeras doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e algumas formas de câncer⁵³. O envolvimento com a prática de exercício está associado a importantes benefícios cardiometabólicos, tais como redução da pressão arterial, melhoria do perfil lipídico, inflamatório, glicêmico, resistência à insulina e controle da massa corporal⁷⁹, servindo como fator de contra

quadros de depressão e ansiedade, provocando sentimentos de bem-estar e de melhor qualidade de vida¹⁵.

Adicionalmente, o exercício físico é capaz de atenuar ou até mesmo reverter boa parte das modificações que ocorrem com o envelhecimento^{13,14,17}. Desse modo, 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 em idosos^{13,17}. Nesse contexto, o TP tem sido uma estratégia amplamente empregada nessa população em virtude dos inúmeros benefícios associados a sua prática^{16,17,86}.

Um estudo clássico conduzido por Fiatarone et al.⁸⁷ foi um dos primeiros a destacar os efeitos benéficos do TP com pesos em idosos nonagenários. Dez idosos (seis homens e quatro mulheres) foram submetidos a oito semanas de treinamento, em uma frequência semanal de três vezes por semana, composto por três séries de oito repetições a 50-80% de uma repetição máxima. Os resultados revelaram aumento de 174% na força máxima, 9% na massa muscular e melhora de 48% na velocidade de caminhada. A partir desse estudo, inúmeras investigações têm demonstrado a efetividade do TP sobre diferentes variáveis relacionadas à saúde e a capacidade funcional de idosos.

Em suma, os principais benefícios que têm sido relatados em estudos sobre a prática do TP em idosos são incrementos na força e massa muscular^{21,24,86}, potência e resistência muscular^{14,88} e melhora do equilíbrio, coordenação e agilidade⁸⁹, com impacto positivo sobre capacidades funcionais, como velocidade de caminhada, o que resulta em uma maior prevenção de lesões^{27,89}, melhora na estabilidade dinâmica e redução na incidência de quedas^{15,90}. Não obstante, o TP também tem se mostrado efetivo para melhora do perfil metabólico e diminuição da pressão arterial^{19,20,23}, bem como redução de disfunções e doenças crônico-degenerativas^{24,91}. Entretanto, o grande desafio dos pesquisadores da área do TP é estabelecer qual o volume e a intensidade adequada para se obter esses benefícios na população idosa.

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), com o objetivo de fornecer recomendações para a prescrição do TP, atualizou posicionamentos emitidos desde 1998, com base na análise de estudos observacionais, ensaios clínicos randomizados e meta-análises que contribuíram para o entendimento da importância da manipulação da intensidade (carga, intervalo de recuperação e

velocidade de execução) e do volume (número de séries, número de exercícios, número de repetições e frequência semanal) para a elaboração de programas de TP visando a melhoria da aptidão musculoesquelética e indicadores de saúde¹⁷.

Uma das principais orientações do último documento específico publicado pelo ACSM¹⁷ para a prescrição do TP e que merece ser destacada é que para um programa de treinamento ser efetivo, ele precisa primeiramente atender três princípios gerais muito importantes, ou seja, sobrecarga progressiva, especificidade e variação. A sobrecarga progressiva está relacionada ao aumento gradual do estresse empregado sobre o corpo durante o treinamento e pode ser proporcionada por meio da manipulação de variáveis de volume ou intensidade. A especificidade, refere-se as adaptações específicas em resposta ao estímulo aplicado, o que pode ser determinado por vários fatores como ações musculares envolvidas, amplitude de movimento, grupo muscular treinado, carga utilizada, velocidade de execução, número de repetições, entre outras. Por fim, a variação ou periodização, que consiste no processo de manipulação planejada de uma ou mais variáveis de treino na tentativa de que o estímulo do treinamento se mantenha ao longo do programa evitando ou retardando o aparecimento de um platô adaptativo.

Embora a magnitude das respostas e as adaptações ao treinamento seja influenciada pela individualidade biológica e dependa do estado de treinamento, a incorporação desses princípios em um programa de treinamento é decisiva para sua efetividade^{17,92}.

3.3 Adaptações ao treinamento de força e teorias de adaptação a periodização

O processo fisiológico pelo qual o corpo responde ao exercício é chamado de adaptação. As principais adaptações induzidas pelo treinamento de força são denominadas de adaptações neurais e hipertróficas. Assim, desvendar os mecanismos associados a tais adaptações parece ser fundamental para otimização das respostas ao estímulo provocado pelo programa de treinamento empregado.

Considerando que várias unidades motoras, compostas por motoneurônios associados às fibras musculares, são recrutadas para gerar a força necessária para levantar uma carga, o aumento da frequência de estímulo e do recrutamento das unidades motoras de alto limiar, bem como, a melhoria da sincronização

intramuscular e da coordenação intermuscular se caracterizam como adaptações neurais promovidas pelo treinamento de força⁹².

Por outro lado, o estresse mecânico, o dano muscular e o estresse metabólico se caracterizam como os principais mecanismos responsáveis pela hipertrofia muscular induzida pelo TP. Vale destacar que as adaptações hipertróficas podem ser influenciadas por diversos fatores incluindo genética, nutrição, recursos farmacológicos, além do próprio treinamento. O estresse mecânico provocado pelo treinamento de força gera um distúrbio na integridade do músculo utilizado. A conversão desse estímulo mecânico para o interior das fibras musculares em sinal químico é chamado de mecanotransdução, processo que é capaz de induzir o aumento da síntese proteica que está diretamente ligada a hipertrofia muscular^{93,94}.

Com relação ao dano muscular gerado após o treinamento intenso, caracterizado por microlesões nas proteínas contrateis e na membrana muscular, este gera uma resposta imune que desencadeia a liberação de citocinas e de fatores de crescimento, como o fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1), os quais provocam ativação das células satélites, responsáveis pela regeneração das fibras musculares danificadas. A doação de mionúcleos das células satélites para a fibra regenerada aumenta a capacidade de síntese protéica, bem como a área de secção transversa da fibra^{93,94}.

Já o estresse metabólico causado pelo acúmulo de metabólitos intramusculares (lactato, íons hidrogênio, fosfato inorgânico, entre outros), acompanhado pelo aumento do conteúdo de água intracelular, provoca uma elevação da pressão interna da célula contra a membrana (*cell swelling*). Essa agressão à integridade celular desencadeia, tanto um aumento da síntese quanto redução da degradação protéica^{93,94}. Vale destacar, que os três principais mecanismos descritos anteriormente e que estão relacionados as adaptações hipertróficas podem ser maximizados pela progressão das variáveis de treinamento, bem como pela sua variação (periodização)¹⁷.

Nesse sentido, a periodização do TP é uma estratégia utilizada na tentativa de se manter um estímulo efetivo durante todo o programa de treinamento, com a perspectiva de se evitar o platô adaptativo. Esse pressuposto é sustentado por três teorias que compõem as bases fisiológicas da periodização e têm como objetivo otimizar o desempenho físico e a recuperação, a saber: i) teoria da síndrome da

adaptação geral; ii) teoria do estímulo-fadiga-recuperação-adaptação e iii) teoria do desempenho-fadiga.

A teoria da síndrome da adaptação geral⁹⁵, representada na Figura 1, consiste em uma primeira fase chamada de alarme, que ocorre na fase inicial da sessão cujo estímulo é primeiramente reconhecido e o desempenho físico geralmente diminui em resposta a fadiga. Na segunda fase, chamada de resistência, a adaptação ocorre e o sistema retorna a linha de base ou acima da linha de base. Na terceira fase, chamada de supercompensação, uma nova capacidade de desempenho ocorre em resposta a adaptação a fase anterior. Por fim, a quarta fase, chamada de *overtraining*, ocorre somente quando o acúmulo do estímulo estressor é elevado (ex. ausência de recuperação) e, em resposta, o desempenho pode ser suprimido resultando na síndrome do *overtraining*, a qual deve ser evitada.

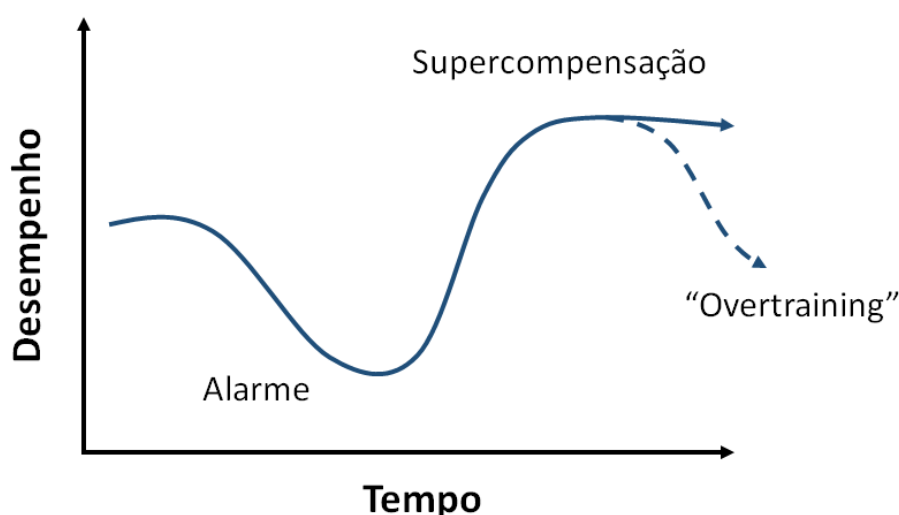


Figura 1. Teoria da síndrome da adaptação geral. Adaptada de Turner⁹⁶.

A teoria do estímulo-fadiga-recuperação-adaptação sugere que a fadiga acumulada é proporcional a intensidade e duração do estímulo. Após o estímulo, por exemplo uma sessão de treino, durante o período de recuperação (descanso), a fadiga se dissipa e as adaptações (supercompensação) ocorrem. Essa teoria sugere que se o estímulo não for aplicado de forma suficiente, ocorre uma involução do desempenho.

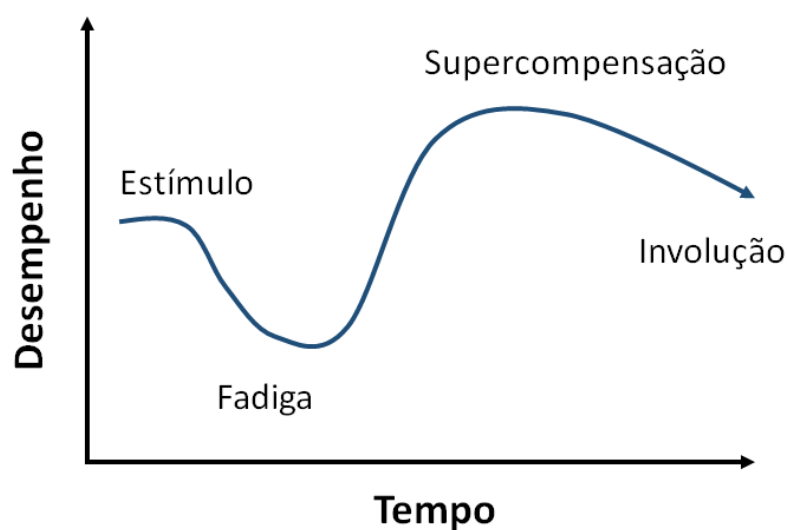


Figura 2. Teoria do estímulo-fadiga-recuperação-adaptação Adaptada de Turner⁹⁶.

Já a teoria de desempenho-fadiga, ao contrário das outras duas teorias descritas anteriormente, que partem da relação causa-efeito entre o desempenho e fadiga, sugere que exista uma relação inversa entre o desempenho e a fadiga. Portanto, estratégias que minimizem a fadiga (mediante a recuperação) e maximizem o desempenho terão um grande potencial em otimizar a preparação (prontidão) para responder a um novo estímulo.

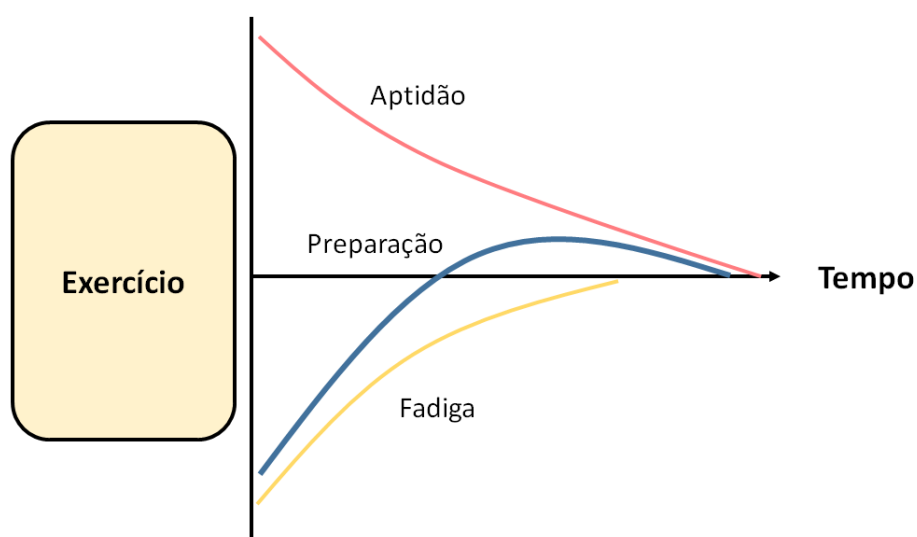


Figura 3. Teoria de desempenho-fadiga. Adaptada de Turner⁹⁶.

Portanto, essas três teorias de adaptação sustentam a razão para a aplicação da periodização nos programas de treinamento. Desse modo, se o estímulo aplicado

durante o treinamento se mantém na mesma magnitude (volume e intensidade) o sistema orgânico irá sofrer um processo de acomodação, o que provocará estabilização do desempenho^{17,92}. Considerando que o corpo humano se adapta rapidamente a programas de TP, a variação (periodização) se torna necessária para que a evolução ocorra. Essa variação pode ser realizada pela manipulação de diferentes variáveis de treinamento (volume e intensidade), porém, ela é comumente realizada através de modificações no volume e na intensidade, as quais podem ser organizados a partir de diferentes modelos existentes na literatura¹⁷.

3.4 Histórico dos modelos de periodização

A periodização do TP tem como base os modelos de periodização utilizados no treinamento esportivo. Há relatos de que essa concepção é utilizada desde a Grécia antiga, no treinamento para atividades militares ou olímpicas. Os gregos realizavam ciclos de treinamento com variação entre cargas leves e intensas até o período próximo das competições⁹⁷.

Apesar do treinamento esportivo ser historicamente antigo, seu corpo de conhecimento começou a ser sistematizado apenas no final do século XIX e início do século XX. A partir daí, diversos pesquisadores passaram a investigar a evolução de estudos relacionados ao planejamento do treinamento, no qual diversos paradigmas foram superados e tantos outros foram desenvolvidos.

