

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS**

**REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO RESISTIDO PERIODIZADO E**  
**DESTREINAMENTO SOBRE O PERFIL FUNCIONAL DE MULHERES IDOSAS**

**JOÃO CARLOS DE OLIVEIRA**

**SÃO CARLOS**

**2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS**

**REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO RESISTIDO PERIODIZADO E  
DESTREINAMENTO SOBRE O PERFIL FUNCIONAL DE MULHERES IDOSAS**

**JOÃO CARLOS DE OLIVEIRA**

**Tese apresentada ao Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Fisiológicas.**

**Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Sérgio Eduardo de Andrade Perez.**

**SÃO CARLOS  
2011**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

O48rt

Oliveira, João Carlos de.

Repercussões do treinamento resistido periodizado e destreinamento sobre o perfil funcional de mulheres idosas / João Carlos de Oliveira. -- São Carlos : UFSCar, 2012. 126 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Idosos. 2. Exercícios físicos - aspectos fisiológicos. 3. Promoção da saúde. 4. Exercício resistido. 5. Eletromiografia. 6. Variabilidade da frequência cardíaca. I. Título.

CDD: 615.82 (20<sup>a</sup>)

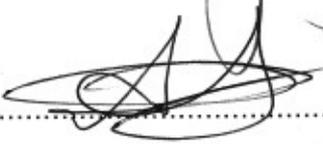
Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências  
Fisiológicas  
Associação Ampla UFSCar/UNESP

Folha de Aprovação

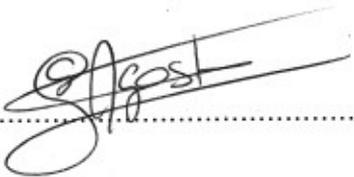
Defesa de Tese de João Carlos de Oliveira

Dia 19/12/2011

Prof. Dr. Sergio Eduardo de Andrade Perez.....

Prof. Dr. Herbert Gustavo Simões.....

Profa. Dra. Fulvia de Barros Manchado Gobatto.....

Prof. Dr. Guilherme Gularte De Agostini.....

Prof. Dr. Paulo Henrique Silva Marques de Azevedo.....

Aos meus pais,  
João (*in memorium*), PAI EXEMPLAR, luz de  
inspiração

Maria (*in memorium*), MÃE dedicada, coluna  
fundamental de minha educação

“O envelhecimento, aspiração de qualquer sociedade,  
só representará uma conquista social quando for  
traduzido por uma melhor qualidade de vida.”

(ATENÇÃO A..., 2006, p.13)

**LISTA DE FIGURAS****ARTIGO ORIGINAL I**

Figura 1. Fluxograma do Planejamento das Tarefas.....	60
Figura 2. Mudanças relativas ( $\Delta\%$ ) nas habilidades funcionais ao longo da intervenção (treinamento, destreinamento, <i>baseline</i> ) .....	72
Figura 3. Efeito do tamanho ( <i>d</i> ) da amplitude do SEMG ao longo da intervenção para os músculos dos MMII e MMSS .....	75

**ARTIGO ORIGINAL II**

Figura 1. Mudanças na dinâmica da HR (ApEn e SampEn) ao longo da intervenção (P0,P1 e P2) .....	107
---	-----

**LISTA DE ABREVIATURA**

1-RM	Máxima Repetição para um único esforço
1-RMe	Máxima Repetição estimada para único esforço
VII JNC	<i>Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure</i>
ACMS	American College of Medicine and Sports
AHA	American Heart Association
AMB	Associação Médica Brasileira
AC	Teste de Rosca Direta Unilateral
ApEn	Entropia Aproximada
BB	Músculo Bíceps Braquial
BBS	Escala de Equilíbrio de Berg
BF	Músculo Bíceps Femoral
BM	Massa Corporal
BMI	Índice de Massa Corporal
BP	Pressão Arterial
BR	Músculo Braquiorradial
CV	Coefficiente de Variação
CFM	Conselho Federal de Medicina
<i>d</i>	Tamanho do efeito com proposto por Cohen
DA	Músculo Deltóide Anterior
DM	Músculo Deltóide Medial
DFA	Análises das flutuações depuradas de tendência
DBP	Pressão Arterial Diastólica
DUP	Periodização Ondulatória Diária
ECG	Eletrocardiograma
ES	Tamanho do Efeito
GL	Músculo Gastrocnêmio Lateral
H	Estatura
HF	Potência espectral de alta frequência
HR	Frequência Cardíaca
Hz	Hertz
HRV	Variabilidade da Frequência Cardíaca
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IRR	Intervalo R-R
LZEn	Entropia de Lyapunov
LP45	<i>Leg Press 45°</i>
LP	Periodização Linear
LF	Potência espectral de baixa potência
M	média
mg/dL	miligrama/decilitro
ms <sup>2</sup>	milissegundos ao quadrado
MDSVL	carga de volume máximo para carga dinâmica
NP	Periodização de Carga Fixa/Não Periodização
n.u.	unidade normalizada
PM	Músculo Peitoral Maior
P0	Pré Treinamento
P1	Pós Treinamento
P2	Pós destreinamento
PRT	Treinamento Resistido Progressivo
RF	Músculo Reto Femoral
RM	Repetições Máximas
RT	Treinamento Resistido
RMS	Raiz Média Quadrática
SA	Síndrome da Adaptação (Síndrome de Seyle)
SE	erro padrão média
SR	Supino reto
ST	Músculo Semitendinoso
SampEn	Entropia da Amostra
SBP	Pressão Arterial Sistólica
SEMG	Eletromiografia de Superfície
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNC	Sistema Nervoso Central
S-L	Teste de Sentar-e-Levantar
TB	Músculo Tríceps Braquial
TC	Treinamento Concorrente
TE	Treinamento de Endurance
TWL	Total de carga levantada
UP	Periodização Ondulatória/Não Linear

VA	Variáveis Agudas do Treinamento Resistido
VL	Músculo Vasto Lateral
VL	Carga de volume
VM	Músculo Vasto Medial
WHR	Índice Cintura-Quadril
%FBM	Percentual de Gordura Corporal
$\mu\text{V}$	Microvolt
$\Delta$	diferença absoluta
$\Delta\%$	diferença relativa

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO ORIGINAL I

Tabela 1. Características antropométricas da amostra .....	62
Tabela 2. Esquema da ondulação diária da carga externa dinâmica da periodização do treinamento de força. ....	67
Tabela 3. Características bioquímicas sanguíneas ao longo do processo de intervenção nos diferentes momentos P0, P1 e P2. ....	69
Tabela 4. Mudanças absolutas ( $\Delta$ ) e relativas ( $\Delta\%$ ) na força .....	70
Tabela 5. Resultados das tarefas funcionais ao longo da intervenção .....	71
Tabela 6. Amplitude da SEMG normalizada ao longa da intervenção .....	73

### ARTIGO ORIGINAL II

Tabela 1. Características antropométricas e de pressão arterial da amostra.....	98
Tabela 2. Esquema da ondulação diária da carga externa dinâmica da periodização do treinamento de força. ....	102
Tabela 3. Características bioquímicas sanguíneas ao longo do processo de intervenção nos diferentes momentos P0, P1 e P2. ....	104
Tabela 4. Mudanças absolutas ( $\Delta$ ) e relativas ( $\Delta\%$ ) na força .....	105
Tabela 5. $M \pm SE$ para a HRV e dinâmica da HR. ....	107
Tabela 6. Mudanças absolutas ( $\Delta$ ) e relativas ( $\Delta\%$ ) ao longo da intervenção (DUP no PRT).....	101

## SUMÁRIO

1.1. PREFÁCIO.....	13
1.2. Resumo Geral.....	14
1.3. Agradecimentos.....	15
1.4. ARTIGO DE REVISÃO CRÍTICA .....	19
1.5. Periodização do Treinamento de Força e a População Idosa: Uma Revisão Crítica .....	20
1.5.1. Resumo .....	21
1.5.2. Abstract.....	22
1.5.3. Introdução .....	23
1.5.4. Variáveis Agudas do Treinamento Resistido: A Importância da Intensidade e do Volume.....	25
1.5.5. Periodização e Modelos Existentes.....	30
1.5.6. Periodização do RT e a População Idosa.....	34
1.5.7. Síntese.....	36
1.5.8. Referências.....	39
1.6. ARTIGO ORIGINAL I.....	52
1.7. Efeito de 12 Semanas de Treinamento Periodizado Ondulatório e do Destreinamento Subsequente Sobre a Aptidão Funcional de Idosas Sexagenárias.....	53
1.7.1. Resumo .....	54
1.7.2. Abstract.....	55
1.7.3. Introdução .....	56

1.7.4. Materiais e Métodos.....	58
1.7.5. Resultados.....	68
1.7.6. Discussão.....	76
1.7.7. Conclusão.....	80
1.7.8. Referências.....	81
1.8. ARTIGO ORIGINAL II.....	88
1.9. Efeito da Periodização Ondulatória de 12 Semanas e do Destreino sobre a Dinâmica da Frequência Cardíaca em Mulheres Idosas. ....	89
1.9.1. Resumo.....	90
1.9.2. Abstract.....	91
1.9.3. Introdução.....	92
1.9.4. Materiais e Métodos.....	94
1.9.5. Resultados.....	103
1.9.6. Discussão.....	109
1.9.7. Conclusão.....	113
1.9.8. Referências.....	114
1.10. CONCLUSÃO GERAL.....	122
1.11. BIBLIOGRAFIA.....	123
1.12. ANEXO.....	125
1.13. Parece do CEP.....	126

## 1 PREFÁCIO

Envelhecer é de fato um processo único, inevitável e injusto. A perspectiva evolutiva do envelhecimento é acompanhada de incertezas futuras e a concreta deteriorização das funções orgânicas, ainda que tal afirmativa aparentemente se apresente paradoxal. Contudo, isso pode ser administrado.

A partir desta reflexão, o desafio de estudar e estabelecer uma razão de risco entre a inatividade física, ou ainda o efeito do exercício físico sistemático e as variáveis dependentes de contexto tornou-se uma prioridade acadêmica e profissional. Por tal motivo é que exponho, de certa forma em uma visão monista, mas pautada na crença verdadeira e justificada, o que aprendi com estas senhoras!

Em linhas gerais, a confecção desta tese proporcionou a oportunidade de tratar não somente de maneira intelectual mais de forma real os fenômenos segundo a sua grandeza. Os capítulos que se seguirão além de tratarem da saúde dos idosos, com especial atenção as implicações da intervenção física sobre aparato neuromuscular e suas repercussões sobre atividade autonômica no controle cardiovascular, equilíbrio estático e dinâmico, buscou estabelecer a interconexão entre as mudanças observadas e as particularidades comuns a epistemologia do treinamento desportivo, mais especificamente à taxonomia das cargas do treinamento resistido, reconhecendo padrões qualitativos que pudessem, especialmente no contexto da organização, discriminar características de ordem capazes de representar objetivamente a confirmação dos fatos em uma prática evolutiva.

O primeiro artigo buscou, por meio de uma revisão crítica, refletir sobre o desafio de compreender a periodização do treinamento de força não apenas como um variante ou um componente epistemológico do treinamento desportivo, mas procurou fazer um esforço no sentido de discutir a maioria dos conceitos envolvidos nas mudanças sistemáticas do treinamento resistido referentes à esfera da qualidade neuromotora ao mesmo tempo em que a formação de uma capacidade condicional afeta potencialmente o aparato fisiológico como um todo em adultos idosos, de maneira que este tenha a capacidade de responder prontamente há perturbações específicas.

O segundo e o terceiro artigos procuraram entender o efeito da variação sistemática do volume e da carga do treinamento resistido sobre a magnitude do efeito das

respostas em diferentes estruturas biológicas, e de que maneiras estes efeitos foram transferidos em ganhos qualitativos e quantitativos reais aos idosos investigados. Na parte final desta tese, a conclusão geral, faz uma reflexão acerca da epistemologia do treinamento a partir dos dados observados nesta investigação e aborda perspectivas futuras para esclarecer pontos que ainda não foram elucidados. Em suma, acredita-se que esta tese de douramento, tem potencial para se tornar uma excelente fonte de informação e de grande interesse em uma perspectiva do bem-estar do idoso.

## 1.1 Resumo Geral

Evidências epidemiológicas consistentes tem ratificado que a força muscular é um indicador robusto da capacidade funcional, qualidade de vida e independência dos idosos. Embora a grande maioria buscasse detalhar os efeitos específicos da força e da potência muscular e suas repercussões sobre o perfil dos idosos, poucas tiveram com fator de estudos a periodização do treinamento resistido (PER). Desta forma, como objeto primário de interesse esta investigação observou o efeito da PER ondulatória diária e o subsequente destreinamento sobre o drive neural do sistema neuromuscular durante as performances de força, na transferência da força as habilidades funcionais relacionadas às atividades de vida diária. Além disso, observou-se a adaptação na função autonômica no controle cardiovascular de repouso. Como resultado secundário buscou-se determinar o grau de dependência entre as mudanças na força e as adaptações funcionais e autonômicas. Onze mulheres sexagenárias sedentárias ( $\beta = 0,88$ ), foram submetidas á doze semanas treinamento (3 dias/semana) e subsequente 12 semanas de destreinamento. A agenda semanal de manipulação do volume e da intensidade foi de 4 séries de 8-10 repetições (80-85% 1 RM), 4 séries de 4-6 repetições (90-95% 1RM) e 3 séries de 15-20 repetições (40-50% 1RM). Foram usados oito exercícios para todo o corpo. A medida de função neuromuscular adotada foi a 1RM para o exercício supino reto (SR), *Leg Press* (LP) e a soma da carga levantada nos oito exercícios (TWL). A amplitude do sinal eletromiográfico (RMS) de 13 músculos sinérgistas foi registrada. A habilidade funcional foi avaliada durante o desempenho em quatro testes de aptidão funcional.

A função autonômica foi avaliada em repouso pelas medidas espectrais lineares da variabilidade da frequência cardíaca (HRV), baixa frequência (LF), alta frequência (HF), a taxa LF/HF e pelas medidas não lineares da dinâmica da frequência cardíaca entropia da amostra (SampEn) e entropia aproximada (EnAp). O treinamento induziu a significativo ganho (MANOVA  $p < 0,00001$ ) nas habilidades funcionais. Resultados semelhantes foram observados nos indicadores de força ( $p < 0,0006$ ) e na RMS ( $p < 0,05$ ). Análise multivariada  $R$  canônico evidenciou associação significativa ( $R = 0,98$ ;  $p < 0,006$ ) entre as habilidades funcionais e os índices de força no pós-treinamento. Declínio significativo foi averiguado em todas as variáveis após destreinamento. Não foram observadas mudanças significativas dos componentes espectrais da HRV, contudo a Entropia Aproximada (ApEn) e Entropia da Amostra (SampEn) mostraram-se significativamente maiores (MANOVA;  $p < 0,05$ ) após o período de treinamento e permaneceram elevados (ANOVA;  $p < 0,03$  em ambos) para ApEn e SampEn após destreinamento. Além disso, a magnitude do efeito do tamanho ( $d$ ), foi grande para a ApEn ( $d = 4,2$  e  $5,3$ ) e SampEn ( $d = 3,6$  e  $3,4$ ) no treinamento e destreinamento, respectivamente. Conclui-se que a PER induziu a transferência dos ganhos de força às habilidades funcionais. Houve também manutenção das mudanças observadas na complexidade da frequência cardíaca após o período de detreinamento o que também sugere um efeito cardioprotetor, contudo os mecanismos envolvidos nas mudanças cardiovasculares não estão totalmente claros.

## 1.2 Agradecimento

Esta tese de doutoramento encerra um ciclo de vida iniciado muito antes da efetivação da matrícula neste programa de pós-graduação em ciências fisiológicas em 2005. Chegar até este ponto exigiu muito mais daqueles que me cercaram ao longo desses anos, do que propriamente de mim.

A amizade sincera e gratuita é conquistada. É algo que deve ser cultivado muito além das distâncias que a vida nos impõe. Desta forma agradecerei a todos, que de alguma maneira, em algum momento, contribuíram para o desfecho deste momento.

É comum ao buscarmos em nossas memórias as lembranças recentes que estão repletas dos sofrimentos e conquistas e nos esquecermos, ainda que não intencionalmente, dos pequenos momentos que moldaram a nossa formação.

Quero iniciar os meus agradecimentos aos meus PROFESSORES, TODOS, que com paciência, ensinamentos, carinho e dedicação souberam em algum momento transmitir parte deles mesmos para mim, O ENTUSIAMOS PELO CONHECIMENTO e a NOBRE ARTE DO ENSINAMENTO.

Aos amigos de infância que relutava em me lembrar “devemos brincar enquanto ainda se pode”, pois, parafraseando o poeta “o tempo não para”.

As professoras Dona Zulma e Dona Maria Elisa, do então ensino primário, por acreditarem num talento, que eu mesmo ainda menino, desconhecia.

Aos professores do ensino de segundo grau, em especial ao professor Zé Carlos (Profº. Educação Física da então EEPSG “Dr Cesário Coimbra” em Araras nos anos 80’s), por apostar em meu talento esportivo e de certa forma foi responsável por minha escolha profissional, ou seja, ser em essência um PROFESSOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA.

A todos os amigos que fazem parte do meu convívio diário.

Aos meus amigos de faculdade que simbolicamente serão representados por Maurício Fuji Mora e Fabio Tadeu Natoba Rosa, formávamos um trio e tanto. Incrível, depois de mais de duas décadas ainda sou capaz de dizer o RA (e.i. registro acadêmico) dos meus amigos de faculdade.

Ao professor Carlos Luz, “Carlinhos” por me dar a oportunidade de ser “seu” monitor nas disciplinas de Ginástica e Lutas no último ano na Faculdade de Educação Física (Pontifícia Universidade Católica de Campinas). Hoje, enquanto docente, o tenho como exemplo.

Aos meus companheiros da especialização em Fisiologia do Exercício (UFSCar, 2001) Cleber e Milton.

Ao professor, Dr<sup>o</sup> Vilmar Baldissera, por acreditarem em mim, por nunca se negar me ajudar nos momentos em que o procurei, seus aconselhamentos só me fizeram crescer academicamente. Foi e continua sendo FONTE CONSTANTE DE INSPIRAÇÃO no estudo da FISILOGIA DO EXERCÍCIO.

As professoras Dr<sup>a</sup> Audrey Borghi e Silva e Dr<sup>a</sup> Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte e ao professor Dr<sup>o</sup> Gilberto Eiji Shiguemoto, por sua valiosa contribuição durante a Banca de Qualificação. Suas sugestões foram decisivas na elaboração final desta tese de doutorado.

A professora Sheila Silmara de Moraes do Laboratório de Análises Clínicas da Fundação Hermínio Ometto (FHO) pelas Análises Bioquímicas. Agradeço também as ALUNAS estagiarias do Curso de Farmácia-Bioquímica por realizarem todas as coletas sanguíneas. Vocês foram de fundamental importância para o desenvolvimento desta pesquisa.

A Mirela de Jesus Barreto e Joyce Antônia dos Santos, alunas do curso de Fisioterapia da FHO, porque foram à extensão de meus braços durante as sessões de avaliação e treinamento. Tenham a certeza que não chegaria a este momento se não contasse com a ajuda de vocês.

A Denise Chiaradia, por confiar à guarda dos equipamentos de sua empresa, entre eles o ELETROMIOGRAFO. Sua generosidade foi fundamental, serei eternamente grato.

Aos meus colegas professores do curso de Educação Física da FHO por sempre terem uma palavra de incentivo e motivação nos momentos exatos.

A todos os participantes que prontamente atenderam ao chamado para participarem deste projeto. Quero fazer um agradecimento especial ao Pe. Benedito Tadeu Rosa, da paróquia Nossa Senhora de Fátima em Araras-SP, por prontamente oferecer ajuda divulgando e incentivando a participação da comunidade.

Aos amigos de fiz no Laboratório de Fisiologia do Exercício (DCF – UFSCar) ao logo destes onze anos. Espero ainda contar com vocês nas batalhas que ainda hão de vir.

A Fundação Hermínio Ometto pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao professor Drº Sérgio E. A. Perez, meu ORIENTADOR, queria expressar a minha profunda gratidão por permitir que naquele ano de 2005, ingressasse neste programa de pós-graduação, por ter me ensinado a aprender. "NÃO É O MESTRE QUEM ENSINA, É VOCÊ QUEM DEVE TER O TALENTO DE APRENDE". Mais que orientar academicamente, em muitos momentos, seus ensinamentos de vida motivaram-me, fortaleceram-me e consolaram-me quando foi preciso. Espero corresponder as suas expectativas.

Aos meus filhos queridos MATHEUS, CAIO e LUCA, porque mesmo tão jovens compreendem a ausência do pai, na busca de um futuro melhor para todos nós.

As "MENINAS". A cada uma gostaria de dizer o meu MUITO OBRIGADO, por espontaneamente se submeterem, com paciência, bom humor as sessões de avaliações e treinamento fizesse sol ou chuva, estive frio ou calor. Sem vocês e os seus esforços nada disso teria sido possível.

Ao meu amigo e irmão Doutor PAULO HENRIQUE SILVA MARQUES DE AZEVEDO finalmente terminou!

E por fim, A ANA PAULA DE AGUIAR. Esposa amada, amiga, ALMA GÊMEA, com quem escolhi viver esta e outras vidas. Estar ao seu lado todos os dias abastece-me de força e coragem para trilhar o caminho que escolhemos juntos. Espero demonstrar e dar-te o mesmo AMOR que me oferta de forma tão sincera e profunda. Saiba que as minhas VITÓRIAS só foram possíveis graças ao seu AMOR.