Alguns autores como Murphy, em 1913, propuseram uma preparação de oito a 10 semanas de treinamento, alegando que nenhum atleta deveria se expor a um treinamento intenso por muito tempo. Em 1916, Kotov criticou essa metodologia e propôs uma metodologia de treinamento ininterrupta, com uma divisão de preparação em três ciclos, denominados de geral, preparatório e específico. No entanto, sua proposta era a favor do esporte polivalente, o que refutava toda e qualquer ideia de especialização em uma modalidade⁹⁸.

Entre os anos de 1920 e 1930 autores como Pikala trouxeram à tona a concepção da alternância do ritmo de treinamento, além da ideia da preparação em ciclos, como a melhor estratégia para prevenir o *overtraining*, por meio da alternância entre trabalho e recuperação. Em 1939, Gratyn introduziu a necessidade do período de recuperação ser reduzido e o atribui a característica de período de transição. Já em 1949, Oslin complementa que o período de transição deve ser

realizado por uma “recuperação ativa” e propõe que as etapas do treinamento deveriam ser direcionadas pelo calendário competitivo. Em 1950, Letunov em contrapartida a proposta de Oslin, defende que os ciclos de treinamento devem considerar o fenômeno biológico da progressão do nível de treinamento atingido por cada atleta⁹⁹.

Embora as discussões sobre as propostas de planejamento do treinamento tenham sido amplamente abordadas, somente em 1965, Matveyev introduz de fato a concepção de periodização, baseado na teoria da síndrome geral da adaptação proposta por Han Seley, em 1936, e nas análises estatísticas de rendimento de seus atletas, tornando público o seu modelo de periodização tradicional. Ele definiu o modelo como conjunto de leis e objetivos que governam o processo de treinamento, e não um simples planejamento instintivo⁹⁹. Assim, o modelo tradicional ou linear, proposto por Matveyev visa o desempenho máximo do atleta e é dividido em três períodos, a saber: 1) período preparatório: no qual é utilizado maior volume e exercícios diversos para o desenvolvimento das habilidades físicas e técnicas gerais; 2) período competitivo: no qual o volume de treinamento é reduzido para o desenvolvimento de atividades específicas de maior intensidade; 3) período de transição: período relativamente curto para proporcionar recuperação ativa e a reabilitação¹⁰⁰.

Ainda que o ciclo completo proposto por Matveyev possa ter duração anual ou semestral, com o aumento da quantidade de competições durante o ano na maioria das modalidades esportivas, essa proposta já não mais conseguia atender às necessidades, passando a receber muitas críticas. A partir daí surgem novas propostas de modelos periodização com destaque para o modelo pendular, proposto por Ariojev, na década 70 do século passado. Essa proposta se baseia em dois ciclos, caracterizados pela alternância sistemática entre cargas gerais e específicas (modelo pendular). Com a aproximação da competição há a diminuição da carga geral (volume) e aumento da carga específica (intensidade), o que possibilita aos atletas conseguirem vários picos de alto desempenho durante o ano¹⁰¹.

No início dos anos 80 do século passado, Verjoshansky propõe grandes alterações na periodização do treinamento, com uma nova proposta chamada de estruturação do treinamento em bloco, composta por dois blocos, no qual no primeiro bloco se trabalha as capacidades físicas com ênfase na força e no segundo bloco as questões técnicas e táticas. Em 1988, Tschiene apresenta seu modelo de

treinamento estrutural, no qual o volume e intensidade do treinamento permanecem altos durante ano todo, considerando as características de adaptação individuais dos atletas. No mesmo ano, Bondarchuck propõe um modelo com três fases, chamado de Integrador, cujas fases podem ser mais ou menos longas, uma vez que para ele cada indivíduo atinge sua melhor forma em momentos diferentes¹⁰¹.

A concepção de periodização do TP surge como parte do treinamento de atletas, principalmente na busca em se otimizar as capacidades de força e potência, exigidas em diversas modalidades. Entretanto, atualmente é empregada em programas de treinamento fora do âmbito esportivo, visando saúde e estética. Nesse contexto, a periodização é definida como planejamento sistematizado e estruturado das variáveis de treino (manipulação do volume, intensidade e descanso) para permitir que um estímulo efetivo possa perdurar por mais tempo⁹².

Entre os principais modelos de periodização do TP descritos na literatura estão os modelos denominados de periodização LIN e OND. Os sistemas lineares são baseados na concepção do modelo tradicional proposto por Matveyev e foram empregados no TP, bem como divulgados por Stone, nos anos de 1981 e 1982. Em termos gerais, a periodização LIN se inicia com um alto volume e uma baixa intensidade de treinamento e progride de maneira gradual para o aumento intensidade com simultânea redução do volume ao longo do ciclo¹⁷.

Já o modelo de periodização OND, defendido por Poliquim, em 1988, é caracterizado pela alternância de estímulos de volume e intensidade diariamente ou semanalmente. Considerando que a modificação no estímulo de treinamento é necessária, se essa modificação ocorrer sempre da mesma forma sua eficiência diminuirá. Nesse sentido, Poliquim propõe uma variação do treinamento em fases menores, na tentativa de proporcionar uma maior variação dos estímulos o que contribuirá para maiores ganhos de força e potência^{17,102}.

Adicionalmente, a organização dos modelos de periodização ocorre a partir da estruturação dos ciclos de treinamento, os quais são divididos em microciclo, mesociclo e macrociclo. O microciclo é a menor unidade de planejamento, compreendendo a programação semanal de treinamento. O mesociclo, ou ciclo intermediário, é caracterizado pelo tempo necessário para se atingir um alto nível de desenvolvimento de uma aptidão física (ex. força, potência, resistência ou hipertrofia), com duração de aproximadamente um mês. Por fim, o macrociclo

representa a maior divisão (mês/ano) e é composto pela soma de todas as unidades de treinamento⁹⁷.

3.5 Estudos sobre periodização do treinamento com pesos

Com base na literatura disponível até o presente momento, diversos pesquisadores defendem que o TP periodizado produz resultados superiores ao treinamento não-periodizado, principalmente, quando aplicado em indivíduos treinados^{32,33,103,104}. Entretanto, observa-se, ainda, muito controvérsia no que se refere ao modelo de periodização mais efetivo para otimização das respostas adaptativas ao treinamento^{38,103,105-107}.

Nesse sentido, um dos maiores problemas dos primeiros estudos envolvendo a comparação dos modelos de periodização reside na ausência da equalização do volume total de treinamento, pois quando o volume total não é equalizado, não se sabe se as diferenças observadas em um determinado modelo de periodização deve-se realmente a variação utilizada, ou ao número maior de repetições e/ou carga utilizada por um determinado grupo^{108,109}. Não obstante, a maioria das pesquisas que tiveram o cuidado metodológico de equalizar o volume de treinamento demonstraram não existir diferenças entre os modelos de periodização na análise de diferentes desfechos (Quadro 1). Os estudos que revelaram diferenças entre os modelos apontam para melhores resultados a favor do modelo de periodização OND. Adicionalmente, ao se analisar os estudos que empregaram avaliações a cada mesociclo de treinamento observa-se que esse modelo de periodização induz aumento progressivo da força, cuja resposta não é observada a partir da utilização dos demais modelos, possivelmente devido a uma modificação mais frequente de estimulação^{32,35,38,40,106,110}.

Em contrapartida, os estudos que encontraram diferenças nas respostas entre os modelos de periodização descrevem como critério de inclusão o estado de treinamento dos participantes, sendo estes treinados por um determinado período de tempo (meses ou anos). Entretanto, esses estudos não descrevem claramente características importantes do treinamento como frequência semanal, número de séries e repetições¹¹¹. A ausência ou a falta de detalhamento dessas informações compromete, pelo menos em parte, as respostas encontradas, uma vez que não se sabe se as diferenças podem ou não ser atribuídas ao fato de que a intervenção

representou uma simples progressão do treinamento (aumento na frequência semanal, número de séries ou repetições) ou se, realmente, é produto de um determinado modelo de periodização.

Além disso, a maior parte dos estudos que se propuseram a investigar essa temática utilizou amostras compostas por participantes adultos jovens, o que dificulta a extrapolação dos resultados para a população idosa, uma vez que a magnitude das respostas adaptativas ao TP entre jovens e idosos, em muitos casos, é bastante diferente^{45,46,112,113}. Nesse sentido, somente dois estudos verificaram que o treinamento periodizado promoveu melhores respostas adaptativas quando comparado ao treinamento não-periodizado em variáveis relacionadas a composição corporal, aptidão física e capacidade funcional de idosos^{114,115}. Por outro lado, outros dois estudos que compararam os modelos de periodização LIN e OND não observaram diferenças entre os modelos para a percepção subjetiva de esforço⁴⁷, capacidade funcional, força máxima, variáveis antropométricas, composição corporal e algumas citocinas (irisina, interleucina-1, TRL4 e BDNF)⁴⁸. Vale destacar que ambos os estudos foram conduzidos com indivíduos não-treinados.

Considerando que o nível de treinabilidade influencia as respostas ao TP¹¹⁶, indivíduos não-treinados apresentam uma menor aptidão física e são mais susceptíveis a maiores ganhos de força e massa muscular, quando comparado com indivíduos treinados, principalmente nas primeiras semanas de intervenção^{17,116}. Nesse sentido, investigar as possíveis diferenças nos modelos de periodização em indivíduos não-treinados pode comprometer a interpretação dos desfechos, uma vez torna-se difícil distinguir se os resultados encontrados são produto dos modelos de periodização empregados ou, ainda, do nível de treinabilidade dos indivíduos, que por serem não-treinados são mais susceptíveis as adaptações.

Um aspecto que merece destaque é o número de avaliações realizadas durante o período de intervenção. Quando os modelos de periodização são estruturados em diferentes mesociclos (força, resistência e hipertrofia), as avaliações no início e no final de cada mesociclo permitem a análise do curso temporal das respostas adaptativas ao TP nas variáveis especificamente analisadas. Desse modo, apenas um estudo realizou avaliações parciais, durante os diferentes mesociclos. Entretanto, esse estudo se limitou a analisar somente a percepção subjetiva de esforço⁴⁷. Portanto, estudos que verifiquem o efeito de diferentes modelos de periodização na aptidão musculoesquelética e indicadores de saúde em idosos

treinados, com avaliações a cada mesociclo na tentativa de se analisar a progressão das adaptações ao longo do tempo se fazem necessários, uma vez que podem contribuir com informações importantes para fundamentar a elaboração e o desenvolvimento de programas de TP eficazes para a terceira idade.

O Quadro 1 apresenta a síntese dos principais estudos que investigaram o efeito de diferentes modelos de periodização aplicados ao TP em diferentes populações (adultos jovens e idosos, homens e mulheres, treinados e não-treinados).

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos.

Autores	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Apel et al. ¹⁰³	42 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3-4 x 10-12 reps a 57% RM (semanas 1-2); 4-5 x 6-10 reps a 62% RM (semanas 3 e 4); 2-4 x 6-10 reps a 73% RM (semana 5); 3-5 x 4-10 reps a 76% RM (semana 6); 4-6 x 4-10 reps a 79% RM (semanas 7 e 8); 2-4 x 4-10 reps a 75% RM (semana 9); 3-5 x 4-10 reps a 78% RM (semana 10); 4-6 x 4-10 reps a 80% RM (semana 11)</p> <p>Ondulatória: 3-4 x 10-12 reps a 57% RM (semanas 1-2); 4-5 x 6-10 reps a 62% RM (semanas 3 e 4); 4-6 x 6-10 reps a 79% RM (semana 5); 2-4 x 6-10 reps a 73% RM (semana 6); 3-5 x 4-10 reps a 76% RM (semanas 7 e 8); 4-6 x 4-10 reps a 80% RM (semana 9); 2-4 x 4-10 reps a 75% RM (semana 10); 3-5 x 4-10 reps a 78% RM (semana 11)</p> <p>Frequência: 4x/semana. Duração: nove semanas. Trabalho total: equalizado</p>	Força máxima (Supino, Agachamento, Cadeira extensora, Puxada a frente e Desenvolvimento de ombros)	O modelo de periodização linear foi mais efetivo no aumento de força quando comparado ao modelo de periodização ondulatória
Baker et al. ¹¹⁰	22 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3-5 x 10 RM (semanas 1-4); 3-5 x 5-8RM (semanas 5-8); 1-3 x 3-10 RM (semana 9-11); 3x 3-6 RM (semana 12)</p> <p>Ondulatória: 3-5 x 10 RM (semanas 1-2); 3-5 x 6-8 RM (semanas 3-4); 3-5 x 4-6 RM (semanas 7-8); 3-5 x 6-8 RM (semanas 9-10); 3-4 x 3-6 RM (semanas 11-12)</p> <p>Não periodizado: 3-5 x 6-8 RM (semanas 1-12)</p> <p>Frequência: 3x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino e Agachamento)</p> <p>Salto vertical</p> <p>Gordura corporal</p> <p>Massa magra</p>	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos

Nota. RM = repetições máximas; reps = repetições.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autores	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Bartolomei et al. ¹²²	17 mulheres treinadas (adultos jovens)	<p>Ondulatória (Bloco): 5 x 8-10 reps a 70-75% RM (semanas 1-4); 3 x 6 reps a 65% RM (semana 5); 5 x 5 reps a 93% RM (semanas 6-9); 3 x 6 reps a 65% RM (semana 10)</p> <p>Ondulatória (semanal): 5 x 10 reps a 70% RM (semana 1); 5 x 8 reps a 75% RM (semana 2); 5 x 5 reps a 88% RM (semana 3); 5 x 3 reps a 93% RM (semana 4); 3 x 6 reps a 65% RM (semana 5); 5 x 10 reps a 70 %RM (semana 6); 5 x 8 reps a 75% RM (semana 7); 5 x 5 reps a 88% RM (semana 8); 5 x 3 reps a 93% RM (semana 9); 3 x 6 reps a 65% RM (semana 10)</p> <p>Frequência: 3x/semana. Duração: 10 semanas. Trabalho total: não reportado</p>	<p>Força máxima (Supino, Agachamento e Levantamento de terra)</p> <p>Tração de MI</p> <p>Gordura corporal</p> <p>Área muscular (braço e coxa)</p>	<p>O grupo submetido a periodização ondulatória semanal apresentou valores superiores de força muscular no agachamento e área muscular da coxa quando comparado a periodização blocada</p>
Buford et al. ¹⁰⁷	18 homens e 10 mulheres treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 8 RM (semanas 1-3); 3 x 6 RM (semana 4-6); 3 x 4 RM (semanas 7-9)</p> <p>Ondulatória (diária): 3 x 8 RM (sessão 1); 3 x 6 RM (sessão 2); 3 x 4 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Ondulatória (semanal): 3 x 8 RM (semanas 1, 4, 7); 3 x 6 RM (semanas 2, 5, 8); 3 X 4 RM (semanas 3, 6, 9)</p> <p>Frequência: 3x/semana. Duração: nove semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino e Agachamento)</p> <p>Gordura corporal</p>	<p>Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos</p>

Nota. RM = repetições máximas; reps = repetições; MI = membros inferiores.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autores	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Colon et al. ⁴⁷	20 homens e 21 mulheres não-treinados (adultos idosos)	<p>Blocada: 3 x 15 RM (sessões 1-11); 3 x 10 RM (sessões 12-22); 3 x 5 RM (sessões 23-33); 3 x 15 RM (sessões 34-42); 3 x 10 RM (sessões 43-51); 3 x 5 RM (sessões 52-60)</p> <p>Ondulatória (diária): 3 x 15 RM (sessão 1); 3 x 10 RM (sessão 2); 3 x 5 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Não periodizado: 3 x 10 RM (sessões 1-60)</p> <p>Frequência: 3x/semana. Duração: 22 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	Percepção subjetiva de esforço	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos
De Lima et al. ³⁶	28 mulheres não-treinadas (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 30 RM (semanas 1, 5, 9); 3 x 25 RM (semanas 2, 6, 10); 3 x 20 RM (semanas 3, 7, 11); 3 x 15 RM (semanas 4, 8, 12)</p> <p>Ondulatória: 3 x 30 RM (sessões 1 e 2); 3 x 25 RM (sessões 3 e 4) (semanas 1, 3, 5, 7, 9); 3 x 20 RM (sessões 1 e 2); 3 x 15 RM (sessões 3 e 4) (semanas 2, 4, 6, 8, 10, 12)</p> <p>Frequência: 4x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino, Leg press, Rosca bíceps)</p> <p>Resistência muscular localizada (Supino, leg press, rosca bíceps)</p> <p>Gordura corporal</p> <p>Aptidão cardiorrespiratória</p>	Ambos os grupos apresentam respostas similares na força e aptidão cardiorrespiratória. No entanto, o grupo submetido a periodização linear apresentou redução significativa na gordura corporal, ao passo que a periodização ondulatória demonstrou melhoria na resistência muscular.

Nota. RM = repetições máximas.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autores	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Hartmann et al. ³⁷	40 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 5 x 8-12 RM (semanas 1-10); 5 x 3-5 RM (semanas 11-14)</p> <p>Ondulatória (diária): 5 x 3-5 RM (sessão 1); 5 x 8-12 RM (sessão 2); 5 x 20-25 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Frequência: 3x/semana. Duração: 14 semanas. Trabalho total: não reportado</p>	<p>Força máxima (Supino e Agachamento)</p> <p>Velocidade máxima de movimento</p> <p>CVM</p> <p>Taxa máxima de desenvolvimento de força</p>	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos
Herrick & Stone ³⁴	20 mulheres não-treinadas (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 10 RM (semanas 1-8); 3 x 4 RM (semanas 10-11); 3 x 2 RM (semanas 13-14) (uma semana de descanso entre cada mesociclo)</p> <p>TP Progressivo: 3 x 6 RM (15 semanas)</p> <p>Frequência: 2x/semana. Duração: 15 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	Força máxima (Supino e Agachamento)	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos
Kok et al. ³⁸	20 mulheres não-treinadas (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 10 RM a 75-80% RM (semanas 1-3); 3 x 6 RM a 85-90% RM (semanas 4-6); 3 x 8 RM a 30-40% RM (semanas 7-9)</p> <p>Ondulatória (diária): 3 x 10 RM a 75-80% RM (sessão 1); 3 x 6 RM a 85-90% RM (sessão 2); 3 x 8 RM a 30-40% RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Frequência: 3x/semana; Duração: nove semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino e Agachamento)</p> <p>Salto vertical</p> <p>Potência de MS</p> <p>AST reto femural</p>	A periodização linear promoveu maiores aumentos na AST do reto femural nas três primeiras semanas. No entanto, essa diferença não foi sustentada ao final da intervenção. Nas demais variáveis não foram observadas diferenças entre os grupos

Nota. RM = repetições máximas; MS = membros superiores; AST = área de secção transversa; CVM = contração voluntária máxima.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autor et al.	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Miranda et al. ¹²⁰	20 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 8-10 RM (semanas 1-4); 3 x 6-8 RM (semanas 5-8); 3 x 4-6 RM (semanas 9-12)</p> <p>Ondulatória (diária): 3 x 8-10 RM (sessão 1); 3 x 6-8 RM (sessão 2); 3 x 4-6 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Frequência: 4x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (1-RM no Supino e Leg press)</p> <p>Resistência de força (8-RM no Supino e Leg press)</p>	<p>Não foram observadas diferenças entre os grupos. No entanto, a análise do tamanho do efeito indicou que a periodização ondulatória promoveu ganhos de maior magnitude nos níveis de força</p>
Monteiro et al. ³⁵	27 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 12-15 RM (semanas 1-3); 3 x 8-10 RM (semanas 5-7); 3 x 4-5 RM (semanas 9-11); 3 x 12/8/4 RM (semanas 4, 8, 12)</p> <p>Ondulatória (diária): 3 x 12-15 RM (sessão 1); 4 x 4-5 RM (sessão 2); 3 x 8-10 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Não-periodizado: 3 x 8-10 RM (12 semanas)</p> <p>Frequência: 4x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino e Leg press)</p>	<p>O grupo de periodização ondulatória apresentou maior força em ambos os exercícios analisados comparativamente aos demais grupos</p>
Prestes et al. ⁴⁰	40 homens não-treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 12 RM (semanas 1, 5, 9); 3 x 10 RM (semana 2, 6, 10); 3 x 8 RM (semanas 3, 7, 11); 3 x 6 RM (semanas 4, 8, 12)</p> <p>Ondulatória diária: (sessões 1 e 2) 3 x 12RM; (sessões 3 e 4) 3 x 10 RM (Semanas: 1,3,5,7,9,11) e (sessões 1 e 2) 3 x 8 RM; (sessões 3 e 4) 3 x 6 RM (Semanas: 2,4,6,8,10,12)</p> <p>Frequência: 4x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino, Rosca biceps e Leg press)</p> <p>Gordura corporal</p> <p>Massa magra</p>	<p>Apesar da ausência de diferenças estatísticas entre os grupos avaliados para força muscular e composição corporal, os ganhos percentuais de força muscular foram superiores no grupo submetido a periodização ondulatória</p>

Nota. RM = repetições máximas.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autor et al. (Ano)	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Prestes et al. ⁴¹	20 mulheres treinadas (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 8-14 RM (semanas 1-4); 3 x 6-12 RM (semanas 5-8); 3 x 4-12 RM (semanas 9-12)</p> <p>Reverso: 3 x 4-12 RM (semanas 1-4); 3 x 6-12 RM (semanas 5-8); 3 x 8-14 RM (semanas 9-12)</p> <p>Aeróbio: 60% FC máxima</p> <p>Frequência: 3x/semana (Periodização) e 2x/semana (Aeróbio). Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino, Puxada, Rosca bíceps e Cadeira extensora)</p> <p>Gordura corporal</p> <p>Massa magra</p> <p>Teste de fadiga</p>	A periodização linear promoveu maiores ganhos de força e massa magra comparativamente aos demais grupos
Prestes et al. ⁴⁸	49 mulheres não-treinadas (adultos idosos)	<p>Linear: 3 x 12-14 RM (semanas 1-4); 3 x 10-12 RM (semanas 5-8); 3 x 8-10 RM (semanas 9-12); 3x 6-8 RM (semanas 13-16)</p> <p>Ondulatória: (sessão 1) 3 x 12-14 RM e (sessão 2) 3 x 10-12 RM (semanas 1,3,5,7,9,11,13,15); (sessão 1) 3 x 8-10 RM e (sessão 2) 3 x 6-8 RM (semanas 2,4,6,8,10,12,14,16)</p> <p>Frequência: 2x/semana. Duração: 16 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino e leg press)</p> <p>Sentar e levantar</p> <p>Teste de 6 minutos</p> <p>Flexibilidade</p> <p>Gordura corporal</p> <p>Massa magra</p> <p>Citocinas</p>	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos
Rhea et al. ¹⁰⁶	20 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 8 RM (semanas 1-4); 3 x 6 RM (semanas 5-8); 3 x 4 RM (semanas 9-12)</p> <p>Ondulatória (diária): 3 x 8 RM (sessão 1); 3 x 6 RM (sessão 2); 3 x 4 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Frequência: 3x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino e Agachamento)</p> <p>Gordura corporal</p> <p>Perímetros (Peito e coxa medial)</p>	Ambos os grupos apresentaram aumento na força muscular, embora a periodização ondulatória tenha apresentado superioridade. Não foram observadas alterações na gordura corporal e perímetros do peito e coxa medial

Nota. RM = repetições máximas.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autor et al. (Ano)	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Rhea et al. ¹¹⁸	30 homens e 30 mulheres treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 25 RM (semanas 1-5); 3 x 20 RM (semanas 6-10); 3 x 15 RM (semanas 11-15)</p> <p>Linear reversa: 3 x 15 RM (semanas 1-5); 3 x 20 RM (semanas 6-10); 3 x 25 RM (semanas 11-15)</p> <p>Ondulatória (diária): 3 x 25 RM (sessão 1); 3 x 20 RM (sessão 2); 3 x 15 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Frequência: 2x/semana. Duração: 15 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>RML (Cadeira extensora)</p> <p>Força máxima (Cadeira extensora)</p>	<p>Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos</p>
Simão et al. ¹²¹	30 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 2 x 12-15 RM; 3 x 8-10 RM; 4 x 3-5 RM (alternância a cada quatro semanas)</p> <p>Ondulatória (diária): 2 x 12-15 RM (sessão 1); 3x 8-10RM (sessão 2); 4x 3-5 RM (sessão 3) e assim sucessivamente</p> <p>Frequência: 2x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Supino, puxada, tríceps e rosca bíceps)</p> <p>Massa magra</p>	<p>Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos para massa magra. No entanto, a análise do tamanho do efeito demonstrou maiores ganhos na força muscular no grupo periodização ondulatória.</p>

Nota. RM = repetições máximas.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autor et al.	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Souza et al. ⁴³	31 homens não-treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 2-3 x 12 RM (semanas 1-4); 2-4 x 8 RM (semanas 5-6)</p> <p>Ondulatória (diária): 2-3 x 12 RM (sessão 1); 3 x 8 RM (sessão 2) (semanas 1-4); 2-3 x 10 RM (sessão 1); e 2-4 x 6 RM (sessão 2) (semanas 5-6)</p> <p>Não periodizado: 2-3 x 8 RM</p> <p>Frequência: 2x/semana. Duração: seis semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Agachamento)</p> <p>AST do quadríceps</p>	<p>Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos</p>
Stone et al. ¹¹⁷	21 homens treinados (adultos jovens)	<p>Linear: 3-5 x 10 RM (semanas 1-4); 2-5 x 8 RM (semanas 5-8); 3 x 3-6 RM (semanas 9-11); 3x 3-6 RM (semana 12)</p> <p>Ondulatória: 3-5 x 10 RM (semanas 1-2); 3 x 5-10 RM (semanas 3-4); 3 x 3-10 RM (semana 5); 3 x 5 RM (semanas 6-8); 3-5 x 5 RM (semana 9); 3 x 5 RM (semana 10); 3 x 3-5 RM (semanas 11-12)</p> <p>Não periodizado: 3-5 x 6-8 RM</p> <p>Frequência: 3x/sem. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (Agachamento)</p>	<p>Os grupos periodizados apresentaram maiores ganhos de força do que o grupo não-periodizado, sem diferenças entre eles</p>

Nota. RM = repetições máximas; AST = área de secção transversa.

Quadro 1. Estudos que avaliaram o efeito de diferentes modelos de periodização do TP em adultos e idosos (*continuação*).

Autor et al.	Amostra	Protocolo experimental	Principais desfechos	Principais resultados
Ulrich et al. ¹²³	10 mulheres não-treinadas (adultos jovens)	<p>Linear: 3x 10 contrações (1,5-2 segundos) 60% CVM (1-3/8-10 sem); 5x 6 contrações (1,5-2 segundos) 80% CVM (4-7/11-12 sem)</p> <p>Ondulatória: (sessão 1) 3x 10 contrações (1,5-2 segundos) 60% CVM; (sessão 2) 5x 6 contrações (1,5-2 segundos) 80% CVM</p> <p>Frequência: 2x/semana. Duração: 12 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Espessura muscular</p> <p>Ângulo e comprimento do fascículo</p> <p>CVM isométrica e isocinética (concêntrica)</p> <p>EMG (Reto femoral, vasto medial e vasto lateral)</p>	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos
Vanni et al. ¹¹⁹	27 mulheres, sem descrição do nível de treinamento em que se encontravam (adultos jovens)	<p>Linear: 3 x 18-20 RM (semanas 1-4); 3 x 16-18 RM (semanas 5-8); 3 x 14-16 RM (semanas 9-12); 3 x 12-14 RM (semanas 13-16); 3 x 10-12 RM (semanas 17-20); 3 x 8-10 RM (semanas 21-24); 3 x 6-8 RM (semanas 25-28)</p> <p>Ondulatória: 3 x 18-20 RM (semanas 1-4); 3 x 10-12 RM (semanas 5-8); 3 x 6-8 RM (semanas 9-12); 4 x 10-12 RM (semanas 13-16); 4 x 6-8 RM (semanas 17-20); 4 x 10-12 RM (semanas 21-24); 4 x 6-8 RM (semanas 25-28)</p> <p>Frequência: 3x/semana. Duração: 28 semanas. Trabalho total: equalizado</p>	<p>Força máxima (1-RM Leg press, Agachamento hack, Cadeira adutora, Cadeira abduutora, Abdominal, Supino e Remada articulada)</p> <p>Resistência de força (20-RM Leg press, Agachamento hack, Cadeira adutora, Cadeira abduutora, Abdominal, Supino e Remada articulada)</p> <p>DMO</p>	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos

Nota. RM = repetições máximas; DMO = Densidade mineral óssea; CVM = contração voluntária máxima; EMG = eletromiografia.

4 MÉTODOS

4.1 Participantes

Para seleção da amostra foram convidadas todas as participantes do projeto de pesquisa e extensão de treinamento com pesos para mulheres idosas da Universidade Estadual de Londrina (UEL). A amostra foi selecionada preliminarmente por meio de entrevista e anamnese clínica. Como critérios de inclusão, as participantes deveriam ter idade igual ou superior a 60 anos, serem do sexo feminino e fisicamente independentes, não serem portadoras de cardiopatias e/ou desordens musculoesqueléticas que impedissem a prática de exercícios físicos, não serem diabéticas ou hipertensas não-controladas, estarem participando regularmente do programa de TP nos últimos seis meses e apresentar liberação do médico cardiologista para a prática do TP sem qualquer tipo de restrição. Após a intervenção, aquelas participantes que não atingiram uma frequência mínima de 85% das sessões de treinamento foram excluídas das análises.

Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas as participantes selecionadas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O projeto que deu origem a este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEL, de acordo com Declaração de Helsinque.

O fluxograma com a representação esquemática do recrutamento e alocação das participantes é apresentado na Figura 4. Um total de 40 idosas atenderam aos critérios de elegibilidade, porém, duas idosas reportaram problemas de saúde (problema renal e lesão ortopédica) e uma idosa alegou impossibilidade de participação devido a mudança de cidade. Desse modo, 37 idosas foram aleatorizadas de forma balanceada pela força relativa a massa muscular em dois grupos: LIN = 18 e OND = 19. Durante a intervenção três idosas abandonaram o estudo, duas por problemas de saúde (aneurisma e cirurgia de catarata) e uma por motivos pessoais. Ao final das 12 semanas de treinamento, 34 idosas completaram o estudo (LIN = 16 e OND = 18).

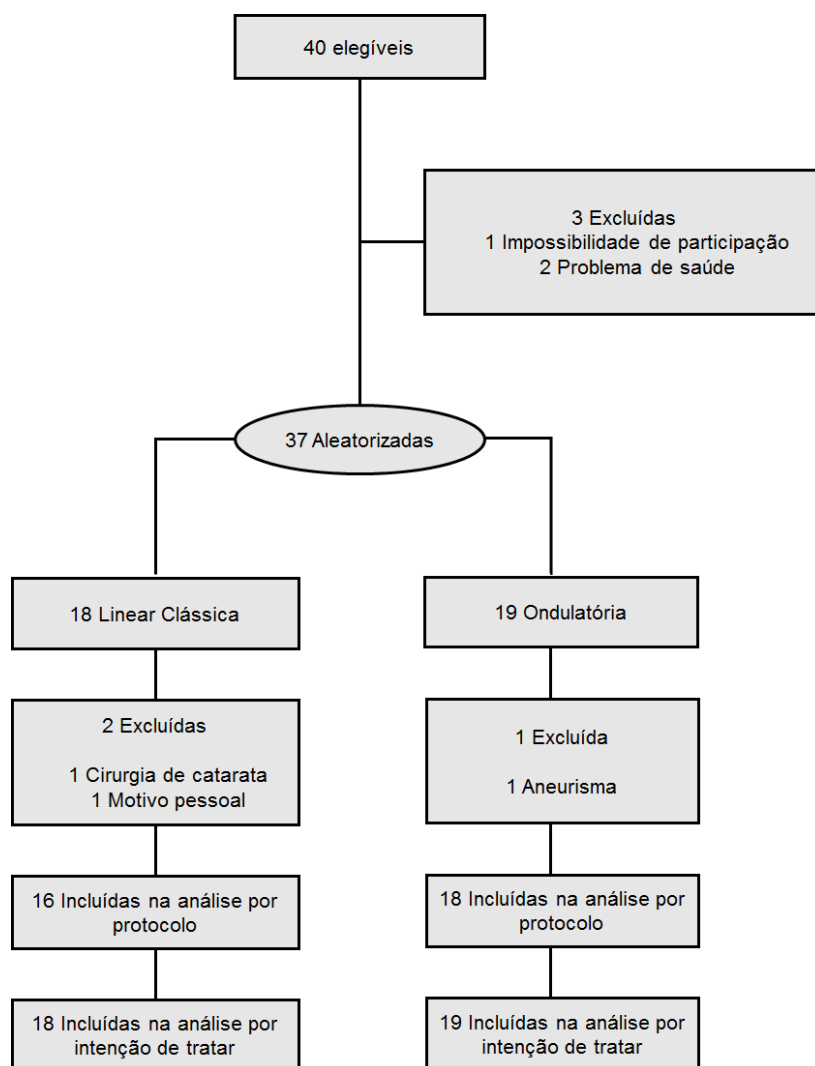


Figura 4. Fluxograma do estudo.

4.2 Desenho experimental

O estudo teve uma duração total de 18 semanas. As participantes foram aleatorizadas, de acordo com a força relativa a massa muscular, em dois grupos de treinamento (LIN e OND) e foram submetidas a intervenção com TP composto por três mesociclos com duração de quatro semanas cada. As avaliações de força muscular foram realizadas no início e no final de cada mesociclo, as quais correspondem às semanas 1-2 avaliação I (M1), 7 avaliação II (M2), 12 avaliação III (M3), 17-18 avaliação IV (M4). As avaliações da composição corporal, medidas antropométricas, pressão arterial e marcadores sanguíneos foram realizadas nos momentos pré e pós-treinamento (Figura 5).

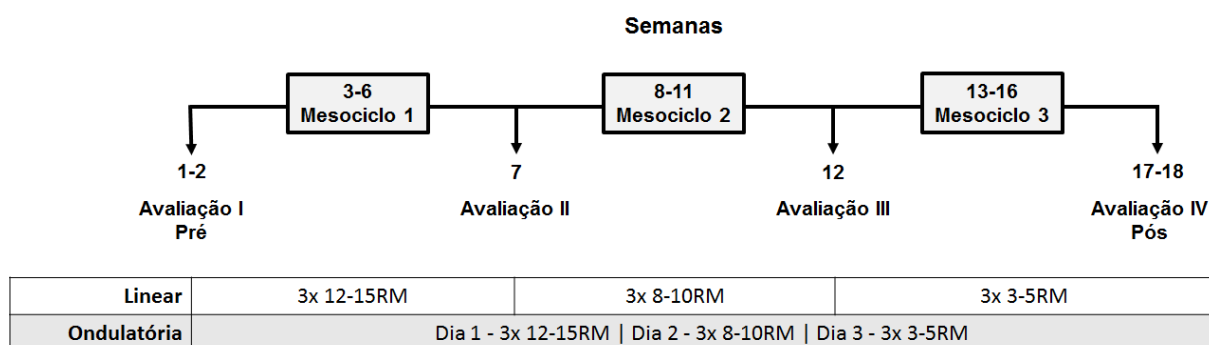


Figura 5. Desenho experimental do estudo.

4.3 Medidas antropométricas

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

Adicionalmente, a circunferência de cintura (CC) foi mensurada por meio de uma fita métrica flexível na linha natural da cintura, no ponto médio entre a última costela e a crista íliaca, no momento da expiração. Duas medidas, foram realizadas, sendo adotada a média aritmética entre as medidas como valor de referência. Nas situações nas quais a diferença entre as medidas foi superior a 0,5 cm uma terceira medida foi realizada, com o valor da mediana sendo adotado como referência¹²⁴. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador.

4.4 Composição corporal, água corporal e ângulo de fase

Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) foi utilizada para a determinação da composição corporal. As medidas foram realizadas em um equipamento da marca Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 (Madison, WI, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises

foram realizadas por um técnico em radiologia com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição de supinação, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu os dados relativos ao tecido gordo, tecido ósseo e tecido magro e mole, para o corpo todo e regiões específicas (tronco, membros superiores e inferiores). Os membros foram demarcados e separados do tronco e da cabeça por linhas padrões geradas pelo software do próprio equipamento. As linhas foram ajustadas manualmente, por meio de pontos anatômicos específicos. A massa muscular esquelética total foi estimada a partir da quantificação do tecido magro e mole apendicular, mediante a utilização da equação preditiva proposta por Kim et al.¹²⁵.

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

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

Para as variáveis do DEXA, as medidas de reprodutibilidade indicaram EPE = 0,29 kg e CCI > 0,99 para a massa muscular 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). Adicionalmente, medidas de resistência e reatância também foram obtidas e subsequentemente o ângulo de fase foi calculado (arco-tangente (resistência/reatância) x 180°/π). 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 literatura¹²⁶. Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, as idosas foram orientadas a urinar cerca de 30 min antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de

exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 h, absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e cafeínadas por no mínimo 48 h. 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; EPE = 5,6 ohms e CCI = 0,95 para resistência; EPE = 3,5 ohms e CCI = 0,96 para reatância; EPE = 0,21 graus e CCI = 0,96 para o ângulo de fase.

4.5 Avaliação da força muscular

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino vertical, cadeira extensora e rosca scott, respectivamente. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas exigidas nos testes de 1-RM. Três sessões de testes foram realizadas sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão (CCI \geq 0.96).

Em cada sessão de testagem foi realizado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada. Após um intervalo de dois minutos foi executada a primeira tentativa. Cada participante foi submetida em cada exercício a três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, enquanto um intervalo fixo de cinco minutos foi adotado para a transição entre os exercícios. Em cada tentativa, as participantes receberam encorajamento verbal para tentarem realizar duas repetições. Quando duas repetições eram completadas corretamente, a carga era aumentada para a próxima tentativa, ao passo que nas situações onde sequer uma repetição era realizada a carga era reduzida para a próxima tentativa. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação voluntária máxima, nas fases concêntrica e excêntrica¹²⁷. Três avaliadores com experiência na aplicação de testes de 1-RM conduziram as testagens nos diferentes momentos do estudo. A

forma e a técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada, na tentativa de se garantir a eficiência dos testes de 1-RM.

4.6 Medidas de pressão arterial de repouso

Medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram obtidas, por meio de aparelho automático de medida da pressão arterial (Omron HEM-7421NT, Illinois). Para tanto, as participantes compareceram ao laboratório em três dias não consecutivos, em horários semelhantes, sempre no período da manhã para a execução das medidas. Todas as participantes foram orientadas para esvaziar a bexiga e permanecer em repouso e em silêncio por no mínimo 10 min antes do início das medidas. Três medidas foram executadas com intervalo mínimo de dois minutos entre elas. A partir daí, adotou-se a mediana de cada dia e calculou-se o valor médio dos três dias para determinação dos valores de pressão arterial de repouso. Nos casos cuja variação das medidas foi superior a 4 mmHg para a PAS e/ou PAD, novas medidas em sequência foram realizadas até que o critério estabelecido fosse atendido¹²⁸. As medidas de reprodutibilidade indicaram EPE = 1,13 mmHg e CCI > 0,99 para PAS e EPE = 1,11 mmHg e CCI > 0,99 para PAD.

4.7 Coleta de sangue e análises bioquímicas

Coletas de sangue foram realizadas em sala adaptada para este fim, para a determinação de triglicerídeos (TG), glicemia, colesterol total, HDL-c, LDL-c, proteína C-reativa ultrasensível (PCR-us), em jejum. As dosagens foram determinadas em laboratório especializado do Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. Para tanto, dois ou três experientes técnicos de laboratório coletaram amostras de 14 ml de sangue venoso na porção antecubital, respeitando jejum de 12 h, no período matutino. Para a coleta de sangue as participantes foram mantidas sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local. O sangue venoso foi aspirado em dois tubos de coleta a vácuo, um com capacidade para 10 ml e outro para 4 ml e as agulhas foram descartadas de forma segura, assim como todos os outros

materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas, conforme procedimento padrão do laboratório. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, um com gel separador sem anticoagulante e outro com EDTA e fluoreto como anticoagulante e conservante, respectivamente. Após a coleta, os tubos foram centrifugados por 10 min a 3000 rpm para separação do soro e plasma. O plasma e o soro foram aliquotados e armazenados em freezer a -80°C da marca Indrel®, modelo IULT 2430 (Londrina, Paraná, Brasil) até a realização das análises. Posteriormente foram determinadas as concentrações de CT, HDL-c, TG, PCR e glicose. Para a determinação da LDL-c foi utilizada a equação de Friedewald $LDL-C = CT - HDL-C + TG/5$. O perfil lipídico foi determinado em um sistema autoanalisador bioquímico (Siemens Dade-Behring, modelo Dimension RxL Max, Flórida, Estados Unidos), de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes.

4.8 Hábitos alimentares

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

4.9 Histórico de treinamento

Previamente ao início desse estudo todas as idosas participavam de um programa de TP na Universidade Estadual de Londrina. Esse programa tinha como característica uma frequência de três vezes por semana, em dias alternados

(segundas, quartas e sextas-feiras) composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, com três séries por exercício, obedecendo a uma rotina alternada por segmento. Os exercícios bem como a sua respectiva ordem eram: supino em banco vertical, *leg press* horizontal, puxada a frente, cadeira extensora, rosca scott, mesa flexora, tríceps no *pulley* e panturrilha sentada. O número de repetições utilizadas em cada uma dessas séries compreendia o intervalo de 8-12 RM, sendo utilizado o sistema de cargas fixas, com intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios de 60 a 120 s.

4.10 Programa de treinamento com pesos

O programa de TP teve duração total de 12 semanas divididas em três mesociclos com duração de quatro semanas cada, com uma frequência de três vezes por semana, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras). As idosas realizaram oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, obedecendo a uma rotina alternada por segmento. Os exercícios realizados bem como a sua respectiva ordem foram: supino em banco vertical, *leg press* horizontal, puxada a frente, cadeira extensora, rosca scott, mesa flexora, tríceps no *pulley* e panturrilha sentada. As participantes foram aleatorizadas de maneira balanceada pela força relativa a massa muscular em dois grupos: treinamento com periodização LIN e treinamento com periodização OND¹⁷.

O primeiro mesociclo do grupo LIN foi composto por três séries de 12 -15 RM, o segundo por três séries de 8 a 10 RM e o terceiro por três séries de 3-5 RM. O grupo OND realizou uma variação diária que foi composta por três séries de 12-15 RM na primeira sessão da semana (segunda-feira), três séries de 8-10 RM na segunda sessão da semana (quarta-feira) e por último, três séries de 3-5 RM na terceira sessão da semana (sexta-feira), o que se repetiu ao longo das 12 semanas de intervenção.

Durante todo o período do estudo o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries, em cada exercício, foi de 60 a 120 s, e entre os exercícios de dois a três minutos. As participantes foram orientadas a executarem as ações musculares concêntrica e excêntrica em uma razão de 1: 2, respectivamente. As participantes foram orientadas, ainda, para não participarem de nenhum outro tipo de programa de treinamento durante o período do estudo, de modo que o impacto do TP possa

ser avaliado de forma isolada. As cargas utilizadas foram compatíveis com o número de RM estipuladas para as três séries de cada exercício, as cargas de treinamento foram reajustadas, de acordo com os procedimentos propostos pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte¹⁷, na tentativa de que a intensidade inicial fosse preservada.

4.11 Tratamento estatístico

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias. O teste t de Student foi utilizado para comparação entre os grupos no início do estudo. Já a análise de variância (ANOVA) *two-way* para medidas repetidas foi utilizada para comparação entre os grupos e os momentos. Nos casos de diferenças nas medidas basais, análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada, com as medidas da linha de base sendo adotadas como covariáveis. O teste de Mauchly foi aplicado para verificar a esfericidade, em caso de violação deste pressuposto, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geiser. O teste post hoc de Bonferroni, para comparações múltiplas, foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados forem superiores aos do critério de significância estatística estabelecido ($P < 0,05$). A magnitude das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito proposto por Cohen¹²⁰. O tamanho do efeito de 0,20 - 0,49 foi considerado como pequeno, 0,50 - 0,79 como moderado e $\geq 0,80$ como de grande magnitude.