## **2 REVISÃO CRÍTICA**

## **2.1 Periodização do Treinamento de Força e a População Idosa: Um Revisão Crítica**

### 2.1.1 Resumo

Proposta em meados dos anos 80 a partir dos conceitos da periodização “clássica” do treinamento desportivo, a periodização do treinamento resistido (PER) tem se popularizado nos últimos anos. Conceitualmente entende-se a PER como a variação sistemática e planejada do volume e da intensidade do treinamento de força (RT) em 3-4 fases com objetivos bem definidos, embora outras variáveis agudas do RT possam ser periodizadas. Inicialmente a PER foi desenvolvida para atender a necessidade de potencialização do desempenho dos atletas. Contudo, mais recentemente a PRT tem sido empregada em diferentes populações com objetivos bem distintos dos inicialmente propostos. Assim esta revisão crítica buscou refletir, por meio de um levantamento bibliográfico, sobre o desafio de compreender a PER não apenas como uma variante ou um componente epistemológico do treinamento desportivo, mas como uma estratégia capaz de afetar sensivelmente o aparato fisiológico como um todo, com especial atenção aos adultos idosos. Ao todo, 179 indivíduos, homens e mulheres acima de 60 anos foram investigados. Observou-se que o PER, no modelo linear (LP) ou não-linear (UP), resultam em melhoras significativas na força muscular. Os idosos de ambos os gêneros foram beneficiados com a preservação da capacidade funcional, melhora da função muscular e nas atividades da vida diária. No entanto, não é possível determinar qual o modelo de periodização é mais eficiente. Apesar da crescente popularização do PER, poucos estudos examinaram os efeitos do treinamento periodizado na população. É preciso mais informações sobre a eficiência comparativa de diferentes intensidades e em diferentes volumes nas abordagens de treinamento periodização.

**Palavras Chaves:** Força Muscular, Envelhecimento, Educação e Treinamento Físico

### 2.1.2 Abstract

Proposed in the middle 80's from the concepts of "classic" periodization sports training, the periodization of resistance training (PER) has become popular in recent years. The concept of the PER refers as planned and systematic variation of the volume and intensity of strength training (ST), although other acute variables of manipulated. The model consists of 3-4 phases of adaptation during a training program. Initially, the PER was developed to meet the need for enhancement of athlete performance. However, the PER has been used in different populations with very different goals than originally proposed. Thus, this is critical review of a literature, the challenge of understanding the PER not only as a variant or a component epistemological sports training, but as a strategy to affect the physiology as whole, with special attention in the elderly people. A total of 20 manuscripts were included this review. Six publications met the inclusion criteria. Altogether 179 subjects, men and women above 60 years were investigated. It was observed that the PER in the models linear (LP) or non-linear (UP) result in significant improvement in muscular strength capacity. The elderly of both genders were benefited to preservation of functional capacity, improvements in muscular function, and activities of daily living. However, it is not possible to determine which model of periodization is more efficient. Despite of increasing popularization of the PER, few studies have examined the effects of periodized training in the older adult. It takes more information about the comparative efficiency of different intensity and at different volumes in the periodization training approaches.

**Keywords:** Functional Ability, Exercise Program Design, Physical Fitness

### 2.1.3 Introdução

Inicialmente o treinamento de força e/ou resistido (RT) foi direcionado exclusivamente para o ganho de força ou hipertrofia muscular em situações específicas (1), contudo atualmente, diferentes organizações de saúde no mundo têm apontado e recomendado o RT como uma forma coadjuvante de terapia para diferentes populações e patologias (2-4). Informações consistentes indicam que o RT deriva em importantes adaptações fisiológicas (5-15), funcionais (5,7,8,12,15-21) e cognitivas (16,22-26) em idosos saudáveis ou acometidos por alguma disfunção independentemente do gênero (2,7,13,14,24,27-31).

Embora nas últimas décadas tenha existido o esforço crescente em compreender melhor os benefícios à saúde proporcionados pelo RT, poucos foram os avanços destinados a analisar os efeitos das diferentes concepções de programas aos fatores peculiares associados ao RT.

A epistemologia do treinamento desportivo advoga que a organização estrutural, com características biomecânicas bem definidas, deve ser ajustada de modo a produzir perturbações no aparelho muscular-esquelético capazes não só desenvolver a força muscular, mas aumentar o potencial do aparato fisiológico como um todo, de maneira que este tenha a capacidade de responder prontamente perturbações específicas. A magnitude do estímulo bem como as alterações impostas ao manejo das variáveis de contexto deriva em ajustes agudos que potencializam as adaptações sobre os sistemas orgânicos (32-34).

De fato, a ordenação adequada do estímulo afeta inexoravelmente o grau de efetividade do programa de RT (9,35-45). A chave para o sucesso do programa de RT, em qualquer nível de aptidão física, é compreender que este processo de perspectiva global envolve sistematização e organização. De acordo com Viru & Viru (46) a essência biológica do treinamento físico consiste no desempenho sistemático de exercícios capazes de aumentar as habilidades biomotoras, onde cada exercício treinado resulta em mudança específica no organismo, sendo essa mudança protocolo-dependente. Na prática, a organização do treinamento promove o entendimento de como cada exercício concretamente induz as

mudanças no organismo, além de checar a efetividade de um exercício ou grupo de exercícios (46,47).

De acordo com a epistemologia do RT este processo global, seqüenciado e progressivo em estruturas cíclicas que visa mudanças específicas no organismo recebe a designação de periodização do treinamento resistido (PER), conforme propôs Stone et al. (35). Elaborada com base no conceito da adaptação fisiológica ao estresse, que foi descrito inicialmente pelo biólogo Hans Seyle em 1936 e pela estruturação e planificação do treinamento desportivo proposta por Lev Pavlovitch Matveyev em meados dos anos 60, a PRT tem despertado interesse nas últimas três décadas (9,18,29,32-41,43,45,48-89)

Todavia a maioria das pesquisas em PER tem limitado o foco de atenção em sujeitos atletas (50-52,55,57,59,60,63,71) ou jovens (50-53,55,58,60,62,65,68,70-78). Poucos foram os estudos que investigaram os efeitos da periodização ou ainda o efeito dos diferentes desenhos metodológicos na população idosa (29,54,56,63,65-67,73,75;79-89).

Desta forma, este artigo buscará refletir sobre o desafio de compreender a periodização do treinamento de força não apenas como uma variante ou um componente epistemológico do treinamento desportivo, mas como uma estratégia capaz de afetar sensivelmente o aparato fisiológico como um todo, com especial atenção aos idosos.

### 2.1.4 Variáveis Agudas do Treinamento Resistido: A importância da Intensidade e do Volume

Durante o programa de RT para que ocorram as respostas adaptativas, é necessária uma perfeita sincronização na manipulação das variáveis de contexto peculiares ao treinamento de força. Em síntese, tais variáveis são diretrizes que afetam decisivamente de forma aguda e crônica, a magnitude do efeito das respostas sobre diferentes estruturas biológicas, resultando em aperfeiçoamento funcional específico para habilidades específicas (37-39,44,90,91).

As variáveis de contexto, comumente conhecidas com variáveis agudas (VA), primariamente foram denominadas de clássicas e ordenadas em: variação da carga, frequência, duração e intensidade. Entretanto, Kraemer (36) e Fleck e Kraemer (37) redefiniram-nas em: repetições máximas, números de séries, escolha do exercício, ordem dos exercícios e período de descanso. Bird, Tarpenning e Marino (44) descreveram seis princípios básicos sujeitos a manipulação e controle durante a execução de um programa de RT, sendo eles: volume e intensidade, ação muscular, intervalo de descanso, frequência semanal, velocidade de execução e ordem e seleção de exercícios.

Mais recentemente, Toigo e Boutellieir (91) descreveram sete novas variáveis e reordenaram as anteriormente descritas com clássicas. Assim sugerem 13 variáveis ( $\chi_1$ - $\chi_6$  = clássicas,  $\chi_7$ - $\chi_{13}$  = novas), as quais chamaram de descritores mecâno-biológicos que foram assim ordenadas: magnitude da carga ( $\chi_1$ ), número de repetições ( $\chi_2$ ), número de séries ( $\chi_3$ ), intervalo entre as séries ( $\chi_4$ ), número de exercícios ( $\chi_5$ ), duração do período de intervenção ( $\chi_6$ ), distribuição fracional e temporal do tipo de contração por repetição ou duração de uma repetição ( $\chi_7$ ), descanso entre as repetições ( $\chi_8$ ), tempo de tensão ( $\chi_9$ ), falha muscular voluntária ( $\chi_{10}$ ), amplitude de movimento ( $\chi_{11}$ ), tempo de descanso entre as sessões de treinamento ( $\chi_{12}$ ), definição anatômica do exercício/forma do exercício ( $\chi_{13}$ ).

Em última estância, a mínima manipulação destas VA produz resultados distintos (37-39,44,90,91). Um dos sistemas de RT mais antigos, descrito por Liederman em 1925 (55), manipula volume e intensidade em um curto período de tempo, a fim de obter

adaptações específicas na força. Thomas L. De Lorme e Arthur L. Watkins (1) propuseram em 1948, a estruturação de um programa de RT onde incorporavam o princípio da progressividade da carga e obtiveram sucesso significativo no aumento da força. Esta publicação tornou-se um marco no estudo do RT, pois evidenciou a importância do cuidado na concepção do desenho do programa de RT e a dependência da magnitude do efeito de acordo com os objetivos a serem alcançados.

De acordo com diversos autores as variáveis primárias são o volume e a intensidade (e.i carga), que sumariamente representam a quantidade e a qualidade do RT, respectivamente (15,32,39,44,49,90-92). Embora todas as outras VA são passíveis de manipulação, invariavelmente os estudos em RT, principalmente aqueles que investigaram os modelos de periodização, manipulam estas duas VA.

O volume, cujo significado no contexto do RT exprime a quantidade total de trabalho realizado, portanto manifesta o componente quantitativo do RT, pode ser distribuído de maneira diferente e conseqüentemente com desfechos diferentes na adaptação (44,90-92). Corriqueiramente tem sido expresso pelo produto do número de séries e o número de repetições (i.e. sets x reps). Outra abordagem na determinação do volume é expressá-lo pelo produto entre o número de exercícios, número de repetições, número de séries e a carga levantada (i.e. sets x rep x carga) comumente chamada de carga de volume (90).

Admite-se que é possível alterar o volume sem que haja alterações significativas na intensidade, manejando a distribuição e repetições em cada série (90), contudo é fato que existe uma relação inversa de dependência entre o volume e a intensidade (39,42,44,45,49,90-94). Embora, uma adaptação linear e progressiva seja impossível dentro do RT, a correta observância e aplicação dos três princípios gerais (i.e. progressividade da carga, variação da carga e especificidade), podem garantir adaptações positivas (90).

Por exemplo, recentemente McBride et al.(95) compararam a determinação do volume do RT por quatro métodos diferentes: carga de volume (VL), carga de volume máximo para carga dinâmica (MDSVL) que é o produto entre: repetições x [(massa corporal – massa do membro motor) + carga externa], o tempo de tensão (TUT) e a carga total (TW) levantada que representa o produto entre força, expressa em Newton (N), multiplicada pelo deslocamento em metro, ou seja trabalho realizado. Os autores chegaram à conclusão que os volumes eram significativamente diferentes entre os métodos de determinação e que

mantinham uma dependência estreita com a intensidade e objetivo do treinamento (i.e. força, potência ou hipertrofia). Contudo não foram capazes de determinar qual método era o mais eficiente.

Em adição, ao observarmos as concepções nos diversos desenhos de programas de RT, esta claro que o volume assume papel de destaque à medida que os três princípios se equiparam e há uma flagrante manipulação do volume de ordem temporal com o intuito de promover adaptações específicas. A importância do volume do treinamento, em concordância com as adaptações pretendidas tem sido extensamente documentada (44,45,61,90-94).

A quantificação da intensidade é relativamente simples, contudo não deve ser confundida com carga (93). Habitualmente tem sido expressa em função da força máxima dinâmica externa para um único esforço, comumente chamada de 1-RM. Opta-se por expressar a carga dinâmica externa em percentual exato ou estimado da 1-RM ou ainda em função do número de repetições máximas (RM) a serem realizadas de acordo com o objetivo a ser alcançado (39,42,45,44,49; 90-94). Expressar a intensidade de forma relativa parece ser o modo mais conveniente de prescrever intensidades similares de treinamento a sujeitos com diferentes capacidades absolutas de força e permite a quantificação do estresse imposto (93).

Admite-se que a quantidade de força desenvolvida seja o principal componente responsável pelas respostas no aparato fisiológico, pois diferentes níveis de carga para RM determinam adaptações musculares específicas (42,44,45,58,90,92,94). Assim alguns autores admitem ainda, que esta VA seja o componente qualitativo nos diferentes modos no manejo das variáveis de contexto durante o RT (39,94), embora raramente os efeitos independentes da intensidade tenham sido avaliados independentemente do volume, como afirma Spiering et al. (94). A caracterização precisa desta variável é essencial para quantificar o efeito fisiológico e a efetividade de um programa de treinamento.

Existe uma relação extrínseca entre as VA, pois a natureza biomecânica do exercício, velocidade de execução, o número de esforços (i.e. simples ou múltiplos), ordem de execução e estrutura do trabalho, entre outras VA afetam decisivamente a intensidade do RT ou é possível ainda que a mesma afete as demais (44,90-94).

Por exemplo, Fry (93) e Pereira e Gomes (96) demonstram de forma convincente esta relação de causa e efeito entre a intensidade e a execução de movimentos simples/complexos ou ainda entre a intensidade e o objetivo do RT. Outra VA, intervalo entre

as séries, também parece afetar categoricamente a intensidade e o volume do RT (97,98) assim como a ordem e seleção dos exercícios (44,90).

A faixa de variação da carga dinâmica externa no RT ou ainda o trabalho externo (i.e. carga total da sessão de RT) tem sido largamente utilizada como parâmetro de monitoramento do RT. Em uma perspectiva prática a medida eficaz, que se contrapõem ao acomodamento a resistência é o ajuste da carga absoluta em aumento de 2-10% sempre que o número de RM alvo for superado em 1-2 repetições. (3,44). Outras medidas como carga relativa (i.e. normalização pelo massa corporal), média da intensidade da carga, intensidade do exercício, da sessão de treinamento ou ainda a percepção subjetiva de esforço em relação ao percentual de esforço realizado também são sugeridas com medidas de monitoramento do RT (93,99-105).

A correta observância ao planejamento e a organização do treinamento pressupõem a estreita sincronização nos ajustes das cargas internas e cargas externas, onde a carga interna é quantificada pelas adaptações biológicas decorrentes do nível de estresse imposto ao organismo e a carga externa refere-se à quantidade e qualidade da sistematização dos exercícios. Este novo paradigma impõe uma abordagem capaz de monitorar a carga de treinamento, com recentemente tem sido sugerido por alguns pesquisadores (106-109). Todavia, este novo conceito ainda não foi investigada no RT.

Parece lógico que o uso taxonômico das cargas durante o RT deve ser racional e possibilitar estratégias que explorem o potencial das respostas fisiológicas, redirecionando ou ajustando as ações de forma a impedir a tendência de acomodação, para que objetivos específicos sejam alçados (32). Embora conflitantes, a flutuação na sobrecarga e a estabilidade da demanda específica deve ser conseguida por meio da variação sistematizada a fim de evitar à monotonia das cargas e conseqüentemente evitar a estagnação da evolução do desempenho motor (32).

Não obstante, é necessário observar que a manipulação eficiente destas variáveis não garante o sucesso do programa de TR se não forem observados os pontos chaves da Ciência do Treinamento Desportivo (44). Esta complexa interação entre os princípios inerentes ao RT e os princípios que regem o treinamento desportivo (44,90) ainda carecem de uma maior investigação.

Como observado há um esforço crescente no sentido de compreender o efeito da interação entre as VA do RT e os seus desfechos sobre as diferentes estruturas biológicas, pois não é realmente possível dissociar completamente os efeitos das VA umas das outras.

Esta situação onde as VA flutuam ao redor umas das outras, parece ainda que no campo hipotético, caracterizar uma relação permissiva entre as mesmas. Todavia, até o presente momento é impossível determinar esse nível de relacionamento, pois não há dados suficientes para quantificação da interação entre as VA, já que a natureza dos mesmos ainda não foi investigada isoladamente.

Portanto, há lacunas que ainda devem ser preenchidas no campo do conhecimento científico voltado ao RT.

### 2.1.5 Periodização e Modelos Existentes

Embora, aparentemente o processo de estruturação do RT se apresente desordenado e confuso em um ambiente caótico rico em oportunidades, por permitir diferentes abordagens e possibilidades de entendimento, as diretrizes são rígidas e particulares, pois exige uma ordenação temporal estruturada, um relacionamento qualitativo e quantitativo direto entre os parâmetros de estímulo, sobrecarga, orientação sequencial funcional das capacidades biomotoras além, obviamente, de controle evolutivo sob a perspectiva temporal da adaptação biológica.

Todavia a essência da periodização do RT é a variação do programa de treinamento em tempos regulares (ciclos) que podem ser divididos em meses ou mesociclos, semanas ou microciclos, ou ainda em períodos com objetivos específicos (35,38,39,48,49,110). Em sua concepção original, proposta por Stone, O'Brayantand e Garhammer (35) no início dos anos 80, a periodização do RT tem como princípios básicos os conceitos da “Síndrome da Adaptação” (SA), proposto por Hans Seyle e o da “Periodização” proposta por Lev P Matveyev e P Tschiene (35).

A SA prevê três fases distintas de adaptação durante o programa de treinamento. A primeira, correspondente a fase inicial de resposta ao estímulo, chamada de “Fase de Alerta”, onde ocorre diminuição temporária de desempenho. Na segunda, chamada de “Fase da Resistência”, ocorrem as adaptações biomecânicas, bioquímicas, estruturais e psicológicas que resultam em aumentos substanciais no desempenho atlético e a terceira fase Exaustão ou *Overtraining* onde há estagnação nas adaptações e freqüentemente diminuição do desempenho (35).

As variações do volume e intensidade que ocorrem ao longo da periodização do RT, absorvem os conceitos propostos por Lev P Matveyev e P Tschiene na estruturação e planejamento do treinamento (periodização) que observam princípios básicos do treinamento como: freqüência, duração, intensidade, variação e o mais importante, com alerta Stone et al. (35) o princípio da especificidade.

A partir destes conceitos, Stone et al. (35) propuseram a ordenação temporal dos estímulos em quatro fases distintas com objetivos bem definidos: hipertrofia (volume alto – baixa intensidade), força–básica (volume moderado – intensidade alta), força–potência (volume baixo – intensidade muito alta) e repouso–ativo (volume muito baixo – intensidade muito baixa). Cada uma destas fases possui metas e objetivam adaptações específicas em cada uma delas. A fase hipertrófica, considerada preparatória, tem como objetivo melhorar a estrutura muscular (i.e. composição corporal) visando potencializar as fases seguintes (i.e. força e potência) e secundariamente induzir uma melhora na *endurance* muscular. A fase de força–básica objetiva especificamente aumentar a força principalmente de membros inferiores, por considerarem esta qualidade essencial para o desenvolvimento da potência. Absorvendo os conceitos de Matveyev, a fase de força–potência é o período de especialização (i.e. potência), por isso há uma redução no volume na tentativa de evitar fadiga crônica. A última fase, repouso–ativo, há ênfase na velocidade e a técnica, com redução significativa da carga de trabalho, conseqüentemente nesta fase há redução nos níveis de força e potência.

Desta forma, corriqueiramente este modelo tem sido nominado de “Periodização Clássica” ou ainda de “Periodização Linear” (LP), pois como observado, este padrão de periodização do RT é análoga ao modelo “Clássico” de periodização proposto por Matveyev nos anos 60. Deste então este modelo tem sido severamente estudado<sup>i</sup>.

Todavia, como oportunamente aponta Minozo et al. (34), o questionamento de que a equalização do volume total no RT evidenciaria a ineficiência do modelo linear, pois, qualquer manipulação na intensidade produziria o mesmo efeito em qualquer uma das capacidade biomotoras, houve uma mudança no cenário da epistemologia do RT.

Poliquin (49) sugeriu uma flutuação no volume e na intensidade visando intensificar o desenvolvimento da força. Posteriormente, Kraemer (52) em uma série de estudos em jogadores de futebol americano de diferentes divisões, usando os conceitos propostos por Poliquin (1988), investigou os efeitos nas manifestações da força a partir da manipulação do volume e da intensidade comparando com a não manipulação (i.e. não periodização; NP) e ao modelo LP. Este novo modelo proposto por Kraemer (52) foi nominado de periodização ondulatória ou não linear (UP) ou ainda pode ser designada de

---

<sup>i</sup> Referências, 32,34,35,38-40,43,48,50-53,56,57,60,62-66,68-71;73,75,78,79

periodização ondulatória diária (DUP) quando a ondulação é feita dentro do microciclo e objetivava força e potência bem como hipertrofia muscular.

Como característica, a UP/DUP contrasta com a LP por ordenar de forma aguda o volume e a intensidade diariamente por sessão, ou no microciclo, ou ainda por mesociclos. Cada trabalho realizado tem um objetivo específico. Além disso, ao longo do ciclo de treinamento o aumento ou diminuição não segue o padrão geral de relacionamento inversamente proporcional entre o volume e intensidade do modelo LP (33,38,39,49,54,110). Neste modelo o aumento na força é atribuído a manipulação do volume e da intensidade e não ao volume total de treinamento ou a intensidade utilizada ao longo do treinamento (38).

Stopanni (110), por exemplo, sugere que a variação na intensidade e no volume no modelo UP deve ocorrer em mesociclos com duração aproximada de 14 dias, contendo três ou quatro trabalhos com objetivos diferentes, distribuídos desta maneira: força – 3-4 series 2-6 rep, moderado volume e alta intensidade; hipertrofia – 3-6 séries, 8-12 rep, volume alto e baixa intensidade; *endurance* – 3-6 séries, 15-30 rep, volume muito alto e intensidade muito baixa. Já Jimenez (33) sugere que a duração dos ciclos deve variar entre 7-10 dias. De acordo com Poloquin (49) os ciclos da UP deveriam ter uma duração inferior a duas semanas, já que neste período (i.e. 14 dias) ocorre uma rápida adaptação na força e assim as cargas perderiam a sua eficiência.

Em geral um ciclo total na UP tem a duração média de 16 semanas em contraste com a LP que pode variar de três semanas a 12 meses (33,38,50,58,70,72,77,78). Entretanto, Kraemer et al. (55) sugeriram um ciclo superior a 16 semanas para UP.