Além disso, a análise por protocolo (inclusão das participantes que realizaram todas as avaliações e atenderam a 85% de frequência nos grupos de intervenção) e a análise de intenção de tratar por imputação simples foram realizadas. A comparação dos resultados não apresentou diferença entre as análises, desse modo, os resultados do presente estudo são apresentados de acordo com o princípio da análise por intenção de tratar. Para o controle de qualidade das medidas, foram obtidas medidas de reprodutibilidade em uma parte da amostra, para determinação do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e erro padrão de estimativa (EPE) das variáveis de composição corporal, força muscular e pressão arterial de repouso. Para todas as análises estatísticas foi aceita uma significância

de 5%. Para processamento dos dados, foi utilizado o programa estatístico Statistica versão 7.0.

5 RESULTADOS

As características gerais das participantes no início do estudo são apresentadas na Tabela 1. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre os grupos.

Tabela 1. Características gerais das participantes na linha de base.

	LIN (n = 18)	OND (n = 19)	P
Idade (anos)	69,0 ± 7,6	67,7 ± 4,2	0,96
Massa corporal (kg)	60,6 ± 8,9	68,3 ± 11,5	0,20
Estatura (cm)	155,1 ± 6,1	155,4 ± 5,2	0,80
IMC (kg/m ²)	25,4 ± 4,2	28,2 ± 4,5	0,16

Nota. LIN = periodização linear; OND = periodização ondulatória; IMC = índice de massa corporal. Os dados são apresentados em média ± desvio-padrão.

Informações nutricionais nos momentos pré e pós-treinamento são apresentadas na Tabela 2. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na comparação intra e inter-grupos para o consumo energético total, de carboidratos, proteínas e lipídios ($P > 0,05$).

Tabela 2. Consumo energético total e de macronutrientes pré- e pós-treinamento de 12 semanas.

Variáveis	LIN (n = 18)	OND (n = 19)	Efeitos	F	P
Energia (kcal)					
Pré	1.079 ± 273	1.054 ± 185	Grupo	1,90	0,30
Pós	1.100 ± 196	1.075 ± 179	Tempo	1,43	0,21
TE	+0,09	+0,12	Interação	1,38	0,20
Proteínas (g)					
Pré	49 ± 13	51 ± 12	Grupo	12,54	0,20
Pós	44 ± 14	52 ± 15	Tempo	0,78	0,51
TE	-0,37	+0,07	Interação	1,08	0,19
Carboidratos (g)					
Pré	145 ± 35	149 ± 37	Grupo	0,47	0,60
Pós	147 ± 22	155 ± 30	Tempo	0,45	0,40
TE	+0,07	+0,18	Interação	0,90	0,70
Lipídios (g)					
Pré	30 ± 11	29 ± 14	Grupo	1,07	0,38
Pós	32 ± 12	30 ± 13	Tempo	0,13	0,75
TE	+0,17	+0,07	Interação	0,01	1,98

Nota. LIN = grupo periodização linear; OND = grupo periodização ondulatória; TE = tamanho do efeito. Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão.

As modificações na força muscular são apresentadas na Tabela 3. Um efeito principal do tempo ($P < 0,01$) revelou ganhos de força nos exercícios de supino, cadeira extensora, rosca *scott* e para a força total representada pela soma dos três exercícios em ambos os grupos (LIN e OND), sem diferenças estatisticamente significantes entre eles ($P > 0,05$). Adicionalmente, os ganhos de força em ambos os grupos ocorreram de forma similar (rosca *scott* < cadeira extensora < supino), sendo que o tamanho do efeito das modificações encontradas foi de baixa (rosca direta e cadeira extensora) a moderada magnitude (supino) para o grupo LIN e de baixa (rosca direta e cadeira extensora) a alta magnitude (supino) para o grupo OND. No geral, ambos os grupos aumentaram a força muscular de em aproximadamente 10% ($P < 0,01$).

Tabela 3. Força muscular (1-RM) nos diferentes momentos de intervenção.

	LIN (n = 18)	OND (n = 19)	SP (η^2p)	Efeitos ANOVA	F	P
Supino (kg)						
M1	44,2 ± 8,0	46,1 ± 6,1				
M2	46,8 ± 8,1*	48,3 ± 6,0*	0,16 (0,03)	Grupo	0,99	0,32
M3	48,1 ± 9,1*\$	51,4 ± 7,1*\$	1,00 (0,66)	Tempo	69,04	<0,01
M4	50,5 ± 9,5*\$\$	53,2 ± 8,0*\$\$	0,37 (0,04)	Interação	1,44	0,23
TE	+0,72	+1,01				
$\Delta\%$	+14,2	+15,4				
Cadeira extensora (kg)						
M1	51,2 ± 10,7	54,3 ± 11,8				
M2	52,5 ± 10,6	55,6 ± 11,7	0,13 (0,02)	Grupo	0,72	0,40
M3	53,6 ± 10,9*\$	57,1 ± 11,5*\$	1,00 (0,42)	Tempo	25,93	<0,01
M4	56,0 ± 12,6*\$\$	58,8 ± 10,8*\$\$	0,06 (0,001)	Interação	0,11	0,95
TE	+0,41	+0,40				
$\Delta\%$	+9,4	+8,3				
Rosca scott (kg)						
M1	22,8 ± 4,8	23,7 ± 3,3				
M2	22,7 ± 4,7	23,8 ± 3,5	0,10 (0,01)	Grupo	0,50	0,48
M3	23,9 ± 4,7	25,1 ± 3,5*\$	1,00 (0,45)	Tempo	28,67	<0,01
M4	24,3 ± 5,4*\$\$	25,1 ± 3,7*\$	0,17 (0,01)	Interação	0,60	0,61
TE	+0,29	+0,40				
$\Delta\%$	+6,6	+5,9				
Força total (kg)						
M1	118,2 ± 21,9	124,5 ± 18,2				
M2	123,3 ± 22,2*	129,5 ± 17,8*	0,16 (0,02)	Grupo	0,99	0,33
M3	124,6 ± 23,1*	132,6 ± 18,2*	1,00 (0,65)	Tempo	66,80	<0,01
M4	130,7 ± 25,4*\$\$	137,1 ± 18,7*\$\$	0,15 (0,01)	Interação	0,51	0,67
TE	+0,53	+0,68				
$\Delta\%$	+10,5	+10,1				

Nota. LIN = periodização linear; OND = periodização ondulatória; SP(η^2p) = *power (eta square)*; M1 = pré-treinamento; M2 = após quatro semanas de treinamento; M2 = após oito semanas de treinamento; M2 = após 12 semanas de treinamento; TE = tamanho do efeito (M4-M1); $\Delta\%$ = variação entre M1 e M4. Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão. * $P < 0,01$ vs. M1; \$ $P < 0,05$ vs. M2; # $P < 0,01$ vs. M3.

A Tabela 4 apresenta o comportamento de indicadores de composição corporal pré e pós-treinamento. Nenhuma interação ou efeito principal do grupo ou do tempo foram detectados para massa muscular, gordural corporal, água corporal total, água extra e intracelular ($P > 0,05$).

Tabela 4. Indicadores de composição corporal nos momentos pré- e pós-treinamento de 12 semanas.

	LIN (n = 18)	OND (n = 19)	SP (η^2p)	Efeitos	F	P
Massa muscular (kg)				ANOVA		
Pré	17,6 ± 2,5	18,7 ± 2,3	0,38 (0,06)	Grupo	1,92	0,15
Pós	17,5 ± 2,4	18,6 ± 2,4	0,11(0,01)	Tempo	0,57	0,45
TE	-0,04	-0,04	0,14(0,02)	Interação	0,58	0,56
Gordura corporal (%)						
Pré	33,9 ± 8,4	38,3 ± 5,8	0,38(0,06)	Grupo	1,96	0,15
Pós	34,0 ± 8,3	38,0 ± 5,9	0,34(0,04)	Tempo	2,54	0,11
TE	-0,01	-0,05	0,50(0,08)	Interação	2,59	0,09
Água corporal total (L)						
Pré	28,7 ± 3,7	31,2 ± 4,2	0,42(0,08)	Grupo	3,35	0,08
Pós	28,5 ± 4,0	30,7 ± 3,4	0,44(0,09)	Tempo	3,49	0,07
TE	-0,05	-0,13	0,09(0,01)	Interação	0,43	0,51
Água extracelular (L)						
Pré	12,7 ± 1,5	13,4 ± 1,4	0,24(0,04)	Grupo	1,66	0,20
Pós	12,8 ± 1,6	13,3 ± 1,1	0,10(0,01)	Tempo	0,50	0,48
TE	+0,06	-0,08	0,27(0,05)	Interação	1,94	0,17
Água intracelular (L)						
Pré	16,0 ± 2,4	17,7 ± 3,0	0,48(0,09)	Grupo	3,88	0,06
Pós	15,8 ± 2,5	17,4 ± 2,7	0,47(0,09)	Tempo	3,81	0,60
TE	-0,08	-0,11	0,05(0,01)	Interação	0,06	0,93

Nota. LIN = periodização linear; OND = periodização ondulatória; SP (η^2p) = *power (eta square)*; TE = tamanho do efeito. Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão.

A Figura 6 apresenta a variação absoluta e os valores individuais da CC após as 12 semanas de treinamento. Efeito principal do tempo ($P < 0,01$) revelou redução na CC em ambos os grupos, sem diferença entre eles ($P > 0,05$).

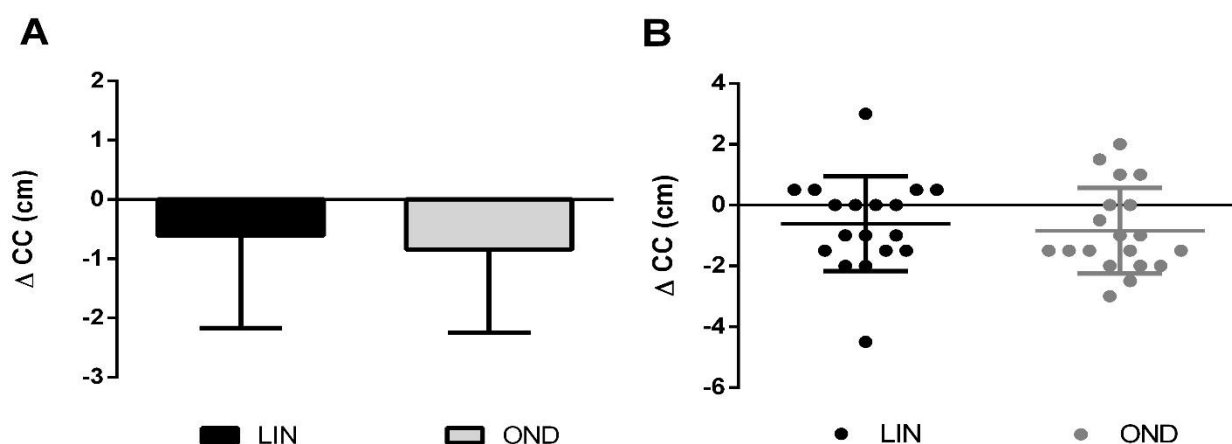


Figura 6. Variação da circunferência de cintura (CC) após 12 semanas de treinamento. No painel A são apresentados os valores médios \pm desvio-padrão dos grupos periodização linear (LIN, $n = 18$) e ondulatória (OND, $n = 19$), enquanto no Painel B são apresentados os valores individuais dos integrantes de cada grupo. Efeito principal do tempo foi encontrado ($P < 0,01$), sem diferenças entre os grupos.

Os valores de resistência, reatância e ângulo de fase nos momentos pré e pós-treinamento são apresentados na Tabela 5. Nenhuma interação ou efeito principal do grupo ou do tempo foram identificados para essas variáveis ($P > 0,05$).

Tabela 5. Resistência, reatância e ângulo de fase nos momentos pré- e pós-intervenção de 12 semanas.

	LIN ($n = 18$)	OND ($n = 19$)	SP (η^2p)	Efeitos	F	P
Resistência (Ohms)				ANOVA		
Pré	576,4 \pm 47,5	551,2 \pm 58,3	0,17(0,03)	Grupo	1,12	0,29
Pós	565,3 \pm 60,8	555,1 \pm 42,8	0,11(0,01)	Tempo	0,56	0,45
TE	-0,20	+0,08	0,32(0,06)	Interação	2,39	0,13
Reatância (Ohms)						
Pré	57,7 \pm 5,2	56,1 \pm 7,4	0,05(0,01)	Grupo	0,02	0,96
Pós	56,1 \pm 5,8	57,8 \pm 7,0	0,05(0,02)	Tempo	0,05	0,94
TE	-0,29	+0,24	0,60(0,13)	Interação	5,26	0,07
Ângulo de fase (graus)						
Pré	5,6 \pm 0,5	5,8 \pm 0,6	0,23(0,04)	Grupo	1,60	0,21
Pós	5,7 \pm 0,4	5,9 \pm 0,7	0,21(0,04)	Tempo	1,47	0,23
TE	+0,22	+0,15	0,41(0,08)	Interação	3,18	0,09

Nota. LIN = periodização linear; OND = periodização ondulatória; SP (η^2p) = *power (eta square)*; TE = tamanho do efeito. Os resultados estão expressos em média \pm desvio padrão.

A Tabela 6 apresenta os parâmetros referentes aos fatores de risco cardiometabólico. Nenhuma interação grupo vs. tempo foi revelada ($P > 0,05$). Efeito principal do tempo foi observado para o LDL-c (LIN = -6,5 mg/dL vs. OND = -10,7 mg/dL), colesterol total (LIN = -6,9 mg/dL vs. OND = -11,0 mg/dL) e PAS (LIN = -2 mmHg vs. OND = -4 mmHg). Nenhum efeito principal do tempo ou do grupo foi detectado para a glicose, HDL-c, triglicérides e PAD ($P > 0,05$).

Tabela 6. Fatores de risco cardiometabólico nos momentos pré- e pós-treinamento de 12 semanas.