Outra abordagem tem sido proposta como alternativa os dois modelos existentes (e.i LP e UP). Rhea et al. 2003 sugere um inversão no relacionamento do volume e intensidade como proposto no modelo linear, ou seja, intensidade alta e volume baixo no início do ciclo com inversão do relacionamento no final do ciclo.

Este novo modelo ou uma variante do modelo clássico foi nominado como periodização linear reversa (RLP). Originalmente, Rhea et al (61) propuseram as variações de intensidade entre 15-25 RMs. Assim, o objetivo primário deste modelo é *endurance* muscular, embora em seu trabalho original tenha comparado esta proposta aos modelos UP e LP, que presume objetivos distintos. Desde então algumas investigações têm averiguado a possibilidade de ajuste do modelo à objetivos distintos (61,73).

Um número grande de investigação tem buscado identificar e quantificar as diferenças existentes entre os modelos de periodização e suas variações<sup>ii</sup>. Rhea e Alderman (4) conduziram uma meta-análise no intuito de determinar a efetividade dos programas periodizados em relação aos programas de RT não periodizado e avaliaram o efeito do tamanho (ES) no desenvolvimento da força e da potência e o efeito após o controle do volume, intensidade e frequência de treinamento. Os autores concluíram que os programas periodizados derivam em ES da ordem de 0,84 e são superiores aos programas não periodizados. Em adição, esses efeitos eram dependentes do *status* e duração do treinamento, idade e gênero. Recentemente Kell (78) identificou que as mulheres jovens respondem com aumentos maiores na força quando comparadas aos homens (>38% e > 28%;  $p < 0,05$ , respectivamente) após 11 meses de RT em LP.

Alguns pesquisadores admitem que a própria metodologia de periodização (i.e. UP e LP) caracteriza um processo não linear, pois em qualquer modelo de periodização as variações do volume e da intensidade ao longo do microciclo ou mesociclo exibem características não lineares (33,39,41). Determinados autores argumentam que o modelo UP impõe um fardo demasiado pesado aos treinadores/técnicos e aos próprios atletas/sujeitos, por estes terem que arbitrar as mudanças constantes nas cargas externas, além obviamente de monitorar o efeito interno da carga (i.e. adaptação) ou ainda por induzir a dor muscular de início tardio e fadiga muscular conseqüentemente menor ganho de força (41,77).

Outros pesquisadores sugerem ser o modelo UP/DUP superior aos demais modelos existentes por produzirem significativos aumentos na força, pois a maximização do volume e na intensidade resultaria em padrões flutuantes de tensão mecânica sobre o músculo minimizando o potencial de fadiga e o super-treinamento<sup>iii</sup>. Contudo, ainda não há consenso a esse respeito e nem tão pouco é de conhecimento, até a presente data, que algum estudo tenha avaliado o ES ou a dose-resposta entre os programas RT UP/DUP e LP ou ainda RLP.

---

<sup>ii</sup> Referências. 50,52,53,55,58,60,61,62,68,70,73,74,76,77.

<sup>iii</sup> Referências 33,41,54,55,58,61,70,72,74,76,77.

### 2.1.6 Periodização do RT e a População Idosa

Toigo e Boutelleir (91) afirmam que o processo de envelhecimento impõe ao organismo uma redução da sensibilidade à sobrecarga, em particular aquela imposta pelo RT. Evidências epidemiológicas consistentes tem ratificado que a força muscular é um indicador robusto da capacidade funcional, qualidade de vida e vida independente dos idosos (3,5-14,16,17,19-24,27,28,24,30). Embora a grande maioria buscasse detalhar os efeitos específicos da força e da potência e suas repercussões sobre o perfil funcional dos idosos, poucas tiveram com fator de estudos a PER.

Assim, estabelece-se a seguinte estratégia de pesquisa á partir da base de dados eletrônica Pubmed (Medline) e Scielo: i) artigos originais (randomizados e/ou controlados ou não) publicados até julho de 2011; ii) cruzamento entre as frases pertinentes ao título e descritores: *resistance training, strength training, power training, periodization, elderly, older adults, aging*; iii) não houve restrição de idioma. Em adição foram incluídos artigos e revistas não indexados a partir da lista de referências dos artigos obtidos, ou ainda relacionados à sessão Pubmed citados em uma lista de artigos relevantes no Google Scholar® que atendiam aos limites estabelecidos.

Foram revisados os títulos, descritores e identificados o potencial de cada artigo para inclusão nesta revisão. Foi adotado o seguinte critério de elegibilidade: i) intervenções onde pelo menos um grupo de RT era composto exclusivamente por sujeitos com 60 anos ou mais; ii) programas de RT que respeitassem o princípio da progressividade da carga; iii) intervenções onde pelo menos um grupo recebia apenas o programa de RT; iv) manipulação planejada e estrutura do volume e ou da intensidade ou de outra VA do RT; v) artigos que apenas o resumo (*abstract*) estava disponível não foram incluídos nesta rápida análise.

Foram identificados 20 artigos com potencial (29,54,56,63,65-67,73,75;79-89). Sete artigos foram localizados na *Medicine Science in Sports and Exercise* (MSSE; fator de impacto<sup>iv</sup> = 3,399) entre o ano de 2000-2009, três artigos localizados na *Journal of Applied of Physiology* (J Appl Physiol; fator de impacto, 3,658) entre 1998-2004, dois artigos

---

<sup>iv</sup> JCR-2008

localizados na *Journal Strength and Conditional Research* (JSCR, fator de impacto = 0,815) em 2004 e 2009, dois artigos localizados na *British Journal of Sports Medicine* (Br Jour Sports Med; fator de impacto = 2,126) em 2005 e na *Gerontology* (fator de impacto = 1,690) em 2009, um artigo localizado nos periódicos *Journal of Science and Medicine Sports* (J Sci Med Sport; fator de impacto = 2.542), *Aging Clinical Experimental Research* (Aging Clin Exp Res; fator de impacto = 1,693) em 2008, *Clinics Biomechanical* (Clinics Biomech, fator de impacto = 2,036) em 2009 e *Journal American Geriatrics Society* (JAGS, fato de impacto = 3,913) em 2011.

O resultado primário de interesse foi à comparação entre os modelos de periodização linear, ondulatória e linear-reversa, onde as variáveis de contexto volume e ou intensidade eram manipuladas. Os resultados secundários foram os desfechos sobre as outras VA, medidas funcionais, fisiológicas e cognitivas, bem como os efeitos adversos.

Depois de observados os critérios de inclusão e elegibilidade, seis artigos mostraram potencial relevantes (54,56,63,66,67,75). Nenhum efeito adverso foi atribuído ao PRT nos artigos selecionados. Os resultados abaixo elencam cronologicamente e resumizam os principais achados.

Häkkinen et al. (54) buscaram comparar os efeitos do RT em homens e mulheres de meia-idade ( $\approx 40$  anos) com idosos ( $> 60$  anos) e os seus desfechos na força, na atividade eletromiográfica de superfície (SEMG) e na área de secção transversa (CSA) do músculo quadríceps. Os autores flutuaram o volume do RT entre 3-15 rep. para 3-6 séries e a intensidade entre 50-80% de 1-RM, e visaram força, potência e força-hipertrofica, em 3 mesociclos de 8 semanas cada. O escopo adotado pelos autores caracteriza a periodização não linear (i.e. UP). Os desfechos primários evidenciaram que tanto os homens quanto às mulheres de ambas as idades (i.e. meia-idade e idosos) aumentaram a força isométrica e dinâmica e a SEMG e a CSA do quadríceps após o período de intervenção. Embora os idosos apresentassem valores menores em todas as variáveis que os sujeitos de meia-idade, possivelmente por partirem de valores menores também no período pré-intervenção. Os autores ainda sugerem que os sujeitos idosos (i.e. homens e mulheres) apresentaram mudanças na coativação antagonistas principalmente nas fases iniciais ao treinamento quando comparados aos sujeitos de meia-idade.

Wood et al. (56) buscaram comparar os efeitos do treinamento concorrente (TC, n = 10), RT (n = 11) e o treinamento cardiovascular (CV, n = 9) sobre a aptidão funcional, avaliada pela AAHPERD *Functional Fitness Test*, a força em cinco exercícios, e a capacidade cardiovascular de acordo com as recomendações do ACMS<sup>v</sup>. O escopo do RT caracteriza a LP, sendo que da 1-4 semanas eram exigidos dos sujeitos uma série de 12-15 rep a 75% 1RM e da 5-12 semanas 2 séries de 8-12 rep a 85% 1RM. Os incrementos na carga eram da ordem de 5-10% da 1RM. Nos desfechos primários os autores concluíram que tanto o RT com o TC foram estratégias tão eficientes no desenvolvimento das habilidades funcionais quando comparados ao CV e superiores ao grupo controle.

Newton et al. (67) selecionou 8 sujeitos adultos e jovens (<35 anos) e os comparou com 10 sujeitos idosos (> 60 anos) após submetê-los a RT UP de dez semanas. O treinamento consistia em três sessões semanais cada uma com um objetivo bem definido: dia força-hipertrofica, dia de força e dia de potência. As intensidades eram relativas às repetições máximas para cada objetivo, ou seja, 8-10 RMs, 3-5 RMs e 6-8 RMs com o número de séries variando entre 3-6 para cada um dos sete exercícios selecionados. Os resultados deste estudo confirmaram os achados de Häkkinen et al. (54) que relacionam a redução da força, potência e SEMG a idade, mas demonstrou também, que os homens idosos são capazes responder semelhantemente aos homens jovens quando submetidos a um programa de RT adequado.

Em estudo *cross-over* conduzido por 29 semanas (12-5-12; treinamento- *wash-out* -treinamento) em 71 mulheres menopausadas (1-8 anos) com diagnóstico de osteopenia ( $-1 > T\text{-Score} > -2,5$ ) divididos em dois grupos (n = 29 e 21), Kemmler et al. (63) estabeleceram uma periodização linear, ao longo dos três mesociclos estabelecidos onde as intensidade variaram entre 65-90% 1RM para série simples e múltiplas séries (2-3 séries) com repetições máximas. No período de *wash-out* a intensidade foi de 50-55% 1RM sendo 2 séries para 20RM, em 11 exercícios para membros superiores e inferiores. O reajuste da carga foi da ordem de 2-5% da 1RM ao longo da intervenção. Os desfechos primários foram às alterações na força nos exercícios leg press, adução de pernas, remada e supino reto, onde o fator de exposição (i.e. LP series simples vs LP séries múltiplas) foi decisivo nos aumentos da força. Os autores concluem o estudo advogando em favor da LP de séries múltiplas para que haja desfechos positivos na força.

---

<sup>v</sup> AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (6th Ed). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000.

DeBelise, Harris e Adams (66) compararam o modelo linear de periodização ao não periodizado do RT em 18 idosos de ambos os gêneros (65-75 anos) no desenvolvimento da força ao longo de 18 semanas. Da 1-6 semanas os sujeitos perfaziam 2 séries de 15RMs, da 7-12 semanas 3 séries de 9RMs e da 13-18 semanas 4 séries de 6RMs em oito exercícios para todo o corpo. Ambos os protocolos aumentaram a força significativamente ( $p < 0,01$ ) quando comparado ao grupo controle e ao pré-treinamento. Contudo os autores não foram capazes de determinar qual o modelo mais eficiente no desenvolvimento da força nos idosos sedentários.

Hanson et al. (75) submeteram 50 idosos sedentários (23 homens; 27 mulheres) a RT com duração de 22 semanas. Primariamente o escopo da pesquisa não era a periodização, e sim os desfechos nas atividades de vida diária, força e potência. Os autores adotaram a seguinte estratégia na organização temporal das cargas do RT: 3 d/sem, repetições máximas equalizadas a intensidade das RMs (5, 10, 15 e 20RMs a 5RMs), sendo a 1ª fase (10 sem) de exercícios para MMII (i.e. extensão de joelho) e a 2ª fase (12 sem) de exercícios mistos (*leg press ou* abdominal, supino reto, puxador costas, mesa flexora). Os autores encontraram significativos ( $p < 0,05$ ) aumentos na força e na potência de MMII pós-treinamento e comparado o grupo controle ( $n = 9$ ) e sugeriram que os ganhos foram transferidos ( $p < 0,05$ ) as habilidades funcionais (i.e. caminhada de 6-min, sentar-e-levantar, levantar-ir-e-voltar e subir escadas).

Nos artigos selecionados, duas pesquisas observaram os efeitos da UP (54,67) e quatro observaram da LP (56,63,66,75). Somente uma investigação tinha com desfecho principal a comparação entre a LP e NP (66), as demais tiveram com desfechos primários as alterações na força e suas manifestações, a CSA e SEMG (54,56,63,67) e com desfechos secundários a transferência as habilidades funcionais (56,75). Ao todo 179 sujeitos (i.e. homens e mulheres) acima dos 60 anos foram investigados nas seis publicações revisadas.

### 2.1.7 Síntese

A PER aparentemente traz benefícios importantes à população idosa. Apesar da crescente popularização da PRT e mesmo da latente importância da observância ao planejamento, organização e estruturação RT para que os desfechos satisfatórios sejam alcançados, ainda há poucos estudos direcionados a este propósito nesta população específica.

A decisão de qual modelo deve ser adotado, necessita levar em consideração o potencial do aparato fisiológico como um todo e não se deve negligenciar as diretrizes (i.e. variáveis agudas e princípios) do RT que afetam decisivamente de forma aguda e crônica as adaptações orgânicas.

Por fim, mais informações sobre a eficiência comparativa das diferentes intensidade e volumes no PRT em diferentes abordagens de treinamento devem ser investigadas.

### 2.1.8 Referências

1. DE LORME, T. L.; WATKINS, A. L.; Technics of Progressive Resistance Exercise. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.29, n.5, p.263-267, 1948.
2. AMERICAN HEART ASSOCIATION (AHA). Scientific Statement: Resistance Exercise in Individuals with and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update. A Scientific Statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**, v.116, p.572-584, 2007. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185214.
3. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACMS). Position Stand: Progression Models in Resistance Training of Healthy Adults. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v.41, n.3, p.687-708, 2009. Doi: 10.1249/MSS.b013e3181915670.
4. \_\_\_\_\_. Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.41, n.7, p.1510-1530, 2009.
5. FRONTEIRA, W. R. The Importance of Strength Training in Older Age. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.3, n.3, p.75-78, 1997.
6. HASS, C. J.; FEIGENBAUM, M. S.; FRANKLIN, B. A. Prescription of Resistance Training for Health Population. **Sports Medicine**, v.31, n.14, p.953-964, 2001.
7. LIU, C. J.; LATHAM, N. K. Progressive resistance trainingn strehgth training for improving physical function in older adults (REVIEW). **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v.8, n. CD002759, 2009. DOI: 10.1002/14651858.CD002759.pub2.

8. PORTER, M. M. Power Training in Older Adults. **Applied of Physiology of Nutrition and Metabolism**, v.31, p.87-94, 2006.
9. DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.81, Suppl, p.S3–S16, 2002.
10. DREYER, H. C. et al. Chronic Exercise and Skeletal Muscle Power in Older Men. **Applied of Physiology of Nutrition and Metabolism**, v.31, p.190-195, 2006
11. PETERSON, M. D. et al. Resistance Exercise for Muscular Strength in Older Adults: A Meta-Analysis. **Aging Research Reviews**, v.9, n.3, p.226-237, 2010. Doi: 10.1016/j.arr.2010.03.004.
12. SHERRINGTON, C. et al. Exercise to Prevent fall in older adults: an updated Meta-Analysis and Best Practical Recommendations. **NSW Public Health Bulletin**, v.22, n.3, p.78-83,2011.
13. LITTLE, J. P.; PHILLIPS, S. M. Resistance exercise and nutrition to counteract muscle wasting. **Applied of Physiology of Nutrition and Metabolism**, v.34, p.817-826, 2009.
14. PHILLIPS, S. M. Physiologic and molecular bases of muscle hypertrophy and atrophy: impact of resistance exercise on human skeletal muscle (protein and exercise effects)<sup>1</sup>. **Applied of Physiology of Nutrition and Metabolism**, v.34, p.403-410, 2009.
15. FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increase Strength. **Sports Medicine**, v.37, n.2, p.145-168, 2007.
16. SPIRDUSO, W. W.; CRONIN, D. L. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.6, Suppl.,p. S598–S608, 2001.

17. CASEROTTI, P. Strength Training of Older Adults: Changes in Mechanical Muscle Function And Functional Performance. **The Open Sports Sciences Journal**, v.3, p.62-66, 2010.
18. LORENZ, D. S.; REIMAN, M. P.; WALKER, J. C. Periodization: Current Review and Suggested Implementation for Athletic Rehabilitation. **Sports Health: Multidisciplinary Approach**, v.2, n.6, p.509-518, 2010.
19. MANGIONE, K. K.; MILLER, A. H.; NAUGHTON, I. V. Cochrane Review: Improving Physical Function and Performance with Progressive Resistance Strength Training in Older Adults. **Physical Therapy**. v.90, n.12, p.1711-1715, 2010.
20. ORR, R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly: A Systematic Review. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v.46, n.2, p.183-220, 2010.
21. TSCHOPP, M.; SATTELMAYAER, M. K.; HILFILKER, R. Is Power Training or Conventional Better for Function in Elderly Persons? A Meta-Analysis. **Age and Ageing**, v.40, p.549-556, 2011.
22. CASSILHAS, R. C. et al. The Impact of Resistance Exercise on the Cognitive Function of the Elderly. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v.39, n.8, p. 1401-1407, 2007.
23. IAMADA, Y. et al. The Long-Term Effects of Progressive Resistance Training on Health-related Quality in Older Adults. **Journal of Physiological Anthropology**, v.27, n.2, p.57-61, 2008.
24. HEYN, P. C.; JONHSON, K. E.; KRAMER, A. F. Endurance and Strength Training Outcomes on Cognitively Impaired and Cognitively Intact Older Adults: A Meta-Analysis. **Journal of Nutrition Health and Aging**, v.12, n.6, p.401-409, 2008.

25. WINETT, R. A.; WILLIAMS, D. M.; DAVY, B. M. Initiating and maintaining resistance training in older adults: a social cognitive theory-based Approach. **British Journal of Sports Medicine**, v.43, n.2, p.114-119, 2009.
26. LIU-AMBROSE, T. et al. Resistance Training and Executive Function: A 12-Month Randomized Controlled Trial. **Archives of Internal Medicine**, v.170, n.2, p.170-178, 2010.
27. CHEMMA, B. et al. Progressive resistance training in breast cancer: systematic review of clinical trial. **Breast Cancer Research Treatment**, v.109, p.9-26, 2008.
28. JOHNSTON, A. P. W.; De LISIO, M.; PARISE, G. Resistance Training, Sarcopenia, and the Mitochondrial Theory of Aging. **Applied Physiologic of Nutritional and Metabolic**, v.33, p.191-199, 2008. DOI:10.1139/H07-141.
29. REID, K. F. et al. Lower Extremity power training in elderly subjects with mobility limitation: a randomized controlled trial. **Aging Clinical of Experimental Research**, v.20, n.4, 2008.
30. BACKER, I. C. et al. Resistance Training in Cancer Survivors: Systematic Review. **International Journal of Sports Medicine**, v.30, p.703-712, 2009.
31. WILLIAN, M.A; STEWART, K. J. Impact of strength and resistance training on cardiovascular disease risk factors and outcomes in older adults. **Clinical of Geriatric Medicine**, v.25, p.703-714, 2009.
32. PLISK, S. S.; STONE, M. H. Periodization Strategies. **National Strength and Condition of the Association Journal**. v.25, n.6, p.19-37, 2003.
33. JIMÉNES, A. Undulation periodization model for strength training & conditioning. **Motricidade**, v.5, n.3, p.1-5, 2005.
34. MINOZZO, F. C. et al. Periodização do Treinamento de Força: Uma Revisão Crítica. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.16. n. 1, p.89-97, 2008.

35. STONE, M. H. et al. A Theoretical Model of Strength Training. **NSCA Journal**, v. 4, n. 4, p.36-39, 1982.
36. KRAEMER, W. J. Exercise prescription in weight training: manipulating program variables. **NSCA Journal**, v.5, p.58-61, 1983.
37. FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Resistance training: basic principles part 1. **Physician and Sportsmedicine**. v.16, pp.160-171, 1988.
38. FLECK, S. J. Periodized Strength Training: A Critical Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.13, n.1, p.82-89, 1999.
39. TAN, B. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.13, n.3, p.289-304, 1999.
40. BRANDLEY-POPOVICH, G. E. E. Non-linear versus Linear Periodization Models: POINT-COUNTERPOINT – Cons. **NSCA Journal**, v.23, n.1, p.42-44, 2001.
41. HAFF, G. G. Non-linear versus Linear Periodization Models: POINT-COUNTERPOINT – Pros. **NSCA Journal**, v.23, n.1, p.42-44, 2001.
42. RHEA, M. R., et al. A Meta-Analysis to Determine the Dose Response for Strength Development. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, n.3, p.456–464, 2003.
43. RHEA, M. R.; ALDERMAN, B. L. Meta-Analysis of Periodized Versus Nonperiodized Strength and Power Training Programs. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.75, n.4 p.413-422, 2004.
44. BIRD, S. P.; TORPENNING, K. L.; MARINO, F. E. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness. **Sports Medicine**. v.35, 841-851, 2005.

45. PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Applications of the dose-response for muscular strength development: A review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.4, p.950–958, 2005.
46. VIRU, A.; VIRU, M. Nature of Training Effects. pp.67-95. In: **Exercise and Sports Science**. Garrett, W. E., Kirkendall, D. T. Lippincott Willian & Wilkin, Philadelphia, 2000.
47. TSCHIENE, P. Enfoque Necesario en la Práctica del Entrenamiento: Dirigir lá Adaptación Biológica en el Entrenamiento Modelo. **Revista Motricidad**, v.2, p.9-37, 1996.
48. O'BRYANT, H. S.; BYRD, R.; STONE, M. H. Cycle ergometer performance and maximum leg and hip strength adaptations to two different methods of weight-training. **The Journal of Applied Sports Science Research**. v.2, n.2, pp.27-30, 1988.
49. POLIQUIM, C. Five Steps to increasing the effectiveness of your strength training program. **NSCA's Performance Training Journal**, v.10, n.3, p.34-39, 1988.
50. BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: The effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity. **The Journal of Applied Sports Science Research**, v.8, n.4, p.235-242, 1994.
51. POTTEIGER, J. et al. Effects of altering Training Volume and Intensity on Body Mass, Performance, and Hormonal Concentration in Weight-Event Athlete. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.9, n.1, p.55-58, 1995.
52. KRAEMER, W. J. A Series of Studies-The Physiological Basis for Strength Training in American Football: Fact over Philosophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.11, n.3, p.131-142, 1997.
53. SHIOTZ, M. K. et al. The short-term Effects of Periodized and Constant-Intensity Training on Body Composition, Strength, and Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.12, n.3, p.173-178, 1998.

54. HÄKKINEN, K. et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middleaged and older people. **Journal of Applied Physiology** 84(4): 1341–1349, 1998
55. KRAEMER, W. J. et al. Influence of Resistance Training Volume and Periodization on Physiological and Performance Adaptations in Collegiate Women Tennis Players. **The American Journal of Sports Medicine**, v.28, n.5, 2000.
56. WOOD, R. H. et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.10, p.1751–1758, 2001.
57. HOFFMAN, J. R. Periodization Training for the Strength/Power Athlete. **NSCA's Performance Training Journal**, v.1, n.9, p.8-12, 2002.
58. RHEA, M. R. et al. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.16, n.2, p.250–255, 2002.
59. SANDLER, D. Sample Program for Periodizing the General Athlete. **NSCA's Performance Training Journal**, v.1, n.9, p.21-25, 2002.
60. KRAEMER, W. J. et al. Physiological Changes with Periodized Resistance Training in Women Tennis Players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, n.1, p.157–168, 2003.
61. RHEA, M. R. et al. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for Local Muscular Endurance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.1, p.82–87, 2003.
62. KRAEMER, W. J. et al<sup>b</sup>. Changes in Muscle Hypertrophy in Women with Periodized Resistance Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.36, n.4, p.697–708, 2004.

63. KEMMLER, W. K. et al. Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p.689–694, 2004.
64. MARX, J. O. et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.4 p. 635–643, 2001.
65. SIGNORILE, J.F. et al. Early plateaus of power and torque gains during high- and low-speed resistance training of older women. **Journal of Applied Physiology**, v.98, p.1213–1220, 2005. doi:10.1152/jappphysiol.00742. 2004.
66. DeBELISE, M.; HARRIS, C.; ADAMS, J. K. A Comparison of periodised an fixed repetition training protocol on Strength in Older Adults. **Journal of Science and Medicine Sports**, v.8, n.2, p.190-199, 2005.
67. NEWTON, R. U. et al. Mixed-methods Resistance Training increases power and strength of young and older men. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v.34, n.8, p.1367-1375, 2002.
68. BUFORT, T. W. et al. A Comparison of Periodization Model During Nine Weeks with Equaled Volume end Intensity for Strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.4, p.1245-1250, 2007.
69. ESTEVE-LANAO, J. et al. Running specific, periodized strength training attenuates loss of stride length during intense endurance running. **Journal of Strength and Conditioning Research**,v.22, n.4, p.1176–1183, 2008.
70. HARTMANN, H. et al. Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.7, p.1921–1932, 2009.

71. KERKSICK, C. M. et al. Early-phase adaptations to a split-body, linear periodization resistance training program in college-aged and middle-aged men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.3, p.962–971, 2009.
72. MONTEIRO, A. et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.4, p.1321-1326, 2009.
73. PRESTES, J. et al. Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.266–274, 2009.
74. PRESTES, J. et al. Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.9, p. 2437–2442, 2009.
75. HANSON, E. D. et al. Effects of Strength Training of Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.9, p.2627-2637, 2009. Doi: doi:10.1519/JSC.0b013e3181b2297b.
76. MIRANDA, F. et al. Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.7, p.1824-1830, 2011.
77. APEL, J. M.; LACY, R. M.; KELL, R. T. A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v,25, n.3, p.694–703, 2011. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c69ef6.
78. KELL, R. T. The influence of periodization resistance training on strength changes in men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 25, n.3, p.735-744, 2011.

79. HUMPHRIES, B. et al. Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.32, n.6, p.1043–1050, 2000.
80. ADAMS, K. J. et al. Progressive strength training in sedentary, older African American women. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v.33, n.9, p.1567–1576, 2001.
81. HUNTER, G. R. et al. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.33, n.10, p. 1759–1764, 2001.
82. FATOUROS, I. G. et al. Strength Training and Detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility, of inactive older man are intensity dependent. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, p.776-780, 2005.
83. CARVALHO, M. J.; MARQUES, E.; MOTA, J. Training and Detraining Effects Functional Fitness after a Multicomponent Training in Older Women. **Gerontology**, v.55, p.41-48, 2010. DOI.10.1159/000140681.
84. TAAFFE, D. R. et al. Alterations in muscle attenuation detraining and retraining resistance training older adults. **Gerontology**, v.55, n.2, p.217-223, 2009.
85. PERSCH, L. N. et al. Strength Training Improves Fall-related Gait Kinematics in the Elderly: A Randomized Control Trial. **Clinical Biomechanics**, v.24, p.819-825, 2009.
86. KARAVIRTA, L. et al. Heart Rate Dynamics after Combined Endurance and Strength Training in Older Men. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v.41, n.7, p.1436-1443, 2009.
87. SERRA-REXACH, J. A. et al. Short-term, Light-to Moderate-Intensity Exercise Training Improves Leg Muscle Strength in Oldest Old: A Randomized Control Trial. **Journal American Geriatrics Society**, v.59, n.4, p.594-599, 2011.

88. REEVES, N. D.; NARICI, M. V.; MAGANARIS, C. N. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. **Journal of Applied Physiology**, v, 96, p.885–892, 2004. First published October 24, 2003. Doi:10.1152/jappphysiol.00688.2003
89. LEMMER, J. T. et al. Age and gender responses to strength training and detraining. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.32, n.8, p.1505–1512, 2000.
90. KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v.36, n.4, p. 674–688, 2004.
91. TOIGO, M.; BOUTELLIER, U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **European Journal Applied of Physiological**. v. 97, pp.643–663, 2006.
92. WERNBORN, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEÉ, R. The influence of frequency, intensity, Volume and Mode of Resistance Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans. **Sports Medicine**, v.37, .n. 3, p.225-264, 2007.
93. FRY, A. C. The Role of Resistance Exercise Intensity on Muscle Fibre Adaptation. **Sports Medicine**, v.34, .10, p.663-679, 2004.
94. SPIERING, B. A. et al., Resistance Training Biology. Manipulation of Resistance Exercise Programme Variable Determines the Response of Cellular and Molecular Signaling Pathway. **Sports Medicine**, v.38, n.7, p.527-540, 2008.
95. McBRIDE, J. M. et al. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.106–110, 2009.
96. PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. Moviment Volelocity in Resistance Training. **Sports Medicine**, v.33, n.6, p.427-438, 2003.

97. WILLARDSON, J. M. A Brief Review: Factors Affecting the Length of the Rest Interval Between Resistance Exercise Sets. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.4, p.978-984, 2006.
98. De SALLES, B. F. et al. Rest Interval between Sets in Strength Training. **Sports Medicine**, v. 39, n.9, p.765-777, 2009.
99. ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.35, n.2, p.333–341, 2003.
100. SWEET, T. W. et al. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p.796–802. 2004.
101. DAY, M.L. et al. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, n.18, v.2, p.353–358, 2004.
102. ROBERTSON, R. J. et al. Validation of the Children’s OMNI-Resistance Exercise Scale of Perceived Exertion. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v.37, n.5, p.819–826, 2005.
103. LAGALLY, K. M.; ROBERTSON, R. J. Construct validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.2, p.252-256, 2006.
104. McLESTER, J. R. et al. A series of studies – A practical protocol for testing muscular endurance recovery. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, p.259-273, 2003.
105. JONES, E. J. et al. Stability of a practical measure of recovery from resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, v.4, p.756-759, 2006.

106. IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPANINI, F.; MARCORA, S. M. Physiological Assessment of Aerobic Training in Soccer. **Journal of Sports Science**, v.23, n.6, p.583-592, 2005.
107. BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Methods. **International Journal Sports Physiology and Performance**, v.3, p.16-30, 2008.
108. NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da Carga de Treinamento: Percepção Subjetiva do Esforço da Sessão é um Método Confiável? **Revista de Educação Física/UEM**, v.21, n.1, p.1-11, 2010.
109. MOREIRA, A. La periodización del entrenamiento y las cuestiones emergentes: el caso de los deportes de equipo. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v.3, n.4, p.170-178, 2010.
110. STOPPANI, J. Definition of Periodization. **IDEA Fitness Journal**, v.3, n.9, p.1-5, 2006.

### **3 ARTIGO ORIGINAL I**

### **3.1 Efeitos de 12 Semanas de Treinamento Resistido Ondulatório e do Destreinamento Subseqüente sobre a Aptidão Funcional de Idosas Sexagenárias**

### 3.1.1 Resumo

Apesar da riqueza de evidências do efeito do treinamento resistido (RT) e as suas repercussões sobre as funções fisiológicas e funcionais nos idosos, os conhecimentos existentes na literatura ainda são conflitantes. Desta forma buscou-se determinar os efeitos da periodização não linear do RT nas habilidades funcionais e neuromusculares em onze mulheres ( $\beta = 0,88$ ) sexagenárias submetidas a 12-semanas de treinamento, projetado para aumentar a força muscular, seguido de destreino de igual período. Foi considerado desfecho primário o desempenho em quatro testes de aptidão funcional e como desfecho secundário o ganho de força e amplitude da SEMG de 13 músculos sinérgicos. O treinamento induziu a significativo ganho (MANOVA  $p < 0,00001$ ) nas habilidades funcionais: sentar-e-levantar ( $p < 0,00002$ ), *arm curl* ( $p < 0,00004$ ), *8-foot up-to-go* ( $p < 0,00009$ ) e na escala de equilíbrio de Berg ( $p < 0,000001$ ). Resultados semelhantes foram observados nos indicadores de força ( $p < 0,0006$ ) e na SEMG ( $p < 0,05$ ). Declínio significativo foi averiguado em todas as variáveis após destreino, contudo ainda significativamente maiores que o *Baseline*. Análise multivariada *R* canônico evidenciou associação significativa ( $R = 0,98$ ;  $p < 0,006$ ) entre as habilidades funcionais e os índices de força no pós-treinamento. Conclui-se que no pós-treinamento houve transferência dos ganhos de força às habilidades funcionais. Foi também possível observar o fenômeno *Efeito Residual do Treinamento*, pois houve manutenção dos ganhos funcionais e de força após destreino, o que sugere um efeito protetor às mulheres sexagenárias.

**Palavras Chaves:** Eletromiografia, Força Muscular, Avaliação Geriátrica.

### 3.1.2 Abstract

Despite many evidences of the effect of the resistance training (RT) and its impact on functional and physiological functions in the elderly, the knowledge existent in the literature is still contradictory. Therefore we sought to determine the effects of non-linear periodization of the resistance training (UP) on functional and muscular abilities in eleven women ( $\beta = 0.88$ ) in women over 60 years of age. They were subjected to 12-wks of training designed to increase muscle strength, followed by an equal amount of time of detraining. It was considered the primary outcome the performance in four tests of functional fitness and secondary outcome was increase muscle strength, and the amplitude of the SEMG of 13 synergistic muscles. The UP induced significant gains (MANOVA  $p < 0.00001$ ) in the functional fitness: sit-ups ( $p < 0.00002$ ), arm curl ( $p < 0.00004$ ), 8-foot up-to-go ( $p < 0.00009$ ) and the Berg balance scale ( $p < 0.000001$ ). Similar results were observed in indicators of strength ( $p < 0.0006$ ) and SEMG( $p < 0.05$ ). Significant decline was observed in all variables after detraining, yet still significantly higher than the *Baseline*. Multivariate analysis  $R$  canonical showed a significant association ( $R= 0.98$ ,  $p < 0.006$ ) between the functional abilities and the strength index on the post-training. It is the conclusion that in the post-training period there was a transfer of strength gains into functional abilities. It was also possible to observe the phenomenon of *Residual Training effect*, as functional and strength gains were maintained after detraining, which suggests a protective effect for women over 60 years of age.

**Keywords:** Neuromuscular function, Functional Task, Electromyography

### 3.1.3 Introdução

As estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que em 2030 a expectativa de vida ao nascimento da população brasileira será de 78,2 anos (ambos os gêneros) sendo de 74,8 anos para os homens e de 81,8 anos para as mulheres (1). Esta expectativa sobe para 81,3 anos (ambos os gêneros), onde a projeção para os homens é de 78,2 anos e para as mulheres a projeção é de 84,5 anos para 2050 (1). Segundo o censo de 2010, a população de indivíduos acima dos 60 anos, esta próxima aos 21 milhões ( $\cong$  11% da população) no Brasil e as mulheres representam maioria com 11,5 milhões, o equivalente a 6% da população brasileira. Em adição, de acordo com as projeções demográficas, em 2025 contaremos aproximadamente com 33 milhões de idosos (2).

Embora o processo de envelhecimento seja inexorável, ele não é único. As mudanças estruturais e funcionais decorrentes das doenças comuns no envelhecimento são de difícil delineamento. Além disso, tal processo ocorre em diferentes taxas em diversos tecidos e as suas manifestações funcionais também variam, tornando difícil a sua compreensão, pois nem sempre o estudo comparado pode ser diretamente correlacionado ao envelhecimento humano (3).

O declínio múltiplo das funções fisiológicas por conta do envelhecimento conduz a um aumento na probabilidade de fatores de morbidade e mortalidade. Em adição, estima-se que 50,1% da população idosa no Brasil seja sedentária (2). Por exemplo, a diminuição drástica da atividade física induz a diminuição da força, flexibilidade, bem como alterações negativas na postura e na marcha, o que contribui potencialmente para o risco de queda e, portanto limita a vida independente (4-19). Desta forma, deve ser enfrentada como uma preocupação de saúde pública.

De acordo com a Associação Médica Brasileira e o Conselho Federal de Medicina (6) estima-se que 30% a 60% da população idosa (>65 anos) apresenta uma ou múltiplas quedas ao longo do ano e que aproximadamente 70% dos idosos que sofrerão nova queda no ano seguinte. Como consequência da perda de autoconfiança na

deambulação segura, pode ocorrer declínio funcional, depressão, baixa auto-estima e isolamento (6).

Estudos recentes têm mostrado que o treinamento resistido progressivo (PTR) pode melhorar a capacidade funcional e independência, aumentando a força, sendo assim uma contramedida eficaz contra o declínio múltiplo das funções fisiológicas associadas ao envelhecimento (4, 9-11, 15, 19-24).

Após revisão sistemática, Orr (15) sugere que o PTR melhora o equilíbrio corporal, entretanto não foi possível atribuir uma relação de causa e efeito entre a melhora no equilíbrio corporal e as mudanças na força e potência muscular decorrentes do PRT. Adicionalmente, Van Dieën e Pijnappels (22) afirmam que embora os idosos possuam sensibilidade ao contraste visual e a percepção de profundidade, a execução da resposta motora adequada ao locomover-se em um determinado ambiente, é influenciada por fatores neurais e musculares. Além do mais, alta demanda de força dos membros inferiores é exigida dos idosos, para que estes recuperem o equilíbrio após ocorrer uma perturbação no mesmo (24).

Tschopp, Sattelmayer e Hilfiker (19) em meta-análise que revisou 11 estudos, envolvendo 377 participantes, sugerem que os resultados funcionais são ligeiramente maiores com o treinamento de potência (e.i, alta velocidade e carga entre 50%-60% de 1-RM) quando comparados ao treinamento convencional (e.i, baixa velocidade e carga superior a 60% de 1-RM). Howe e Skelton (24), no entanto, afirmam que os resultados desta meta-análise devem ser interpretados com cautela, pois não há nenhuma evidência que os efeitos funcionais foram mantidos para além do fim do programa de exercícios.

Apesar da riqueza de evidências do efeito do PRT sobre o aumento da força e potência muscular nos idosos, por melhorar as habilidades funcionais relacionadas às atividades de vida diária, os conhecimentos existentes na literatura ainda são conflitantes (15), especialmente no que diz respeito ao risco de queda e o equilíbrio corporal. Em adição, são limitadas as informações a respeito da periodização do RT (PER) e seus efeitos sobre o equilíbrio corporal e a função neuromuscular em mulheres idosas. Contudo, estudos recentes (21,23) apresentaram a perspectiva que a correta manipulação do volume combinado com a ondulação da intensidade ao longo do

treinamento resistido induza a melhora rápida nos indicadores de força e consequentemente melhore as habilidades funcionais. Adicionalmente, são escassas as evidências sobre o efeito do treinamento resistido periodizado sobre as mudanças funcionais após o término do programa de treinamento nas mulheres idosas. Portanto, o presente estudo foi elaborado para determinar o efeito da manipulação ondulatória diária da intensidade e do volume do treinamento resistido após de 12 semanas de treinamento e a magnitude do declínio após 12 semanas de destreinamento, a despeito do declínio fisiológico esperado decorrente do término do estímulo mecânico.

### **3.1.4 Materiais e Métodos**

#### **3.1.4.1 Sujeitos**

Os sujeitos desta investigação foram recrutadas do programa de Extensão Universitária “Qualidade de Vida na Melhor Idade”, mantido pelo Centro Universitário Hermínio Ometto. Após chamada pública (Fev-Mar), 89 voluntários, com idade entre 56 e 91 anos se ofereceram para participar deste estudo entre março e junho. Os critérios de exclusão foram: idade inferior a 60 anos e superior a 70 anos, ser do gênero masculino, tabagista, alcoolista, deficiência auditiva grave, cegueira social, hipertensão arterial descontrolada ou acima de 160/100 mm.Hg, doença cardiorrespiratória sintomática e conhecidas, osteoartrite crônica, doença conhecida neurológica incapacidade e progressiva, hepática, vascular periférica, diabetes, renal, adrenal, pituitária, tireóide e uso de medicação anti-depressiva, praticar exercícios físicos de forma regular (uma ou menos de uma sessão de exercício na média, por semana) nas últimas 12 semanas, ou de programa estruturado de treinamento com pesos nas últimas 24 semanas, antes do início desta investigação, também consistiu critério de exclusão. Vinte e quatro indivíduos

foram excluídos por limitações patológicas (10 – diabéticos; 8 – hipertensos descontrolados; 6 – doenças cardiorrespiratórias conhecidas), 18 por serem fumantes ou estarem fora da faixa etária pretendida, 3 sujeitos do gênero masculino e 28 por restrições à prática de exercícios físicos (Figura 01).

Todas as voluntárias selecionadas foram submetidas à exames clínicos, que incluíam eletrocardiograma de repouso e avaliação médica para descartar qualquer doença musculo-esquelética ou cardiovascular desconhecida, sendo que duas voluntárias foram excluídas por apresentar distúrbio de condução. Na seleção final, 14 voluntárias, não fumantes, hipertensas controladas (< 160/100 mm.Hg), fazendo uso de medicação anti-hipertensiva (7 – diuréticos; 7 – bloqueadores de AT + diuréticos) e hipolipimiente e gastrorrestente (14 – sinvastatina; 3 – benzafibrato; 5 – omeprazol) tinham autorização médica para participar nos testes e treinamentos. Três voluntárias desistiram espontaneamente de participar deste estudo, sem qualquer prejuízo para as mesmas.

Todas as voluntárias foram informadas verbalmente e por escrito de todos os procedimentos que seriam adotados nesta investigação e só foram incluídos após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos deste estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1983 e foram aprovados pelo Comitê de Ética e Mérito Científico em Seres Humanos do Centro Universitário Hermínio Ometto, Araras-SP, sob o registro 878/2009 (ANEXO 1).

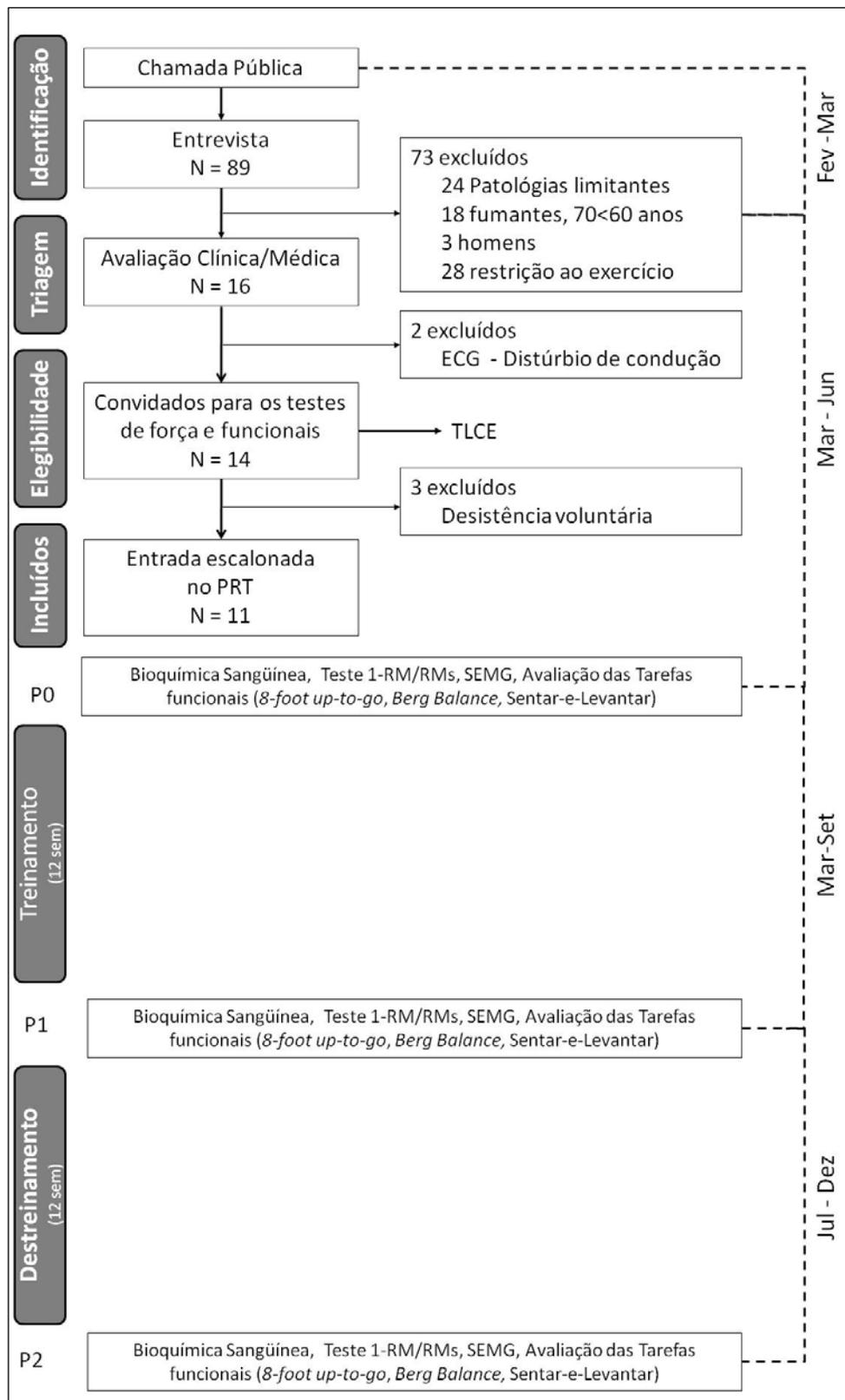


Figura 01. Fluxograma do Planejamento das Tarefas

### 3.1.4.2 Desenho Experimental

Estudo caracterizado como descritivo transversal, com todos os sujeitos foram alocados em um único grupo contemporâneo exposto ao fator experimental (e.i. treinamento e destreinamento), permitindo desta maneira que cada sujeito fosse o seu próprio controle. Além disso, o tratamento não foi negado a qualquer unidade da amostra. Durante todo o período de treinamento e destreinamento, as voluntárias foram instruídas a abster-se de qualquer forma de exercício estruturado aeróbio ou de força e não alterarem o estilo de vida habitual.