	LIN (n = 18)	OND (n = 19)	SP (η^2p)	Efeitos	F	P
Glicose (mg/dL)				ANOVA		
Pré	95,6 ± 11,2	100,0 ± 21,2	0,10(0,01)	Grupo	0,45	0,50
Pós	96,5 ± 12,3	99,2 ± 18,3	0,05(0,01)	Tempo	0,02	0,96
TE	+0,08	-0,04	0,12(0,10)	Interação	0,63	0,43
Triglicérides (mg/dL)						
Pré	104,3 ± 40,3	110,9 ± 45,8	0,05(0,01)	Grupo	0,04	0,94
Pós	106,2 ± 35,9	101,3 ± 37,4	0,12(0,01)	Tempo	0,67	0,41
TE	+0,05	-0,23	0,21(0,04)	Interação	1,45	0,23
HDL-c (mg/dL)						
Pré	59,2 ± 16,0	53,7 ± 14,2	0,15(0,02)	Grupo	0,91	0,34
Pós	58,4 ± 12,7	55,3 ± 13,1	0,06(0,01)	Tempo	0,09	0,76
TE	-0,06	+0,12	0,14(0,02)	Interação	0,87	0,35
LDL-c (mg/dL)						
Pré	130,4 ± 31,7	127,9 ± 30,9	0,07(0,01)	Grupo	0,24	0,62
Pós	123,9 ± 29,1*	117,2 ± 27,6*	0,73(0,16)	Tempo	7,08	<0,01
TE	-0,21	-0,37	0,09(0,01)	Interação	0,40	0,52
Colesterol total (mg/dL)						
Pré	210,5 ± 32,3	203,8 ± 31,0	0,14(0,02)	Grupo	0,83	0,36
Pós	203,6 ± 29,0*	192,8 ± 29,0*	0,80(0,19)	Tempo	8,42	<0,01
TE	-0,23	-0,37	0,09(0,01)	Interação	0,43	0,51
PAS (mmHg)						
Pré	123 ± 13	123 ± 11	0,05(0,01)	Grupo	0,07	0,78
Pós	121 ± 13*	119 ± 11*	0,62(0,13)	Tempo	5,46	<0,01
TE	-0,15	-0,36	0,14(0,02)	Interação	0,79	0,37
PAD (mmHg)						
Pré	68 ± 9	70 ± 7	0,06(0,01)	Grupo	0,13	0,71
Pós	69 ± 9	69 ± 10	0,05(0,01)	Tempo	0,10	0,92
TE	+0,11	-0,12	0,13(0,02)	Interação	0,38	0,78

Nota. LIN = periodização linear; OND = periodização ondulatória; SP (η^2p) = *power (eta square)*; TE = tamanho do efeito. HDL-c = lipoproteína de alta densidade; LDL-c = lipoproteína de baixa densidade; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica. Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão. * $P < 0,01$ vs. Pré.

O comportamento da PCR-us nos momentos pré- e pós- 12 semanas de treinamento é apresentado na Figura 7. Um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) foi revelado com uma redução nas concentrações da PCR-us após 12 semanas de treinamento em ambos os grupos (LIN e OND), com tamanho do efeito de grande magnitude (LIN = -1,00 vs. OND = -0,86).

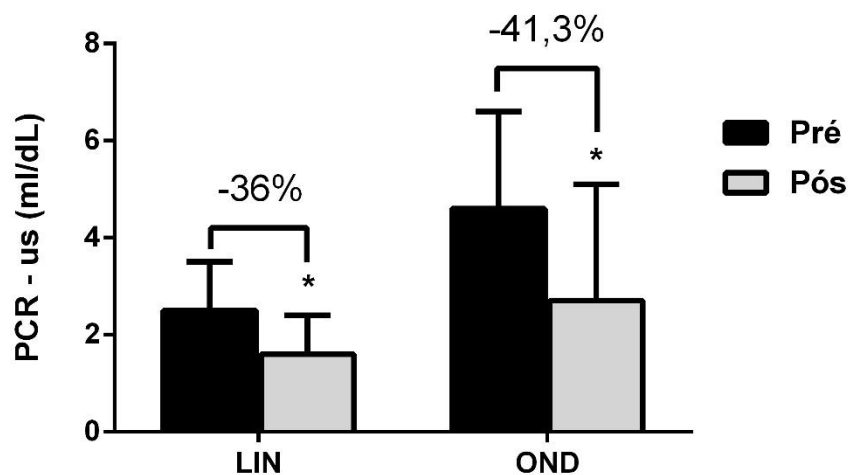


Figura 7. Concentrações de proteína-C reativa ultrasensível (PCR-us) nos grupos periodização LIN ($n = 18$) e OND ($n = 19$), antes e após 12 semanas de treinamento. Os resultados estão expressos em média \pm desvio padrão e percentual de variação. * $P < 0,01$ vs. pré. Efeito principal do tempo ($P < 0,01$).

6 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo foram: (1) o TP desencadeou aumento progressivo da força e redução do colesterol total, LDL-c, PAS e PCR-us, ao longo de 12 semanas de intervenção, independente do modelo de periodização utilizado (LIN ou OND); (2) nenhuma modificação nos componentes da composição corporal, no ângulo de fase, na glicemia, HDL-c, TG e PAD foi acarretada pelo TP. De acordo com o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que analisou as respostas adaptativas aos modelos de periodização LIN e OND em mulheres idosas previamente treinadas.

Com base nas teorias gerais da adaptação, as quais sustentam a razão da periodização em programas de TP⁹⁶, a nossa hipótese era de que maior frequência de alternância de estímulos (microciclos), proporcionada pelo modelo OND, poderia proporcionar resultados superiores ao modelo LIN, baseado em macrociclos, com volume e intensidades mais estáveis. Entretanto, nossa hipótese foi refutada, uma vez que ambos os modelos de periodização (LIN e OND) promoveram respostas adaptativas semelhantes nas variáveis analisadas.

Com relação a força muscular, os resultados do presente estudo corroboram com as investigações que compararam modelos de periodização existentes na literatura em adultos jovens¹¹¹. De fato, uma recente revisão sistemática conduzida com meta-análises por Harries et al.¹¹¹ revelou que dos 16 estudos analisados, 10 estudos reportaram aumentos similares na força para ambos os modelos de periodização LIN e OND, ao passo que os outros seis estudos identificaram superioridade do modelo OND em relação ao LIN. Entretanto, ao se analisar conjuntamente as respostas encontradas não foram detectadas diferenças na força muscular na comparação entre os dois modelos. Vale destacar que os resultados dessa meta-análise podem ter sido influenciados por alguns fatores de confusão, como curtos períodos de intervenção e experiência prévia em TP dos participantes.

A principal justificativa para a semelhança na magnitude das adaptações entre a periodização LIN e OND parece estar relacionada a equalização do volume total de treinamento entre os modelos testados. Equalizar essa variável durante todo o período de intervenção permite verificar se as diferenças nos desfechos analisados resultam somente do tipo de variação utilizada (LIN ou OND). Considerando que um maior volume total acarreta em uma maior sobrecarga de treino, o que repercute

diretamente no desenvolvimento da força muscular⁹², ao equaliza-lo, observa-se resultados semelhantes independente da característica de modificação do estímulo (OND ou LIN). Esse fator que pode ser uma possível justificativa para os resultados encontrados em nosso estudo, uma vez que o volume total de treinamento entre os grupos foi equalizado.

Alguns autores, contudo, advogam que as maiores magnitudes do tamanho do efeito identificadas no modelo de periodização OND podem indicar uma superioridade deste frente ao modelo LIN, mesmo com a ausência de significância estatística^{40,120,121}. Esse fato foi confirmado em nosso estudo somente no exercício supino (OND > LIN), diferente do verificado nos exercícios cadeira extensora e rosca scott (OND = LIN).

Vale destacar que os resultados desta investigação corroboram com os encontrados por Prestes et al.⁴⁸ que, também, não identificaram diferenças na força muscular entre os modelos de periodização LIN e OND, todavia, em mulheres idosas sedentárias. No entanto, dos três exercícios analisados (supino, rosca scott e leg press 45°) os autores observaram aumentos de força de maior magnitude quando comparados aos verificados no presente estudo, o que provavelmente possa ser explicado em grande parte pelas diferenças nos níveis de aptidão física das participantes (sedentárias vs. treinadas).

É possível que os aumentos graduais na força muscular observados ao longo do tempo em nosso estudo, em ambos os grupos, sejam produto de uma melhoria na qualidade muscular, definida como a capacidade de geração de força para um determinado volume muscular. Desse modo, embora os mecanismos relacionados a melhoria na qualidade muscular, promovida pelo TP, ainda não estejam bem estabelecidos pela literatura, alguns fatores como as adaptações neurais, aumento da potência muscular, reinervação das fibras musculares e alteração na arquitetura muscular podem exercer papel importante nesse processo¹²⁹. Portanto, a ausência de medidas objetivas no presente não permitiu a confirmação ou rejeição desta hipótese.

Por outro lado, nenhuma alteração foi identificada nos parâmetros de composição corporal, confirmando informações anteriores em mulheres previamente não-treinadas⁴⁸. Em contrapartida, estudo conduzido por Botero et al.¹⁴ durante 48 semanas de treinamento revelou redução da gordura corporal relativa com aumento simultâneo da massa muscular em mulheres idosas sedentárias submetidas ao TP

com adoção de periodização LIN. Portanto, é possível que mudanças na composição corporal a partir da adoção de diferentes modelos de periodização possam ser tempo-dependentes, embora não se possa descartar a hipótese de que o nível de aptidão física inicial das participantes possa influenciar em parte as respostas adaptativas observadas em algumas investigações.

A ausência de modificações na composição corporal observada em nosso estudo, possivelmente tenha ocorrido por se tratar de mulheres que já se encontravam inseridas em um programa de TP, ou seja, treinadas. Nesse sentido como a magnitude de adaptações se torna cada vez menor e mais difícil a medida em que o indivíduo se torna mais treinado, a reconhecida “janela de adaptação” tende a se tornar menor ao longo do treinamento⁴⁹.

Considerando que o processo do envelhecimento promove uma taxa de redução de 5-10% da massa muscular por década de vida após os 50 anos em indivíduos sedentários^{57,130}, o que equivale a aproximadamente 0,5 kg por ano, estratégias que possam proporcionar a preservação da musculatura esquelética, como a adotada em nosso protocolo de TP, se tornam valiosas, sobretudo, para a população idosa. Além disso, a preservação da massa muscular quando acompanhada pela melhoria da capacidade de geração de força, como observado nesse estudo, pode exercer um papel fundamental na mobilidade¹⁵, na função do sistema locomotor²⁷ e na independência funcional de idosos¹⁵, além de ambos (força e massa muscular) serem importantes preditores de longevidade⁷⁴.

Acompanhando os resultados de composição corporal, a água corporal total e suas frações extra e intracelulares também não sofreram alterações neste estudo. Tendo em vista que a água intracelular é composta pelos fluídos presentes no músculo, órgãos e células, enquanto a água extracelular é composta pelo plasma, fluídos intersticiais e fluídos do tecido conjuntivo, a inalteração desses parâmetros pode ser explicada, pelo menos em parte, pela estabilização da massa muscular⁸¹. Para o idoso essa manutenção da razão entre a água extra e intracelular é um aspecto relevante¹³¹, dado que com o avançar da idade existe uma tendência de redução da água corporal total, mediante uma redistribuição dos fluídos, com aumento da água extracelular e uma diminuição da água intracelular, fatores que influenciam o estado de hidratação e são capazes de alterar o *turnover* protéico¹³².

Outra importante variável analisada no presente estudo foi o ângulo de fase, considerado um importante preditor de mortalidade e funcionalidade em diferentes

populações²⁹⁻³¹. Embora um único estudo tenha sido publicado até o presente momento sobre o comportamento do ângulo de fase associado um programa de TP, demonstrando um aumento positivo desse parâmetro de saúde celular ao longo do tempo em mulheres idosas sedentárias²⁸. Entretanto, esse resultado não foi confirmado no presente estudo, embora aparentemente o TP possa ter auxiliado a manutenção desse indicador em mulheres idosas treinadas. Apesar dos mecanismos pelos quais o TP pode modificar o ângulo de fase não sejam completamente compreendidos, suas modificações podem ser atribuídas à fatores como a alteração na integridade da membrana celular, refletido pela reatância, nos fluidos corporais, refletido pela resistência, ou na combinação de ambos^{83,133}, o que não foi identificado nesta investigação.

Entretanto, considerando que o processo de envelhecimento promove uma diminuição dos valores do ângulo de fase⁵⁵, o que está associado principalmente a redução da massa muscular⁸, modificações na permeabilidade das membranas, na composição intracelular⁸⁰ e na hidratação dos tecidos⁸¹, a preservação dos valores do ângulo de fase na presente investigação, parece se tratar de uma resposta favorável e pode ser atribuída principalmente a preservação da hidratação e estabilização de componentes da composição corporal.

Em relação aos fatores de risco cardiometabólico, observou-se no presente estudo modificações positivas no que tange ao perfil lipídico, com redução significativa do colesterol total e, particularmente, da fração LDL-c, após 12 semanas de TP periodizado, independentemente do tipo de periodização utilizada. Nesse sentido, embora não se tenha conhecimento de outros estudos que analisaram os efeitos do TP periodizado sobre o perfil lipídico, em mulheres idosas, nossos resultados corroboram com estudos que observaram modificações positivas no perfil lipídico desta população, quando submetida a essa modalidade de exercício, com protocolos não-periodizados com duração inferior²¹, similar^{34, 135} ou superior ao nosso estudo¹⁹. Martins et al.¹³⁵, por exemplo, observaram reduções em proporções similares às observadas no presente estudo para o CT (~ -6%), mas não para LDL-c (~-13%), em mulheres idosas submetidas a 10 semanas de TP. Tais diferenças podem estar relacionadas ao nível de aptidão física das participantes, uma vez que as modificações do perfil lipídico de idosas treinadas e não-treinadas submetidas ao TP parecem ser diferentes²¹, com reduções maiores em idosas não-treinadas.

No entanto, ainda existem muitas controvérsias com relação a essa temática, uma vez que diversos estudos não encontraram modificações no perfil lipídico de mulheres idosas após intervenção com TP^{23,136,137}. Esse fato pode ser explicado por muitos fatores, tais como uso diferentes de diferentes protocolos de TP e diferentes valores basais do perfil lipídico das participantes. Vale ressaltar, que os mecanismos pelos quais o TP pode melhorar o perfil lipídico ainda não estão completamente esclarecidos¹³⁸, embora alguns pesquisadores advoguem que tais alterações provavelmente possam estar associadas a alterações na composição corporal, remoção plasmática de LDL-c e aumento da oxidação lipídica provocada pela simples prática de exercícios físicos^{139,140}.

No presente estudo, embora não tenham sido identificadas modificações na gordura corporal, observou-se uma redução na CC, corroborando os achados encontrados em outros estudos^{135,141}. Tais modificações acompanharam as alterações observadas no perfil lipídico, sugerindo que essas variáveis realmente parecer estar associadas^{142,143}. Vale destacar a importância dos resultados encontrados em nosso estudo, visto que uma redução de 1% do colesterol total pode reduzir em 2% o risco para doença arterial coronariana¹³¹, bem como a redução de 1% no LDL-c pode diminuir em 2% a incidência de ataques cardíacos e acidente vascular cerebral isquêmico¹⁴⁴.