As voluntárias foram instruídas a realizar um total de cinco visitas ao laboratório, entre 7-9 horas da manhã, pós-prandial. Além disso, foram orientadas a não realizar exercícios físicos pesados, manterem a rotina de sono, abster-se de álcool, chá e de cafeína ou realizarem refeição pesada 2 h antes das avaliações fisiológicas. Na primeira visita, foram realizadas as coletas sanguíneas para as dosagens bioquímicas, após 12 h de jejum, avaliação antropométrica e familiarização às tarefas funcionais. Durante a segunda sessão, foi realizado o teste de “sentar-e-lenvar”, “rosca direta unilateral” e teste de equilíbrio de Berg (BBS) e familiarização ao exercícios de força. Na terceira visita foi realizado o reteste da BBS, o teste *8-foot up-to-go* e os testes de força. Na quarta sessão foram realizados os retestes de força e registro do sinal SEMG para membro superior e inferior. Cada visita foi espaçada por um período 24-48 h e as avaliações foram conduzidas sempre no mesmo horário do dia para reduzir possíveis variações circadianas nos sinais fisiológicos.

### 3.1.4.3 Avaliações

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador em 3 ocasiões: a primeira (*baseline* ou P0) foi realizada antes do início do treinamento (mar-

jun), a segunda avaliação (pós-treinamento ou P1) ocorreu após 12 semanas de PRT (jul-set) e a última avaliação (pós-destreinamento ou P2) foi realizada após 12 semanas (out-dez) de cessar o treinamento. Oportunamente a diferença entre os períodos P0 e P1 (P0-P1 ou Treinamento), P1 e P2 (P1-P2 ou Destreinamento) e P0 e P2 (P0-P2 ou  $\Delta$  *baseline*) foram comparadas. A bateria de testes foi organizada de modo a mimizar interferências intra e entre-teste e as mesmas condições foram mantidas em cada período de avaliação.

### 3.1.4.4 Antropometria

A massa corporal (BM) foi determinada por balança elétrica modelo BPF310 (Tanita ®) e o percentual de gordura (%FBM) determinado por análise de impedância bioelétrica pelo mesmo equipamento. A estatura (H) foi determinada por estadiômetro (calibração de 0,5 cm).

O índice de massa corporal (BMI) foi determinado por  $BM \div H^2$  e expresso em  $kg.m^2$ . Para a determinação do índice cintura:quadril (WHR) foi utilizado o razão entre o perímetro da cintura, a partir da cicatriz umbilical e o perímetro do quadril da parte mais larga da região glútea (e.i. C $\div$ Q). Os dados estão sumarizados na tabela 1.

Tabela 1. Características antropométricas da amostra.

Variáveis	Média $\pm$ SE		
Idade, anos	65 $\pm$ 1		
Estatura, cm	156,0 $\pm$ 1,6		
	P0	P1	P2
BM, kg	68,5 $\pm$ 2,9	67,4 $\pm$ 2,6	67,5 $\pm$ 2,7
BMI, $kg/m^2$	28,1 $\pm$ 1,0	27,7 $\pm$ 0,9	27,7 $\pm$ 1,0
Percentual de gordura corporal, %	35,1 $\pm$ 1,1	33,9 $\pm$ 0,9	33,6 $\pm$ 1,3
WHR	0,93 $\pm$ 0,02	0,91 $\pm$ 0,01	0,93 $\pm$ 0,03

BM = massa corporal, BMI = índice de massa corporal, WHR = índice cintura-quadril.

### 3.1.4.5 Análises Bioquímicas de Jejum

As concentrações de colesterol total (mg/dL; enzimático), lipoproteína de alta densidade (mg/dL; enzimático direto), triglicéides (mg/dL; enzimático), glicemia de jejum (mg/dL; enzimático), uréia (mg/dL; cinético UV), creatinina (mg/dL; cinético) e cálcio (mg/dL; colorimétrico) foram determinados a partir de amostras sanguíneas (20,0 mL) obtidas em tubos *Vacutainer*. Todas as análises bioquímicas foram realizadas após 12 h de jejum noturno. Foram usados *Kits* comerciais Liquiform (Labtest®) e Synermed™ (Synermed International Inc®) em analisador bioquímico automatizado COBAS MIRA PLUS (Roche Hitachi®).

### 3.1.4.5 Mensuração da Atividade Eletromiográfica de Superfície

O sinal SEMG foi registrado de forma unilateral no lado direito do corpo das voluntárias durante a determinação da força máxima, a partir de seis músculos dos membros inferiores, por considerarmos estes representativos do conjunto de extensores e flexores do joelho: reto femoral (RF), vasto lateral (VL), vasto medial (VM), bíceps femoral (BF) e semitendinoso (ST) e gastrocnêmio cabeça lateral (GL). Para os músculos bíceps braquial (BB), braquiorradial (BR), tríceps braquial (TB), peitoral maior (PM), deltóide porção anterior (DA) e medial (DM) por serem representativos do conjunto de extensores e flexores horizontais da cintura escapular e cotovelo.

A colocação dos eletrodos circulares auto-adesivos (Ag/AgCl; Medical Trace®) seguiu as diretrizes padrões do SENIAM (25). Para a captação do sinal SEMG foi usado o sistema de aquisição de sinais biológicos (EMG System do Brasil Ltda®) de oito canais, ao qual foi conectado os eletrodos de superfície ativos bipolar, sendo

estabelecida a frequência de amostragem em 2 kHz. Foi estabelecido um ganho de 1000 vezes bem como filtro analógico passa banda de 20 e 500 Hz e modo comum de rejeição > 100 dB. O sinal foi digitalizado por placa conversora A/D (analógico/digital) com 16 bits de resolução e armazenado em disco para análise *off-line*.

Para fins de normalização (26) antes da execução dos testes de exercícios e tarefas funcionais, 10 seg de atividade SEMG foram registrados para cada músculo com as voluntárias em posição ortostática e/ou supina. De cada um desses intervalos, à análise da amplitude do sinal SEMG, foi realizada pelos valores da raiz quadrática média (*RMS*), calculada e expressa em microvolts ( $\mu\text{V}$ ). Todas as análises foram realizadas utilizando o software WINDAQ Waveform Browser 2.63 (DATAQ Instruments, Inc – EUA) em janelas moveis calculando a média *RMS* para cada eletródo.

#### **3.1.4.6 Tarefas Funcionais**

A bateria de teste foi constituída por quatro tarefas funcionais, sendo os testes concebidos e validados, com reprodutibilidade entre 0,80 a 0,96 para avaliar a capacidade funcional e fisiológica dos idosos em manter mobilidade e o equilíbrio corporal (27). As tarefas consistiam em: “sentar e levantar” (S-L) em 30 seg, de uma cadeira com encosto para as costas e sem apoio para o braço a uma altura do chão de 43 cm, sendo que as participantes eram orientadas a manterem os braços cruzados a frente do peito e a realizarem o maior número de repetições no referido tempo. A segunda tarefa: “rosca direta unilateral” (AC), onde as voluntárias, a partir da posição sentada, eram orientadas a realizarem o maior número de flexões-extensões do cotovelo em 30 seg usando um alter de 2 kg. Para medir o equilíbrio dinâmico/agilidade foi usado o teste *8-foot up-to-go* (8-foot), de onde, a partir da posição sentada as participantes foram orientadas a percorrer em linha reta no menor tempo possível a distância de 2,44 m e a retornarem à posição sentada. E por fim, para avaliar o equilíbrio estático foi usada a

bateria de teste de Berg (BBS), que consiste em avaliar 14 itens comuns às atividades de vida diária, na qual cada item apresenta uma escala ordinal de cinco alternativas com pontuação 0-4. Portanto, o escore máximo é de 64 pontos (28).

Foi considerado o melhor desempenho de 3 ensaios para as tarefas funcionais “sentar-e-levantar”, “rosca direta unilateral” e *8-foot up-to-go*. O coeficiente de variação (CV) intra-ensaio variou entre 2,3 a 7,8 % para todos os testes.

### **3.1.4.7 Protocolo de 1-RM e RMs**

A força máxima foi avaliada em oito exercícios isotônicos de acordo com as recomendações do ACMS (4, 21), na seguinte ordem: leg press, supino reto, tríceps polia, mesa extensora, puxador frontal, rosca direta, mesa flexora, desenvolvimento frontal. Antes dos testes de força máxima para uma repetição (1-RM), e repetições máximas (RMs), cada voluntária foi orientada a realizar aquecimento de acordo com as recomendações de Brown e Weir (29). Após o aquecimento, foi selecionada a carga em que cada voluntária fosse capaz de completar um mínimo de 3 e não mais de 10 repetições em cada um dos exercícios, com exceção ao exercício *leg press* (LP) e supino reto (SR) na qual a carga da 1-RM foi determinada seguindo os procedimentos descritos previamente (29). O número de RMs realizadas e a carga levantada foram usadas para estimar a carga para 1-RM (1-RMe) a partir da equação proposta por Brzycki (30):  $1\text{-RMe} = C \div (1,0278 - 0,0278 \times \text{RMs})$ , onde C é a carga levantada. Houve um intervalo de 3-5 min de descanso para assegurar uma recuperação adequada entre cada exercício. Todas as sessões foram supervisionadas por Professor de Educação Física especialista em treinamento de força. A soma total das cargas de todos os exercícios (TWL) foi usada como uma medida de eficácia da intervenção do PRT. Foi respeitado um intervalo de 24-48 h entre o teste e o reteste. A reprodutibilidade foi testada e o CV variou entre 1,5 a 9% ao longo da intervenção.

### 3.1.4.8 Treinamento Resistido

O programa de RT foi elaborado seguindo os conceitos e princípios aceitos como uma abordagem adequada à população idosa (4,21). Todas as sessões foram supervisionadas por Professor de Educação Física especialista em treinamento de força e tiveram duração aproximada de 50 min. As voluntárias foram treinadas às segundas, quartas e sextas-feiras durante o período de intervenção. A intensidade, frequência e duração do treinamento foram projetadas para induzir melhoras significativas na força (4, 21) e podem ser melhor visualizadas na tabela 2. O volume diário (repetições totais por série x número de séries x carga levantada; rep.set.kg) foi controlado para garantir o ajuste da ondulação da carga de treinamento a cada sessão. A ordem e seleção dos exercícios foi estabelecida visando produzir efeito sobre os principais grupamentos musculares dos membros superiores e inferiores do corpo com exercícios mono-articulares e multi-articulares (4, 21). Os principais músculos agonistas dos membros inferiores (quadríceps e isquiotibiais), das costas (grande dorsal, trapézio, rombóides e eretores da coluna), do tórax (peitoral maior, e serrátilo anterior), braço (bíceps e tríceps) e ombro (deltóide p. anterior e lateral) foram treinados em todas as sessões. Os exercícios foram realizados utilizando uma combinação entre pesos livres e máquinas com pesos aglomerados. Cada sessão contou com um aquecimento cardiovascular geral breve ( $\cong$  10-15 min) em esteira rolante, seguido por movimentos específicos de aquecimento dinâmico para atender a demanda músculo-articular dos exercícios propostos. Em seguida, a estes aquecimentos, cada voluntária realizou de 3-4 séries dos exercícios na mesma ordem descrita no protocolo de teste. Os intervalos de descanso entre as séries e exercícios foram de 30-180 seg e eram dependentes do volume diário e objetivo da sessão de treinamento que era randomizada. A velocidade do ciclo de contração de cada repetição, foi auto-determinada por cada uma das voluntárias, na proporção de 1:1 na execução da fase concêntrica e excêntrica do movimento realizado, por meio de controle verbal. A progressão seqüencial e ondulação diária da carga de treino seguiu o seguinte esquema: as 12 semanas de treinamento (ou seja, 34 sessões no total) que foram subdivididas nos mesociclos de adaptação, específico I e II, cada um com duração de 2, 4 e 6 semanas, respectivamente. O

esquema de ondulação diária da carga de treinamento pode ser melhor visualizado na tabela 02.

Durante o período de destreinamento as voluntárias foram orientadas a retornar ao estilo de vida anterior ao início desta investigação e absterem-se de qualquer forma de exercício físico estruturado. As voluntárias foram sistematicamente contactadas para garantir que as mesmas não estavam envolvidas em um programa de exercícios regulares.

Tabela 2. Esquema da ondulação diária da carga dinâmica da periodização do treinamento de força.

Fase	Período (sem)	Sessão	Capacidade	Série x Rep	%1-RM	Intervalo (seg)
Adaptação	1-2	1ª.S	EM	3 x 12-15 Rep	30	30-60
		2ª.S				
Específico I	3-6	1ª.S	EM	3 x 15-20 Rep	40	30-60
		2ª.S	FH	4 x 8-12 Rep	80	60-120
		3ª.S	F	4 x 3-4 Rep	90	120-180
Específico II	7-12	1ª.S	EM	3 x 15-20 Rep	50	30-60
		2ª.S	FH	4 x 8-12 Rep	85	60-120
		3ª.S	F	4 x 3-4 Rep	95	120-180

EM = endurance muscular, FH = força hipertrófica, F = força.

### 3.1.4.9 Procedimentos estatísticos

Os dados foram tratados estatisticamente através da análise descritiva dos dados e as variáveis dependentes expressas em valores médios  $\pm$  erro padrão ( $M \pm SE$ ). A escolha do teste (paramétrico ou não-paramétrico) foi determinada em função da distribuição e homogeneidade das variáveis em cada condição estudada. Transformação adequada dos dados foi indicada pelo teste Cox e Box se os dados não apresentavam distribuição normal e homogênea para atender os pressupostos para análise paramétrica.

A análise da variância (ANOVA) para medidas repetidas ou múltiplas (MANOVA) foi usada para avaliar as variáveis ao longo dos três pontos no tempo (P0 x P1 x P2). Quando um efeito significativo foi detectado no nível de significância adotado, o teste *post hoc* de Fisher foi usado para localizar a diferença. O tamanho do efeito (ES) no RT foi calculado pela diferença entre os escores de pré-teste e pós-teste dividindo pelo SD do pré-teste e a magnitude do efeito determinada de acordo com Rhea et al. (31), onde a magnitude foi considerada baixa ( $ES \leq 1,0$ ), moderada ( $1,0 < ES \leq 1,5$ ) e grande ( $ES \geq 1,5$ ). Para a amplitude do SEMG o efeito do tamanho foi calculado utilizando o modelo proposto por Cohen (32), onde  $d$  (ES) representa a razão entre a diferença da média dos tratamentos e o desvio padrão *pooled within groups*, onde  $d = 0,2, 0,5$  e  $0,8$  foi considerado baixo, moderado e grande efeito, respectivamente. A magnitude da associação entre as mudanças nos indicadores de força e os demais indicadores das habilidades funcionais foi determinada pela análise multivariada *R* Canônico. O índice de significância adotado foi de 5% e o grau de confiabilidade de 95%.

### 3.1.5 Resultados

A aderência ao PRT foi em média 33 das 34 sessões possíveis ( $p = 0,93$ ; teste  $t$  para uma amostra).

### 3.1.5.1 Mudanças na Bioquímica Sangüínea

Não houve mudanças significativas nos parâmetros antropométricos nem tão pouco nos indicadores bioquímicos sangüíneos avaliados, excessão à glicemia de jejum ( $p < 0,02$ ) e creatinina sérica ( $p < 0,03$ ) ao longo do treinamento e destreinamento. O efeito do tempo sobre as variáveis sérica e os valores  $M \pm SE$  estão sumarizados na tabela 03.

Tabela 3. Características bioquímicas sanguíneas ao longo do processo de intervenção nos diferentes momentos P0, P1 e P2.

	P0	P1	P2
Creatinina Sérica, mg/dL	1,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1*
Cálcio Sérico, mg/dL	9,5 $\pm$ 0,1	9,5 $\pm$ 0,2	9,3 $\pm$ 0,2
Uréia Sérica, mg/dL	34,3 $\pm$ 13,1	35,0 $\pm$ 10,0	32,6 $\pm$ 9,0
Colesterol Total, mg/dL	178,4 $\pm$ 8,0	169,6 $\pm$ 5,7	178,6 $\pm$ 8,5
HDL- colesterol, mg/dL	58,9 $\pm$ 4,0	57,4 $\pm$ 3,2	51,7 $\pm$ 4,1
Triglicérides, mg/dL	120,5 $\pm$ 10,0	125,6 $\pm$ 7,6	124,7 $\pm$ 6,1
Glicose, mg/dL	101,9 $\pm$ 4,2	91,8 $\pm$ 2,4 <sup>†</sup>	93,0 $\pm$ 2,0

\* =  $p < 0,03$  entre P0 e P2, <sup>†</sup> =  $p < 0,03$  entre P0 e P1. Diferenças localizadas pelo teste *post hoc* Fisher.

### 3.1.5.2 Mudanças na força

A força máxima absoluta para os exercícios LP (P0 = 202,2  $\pm$  11,6 kg; P1 = 262,2  $\pm$  13,3 kg; P2 = 214,7  $\pm$  16,7kg), SR (P0 = 36,2  $\pm$  2,9 kg; P1 = 47,3  $\pm$  2,7 kg; P2 = 34,8  $\pm$  3,4 kg) e a TWL (P0 = 365,8  $\pm$  17,2 kg; P1 = 470,8  $\pm$  17,7 kg; P3 = 374,3  $\pm$  24,8 kg) apresentaram significativas diferenças entre os períodos (MANOVA  $p <$

0,0006), o teste *post hoc* de Fisher localizou as diferenças para LP (entre P0 e P1,  $p < 0,005$ ; P1 e P2,  $p < 0,02$ ), SR (entre P0 e P1,  $p < 0,01$ ; P1 e P2,  $p < 0,005$ ) e TWL (entre P0 e P1,  $p < 0,0009$ ; P1 e P2,  $p < 0,002$ ). A diferença absoluta e percentual ( $\Delta$  e  $\Delta\%$ , respectivamente) na força máxima entre os períodos Treinamento, Destreinamento e  $\Delta$ Baseline para os exercícios LP, SR e TWL, bem como o ES ( $\Delta$ kg) para cada período estão sumarizados na tabela 4.

Tabela 4. Mudanças absolutas ( $\Delta$ ) e relativas ( $\Delta\%$ ) na força

Força Máxima	Treinamento		Destreinamento		$\Delta$ Baseline	
	M $\pm$ SE	ES	M $\pm$ SE	ES	M $\pm$ SE	ES
LP		1,6		-1,3		0,2
$\Delta$ (kg)	60,0 $\pm$ 5,1		-47,5 $\pm$ 11,3		12,6 $\pm$ 9,9	
$\Delta$ (%)	30,5 $\pm$ 3,2		-24,4 $\pm$ 5,8		6,1 $\pm$ 4,8	
SR		1,2		-1,6		-0,1
$\Delta$ (kg)	11,6 $\pm$ 1,3		-12,9 $\pm$ 1,9		-1,4 $\pm$ 1,4	
$\Delta$ (%)	35,0 $\pm$ 5,0		-28,1 $\pm$ 2,8		-3,5 $\pm$ 5,0	
TWL		1,8		-1,6		0,2
$\Delta$ (kg)	105,0 $\pm$ 5,5		-96,5 $\pm$ 14,6		8,5 $\pm$ 14,1	
$\Delta$ (%)	29,4 $\pm$ 2,3		-20,9 $\pm$ 3,2		2,1 $\pm$ 3,8	

ES = magnitude do tamanho do efeito de acordo com Rhea (32).

### 3.1.5.3 Mudanças nas Tarefas Funcionais

A tabela 5 apresenta os resultados para a bateria de tarefas funcionais. Após o período de intervenção houve significativa mudança (MANOVA,  $p < 0,00001$ ) na habilidade funcional de membro inferior e superior, no equilíbrio estático e equilíbrio dinâmico/agilidade. A análise *post hoc* de Fisher mostrou que o treinamento resultou em significativa melhora nas tarefas S-L ( $p < 0,00002$ ), AC ( $p < 0,00004$ ), BBS ( $p < 0,000001$ ) e 8-foot ( $p < 0,00009$ ). No período de destreinamento os valores de S-L

foram significativamente maiores ( $p < 0,0007$ ) que o *baseline*, contudo não se mostrou diferença significante ( $p > 0,05$ ) dos valores encontrados no P1. Para a tarefa AC, apesar de significativo ( $p < 0,04$ ), os valores foram menores que P1, entretanto, ainda se mostram significativamente maiores ( $p < 0,01$ ) que o *baseline*. Da mesma forma o equilíbrio estático se mostrou significativamente ( $p < 0,0001$ ) menor que P1, todavia foram significativamente ( $p < 0,0004$ ) maiores que o *baseline*.

Tabela 5. Resultados das tarefas funcionais ao longo da intervenção

	P0	P1	P2	Diferença		ES	
				$\Delta$	$\Delta\%$		
S-L	13,1±2,8	18,3±2,2*	17,0±2,4 <sup>†</sup>	P0-P1	5,2±3,3	44,8±32,9	0,82
				P1-P2	-1,3±1,1	-7,0±2,9	-0,25
				P0-P2	3,9±5,9	33,9±28,6	0,58
AC	19,8±4,1	29,7±3,6*	25,3±6,0 <sup>†‡</sup>	P0-P1	9,5±5,1	52,9±31,8	0,65
				P1-P2	-4,1±4,9	-14,0± 16,5	-0,15
				P0-P2	5,5±7,0	29,7±36,5	0,19
BBS	48,8±2,1	54,8±1,3*	51,6±1,6 <sup>†‡</sup>	P0-P1	6,0±2,3	12,5±5,2	1,75
				P1-P2	-3,2±1,4	-5,8±2,6	-1,54
				P0-P2	2,8±2,0	5,9±4,5	0,76
8-foot	6,6±0,6	5,1±0,7*	6,2±1,0 <sup>†</sup>	P0-P1	-1,5±0,7	-22,5±9,5	-3,18
				P1-P2	1,0±0,6	20,9±11,2	1,42
				P0-P2	-0,5±0,8	-6,7±12,1	-0,66

$\Delta$  = diferença absoluta,  $\Delta\%$  = diferença relativa, ES = efeito do tamanho de acordo com Cohen (33). \* diferença significativa entre *Baseline* vs P1, <sup>†</sup> = diferença significativa entre *Baseline* vs P2, <sup>‡</sup> = diferença significativa entre P1 vs P2. Teste *post hoc* de Fisher

No equilíbrio dinâmico/agilidade o tempo foi significativamente ( $p < 0,03$ ) maior que P1 e não diferiu significativamente do *baseline*. As mudanças absolutas e relativas para os resultados da aptidão funcional ao longo do processo de intervenção (e.i. 12-sem de treinamento e 12-sem destreinamento) são sumariamente apresentadas na Tabela 5 e as mudanças relativas podem ser visualizadas graficamente na figura 2.

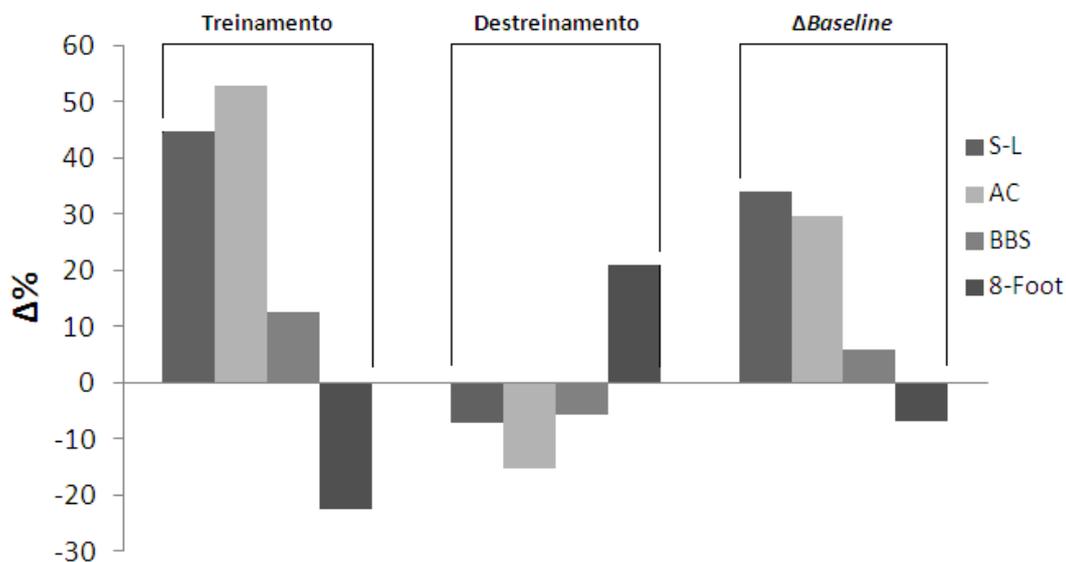


Figura 2 – Mudanças relativas ( $\Delta\%$ ) nas habilidades funcionais ao longo da intervenção (treinamento, destreinamento, *baseline*)

#### 3.1.5.4 Mudanças na Atividade da SEMG

Após transformação em logaritmos neperianos ( $\ln$ ) os valores de *RMS*, expressos em  $\mu\text{V}.\ln$ , foram testados em sua esfericidade pelo teste de Bartellett ( $p > 0,05$ ).

A atividade SEMG mostrou significativa mudança ao longo do processo de intervenção. O grupo extensor do joelho formado pelos músculos RF, VL e VM apresentou significativo aumento da amplitude do sinal (MANOVA,  $p < 0,05$ ). O teste *post hoc* Fisher evidenciou que os valores de *RMS* normalizado no pós treinamento foram significativamente maiores para RF ( $p < 0,01$ ) e VL ( $p < 0,03$ ), contudo o VM não se mostrou diferente ( $p < 0,06$ ) comparado ao valores encontrados no *baseline*.

Após o período do destreino não foi evidenciada nenhuma mudança significativa ( $p > 0,05$ ) nos músculos averiguados em relação aos valores de *Baseline*, contudo os valores de RF e VL foram significativamente (ambos  $p < 0,04$ ) menores que os apurados no pós treinamento. O ES pode ser observado na figura 3 e os valores normalizados de RMS estão sumarizados na tabela 6.

Tabela 6. Amplitude da SEMG normalizada ao longa da intervenção

		P0	P1	P2
		M±SE	M±SE	M±SE
Grupo Extensor	RF, $\mu\text{V.Ln}$	1,66 ± 0,06	1,92* ± 0,06	1,71 <sup>‡</sup> ± 0,09
	VL, $\mu\text{V.Ln}$	2,07 ± 0,06	2,25* ± 0,04	2,08 <sup>‡</sup> ± 0,07
	VM, $\mu\text{V.Ln}$	1,88 ± 0,07	2,06 ± 0,06	1,90 ± 0,07
Grupo Flexor	BF, $\mu\text{V.Ln}$	1,43 ± 0,08	1,55 ± 0,08	1,39 ± 0,10
	ST, $\mu\text{V.Ln}$	1,44 ± 0,08	1,49 ± 0,07	1,36 ± 0,07
	GL, $\mu\text{V.Ln}$	1,60 ± 0,06	1,69 ± 0,11	1,41 ± 0,12
Grupo CE e FI/Ext do Cotovelo	BB, $\mu\text{V.Ln}$	1,58 ± 0,06	1,71 ± 0,07	1,46 ± 0,08
	BR, $\mu\text{V.Ln}$	1,59 ± 0,08	1,64 ± 0,08	1,55 ± 0,08
	PM, $\mu\text{V.Ln}$	1,93 ± 0,06	2,04 ± 0,06	1,92 ± 0,06
	TB, $\mu\text{V.Ln}$	2,06 ± 0,10	2,12* ± 0,08	1,67 <sup>‡</sup> ± 0,18
	DA, $\mu\text{V.Ln}$	2,40 ± 0,07	2,62 ± 0,04	2,32 ± 0,06
	DM, $\mu\text{V.Ln}$	1,90 ± 0,07	2,01 ± 0,06	1,60 <sup>†‡</sup> ± 0,09

$\mu\text{V.Ln}$  = microvolt.logaritmo natural. \* diferença significativa entre *Baseline* vs P1, <sup>‡</sup> = diferença significativa entre P1 vs P2, <sup>†</sup> = diferença significativa entre *Baseline* vs P2. Teste *post hoc* de Fisher

Para o grupo flexor do joelho, embora houvesse mudança nos valores de *RMS* normalizada, não foi evidenciada diferença significantes ao longo do processo de intervenção em nenhuma das situações estudadas. O ES pode ser observado na figura 3.

Mudança significativa foi notada nos músculos flexores-horizontais da cintura escapular (MANOVA;  $p < 0,01$ ), contudo a mudança nos valores de *RMS* normalizada nos flexores/extensores do cotovelo não se mostrou diferente significativamente (MANOVA;  $p > 0,05$ ) ao longo da intervenção. O teste *post hoc* de Fisher localizou diminuição significativa após destreino dos valores apurados no pós treinamento ( $p < 0,02$ ) e no *Baseline* ( $p < 0,04$ ) para o músculo TB. O músculo DA

mostrou significativo aumento ( $p < 0,01$ ) após o treinamento. Em adição a *RMS* normalizada mostrou significativa redução dos valores ( $p < 0,0009$ ) após o destreino. A amplitude do sinal do músculo DM mostrou tendência ( $p < 0,08$ ) de aumento no pós treinamento. Contudo mostrou significativa redução no destreino em comparação ao pós treinamento ( $p < 0,0003$ ) e ao *Baseline* ( $p < 0,01$ ).

### 3.1.5.5 Dependência entre as variáveis

A magnitude *R* Canônica da relação no pós treinamento entre os indicadores de aumento de força (e.i.  $\Delta\%$  da 1-RM de LP, BP e TWL) e as habilidade funcionais (e.i. S-L, AC, 8-foot e BBS) foi de 0,98 onde a associação foi confirmada pelo Qui-Quadrado ( $X^2$ ) igual à 33,4770,  $gl=12$  e  $p < 0,006$ . No destreino a correlação *R* Canônica foi de 0,83 ( $p > 0,05$ ) entre as mudanças relativas nos indicadores de força e de habilidade funcional.

As mudanças absolutas mostram uma tendência de associação ( $p < 0,07$ ), onde o *R* Canônico foi de 0,94 com  $X^2$  igual à 23,9921,  $gl=12$ , no pós-treinamento, contudo não houve associação significativa ( $p > 0,05$ ) entre os indicadores de força (e.i.  $\Delta\%$ ) e de habilidade funcional no destreino, onde o *R* canônico foi igual 0,84.

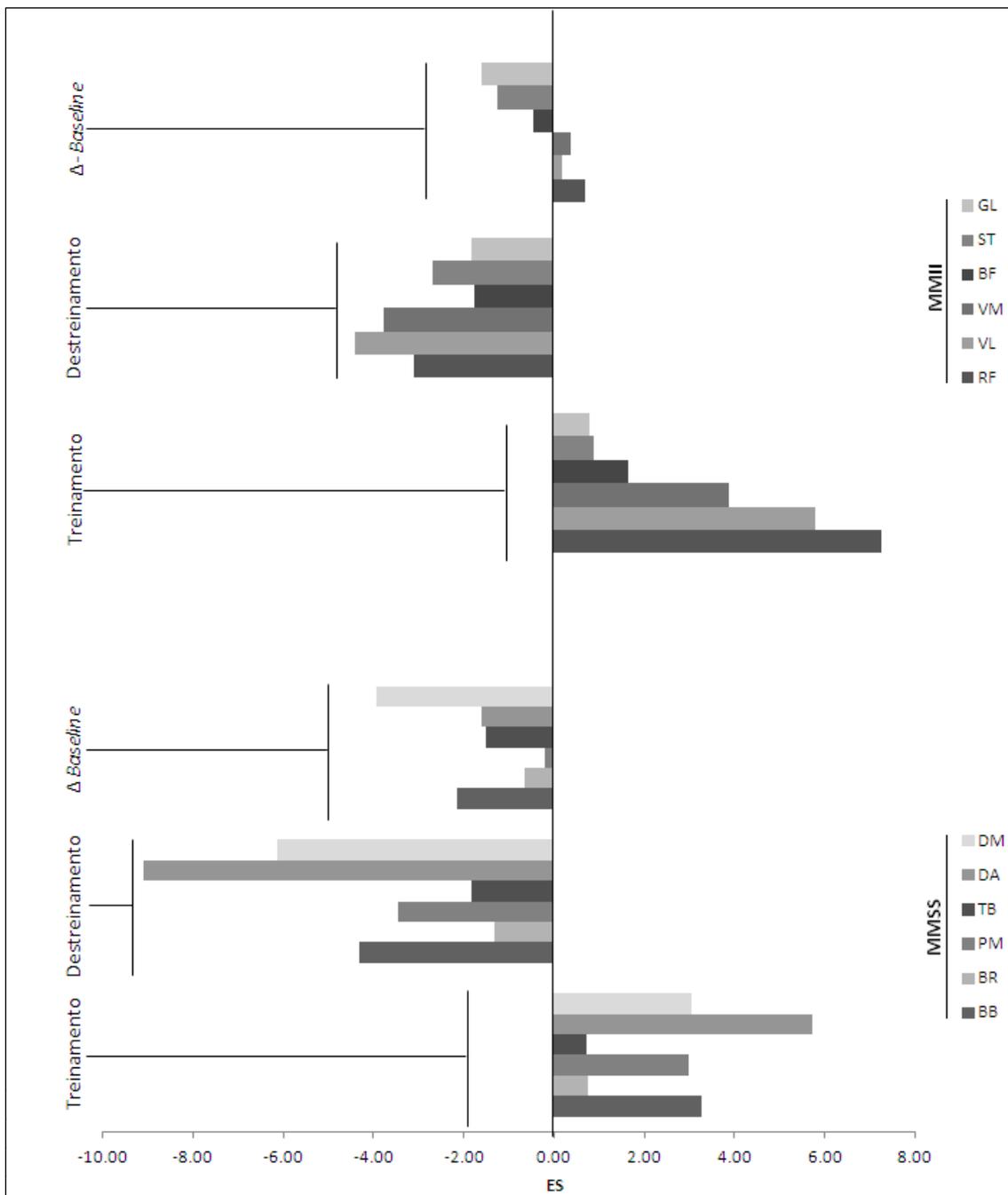


Figura 3. Efeito do tamanho ( $d$ ) da amplitude da SEMG ao longo da intervenção para os músculos dos MMII e MMSS.

### 3.1.6 Discussão

Os achados desta investigação mostram que os maiores ganhos funcionais ( $d > 0,80$ ) ocorreram nos escores do *8-foot* e no BBS, seguidos do S-L e AC tanto no pós-treinamento quanto no destreinamento quando comparado aos valores de *baseline*. Estes ganhos após treinamento são compatíveis com outra investigação semelhante (33).

A despeito das significativas mudanças encontradas após 12 sem de intervenção, o principal achado desta investigação, foi observar que as mulheres idosas mantiveram o ganho parcial nas habilidades funcionais após o período de destreinamento ao compararmos com os valores pré intervenção.

A perda da força muscular é apontada como um dos principais fatores que limitam as atividades de vida diária e, portanto, a autonomia do idoso (34). O RT pode alterar as propriedades funcionais corticoespinhais sem contudo afetar a organização do cortex motor e ainda sim, aumentar a força (35).

Os ganhos no *drive* neural observados nesta investigação, evidenciados pelo efeito do tamanho acima de 0,80 na atividade SEMG dos músculos dos MMII ( $d = 7,15 - 0,81$ ) e MMSS ( $d = 5,74 - 0,77$ ) após o período de treinamento, somados a conservação da força muscular, verificada pelo desempenho nos testes 1-RM no LP e BP e em conjunto à análise multivariada *R* Canônica ( $R = 0,98$ ;  $p < 0,006$ ), são compatíveis com os dados apresentados Newton et al (38) e explicam os ganhos nas habilidades funcionais observados nesta investigação. Após o período de destreinamento houve retorno dos valores de *RMS* normalizada ou ainda diminuição além daqueles encontrados no *baseline*, como pode ser observado na tabela 6 e figura 4, exceção feita ao grupo extensor (RF,  $d = 0,70$ ; VL,  $d = 0,20$ ; VM,  $d = 0,39$ ). Aparentemente é possível admitir há conservação parcial dos ganhos nas habilidades funcionais (tabela 5), como observado pelo efeito moderado do tamanho ( $d = 0,20-0,76$ ).

Embora haja divergência à respeito da duração dos efeitos pós encerramento do RT, estes podem ser mantidos além de 6 meses (15,37-40) ou terem cessado os seus efeitos após 3 meses de destreinamento (39,40), parece ficar claro que as adaptações sistêmicas são dependentes da duração, intensidade e volume, bem como do modo de manejo das variáveis agudas do RT.

Os achados desta investigação mostram que houve conservação parcial dos ganhos funcionais e que o equilíbrio dinâmico e estático (e.i. 8-foot e BBS) foram os mais beneficiados (tabela 5), o que vai de encontro aos dados recentemente apresentados por Carvalho, Marques e Motta (37), contudo são semelhantes à conservação observada no S-L verificada por Fatouros (39).

Os aumentos percentuais ( $\Delta\%$ ) na força oscilaram aproximadamente entre 30-35% no P1 e 3-7% em relação ao *baseline* no P2. Os valores no pós treinamento foram inferiores aos observados em outras investigações junto à população idosa (33, 42, 43). Como observado por Persch et al. (42) os aumentos na força foram acompanhados por melhor na velocidade da caminhada (e.i. redução no tempo gasto na execução do teste *8-foot*), possivelmente por uma melhora na cadência e comprimento da passada. Como esperado, os aumentos na força conferiram as mulheres idosas melhora nas habilidades funcionais o que sugere um efeito protetor contra quedas, por exemplo, como sugerem Serra-Rexach et al. (43).

Além disso, esta investigação mostrou que os ganhos funcionais persistiram além do período de treinamento, possivelmente pela manutenção da força, ainda que pequena ( $ES \cong 0,3$ ). É possível ainda, que as respostas funcionais e na força observada nas mulheres idosas, sejam resultado da ondulação do volume e da intensidade, pois os estudos supracitados utilizaram a metodologia linear de periodização (33,40,42) ou não periodizado (33,36,37,49,40,42,43).

Sabe-se que o processo de envelhecimento conduz a um mecanismo neuroadaptativo singular que aumenta a probabilidade de desequilíbrios inesperados que conseqüentemente resultam em queda (18,22,42,44-49). Respostas precisas devem ser selecionadas adequadamente, o que pode ser limitado por fatores neurais e musculares (21,50).

O declínio na capacidade de gerar força (4-19, 34) é o principal fator a contribuir para a queda no idoso (*Odd Ratio* = 10,3). Todavia, uma maior e melhor distribuição das forças sinérgicas decorrentes do RT, entre extensores e flexores do joelho e quadril contribue para uma melhora no padrão motor durante a caminhada, como sugere algumas diferentes pesquisas (13,44,46-49,51). Assim é possível que os ganhos funcionais observados nesta investigação (e.i. BBS e *8-foot*; tabela 5 e figura 3), sejam reflexos destes mecanismos adaptativos.

De acordo com Rhea et al. (52) a sobrecarga ondulatória no RT imposta ao aparato neuromotor induz ao ganhos de força ( $ES > 0,80$ ) superiores aos presenciados nas intervenções lineares e fixas. Contudo, recentemente Apell, Lacey e Kell (53) sugeriram que o manejo ondulatório diário por intensidade, conduziu a ganhos menores de força que o modelo linear de periodização, possivelmente por induzir à dor muscular e a fadiga muscular.

Não obstante, a ordenação adequada do estímulo mecanobiológico afeta decisivamente o grau de efetividade do programa de RT. A estruturação ondulatória diária na aplicação das cargas possivelmente induziu a mudanças neuroadaptativas específicas, de ordem qualitativa e quantitativa sobre sistema neuromuscular que derivaram em aumento singular na força muscular após o período de treinamento e manutenção parcial após destreinamento.

É possível ainda, especular que a ondulação do volume e da carga de treinamento induziu a eletividade das UMs permitiu a combinação das propriedades contráteis das fibras musculares as exigências mecânicas da contração muscular, o que sugere um mecanismo seletivo ou de sincronismo entre SNC e as UMs, como sugerem alguns autores (54-58). Todavia, os ganhos de força não devam ser atrelados unicamente às adaptações neurais como sugerem Carroll, Riek, Carson (35) e Folland e Williams (41), pois a flutuação nas cargas mecânicas podem ter gerado um efeito global líquido na aprendizagem que resultou em ações sinérgicas mais consistentes, que perduram após o interrupimento do estímulo mecânico, a despeito de ter havido um retorno da atividade SEMG aos valores de *baseline*.

Interessante notar (figura 4) que houve uma grande variabilidade no ganho de força, compatíveis com os achados de Lockhart e Kim (47). Possivelmente,

seja esta, uma neuro-adaptação peculiar da senescência. Contudo, está claro que o desenho adotado nesta investigação resultou em inequívocos ganhos de força, que foram transferidos para as habilidades funcionais e sustentados após período de destreino.

Outras pesquisas buscaram averiguar os efeitos do RT e da periodização do treinamento de força sobre as adaptações nos diferentes sistemas orgânicos em indivíduos idosos (33,36). Todavia, até onde se sabe, esta foi à primeira investigação a propor a ondulação do volume e da carga no treinamento resistido como estratégia viável de aplicação as mulheres idosas. Além disso, foi possível observar a magnitude da transferência dos efeitos residuais da força sobre as habilidades funcionais após um período de destreino.

Embora ainda seja cedo para assegurar que a melhora nas habilidades funcionais e um suposto efeito protetor obtidos como o presente modelo de periodização possa ser estendida a populações mais idosas do que as investigadas no presente estudo, a teoria do conhecimento relacionada ao treinamento desportivo sugere que o fenômeno observado, ou seja; a) retenção ainda que parcial da força por um período de destreino igual ao treinamento; b) a seletividade da carga para desenvolvimento de habilidades específicas; c) bem como a complexidade da variação da carga e a d) natureza biológica no desenvolvimento das habilidades (e.i. alteração morfológica da força), caracteriza o “Efeito Residual do Treinamento” com descrito por Issurin (57).