Um outro importante fator de risco cardiometabólico avaliado neste estudo foi a pressão arterial de repouso. Nesse sentido, a PAS diminuiu em ambos os grupos submetidos ao TP, em torno de 2 a 4 mmHg, confirmando informações produzidas em uma importante meta-análise conduzida por Cornelissen e Smart¹⁴⁵. Entretanto, assim como relatado por Simons e Andel¹⁴⁶ a PAD se manteve inalterada, diferente do resultado revelado em algumas investigações¹⁴⁷. Tais diferenças podem ser atribuídas, pelo menos em parte, aos distintos protocolos de treinamento, a forma de aferição da pressão e, sobretudo, as diferentes características das amostras investigadas. Vale destacar que os mecanismos fisiológicos relacionados a redução da pressão arterial induzida pelo TP são de difícil explicação, uma vez que se trata de um fenômeno multifatorial. Alguns estudos defendem a hipótese de que a exposição a cargas de moderada a alta intensidade acarreta picos pressóricos durante os exercícios, os quais podem fornecer um estímulo para adaptações baroreflexa e, conseqüentemente, provocar redução da atividade nervosa simpática, mecanismos que estão diretamente relacionados a redução da pressão arterial^{148,149}.

Adicionalmente aos tradicionais fatores de risco à saúde discutidos anteriormente, mais recentemente, uma especial atenção tem sido atribuída ao papel da inflamação no evento cardiovascular^{150,151}. Entre os marcadores de inflamação, a elevação das concentrações sanguíneas da PCR tem sido considerada um importante indicador independente de mortalidade por doenças cardiovasculares e metabólicas¹⁵¹, sobretudo em idosos, dado que o envelhecimento é acompanhado por um estado de inflamação crônica, caracterizado por um aumento de duas a quatro vezes nos níveis de mediadores pró-inflamatórios^{73,152}. A redução encontrada nas concentrações de PCR no presente estudo, em ambos os grupos de treinamento (LIN = -36% vs. OND = -41%), indicam que o TP pode mediar respostas anti-inflamatórias até mesmo em idosas treinadas²¹.

Um estudo recente²¹ revelou uma melhor resposta da PCR ao TP em idosas treinadas, sugerindo que o maior tempo de treinamento pode provocar melhores respostas adaptativas para esta variável. Portanto, as alterações observadas nas concentrações de PCR em nosso estudo, de certo modo, corroboram tais informações. O exato mecanismo pelo qual o TP leva a redução na PCR ainda não está totalmente elucidado, entretanto, alguns pesquisadores defendem que essas reduções são dependentes de modificações na composição corporal^{153,154}. Entretanto, os resultados da presente investigação, assim como, de outros estudos não confirmam essa hipótese, indicando que essas reduções parecem ser independentes de alterações na composição corporal^{23,155}. Portanto, parece que outros fatores podem estar ligados às reduções da PCR acarretadas pelo treinamento.

Nesse sentido, há indicativos de que o exercício físico, em virtude das contrações musculares exigidas, libera interleucina 6 (IL-6), que neste caso possui características anti-inflamatórias, sendo, portanto, denominada de miocina^{156,157}. A liberação de IL-6 pode promover uma resposta anti-inflamatória sistêmica, por meio da redução de marcadores pró-inflamatórios, incluindo a PCR¹⁵⁸⁻¹⁶⁰. No entanto, a ausência de medidas diretas e precisas de tais marcadores, não nos permite testar tal hipótese.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiro, os resultados observados são específicos para mulheres idosas treinadas e não devem ser extrapolados para outras populações. Segundo, a ausência da monitorização dos níveis de atividade física, pode ter influenciado, pelo

menos em parte, os resultados observados na composição corporal e em algumas variáveis metabólicas. Por fim, a ausência de um grupo de TP não periodizado impossibilita a análise da real efetividade dos modelos de periodização investigados.

Por outro lado, alguns pontos fortes deste estudo merecem ser destacados. O delineamento do protocolo do estudo, com aleatorização balanceada, de acordo com o nível de força relativa das participantes, as avaliações da força dinâmica no início e no final de cada mesociclo, a progressão do treinamento ao longo do período experimental e a equalização do volume de treinamento entre os grupos de periodização são importantes fatores que favorecem a interpretação das informações produzidas sobre a manipulação do volume e da intensidade do TP em mulheres idosas previamente treinadas.

Como aplicação prática os resultados do presente estudo sugerem que a prática contínua do TP deve ser incentivada, sobretudo, em mulheres idosas, independente do uso de diferentes modelos de periodização, em virtude dos inúmeros benefícios que podem ser produzidos para a saúde dessa população.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito dos modelos de periodização OND e LIN do TP sobre a força muscular, composição corporal e indicadores cardiometabólicos em mulheres idosas previamente treinadas. De modo geral, os principais resultados encontrados após 12 semanas de treinamento foram:

- Elevação nos níveis de força muscular nos diferentes segmentos corporais;
- Diminuição na CC, um importante indicador de adiposidade central;
- Redução do colesterol total;
- Redução da LDL-c;
- Redução da PAS;
- Redução da PCR;
- Manutenção da gordura corporal e massa muscular;
- Manutenção dos valores em ângulo de fase.

Todos os resultados encontrados foram observados em ambos os grupos submetidos a diferentes modelos de periodização, o que sugere que as respostas produzidas pelo TP aparentemente independem da aplicação de diferentes modelos de periodização, inclusive em mulheres idosas treinadas. Desse modo, nossos resultados reforçam a importância do TP, sobretudo, para a população idosa, dado os inúmeros benefícios que podem ser proporcionados à saúde, muitos dos quais podem atenuar ou até mesmo reverter os efeitos deletérios do envelhecimento. A prática regular do TP além de desempenhar um importante papel na melhoria da força muscular, na proteção a fatores de risco cardiometabólico e inflamatório, auxiliar na preservação ou melhoria de componentes da composição corporal e saúde celular, o que pode contribuir sobremaneira para a preservação da autonomia e qualidade de vida.

Para futuras investigações na área de periodização do TP em idosos, ainda, faz-se necessário:

- O contraste dos resultados com grupos submetidos ao TP não-periodizado;

- A realização de avaliações intermediárias, no início e final de cada mesociclo de treinamento;
- A utilização de um protocolo com um maior tempo de intervenção;
- A inclusão de participantes do sexo masculino;
- O controle dos níveis habituais de atividade física;
- O monitoramento do comportamento sedentário;
- A inclusão de medidas de controle da ativação muscular;
- A análise da responsividade individual dos participantes ao TP e, especificamente, aos diferentes tipos de periodização.

REFERÊNCIAS

1. Kyle UG, Genton L, Hans D, Karsegard VL, Michel JP, Slosman DO, et al. Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(12):1633-40.
2. Korpelainen R, Keinanen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Vaananen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int.* 2006;17(1):109-18.
3. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 2000;88(4):1321-6.
4. Teixeira VON, Filippin LI, Xavier RM. Mechanisms of muscle wasting in sarcopenia. *Rev Bras Reumatol.* 2012;52(2):247-59.
5. Vieira EC, Peixoto MR, Silveira EA. Prevalence and factors associated with metabolic syndrome in elderly users of the Unified Health System. *Rev Bras Epidemiol.* 2014;17(4):805-17.
6. de Paula JA, Moreira OC, da Silva CD, Silva DS, dos Santos Amorim PR. Metabolic syndrome prevalence in elderly of urban and rural communities participants in the HIPERDIA in the city of Coimbra/MG, Brazil. *Invest Educ Enferm.* 2015;33(2):325-33.
7. De Lorenzo A, Andreoli A, Matthie J, Withers P. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. *J Appl Physiol.* 1997;82(5):1542-58.
8. Buffa R, Floris G, Marini E. Migration of the bioelectrical impedance vector in healthy elderly subjects. *Nutrition.* 2003;19(11-12):917-21.
9. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Selig S. The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. *Diabetes Care.* 2007;30(9):2205-10.
10. Leveille SG. Musculoskeletal aging. *Curr Opin Rheumatol.* 2004;16(2):114-8.
11. Montero-Fernandez N, Serra-Rexach JA. Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013;49(1):131-43.

12. 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.
13. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
14. 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.
15. 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.
16. Sousa N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J, Oliveira J. Is once-weekly resistance training enough to prevent sarcopenia? *J Am Geriatr Soc.* 2013;61(8):1423-4.
17. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
18. Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, Sinacore DR, Brown M, Schechtman KB, et al., Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(11):1425-31.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
 22. Gerage AM, Januário RSB, Nascimento MA, Pina FLC, Cyrino ES. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2013;15(2):145-54.
 23. 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.
 24. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004;34(5):329-48.
 25. Wieser M, Haber P. The effects of systematic resistance training in the elderly. *Int J Sports Med*. 2007;28(1):59-65.
 26. Galvão DA, Taaffe KR. Resistance training for the older adult: manipulating training variables to enhance muscle strength. *Strength Cond J*. 2005;27(3):48-54.
 27. Vale RGS, Barreto ACG, Novaes JS, Dantas EHM. Effect of resistive training on the maximum strength, flexibility and functional autonomy of elderly woman. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2006;8(4):52-8.
 28. Fukuda DH, Stout JR, Moon JR, Smith-Ryan AE, Kendall KL, Hoffman JR. Effects of resistance training on classic and specific bioelectrical impedance vector analysis in elderly women. *Exp Gerontol*. 2016;74:9-12.
 29. Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer RP, Later W, Wiese S, Müller MJ. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J Parenter Enteral Nutr*. 2006;30(4):309-16.
 30. Norman K, Stobaus 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.

31. Stobaus N, Pirlich M, Valentini L, Schulzke JD, Norman K. Determinants of bioelectrical phase angle in disease. *Br J Nutr.* 2012;107(8):1217-20.
32. Fleck SJ. Non-linear periodization for general fitness & athletes. *J Hum Kinet.* 2011;29A:41-5.
33. Rhea MR, Alderman BL. A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Res Q Exerc Sport.* 2004;75(4):413-22.
34. Herrick AB, Stone WJ. The effects of periodization versus progressive resistance exercise on upper and lower body strength women. *J Strength Cond Res.* 1996;10(2):72-6.
35. Monteiro AG1, Aoki MS, Evangelista AL, Alveno DA, Monteiro GA, Piçarro IC, et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. *J Strength Cond Res.* 2009;23(4):1321-6.
36. de Lima C, Boulosa DA, Frollini AB, Donatto FF, Leite RD, Gonelli PR, et al. Linear and daily undulating resistance training periodizations have differential beneficial effects in young sedentary women. *Int J Sports Med.* 2012;33(9):723-7.
37. Hartmann H, Bob A, Wirth K, Schmidtbleicher D. Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. *J Strength Cond Res.* 2009;23(7):1921-32.
38. Kok LY, Hamer PW, Bishop DJ. Enhancing muscular qualities in untrained women: linear versus undulating periodization. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(9):1797-807.
39. McNamara JM, Stearne DJ. Flexible nonlinear periodization in a beginner college weight training class. *J Strength Cond Res.* 2010;24(1):17-22.
40. Prestes J, Frollini AB, de Lima C, Donatto FF, Foschini D, de Cássia Marqueti R, et al. Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. *J Strength Cond Res.* 2009;23(9):2437-42.
41. Prestes J, de Lima C, Frollini AB, Donatto FF, Conte M. Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):266-74.
42. Bartolomei S, Hoffman JR, Merni F, Stout JR. A comparison of traditional and block periodized strength training programs in trained athletes. *J Strength Cond Res.* 2014;28(4):990-7.

43. Souza EO, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Roschel H, Lowery RP, Aihara AY, et al. Early adaptations to six weeks of non-periodized and periodized strength training regimens in recreational males. *J Sports Sci Med*. 2014;13(3):604-9.
44. Nikseresht M, Agha-Alinejad H, Azarbayjani MA, Ebrahim K. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. *J Strength Cond Res*. 2014;28(9):2560-8.
45. Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(8):1505-12.
46. Lemmer JT, Martel GF, Hurlbut DE, Hurley BF. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *J Strength Cond Res*. 2007;21(3):731-7.
47. Conlon JA, Haff GG, Tufano JJ, Newton RU. Application of session rating of perceived exertion among different models of resistance training in older adults. *J Strength Cond Res*. 2015;29(12):3439-46.
48. Prestes J, da Cunha Nascimento D, Tibana RA, Teixeira TG, Vieira DC, Tajra V, et al. Understanding the individual responsiveness to resistance training periodization. *Age (Dordr)*. 2015;37(3):9793.
49. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(4):674-88.
50. Farinatti P. *Envelhecimento: promoção da saúde e exercício*. Barueri: Manole; 2008.
51. Clark BC, Manini TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010;13(3):271-6.
52. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*. 2009;90(6):1579-85.
53. Beard JR, Officer AM, Cassels AK. The World Report on Ageing and Health. *Gerontologist*. 2016;56(Suppl 2):S163-6.
54. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson Jr RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(1):49-52.

55. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Post CL, Waitzberg DL, Heymsfield SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition*. 2003;19(5):422-6.
56. 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(3):441-52.
57. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. 2012;3:260.
58. Doherty TJ. Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003;95(4):1717-27.
59. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2013;3(4):346-50.
60. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):81-8.
61. 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.
62. Thompson LV. Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys Ther*. 1994;74(1):71-81.
63. Tomlinson BE, Irving D. The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci*. 1977;34(2):213-9.
64. Vandervoort AA. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*. 2002;25(1):17-25.
65. Verdu E, Ceballos D, Vilches JJ, Navarro X. Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *J Peripher Nerv Syst*. 2000;5(4):191-208.
66. Roos MR, Rice CL, Vandervoort AA. Age-related changes in motor unit function. *Muscle Nerve*. 1997;20(6):679-90.
67. Basualto-Alarcon C, Varela D, Duran J, Maass R, Estrada M. Sarcopenia and androgens: a link between pathology and treatment. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2014;5:217.
68. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol*. Nov 2003;95(5):1851-60.

69. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(4):1123-7s.
70. Barsalani R, Brochu M, Dionne IJ. Is there a skeletal muscle mass threshold associated with the deterioration of insulin sensitivity in sedentary lean to obese postmenopausal women? *Diabetes Res Clin Pract.* 2013;102(2):123-8.
71. Aleman-Mateo H, Lopez Teros MT, Ramirez FA, Astiazaran-Garcia H. Association between insulin resistance and low relative appendicular skeletal muscle mass: evidence from a cohort study in community-dwelling older men and women participants. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(7):871-7.
72. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta.* 2010;411(11-12):785-93.
73. Franceschi C, Campisi J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(Suppl 1):S4-9.
74. Srikanthan P, Karlamangla AS. Muscle mass index as a predictor of longevity in older adults. *Am J Med.* 2014;127(6):547-53.
75. Zamboni M, Mazzali G, Zoico E, Harris TB, Meigs JB, Di Francesco V, et al. Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *Int J Obes (Lond).* 2005;29(9):1011-29.
76. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet.* 2005;365(9468):1415-28.
77. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation.* 2009;120(16):1640-5.
78. Donato AJ, Morgan RG, Walker AE, Lesniewski LA. Cellular and molecular biology of aging endothelial cells. *J Mol Cell Cardiol.* 2015;89(Pt B):122-35.
79. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2013;128(8):873-934.