### **3.1.7 Conclusão**

Em suma, os resultados apresentados aqui, sugerem que a estratégia concentrada de cargas do treinamento resistido com volume racionalizado e intensidade crescente de forma ondulatória, desencadearam adaptações específicas na força, com subsequente transferência às habilidades funcionais no pós-treinamento e manutenção parcial dos ganhos após período de inatividade nas mulheres sexagenárias, mesmo havendo retorno da força aos níveis iniciais.

### 3.1.8 Referências

1. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade – 1990-2050. Revisão 2008. **Estudos e Pesquisas – Informações Demográficas e Socioeconômicas**, n.24, 2008.
2. FERREIRA, M. T. et al. Health-related factors correlate with behavior trends in physical activity level in old age: longitudinal results from a population in São Paulo, Brazil. **BioMed Center Public Health**, v.10, p.690-700, 2010.DOI:10.1186/1471-2458-10-690.
3. NAIR, K. S. Aging Muscle. **American Journal of Clinical and Nutrition**, v.81, p.953-965, 2006.
4. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACMS). Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.7, p.1510-1530, 2009.
5. DELBAERE, K. et al. Physical Performance Test as Predictor of Frequent Faller. **Clinical Rehabilitation**, v. 20, n.1, p.83-90, 2006.
6. SOCIEDADE BRASILEIRA DE GERIATIA E GERONTOLOGIA. ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA/CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (AMB/CFM). **PROJETO DIRITRIZES - Quedas em Idosos: Prevenção**. São Paulo. 2008. 10p. Disponível em <[http://www.projetodiretrizes.org.br/projeto\\_diretrizes/082.pdf](http://www.projetodiretrizes.org.br/projeto_diretrizes/082.pdf)>. Acessado em 15 nov.2009.

7. JOHNSTON, A. P. W.; De LISIO, M.; PARISE, G. Resistance Training, Sarcopenia, and the Mitochondrial Theory of Aging. **Applied Physiologic of Nutritional and Metabolic**, v.33, p.191-199, 2008. DOI:10.1139/H07-141.
8. McDERMOTT, A. Y.; MERNITZ, H. Exercise and older patients: prescribing guidelines. **American Family Physician**, v.74, p.437–444, 2006.
9. LIU, C. J.; LATHAM, N. K. Progressive resistance trainingn strehgh training for improving physical function in older adults (REVIEW). **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v.8, n. CD002759, 2009. DOI: 10.1002/14651858.CD002759.pub2.
10. MANGIONE, K. K.; MILLER, A. H.; NAUGHTON, I. V. Cochrane Review: Improving Physical Function and Performance with Progressive Resistance Strength Training in Older Adults. **Physical Therapy**. v.90, n.12, p.1711-1715, 2010.
11. LIU-AMBROSE, T. et al. Resistance Training and Executive Function: A 12-Month Randomized Controlled Trial. **Archives of Internal Medicine**, v.170, n.2, p.170-178, 2010.
12. McDERMOTT, A. Y.; MERNITZ, H. Exercise and older patients: prescribing guidelines. **American Family Physician**, v.74, p.437–444, 2006.
13. NEPTUNE, R. R.; CLARK, D. J.; KAUTZ, S. A. Modular Control of Human Walking: A Simulation Study. **Journal Biomechanical**, v.42, n.9, p.1282-1287, 2009.
14. LAJOIE, Y.; GALLAGHER, S. P. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. **Archive of Gerontology and Geriatric**, v.38, p.11-26, 2004.

15. ORR, R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly: A Systematic Review. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v.46, n.2, p.183-220, 2010.
16. REEVES, N. D.; NARICI, V.; MAGANARIS, C. N. Effect of Resistance Training on Skeletal Muscle-Specific Force in Elderly Human. **Journal Applied Physiology**, v.96, p.885-892, 2004.
17. RUBENSTEIN, L. Z. Falls in Older People: Epidemiology, Risk Factors, and Strategies for Prevention. **Age and Aging**, v.35, n.S2, p.ii37-ii41, 2006.
18. SHIMADA, H. et al. Relationship between Age-Associated Changes of Gait and Falls and Life-Space in Elderly People. **Journal of Physical Therapy Science**, v.22, n.4, p.419-424, 2010.
19. TSCHOPP, M.; SATTELMAYAER, M. K.; HILFILKER, R. Is Power Training or Conventional Better for Function in Elderly Persons? A Meta-Analysis. **Age and Ageing**, v.40, p.549-556, 2011.
20. LATHAM, N. K.; LIU, C. J. Strength Training in Older Adults: The Benefits for Osteoarthritis. **Clinics in Geriatric Medicine**, v.26, p.445-459, 2010. DOI: 10.1016/j.cger.2010.03.006.
21. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACMS). Position Stand: Progression Models in Resistance Training of Healthy Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.3, p.687-708, 2009. Doi: 10.1249/MSS.b013e3181915670.
22. VAN DIEËN, J. H.; PIJNAPPELS, M. Falls in Older People. **Journal Electromyography and Kinesiology**, v.18, 169-171, 2008.
23. PIJNAPPELS, M. et al. Tripping without Falling; Lower Limb Strength, a Limitation for Balance Recovery and a Target for Training in the elderly. **Journal Electromyography and Kinesiology**, v.18, p.188-196, 2008.

24. HOWE, T. E.; SKELTON, D. A. Consensus on Care Outcome Measures of function are Needed to Progress our Knowledge of 'Best Practice' Exercise Components for Older People. **Age and Ageing**, v.40, n.5, p.532-533, 2011. DOI: 10.1093/ageing/afr082.
25. SURFACE ELECTROMYOGRAPHY FOR THE NON-INVASIVE ASSESSMENT OF MUSCLES (SENIAM). Introduction to the special issue on the SENIAM European Concerted Action. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.10, n.5, p.283-296, 2000.
26. LEHMAN, G. J.; MCGILL, S. M. The Importance of Normalization in the Interpretation of Surface Electromyography: A Proof of principle. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v.22, n.7, 444-446, 1999.
27. RIKLI, R. E.; JONES, C. J: Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v.7, n.2, p.129-161, 1999.
28. MIYAMOTO, et al. Brazilian Version of the Berg Balance Scale. **Brazilian Journal of Medicine and Biological Researcher**, v. 37, n.9, p.1411-1421, 2004.
29. BROWN, L.; WEIR, J. ASEP Procedures Recommendation I: Accurate Assessment of Muscular Strength and Power. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.4, n.3, p.1-21, 2001.
30. BRZYCKI, M. Strength testing: Prediction of one-rep max from reps-to-fatigue. **The Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v.64, p.88-90, 1993.
31. RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, p.918-920, 2004.

32. COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988.
33. DeBELISE, M. et al. A Comparison of Periodised and Fixed Repetition Training Protocol on Strength in Older Adults. **Journal of Science and Medicine in Sports**, v.8, n.2, p.190-199, 2005.
34. WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2007. Disponível em [http://www.who.int/ageing/publications/Falls\\_prevention7March.pdf](http://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf). Acessado em 16/08/2011.
35. CARROLL, T. J.; RIEK, S.; CARSON, R. G. The Sites of Neural adaptation induced by Resistance Training in Humans. **Journal of Physiology**, v.554, n.2, p.641-652, 2002.
36. NEWTON, R. U. et al. Mixed-methods Resistance Training increases power and strength of young and older men. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v.34, n.8, p.1367-1375, 2002.
37. CARVALHO, M. J.; MARQUES, E.; MOTA, J. Training and Detraining Effects Functional Fitness after a Multicomponent Training in Older Women. **Gerontology**, v.55, p.41-48, 2010. DOI.10.1159/000140681.
38. McDERMOTT, A, Y; MIRNITZ, H. Exercise and Older Patients: Prescribing Guidelines. **American Family Physician**. v.74, n.3, p.435-245, 2006.
39. FATOUROS, I. G. et al. Strength Training and Detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility, of inactive older man are intensity dependent. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, p.776-780, 2005.
40. TORAMAN, N. F. Short and Long term detraining: in there any difference between young-old and older people. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, p.561-564, 2005.

41. FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increase Strength. **Sports Medicine**, v.37, n.2, p.145-168, 2007.
42. PERSCH, L. N.; et al. Strength Training Improves Fall-related Gait Kinematics in the Elderly: A Randomized Control Trial. **Clinical Biomechanics**, v.24, p.819-825, 2009.
43. SERRA-REXACH, J. A., et al. Short-term, Light-to Moderate-Intensity Exercise Training Improves Leg Muscle Strength in Oldest Old: A Randomized Control Trial. **Journal American Geriatrics Society**, v.59, n.4, p.594-599, 2011.
44. KENT-BRAUM, J. A. Skeletal Muscle Fatigue in Old Age: Whose Advantage? **Exercise and Sports Science Review**, v.37, n.1, p.3-9, 2009.
45. SILDER, A.; HEIDERSCHEIT, B.; THELEN, D. G. Active e Passive Contributions to the Joint Kinetics During Walking in Older Adults. **Biomechanics**, v.41, n.7, p.1520-1527, 2008.
46. LOCKHART, T, E.; KIM, S. Relationship Between hamstring activation rate and heel contact velocity: Factors influencing age-related slip-induced falls. **Gait Posture**, v.24, n.1, p.23-34, 2006.
47. LOCKHART, T, E.; SMITH, J. L.; WOLDSTAD, J. C.; Effects of aging on Biomechanics of Slips and Falls. **Human Factors**, v.47, n.4, p.708-726, 2005.
48. DeVITA, P.; HORTOBAGYI, T. Age Causes a Redistribution of Joint Torques and Powers During Gait. **Journal Applied Physiology**, v,88, p.1804-1811, 2000.
49. ERIM Z.; BEG, M. F.; BURKE, D. T.; DeLUCA, C. J. Effects of Aging on Motor-Unit Control Properties. **Journal Neurophysiology**, n.82, p.2081-2091, 1999.

50. MERCER, V. S.; SAHRMANN, S. A. Postural synergies associated with a stepping task. **Physical Therapy**, v.79, p.1142–1152, 1999.
51. MCGIBBON, C. A.; KREBS, D. E. Discriminating age and disability effects in locomotion: neuromuscular adaptations in musculoskeletal pathology. **Journal Applied Physiology**, v.96, p.149-204, 2004.
52. RHEA, M. R. et al. N. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.16, n.2, 250-255, 2002.
53. APEL, J. M.; LACEY, R. M.; KELL, R. A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.3, 694-703, 2011.
54. WALKELING, J. M.; UEHLIN, K.; ROZITIS, A. I. Muscle Fiber Recruitment can respond to the mechanics of muscle contraction. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 3, p.533-544, 2006.
55. MOTTRAN, C. J. et al. Motor-Unit Activity Differs with Load Type During a Fatiguing Contraction. **Journal of Neurophysiology**, v.93, p.1381-1392, 2005.
56. FARINA, D.; MERLETTI, R.; ENOKA, R. M. The Extraction of Neural Strategies from the Surface EMG. **Journal Applied Physiology**, n.96, p.1486-1495, 2004.
57. ISSURIN, V. B. New Horizons of the Methodology and Physiology of Training Periodization. **Sports Medicine**, v.40, n.3, p.189-206, 2010.

## **4 ARTIGO ORIGINAL II**

#### **4.1 Efeitos da Periodização Ondulatória de 12 Semanas e do Destreinamento sobre a Dinâmica Não-Linear da Frequência Cardíaca em Mulheres Idosas**

#### 4.1.1 Resumo

O treinamento resistido (RT) supervisionado pode influenciar positivamente a saúde cardiovascular dos sujeitos idosos. Contudo, a integração dos diferentes sistemas fisiológicos sobre a regulação autonômica cardiovascular decorrente do RT em mulheres idosas ainda não está bem caracterizada. Assim, a presente investigação estudou os efeitos da ondulação do volume e da intensidade do RT após 12-sem de treinamento sobre as flutuações lineares e não lineares da frequência cardíaca em onze mulheres sexagenárias. Outro objetivo foi determinar a magnitude dos efeitos após 12-sem de destreino. O controle autonômico foi inferido a partir dos componentes espectrais da variabilidade (HRV) no domínio da frequência e dos componentes de entropia para a dinâmica da frequência cardíaca, ambos em repouso. Melhoras significativas na força foram observadas ao longo da intervenção pelo RT (MANOVA  $p < 0,0006$ ). Não foram observadas mudanças significativas dos componentes espectrais da HRV, contudo a Entropia Aproximada (ApEn) e Entropia da Amostra (SampEn) mostraram-se significativamente maiores (MANOVA;  $p < 0,05$ ) após o período de treinamento e permaneceram elevados (ANOVA;  $p < 0,03$  em ambos) para ApEn e SampEn após destreino. Além disso, a magnitude do efeito do tamanho ( $d$ ), foi grande para a ApEn ( $d = 4,2$  e  $5,3$ ) e SampEn ( $d = 3,6$  e  $3,4$ ) no treinamento e destreino, respectivamente, em relação ao *Baseline*. A ondulação diária do volume e da intensidade no RT, produziu um efeito cardio-protetor nas mulheres sexagenárias pois induziu mudanças favoráveis nos índices da complexidade da frequência cardíaca sem alterar os indicadores lineares da HRV, contudo os mecanismos envolvidos nas mudanças não estão totalmente claros.

**Palavras chaves:** Saúde do Idoso, Exercício Físico, Entropia

#### 4.1.2 Abstract

The supervised Resistance Training (RT) can positively influence the cardiovascular health of elderly individuals. However, the integration of different physiological systems of cardiovascular autonomic regulation resulting from the RT in elderly women is not yet well characterized. In this way we investigated the effects of undulation of volume and intensity of the RT after 12-wks of training on the linear and nonlinear fluctuations in heart rate of eleven women over 60 years of age. Another objective was to determine the magnitude of the effects after 12-wks of detraining. The autonomic control was inferred from the spectral components of heart rate variability (HRV) in the domain of frequency and entropy components for heart rate dynamics, both at rest. A significant improvement in strength was observed during the intervention by RT (MANOVA;  $p < 0.0006$ ). There were no significant changes of the spectral components of HRV, however the Approximate Entropy (ApEn) and Sample Entropy (SampEn) were significantly (MANOVA,  $p < 0.05$ ) higher after the training period (ApEn =  $p < 0.04$ ; SampEn =  $p < 0,005$ ) and remained elevated (ApEn =  $p < 0.05$ ; SampEn =  $p < 0.03$ , respectively) after detraining. Furthermore, the magnitude of the effect size ( $d$ ), was great for the ApEn ( $d = 4.2$  and  $5.3$ ) and for the SampEn ( $d = 3.6$  and  $3.4$ ) in the training and detraining respectively, compared to Baseline. The daily undulation of volume and intensity on RT produced a cardio-protective effect in women over 60 years of age as it induced favorable changes in the heart rate complexity without altering the linear indicators of HRV, however the mechanisms involved in the changes are not totally clear.

**Keywords:** Autonomic nervous system, Nonlinear Dynamics, Exercise Therapy

### 4.1.3 Introdução

O envelhecimento compromete o eixo neuro autonômico no controle cardiovascular de forma heterogênea e em diferentes níveis (1). Evidências baseadas em estudos transversais e epidemiológicos tem mostrado que o treinamento resistido (RT) supervisionado pode influenciar positivamente a saúde cardiovascular, além de aumentar a força e capacidade muscular dos indivíduos idosos (2-7). Contudo, a integração dos sistemas nervoso central (SNC), cardiovascular e muscular sobre a regulação autonômica cardiovascular decorrente do RT, ainda não esta bem caracterizada.

Para tal caracterização, costuma-se adotar o estudo da variabilidade da frequência cardíaca (HRV), que é uma medida do controle autonômico que fornece importantes elementos sobre o mecanismo de regulação da atividade cardíaca (1). Estudos randomizados mostraram que o RT favoreceu a mudanças positivas nos índices lineares da HRV no domínio do tempo e da frequência em sujeitos idosos de ambos os gêneros com diferentes patologias (8,9). Todavia, outras investigações (10-13) não encontraram qualquer alteração nos índices lineares da HRV e outros (14) ainda verificaram um ajuste simpático inexplicável sobre o sistema nervoso autonômico (SNA) após RT.

Uma quantidade significativa de informações contidas no espectro da HRV deriva de fenômenos não-lineares (15-19). O sistema exibe um certo grau de aleatoriedade ou irregularidade. O uso isolado dos métodos lineares resulta em perda de informações sobre regulação autonômica cardiovascular, que podem ser detectadas por índices da flutuação dinâmica não-linear na análise da frequência cardíaca (HR) (15-19).

Medidas de dimensões como expoentes de Lyapunov, entropia, índice de determinismo, análises de flutuações depuradas de tendência (DFA), entre outros, são usadas para determinar a dinâmica não-linear da HR (15-19). Estes métodos de análise não-lineares derivados da dinâmica da HR, apresentam uma nova abordagem aos já

conhecidos métodos convencionais da HRV, pois são projetados para avaliar a qualidade, a escala e correlação do sinal e não a magnitude das propriedades da HRV (15).

Além disso, as respostas adaptativas aos exercícios sistemáticos são dependentes do modo, planejamento e organização do treinamento (20,21). Assim, o termo periodização refere-se à manipulação sistemática das variáveis agudas do RT durante um determinado período. As formas mais estabelecidas de periodização (PER) são a fixa (NP), clássica ou linear (LP) e a não-linear ou ondulatória (UP) (20,21). A LP é caracterizada pela relação inversa entre volume e intensidade ao longo do ciclo de planejamento das cargas, enquanto a UP é caracterizada pela ondulação frequente de volume e intensidade ao longo ou dentro da unidade básica do ciclo de planejamento das cargas ou mesmo dentro da sessão de treinamento (20,21).

Pouco se sabe sobre os efeitos da periodização do RT sobre a função autonômica cardíaca e, considerando as divergências, é razoável especular que o planejamento e a ordenação temporal estruturada de forma ondulatória diária (DUP) produzam melhoras sobre a flutuação dinâmica não-linear da HR em mulheres idosas, mais isto, até onde se sabe, não foi investigado até este momento.

Assim, o presente estudo examinou, primeiramente, os efeitos da manipulação planejada, organizada e sistemática do volume e da intensidade de modo ondulatório da PER sobre a modulação autonômica cardíaca por meio dos índices lineares e não-lineares da frequência cardíaca. Posteriormente, foi avaliado o efeito do destreinamento sobre a modulação autonômica cardíaca. Finalmente, buscou-se averiguar o nível de concordância entre as mudanças nos índices lineares da HRV e não-lineares da complexidade de HR com a força nas mulheres idosas.

#### 4.1.4 Materiais e Métodos

##### 4.1.4.1 Sujeitos

Os sujeitos desta investigação foram recrutadas do programa de Extensão Universitária “Qualidade de Vida na Melhor Idade”, mantido pelo Centro Universitário Hermínio Ometto. Após chamada pública (Fev-Mar), 89 voluntários, com idade entre 56 e 91 anos se ofereceram para participar deste estudo entre março e junho. Os critérios de exclusão foram: idade inferior a 60 anos e superior a 70 anos, ser do gênero masculino, tabagista, alcoolista, deficiência auditiva grave, cegueira social, hipertensão arterial descontrolada ou acima de 160/100 mm.Hg, doença cardiorrespiratória sintomática e conhecidas, osteoartrite crônica, doença conhecida neurológica incapacidade e progressiva, hepática, vascular periférica, diabetes, renal, adrenal, pituitária, tireóide e uso de medicação anti-depressiva, praticar exercícios físicos de forma regular (uma ou menos de uma sessão de exercício na média, por semana) nas últimas 12 semanas, ou de programa estruturado de treinamento com pesos nas últimas 24 semanas, antes do início desta investigação, também consistiu critério de exclusão. Vinte e quatro indivíduos foram excluídos por limitações patológicas (10 – diabéticos; 8 – hipertensos descontrolados; 6 – doenças cardiorrespiratórias conhecidas), 18 por serem fumantes ou estarem fora da faixa etária pretendida, 3 sujeitos do gênero masculino e 28 por restrições à prática de exercícios físicos.

Todas as voluntárias selecionadas foram submetidas à exames clínicos, que incluíam eletrocardiograma de repouso e avaliação médica para descartar qualquer doença musculo-esquelética ou cardiovascular desconhecida, sendo que duas voluntárias foram excluídas por apresentar distúrbio de condução. Na seleção final, 14 voluntárias, não fumantes, hipertensas controladas (< 160/100 mm.Hg), fazendo uso de medicação anti-hipertensiva (7 – diuréticos; 7 – bloqueadores de AT + diuréticos) e hipolipimiente e gastrorestante (14 – sinvastatina; 3 – benzafibrato; 5 – omeprazol)

tinham autorização médica para participar nos testes e treinamentos. Três voluntárias desistiram espontaneamente de participar deste estudo, sem qualquer prejuízo para as mesmas.

Todas as voluntárias foram informadas verbalmente e por escrito de todos os procedimentos que seriam adotados nesta investigação e só foram incluídos após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos deste estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1983 e foram aprovados pelo Comitê de Ética e Mérito Científico em Seres Humanos do Centro Universitário Hermínio Ometto, Araras-SP, sob o registro 878/2009 (ANEXO 1).

#### **4.1.4.2 Desenho Experimental**

O estudo foi caracterizado como descritivo transversal, para qual todos os sujeitos foram alocados em um único grupo contemporâneo exposto ao fator experimental composto treinamento e destreinamento, permitindo desta maneira que cada sujeito fosse o seu próprio controle. Além disso, o tratamento não foi negado a qualquer unidade da amostra. Durante todo o período de treinamento e destreinamento, as voluntárias foram instruídas a abster-se de qualquer forma de exercício estruturado aeróbio ou de força e não alterarem o estilo de vida habitual.

#### **4.1.4.3 Avaliações**

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador em 3 ocasiões: a primeira (*baseline* ou P0) foi realizada antes do início do treinamento (mar-jun), a segunda avaliação (pós-treinamento ou P1) ocorreu após 12 semanas de PER (jul-set) e a última avaliação (destreinamento ou P2) foi realizada após 12 semanas (out-dez) de cessar o treinamento. A bateria de testes foi organizada de modo a causar o mínimo de interferência intra e entre-teste e as mesmas condições foram mantidas em cada período de avaliação.