80. Buffa R, Floris GU, Putzu PF, Marini E. Body composition variations in ageing. *Coll Antropol.* 2011;35(1):259-65.
81. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney Int.* 1994;46(2):534-39.
82. Norman K, Wirth R, Neubauer M, Eckardt R, Stobaus N. The bioimpedance phase angle predicts low muscle strength, impaired quality of life, and increased mortality in old patients with cancer. *J Am Med Dir Assoc.* 2015;16(2):173.e117-122.
83. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr.* 1988;48(1):16-23.
84. Beberashvili I, Azar A, Sinuani I, Kadoshi H, Shapiro G, Feldman L, et al. Longitudinal changes in bioimpedance phase angle reflect inverse changes in serum IL-6 levels in maintenance hemodialysis patients. *Nutrition.* 2014;30(3):297-304.
85. Wilhelm-Leen ER, Hall YN, Horwitz RI, Chertow GM. Phase angle, frailty and mortality in older adults. *J Gen Intern Med.* 2014;29(1):147-54.
86. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 2014;5(3):183-95.
87. 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.
88. 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.
89. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009(3):Cd002759.
90. Kalapotharakos VI, Michalopoulou M, Godolias G, Tokmakidis SP, Malliou PV, Gourgoulis V. The effects of high- and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. *J Aging Phys Act.* 2004;12(2):131-43.
91. 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 2007;116(5):572-84.
92. Fleck SJ, Kraemer W. *Designing resistance training programs*. 4.ed. Champaign: Human Kinetics; 2014.
 93. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24(10):2857-72.
 94. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med*. 2013;43(3):179-94.
 95. Selye H. Stress and the general adaptation syndrome. *BMJ*. 1950;1(4667):1383-92.
 96. Turner A. The science and practice of periodization: a brief review. *Strength Conditioning J*. 2011;33(1):34-46.
 97. Bompa TO. *Periodização: teoria e metodologia do treinamento*. 5.ed. São Paulo:Phorte; 2012.
 98. Pedemonte J. Foundations of training periodization Part I: historical outline. *Strength Cond J*. 1986;8(3):62-6.
 99. Pedemonte J. Foundations of training periodization Part Two: the objective of periodization. *Strength Cond J*. 1986;8(4):26-8.
 100. Lyakh V, Mikołajec K, Bujas P, Litkowycz R. Review of Platonov's "Sports training periodization. General theory and its practical application" – Kiev: Olympic Literature, 2013. *J Hum Kinet*. 2014;44:259-63.
 101. Gomes AC. *Treinamento desportivo: estruturação e periodização*. Porto alegre: Artmed; 2009.
 102. Poliquin C. Football: Five steps to increasing the effectiveness of your strength training program. *Strength Cond J*. 1988;10(3):34-9.
 103. Apel JM, Lacey RM, Kell RT. A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. *J Strength Cond Res*. 2011;25(3):694-703.
 104. Willoughby DS. The effects of mesocycle-length weight training programs involving periodization and partially equated volumes on upper and lower body strength. *J Strength Cond Res*. 1993;7(1):2-8.

105. Lorenz DS, Reiman MP, Walker JC. Periodization: current review and suggested implementation for athletic rehabilitation. *Sports Health*. 2010;2(6):509-18.
106. Rhea MR, Ball SD, Phillips WT, Burkett LN. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res*. 2002;16(2):250-5.
107. Buford TW, Rossi SJ, Smith DB, Warren AJ. A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res*. 2007;21(4):1245-50.
108. Stone MH, O'Bryant H, Garhammer J. A hypothetical model for strength training. *J Sports Med Phys Fitness*. 1981;21(4):342-51.
109. O'Bryant HS, Byrd R, Stone MH. Cycle ergometer performance and maximum leg and hip strength adaptations to two different methods of weight-training. *J Strength Cond Res*. 1988;2(2):27-30.
110. Baker D, Wilson G, Carlyon R. Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Cond Res*. 1994;8(4):235-42.
111. Harries SK, Lubans DR, Callister R. Systematic review and meta-analysis of linear and undulating periodized resistance training programs on muscular strength. *J Strength Cond Res*. 2015;29(4):1113-25.
112. Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *J Appl Physiol*. 2006;101(2):531-44.
113. Martel GF1, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol*. 2006;91(2):457-64.
114. Hunter GR, Wetzstein CJ, McLafferty Jr. CL, Zuckerman PA, Landers KA, Bamman MM. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(10):1759-64.
115. Assumpção CO, Prestes J, Leite R, Urtado C, Neto J, Pellegrinotti I. Effect of periodized strength training on body composition and physical fitness in elderly women. *Rev Educ Fís/UEM*. 2008;19(4):581-90.
116. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Hakkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength

- training in strength-trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(6):555-63.
117. Stone MH, Potteiger JA, Pierce KC, Proulx CM, O'Bryant HS, Johnson RL, et al. Comparison of the effects of three different weight-training programs on the one repetition maximum squat. *J Strength Cond Res.* 2000;14(3):332-7.
118. Rhea MR1, Phillips WT, Burkett LN, Stone WJ, Ball SD, Alvar BA, et al. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):82-7.
119. Vanni AC, Meyer F, da Veiga AD, Zanardo VP. Comparison of the effects of two resistance training regimens on muscular and bone responses in premenopausal women. *Osteoporos Int.* 2010;21(9):1537-44.
120. Miranda F, Simão R, Rhea M, Bunker D, Prestes J, Leite RD, et al. Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *J Strength Cond Res.* 2011;25(7):1824-30.
121. Simão R, Spinetti J, de Salles BF, Matta T, Fernandes L, Fleck SJ, et al. Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: hypertrophic and strength effects. *J Strength Cond Res.* 2012;26(5):1389-95.
122. Bartolomei S, Stout JR, Fukuda DH, Hoffman JR, Merni F, Block vs. weekly undulating periodized resistance training programs in women. *J Strength Cond Res.* 2015;29(10):2679-87.
123. Ullrich B, Holzinger S, Soleimani M, Pelzer T, Stening J, Pfeiffer M. Neuromuscular responses to 14 weeks of traditional and daily undulating resistance training. *Int J Sports Med.* 2015;36(7):554-62.
124. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature recumbent length and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign: Human Kinetics; 1988:3-8.
125. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(2):378-83.
126. 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.

127. Amarante do Nascimento M, Borges Januario RS, Gerage AM, Mayhew JL, Cheche Pina FL, Cyrino ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *J Strength Cond Res.* 2013;27(6):1636-42.
128. VI Brazilian Guidelines on Hypertension. *Arq Bras Cardiol.* Jul 2010;95(1 Suppl):1-51.
129. 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.
130. 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.
131. NIH Consensus Development Conference. Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. *Wis Med J.* 1985;84(10):18-9.
132. Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gallagher D, Heymsfield SB. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2016;103(3):712-6.
133. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23(5):1226-43.
134. Fahlman MM, Boardley D, Lambert CP, Flynn MG. Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(2):B54-60.
135. Martins RA, Verissimo MT, Coelho-e-Silva MJ, Cumming SP, Teixeira AM. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis.* 2010;9:76.
136. Correa CS, Teixeira BC, Cobos RC, Macedo RC, Kruger RL, Carteri RB, et al. High-volume resistance training reduces postprandial lipaemia in postmenopausal women. *J Sports Sci.* 2015;33(18):1890-901.
137. 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.

138. 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.
139. Harrison M, Moyna NM, Zderic TW, O'Gorman DJ, McCaffrey N, Carson BP, et al. Lipoprotein particle distribution and skeletal muscle lipoprotein lipase activity after acute exercise. *Lipids Health Dis.* 2012;11:64.
140. Riedl I, Yoshioka M, Nishida Y, Tobina T, Paradis R, Shono N et al. Regulation of skeletal muscle transcriptome in elderly men after 6 weeks of endurance training at lactate threshold intensity. *Exp Gerontol.* 2010;45(11):896-903.
141. Oliveira PF, Gadelha AB, Gauche R, Paiva FM, Bottaro M, Vianna LC, et al. Resistance training improves isokinetic strength and metabolic syndrome-related phenotypes in postmenopausal women. *Clin Interv Aging.* 2015;10:1299-304.
142. Amato MC, Guarnotta V, Giordano C. Body composition assessment for the definition of cardiometabolic risk. *J Endocrinol Invest.* 2013;36(7):537-43.
143. Fan H, Li X, Zheng L, Chen X, Lan Q, Wu H, et al. Abdominal obesity is strongly associated with cardiovascular disease and its risk factors in elderly and very elderly community-dwelling Chinese. *Sci Rep.* 2016;6:21521.
144. Pedersen TR, Olsson AG, Faergeman O, Kjekshus J, Wedel H, Berg K, et al. Lipoprotein changes and reduction in the incidence of major coronary heart disease events in the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S). *Circulation.* 1998;97(15):1453-60.
145. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2013;2(1):e004473.
146. Simons R, Andel R. The effects of resistance training and walking on functional fitness in advanced old age. *J Aging Health.* 2006;18(1):91-105.
147. Martel GF1, Hurlbut DE, Lott ME, Lemmer JT, Ivey FM, Roth SM, et al. Strength training normalizes resting blood pressure in 65- to 73-year-old men and women with high normal blood pressure. *J Am Geriatr Soc.* 1999;47(10):1215-21.

148. Vincent KR, Vincent HK, Braith RW, Bhatnagar V, Lowenthal DT. Strength training and hemodynamic responses to exercise. *Am J Geriatr Cardiol.* 2003;12(2):97-106.
149. Wiley RL, Dunn CL, Cox RH, Hueppchen NA, Scott MS. Isometric exercise training lowers resting blood pressure. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(7):749-54.
150. Davison S, Davis SR. New markers for cardiovascular disease risk in women: impact of endogenous estrogen status and exogenous postmenopausal hormone therapy. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003;88(6):2470-8.
151. Kengne AP, Batty GD, Hamer M, Stamatakis E, Czernichow S. Association of C-reactive protein with cardiovascular disease mortality according to diabetes status: pooled analyses of 25,979 participants from four U.K. prospective cohort studies. *Diabetes Care.* 2012;35(2):396-403.
152. Cesari M1, Penninx BW, Newman AB, Kritchevsky SB, Nicklas BJ, Sutton-Tyrrell K, et al. Inflammatory markers and cardiovascular disease (The Health, Aging and Body Composition [Health ABC] Study). *Am J Cardiol.* Sep 1 2003;92(5):522-8.
153. Lee JS, Kim CG, Seo TB, Kim HG, Yoon SJ. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin Exp Res.* 2015;27(2):179-86.
154. Mavros Y1, 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.* Jun 2014;5(2):111-20.
155. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(11):2099-110.
156. Pedersen BK. Muscle as a secretory organ. *Compr Physiol.* 2013;3(3):1337-62.
157. Pedersen BK, Fischer C.P. Physiological roles of muscle-derived interleukin-6 in response to exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2007;10(3):265-71.
158. Febbraio MA, Pedersen BK. Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *Faseb J.* 2002;16(11):1335-47.

- 159.** Mathur N, Pedersen BK. Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation. *Mediators Inflamm.* 2008;2008:109502.
- 160.** Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiol Rev.* 2008;88(4):1379-1406.

APÊNDICE A

Entrevista – Projeto idosas

NOME: _____

TELEFONE:() _____ **IDADE:** _____ anos **NASCIMENTO** __/__/__

ENDEREÇO: _____

ANAMNESE

1) Você possui algum problema cardiovascular ou metabólico?

Sim Não

HipertensãoDiabetesColesterol/Triglicérides ElevadoHipoglicemia

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

Sim Não

Caso positivo, quanto? _____

3) Você possui algum problema osteomuscular?

Sim Não

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

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

Sim Não Caso positivo,

qual? _____

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

Sim Não Caso positivo,

porque? _____

6) Você faz uso diário de algum medicamento?

() Sim () Não Caso positivo, qual e
porquê? _____

7) Você é fumante?

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

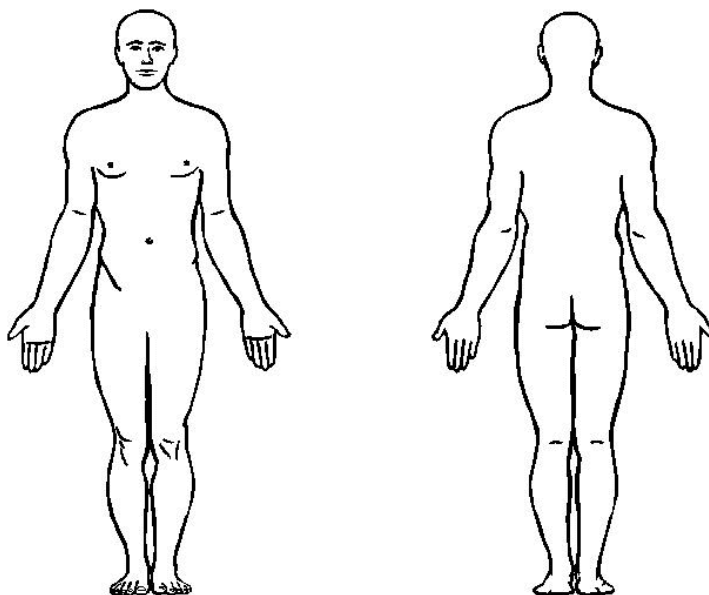
8) Você faz uso de bebida alcoólica com frequência (mais que duas
vezes por semana)?

() Sim () Não Caso positivo,
quanto? _____

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

() Sim () Não Caso positivo,
qual? _____

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



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

Sim

Não

Caso

positivo,

qual? _____

12) Qual horário de treinamento a senhora pode participar?

8:30 hs 9:30 hs 10:30 hs



APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

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

Prezada Senhora,

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

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

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

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

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

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



Londrina, ____ de _____ de 2014.

Edilson Serpeloni Cyrino

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

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: ____/____/2014

PROJETO IDOSAS 2014 – TREINAMENTO DE MUSCULAÇÃO

NOME: _____

____h____min
ONDULATÓRIA

		____/____			____/____			____/____				
		Sessão 1			Sessão 2			Sessão 3				
ORDEM EXERCÍCIO	SÉRIES/ REPETIÇÕES	CARGA	REP		SÉRIES/ REPETIÇÕES	CARGA	REP		SÉRIES/ REPETIÇÕES	CARGA	REP	
Supino Vertical	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
Leg Press	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
Puxada Frente	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
Extensora	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
Rosca Scott	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
Mesa flexora	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
Tríceps Pulley	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
Pant. Sentada	3 X 12-15 RM		12	12	3 X 8-10 RM		8	8	3 X 3-5 RM		3	3
TREINADOR												
Observações												

ANEXO A

Financiamento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico



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

Processo: 309455/2013-8

EDILSON SERPELONI CYRINO

ANEXO B

Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética

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