As voluntárias foram instruídas a realizarem um total de cinco visitas ao laboratório, entre 7-9 horas da manhã, pós-prandial. Além disso, foram orientadas a não realizarem exercícios físicos pesados, manterem a rotina de sono, abster-se de álcool, chá e de cafeína ou realizarem refeição pesada 2 h antes das avaliações fisiológicas. Na primeira visita, foram realizadas as coletas sanguíneas para as dosagens bioquímicas, após 12 h de jejum e a avaliação antropométrica. Durante a segunda visita foi realizada aquisição e registro dos intervalos R-R (RRi) e medidas de BP de repouso. Na terceira visita foram realizados os testes de 1RM e repetições máximas (RMs). Na quarta sessão foram realizados os retestes de força. Cada visita foi espaçada por um período mínimo de 24-48 h e as avaliações conduzidas sempre no mesmo horário do dia para reduzir possíveis variações circadianas nos sinais fisiológicos.

#### **4.1.4.4 Antropometria**

A massa corporal (BM) foi avaliada por balança elétrica modelo BPF310 (Tanita ®) e o percentual de gordura (%FBM) determinado por análise de impedância

bioelétrica pelo mesmo equipamento. A estatura (H) foi determinada por estadiômetro (calibração de 0,5 cm). O índice de massa corporal (BMI) foi determinado pelo produto entre  $BM \div H^2$  e expresso em  $kg.m^2$ . Para a determinação do índice cintura:quadril (WHR) foi utilizado o produto entre o perímetro da cintura, a partir da cicatriz umbilical e o perímetro do quadril da parte mais larga da região glútea (e.i.  $C \div Q$ ).

#### **4.1.4.5 Análises Bioquímicas de Jejum**

As concentrações de colesterol total (mg/dL; enzimático), lipoproteína de alta densidade (mg/dL; enzimático direto), triglicéides (mg/dL; enzimático), glicemia de jejum (mg/dL; enzimático), uréia (mg/dL; cinético UV), creatinina (mg/dL; cinético) e cálcio (mg/dL; colorimétrico) foram determinados a partir de amostras sanguíneas (20,0 mL) obtidas em tubos *Vacutainer*. Todas as análises bioquímicas foram realizadas após 12 h de jejum noturno. Foram usados *Kits* comerciais Liquiform (Labtest®) e SynermedTM (Synermed International Inc®) em analisador bioquímico automatizado COBAS MIRA PLUS (Roche Hitachi®).

#### **4.1.4.6 Avaliação da Pressão Arterial**

A pressão arterial (BP) foi determinada pelo método auscultatório, com o único propósito de triagem das idosas. As medidas foram feitas por dois avaliadores distintos e experientes, seguindo as recomendações do VII JNC (21).

Tabela 1. Características antropométricas e de pressão arterial da amostra.

Variáveis	M ± SE		
Idade, anos	65±1		
Altura, cm	156,0±1,6		
	P0	P1	P2
BM, kg	68,5±2,9	67,4±2,6	67,5±2,7
BMI, kg/m <sup>2</sup>	28,1±1,0	27,7±0,9	27,7±1,0
Percentual de gordura corporal, %	35,1±1,1	33,9±0,9	33,6±1,3
WHR	0,93±0,02	0,91±0,01	0,93±0,03
BP			
Sistólica	143,6±3,1	121,1±3,1	134,4±3,7
Diastólica	83,6±2,9	80,1±2,5 <sup>†</sup>	83,1±2,3

BM = massa corporal, BMI = índice de massa corporal, WHR = índice cintura-quadril, BP = pressão arterial. † =  $p < 0,03$  entre P0 e P1. Diferenças localizadas pelo teste *post hoc* Fisher.

#### 4.1.4.7 Aquisição e Registro dos intervalos R-R de repouso

O registro dos R Ri foi realizado em condição de repouso, 24 h após a coleta sanguínea. Os R Ri foram captados a partir de cinta transmissora codificada (T61 codec, Polar Electro OY, Finlândia), colocada na região do torax, na altura do 5º espaço intercostal e transmitidos para o monitor cardíaco modelo S810i (Polar Electro OY, Finlândia), onde foram gravados. A frequência de amostragem foi de 1.000 Hz. O registro foi realizado entre 7-9 h da manhã, em sala silenciosa, temperatura controlada ( $\cong 22^\circ - 24^\circ\text{C}$ ), iluminação natural, em decúbito na posição supina, após repouso sentado de 5 min. A duração do registro dos R Ri foi de 10 min, contudo somente os 5 min finais foram utilizados para análise por serem os mais estáveis (1). As voluntárias foram orientadas a manter a frequência respiratória de forma espontânea e normal. As mensurações dos R Ri por meio do monitor Polar S810i tem apresentado precisão melhor que 2 ms quando comparado com o método ECG, tanto em repouso quanto em exercício (22,23) e estão de acordo com as recomendações da TASK FORCE (1).

#### 4.1.4.8 Análises espectrais lineares e não-lineares

Os dados armazenados no monitor de frequência cardíaca foram transferidos para computador compatível por interface infravermelha (IR interface, Polar Electro OY, Finlândia) onde então foram analisados por *software* específico (Kupios HRV v.2.0, Biosignal Analysis and Medical Imagem Group, Departamento de Física, Universidade de Kuopio, Finlândia). Os RRI abaixo de 300 ms e acima de 2.000 ms foram considerados artefatos e editados manualmente. O sinal resultante foi filtrado pelo *software* eliminando batimentos ectópicos e artefatos. Cada RRI editado foi substituído por valor da média mantendo a tendência da série temporal dos RRI. Seguintes cujos a edição dos batimentos prematuros ou ruídos excederam 15% do sinal foram excluídos da análise. As técnicas de filtragem já foram descritas em estudos anteriores (19,25).

A HRV foi analisada pelo domínio da frequência. A partir da densidade do espectro de potência foram obtidos os seguintes componentes: baixa frequência (LF), que apresenta limites de banda entre 0,04–0,15 Hz, correspondente a intensidade da modulação simpática e vagal do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o coração, e a banda de alta frequência (HF) que apresenta limites entre 0,15–0,40 Hz e expressa a modulação vagal atuando sobre o nódo sinu-atrial. Os espectros de potência foram calculados em unidade absolutas ( $\text{ms}^2$ ) e normalizadas (n.u.). Em adição a taxa LF/HF foi utilizada como indicador do equilíbrio vago-simpático da atividade cardíaca. Os indicadores de HRV estão de acordo com as recomendações da TASK FORCE (1).

A entropia aproximada (ApEn) e a entropia da amostra (SampEn) foram usadas para quantificar a complexidade da série temporal dos RRI. A ApEn faz parte da família de variáveis estatísticas/matemáticas que avalia a probabilidade condicional de semelhança entre uma seqüência de dois pontos. Na prática, um valor baixo de ApEn reflete um alto grau de regularidade (26). A SampEn determina a probabilidade de encontrar padrões específicos em uma série temporal de dados. Embora mais robusta que ApEn, tem sido sugerido que para a análise da SampEn é necessária um conjunto superior a 200 pontos estáveis e livres de batimentos ectópicos (26). A avaliação da

complexidade, foi realizada sobre os mesmo dados e software usado para a análise do espectro de potência.

#### **4.1.4.9 Protocolo de RMs e 1-RM**

A força máxima foi avaliada antes, após 12 semanas PER e após 12 semanas de destreinamento. Para tanto foram utilizados oito exercícios isotônicos de acordo com as recomendações da AHA (2) e ACMS (4-5), na seguinte ordem: leg press, supino reto, tríceps polia, mesa extensora, puxador frontal, rosca direta, mesa flexora, desenvolvimento frontal. Antes dos testes de força máxima para uma repetição (1-RM) e repetições máximas (RMs) cada voluntária foi orientada a realizar aquecimento de acordo com as recomendações de Brown e Weir (27). Após o aquecimento, foi selecionada uma carga onde cada voluntária fosse capaz de completar um mínimo de 3 e não mais de 10 repetições em cada um dos exercícios, com excessão ao exercício leg press e supino reto. O número de RMs realizadas e a carga levantada foram usadas para estimar a carga para 1-RM (1-RMe) a partir da equação proposta por Brzycki (28):  $1\text{-RMe} = C \div (1,0278 - 0,0278 \times \text{RMs})$ , onde C foi a carga levantada. Houve um intervalo de 3-5 min de descanso para assegurar uma recuperação adequada entre cada exercício. Para o exercício leg press (LP45) e supino reto (BP) a carga da 1-RM foi determinada seguindo os procedimentos descritos previamente por Brown e Weir (27). Todas as sessões foram supervisionadas por um treinador pessoal especialista em treinamento de força. A soma total das cargas de todos os exercícios (TWL) foi usada como uma medida de eficácia da intervenção do PER (e.i. documentação do efeito do PER). Foi respeitado um intervalo de 24-48 h entre o teste e o reteste. A reprodutibilidade foi testada e o coeficiente de variação (CV) variou ente 1,5 a 9% ao longo da intervenção.

#### 4.1.4.10 Treinamento Resistido

O programa de PER foi adaptado a partir de conceitos e princípios aceitos como uma abordagem adequada a população idosa (2-5). Todas as sessões foram supervisionadas por instrutor pessoal especialista em treinamento de força e tiveram duração aproximada de 50 min. As voluntárias foram treinadas as segundas, quartas e sextas-feiras (e.i. 3 vezes por semanas) durante o período de intervenção. A intensidade, frequência e duração do treinamento foram projetadas para induzir melhoras significativas na força (4). O volume diário (repetições totais por série x número de séries x carga levantada; rep.set.kg) foi controlado para garantir o ajuste da ondulação da carga de treinamento a cada sessão.

A ordem e seleção dos exercícios foi estabelecida visando produzir efeito sobre os principais grupamentos musculares dos membros superiores e inferiores do corpo com exercícios mono-articulares e multi-articulares (4). Os principais músculos agonistas dos membros inferiores (quadríceps e isquiotibiais), das costas (grande dorsal, trapézio, rombóides e eretores da coluna), do tórax (peitoral maior, e serrátilo anterior), braço (bíceps e tríceps) e ombro (deltóide p. anterior e lateral) foram treinados em todas as sessões. Os exercícios foram realizados utilizando uma combinação entre pesos livres e máquinas com pesos aglomerados. Cada sessão contou com um aquecimento cardiovascular geral breve ( $\cong$  10-15 min) em esteira rolante, seguido por movimentos específicos de aquecimento dinâmico para atender a demanda músculo-articular dos exercícios propostos. Em seguida, a estes aquecimentos, cada voluntária realizou de 3-4 séries dos exercícios na mesma ordem descrita no protocolo de teste. Os intervalos de descanso entre as séries e exercícios foram de 30-180 seg e eram dependentes do volume diário da carga da sessão de treinamento que era randomizada. A velocidade do ciclo de contração de cada repetição, foi auto-determinada por cada uma das voluntárias, tendo em conta a fase concêntrica e excêntrica do movimento executado.

A progressão seqüencial e ondulação diária da carga de treino seguiu o seguinte esquema: as 12 semanas de treinamento (ou seja, 34 sessões no total) que foram subdivididas em três mesociclos (e.i. adaptação, específico I e II), cada um com

duração de 2, 4 e 6 semanas, respectivamente. Durante o período de destreino as voluntárias foram orientadas a retornar ao estilo de vida anterior ao início desta investigação e absterem-se de qualquer forma de exercício físico estruturado. O esquema de ondulação diária da carga de treinamento pode ser melhor visualizado na tabela 02.

Tabela 2. Esquema da ondulação diária da carga dinâmica da periodização do treinamento de força.

Fase	Período (sem)	Sessão	Capacidade	Série x Rep	%1-RM	Intervalo (seg)
Adaptação	1-2	1ª.S	EM	3 x 12-15 Rep	30	30-60
		2ª.S				
Específico I	3-6	1ª.S	EM	3 x 15-20 Rep	40	30-60
		2ª.S	FH	4 x 8-12 Rep	80	60-120
		3ª.S	F	4 x 3-4 Rep	90	120-180
Específico II	7-12	1ª.S	EM	3 x 15-20 Rep	50	30-60
		2ª.S	FH	4 x 8-12 Rep	85	60-120
		3ª.S	F	4 x 3-4 Rep	95	120-180

EM = endurance muscular, FH = força hipertrófica, F = força.

#### 4.1.4.11 Procedimentos estatísticos

Os dados foram tratados estatisticamente através da análise descritiva dos dados e as variáveis dependentes expressas em valores médios  $\pm$  desvio padrão ( $M \pm SD$ ). A escolha do teste (paramétrico ou não-paramétrico) foi determinada em função da distribuição e homogeneidade das variáveis em cada condição estudada. Transformação adequada dos dados foi indicada pelo teste Cox e Box se os dados não apresentavam distribuição normal e homogênea para atender os pressupostos para análise paramétrica. A análise da variância (ANOVA) para medidas repetidas ou múltiplas (MANOVA) foi usada para avaliar as variáveis ao longo dos três pontos no tempo ( $P_0 \times P_1 \times P_2$ ). Quando um efeito significativo foi detectado no nível de significância adotado, o teste *post hoc* de Fisher foi usado para localizar a diferença. O

tamanho do efeito (ES) no treinamento resistido foi calculado pela diferença entre os escores de experimental e controle dividindo pelo SD do controle e a magnitude do efeito determinada de acordo com Rhea et al. (29), onde a magnitude foi considerada baixa ( $ES \leq 1,0$ ), moderada ( $1,0 < ES \leq 1,5$ ) e grande ( $ES \geq 1,5$ ). Para as variáveis espectrais o ES foi calculado utilizando o modelo proposto por Cohen (30), onde  $d$  (efeito do tamanho) representa a razão entre a diferença da média dos tratamentos e o desvio padrão *pooled within groups*, onde  $d = 0,2, 0,5$  e  $0,8$  foi considerado baixo, moderado e grande efeito, respectivamente. O ES ou  $d$  foi determinado entre P0 e P1 (Treinamento), P1 entre P2 (Destreinamento) e P0 entre P2 ( $\Delta Baseline$ ). O grau de concordância entre as mudanças absolutas e relativas nos indicadores de força (e.i. LP45, SR e TWL) e os demais indicadores da HRV e dinâmica da HR ao longo dos três pontos no tempo (e.i. P0, P1 e P2) foram avaliados pela análise do viés e limites de concordância ( $\pm 1,96$ ) proposta por Bland e Altman (31) e a regressão linear simples testou a magnitude desta relação. Adicionalmente foi feita a análise dos extremos (base nos desvios) dos resíduos para identificar a significância dos valores *outliers*. O índice de significância adotado foi de 5% e o grau de confiabilidade de 95%.

#### 4.1.5 Resultados

A aderência ao PER foi em média 33 das 34 sessões possíveis ( $p = 0,93$ ; teste  $t$  para uma amostra).

#### 4.1.5.1 Mudanças na Antropometria e Bioquímica Sangüínea

Não houveram mudanças significativas ( $p > 0,05$ ) nos parâmetros antropométricos (e.i. BM, %FBM, BMI, WHR) nem tão pouco nos indicadores bioquímicos sangüíneos avaliados, excessão à glicemia de jejum ( $p < 0,02$ ) e creatinina sérica ( $p < 0,03$ ) ao longo do treinamento e destreinamento. O efeito do tempo (P0, P1 e P2) sobre as variáveis glicose sangüínea de jejum e a creatinina sérica e os valores  $M \pm SD$  estão sumarizados na tabela 03.

Tabela 3. Características bioquímicas sangüíneas da amostra

	P0	P1	P2
Creatinina Sérica, mg/dL	1,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1*
Cálcio Sérico, mg/dL	9,5 $\pm$ 0,1	9,5 $\pm$ 0,2	9,3 $\pm$ 0,2
Uréia Sérica, mg/dL	34,3 $\pm$ 13,1	35,0 $\pm$ 10,0	32,6 $\pm$ 9,0
Colesterol Total, mg/dL	178,4 $\pm$ 8,0	169,6 $\pm$ 5,7	178,6 $\pm$ 8,5
HDL- colesterol, mg/dL	58,9 $\pm$ 4,0	57,4 $\pm$ 3,2	51,7 $\pm$ 4,1
Triglicérides, mg/dL	120,5 $\pm$ 10,0	125,6 $\pm$ 7,6	124,7 $\pm$ 6,1
Glicose, mg/dL	101,9 $\pm$ 4,2	91,8 $\pm$ 2,4 <sup>†</sup>	93,0 $\pm$ 2,0

\* =  $p < 0,03$  entre P0 e P2, <sup>†</sup> =  $p < 0,03$  entre P0 e P1. Diferenças localizadas pelo teste *post hoc* Fisher.

#### 4.1.5.2 Mudanças na força

A força máxima (Tabela 4) para os exercícios LP45, SR e para a TWL apresentaram significativas diferenças entre os períodos (MANOVA  $p < 0,0006$ ), o teste *post hoc* de Fisher localizou as diferenças para LP45 (entre P0 e P1,  $p < 0,005$ ; P1 e P2,  $p < 0,02$ ), BP (entre P0 e P1,  $p < 0,01$ ; P1 e P2,  $p < 0,005$ ) e TWL (entre P0 e P1,  $p < 0,0009$ ; P1 e P2,  $p < 0,002$ ).

Tabela 4. Desenvolvimento e mudanças absolutas ( $\Delta$ ) e relativas ( $\Delta\%$ ) na força

	M $\pm$ SE			Diferença		ES	
	P0	P1	P2	$\Delta$	$\Delta\%$		
LP45	202,2 $\pm$ 11,6	262,2 $\pm$ 13,3 <sup>†‡</sup>	214,7 $\pm$ 16,7	P0-P1	60,0 $\pm$ 5,1	30,5 $\pm$ 3,2	1,6
				P1-P2	-47,5 $\pm$ 11,3	-24,4 $\pm$ 5,8	-1,3
				P0-P2	12,6 $\pm$ 9,9	6,1 $\pm$ 4,8	0,2
SR	36,2 $\pm$ 2,9	47,3 $\pm$ 2,7 <sup>†‡</sup>	34,8 $\pm$ 3,4	P0-P1	11,6 $\pm$ 1,3	35,0 $\pm$ 5,0	1,2
				P1-P2	-12,9 $\pm$ 1,9	-28,1 $\pm$ 2,8	-1,6
				P0-P2	-1,4 $\pm$ 1,4	-3,5 $\pm$ 5,0	-0,1
TWL	365,8 $\pm$ 17,2	470,8 $\pm$ 17,7 <sup>†‡</sup>	374,3 $\pm$ 24,8	P0-P1	105,0 $\pm$ 5,5	29,4 $\pm$ 2,3	1,8
				P1-P2	-96,5 $\pm$ 14,6	-20,9 $\pm$ 3,2	-1,6
				P0-P2	8,5 $\pm$ 14,1	2,1 $\pm$ 3,8	0,2

LP45 = Leg Press 45, SR = supino reto, TWL = carga total levantada,  $\Delta$  = diferença absoluta,  $\Delta\%$  = diferença relativa, ES = magnitude do tamanho do efeito de acordo com Rhea (29), <sup>†</sup> = diferença significativa entre P0 vs P1, <sup>‡</sup> = diferença significativa entre P1 vs P2. Teste *post hoc* de Fisher.

#### 4.1.5.3 Mudanças na HRV e dinâmica de HR

Os valores M $\pm$ SD para as variáveis HHR, lineares (e.i. LF e LF normalizada, HF e HF normalizada, LF/HF ratio) da HRV e não-lineares da HR (ApEn e SampEn) ao longo do processo de intervenção (e.i. P0, P1 e P2) estão sumerizados na tabela 04. Nenhuma diferença significativa (ANOVA/MANOVA,  $p < 0,05$ ) foi encontrada nos valores médios da HRR e nos índices lineares da HRV.

Tabela 5. M $\pm$ SD para a HRV e dinâmica da HR.

	P0	P1	P2
HRR, bpm <sup>-1</sup>	72,8 $\pm$ 2,2	70,0 $\pm$ 1,8	70,0 $\pm$ 2,4
HRV			
LF, Ln ms <sup>2</sup>	5,1 $\pm$ 0,2	5,1 $\pm$ 0,3	5,3 $\pm$ 0,2
HF, Ln ms <sup>2</sup>	4,7 $\pm$ 0,2	4,9 $\pm$ 0,2	4,7 $\pm$ 0,2
nLF, Ln n.u.	4,1 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,1
nHF, Ln n.u.	3,6 $\pm$ 0,1	3,7 $\pm$ 0,2	3,5 $\pm$ 0,1
LF/HF, Ln	0,5 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1
Dinâmica HR			
ApEn	1,1 $\pm$ 0,03	1,3 $\pm$ 0,04*	1,2 $\pm$ 0,03 <sup>†</sup>
SampEn	1,2 $\pm$ 0,06	1,6 $\pm$ 0,09*	1,5 $\pm$ 0,07 <sup>†</sup>

HRR = frequência cardíaca de repouso, Ln = logaritmo natural, u.n. = unidade normalizada, LF = componente de baixa frequência do espectro de potência da HRV, HF = componente de alta frequência do espectro de potência da HRV, ApEn = entropia aproximada, SampEn = entropia da amostra. \* = diferença significativa entre P0 e P1, <sup>†</sup> = diferença significativa entre P0 e P2. Diferenças localizadas pelo teste *post hoc* Fisher.

Entretanto os índices não lineares apresentaram diferenças significantes no (MANOVA,  $p < 0,05$ ). O teste *post hoc* de Fisher (tabela 05 e figura 1) localizou as diferenças entre P0 e P1 (ApEn =  $p < 0,04$ ; SampEn =  $p < 0,005$ ) e P0 e P2 (ApEn =  $p < 0,05$ ; SampEn =  $p < 0,03$ ).

A magnitude do  $d$  nas mudanças absolutas entre Treinamento, Destreinamento e  $\Delta$ Baseline, foi grande ( $d > 0,8$ ) somente nos índices não lineares (e.i. ApEn e SampEn). A tabela 05 sumariza os valores encontrados.

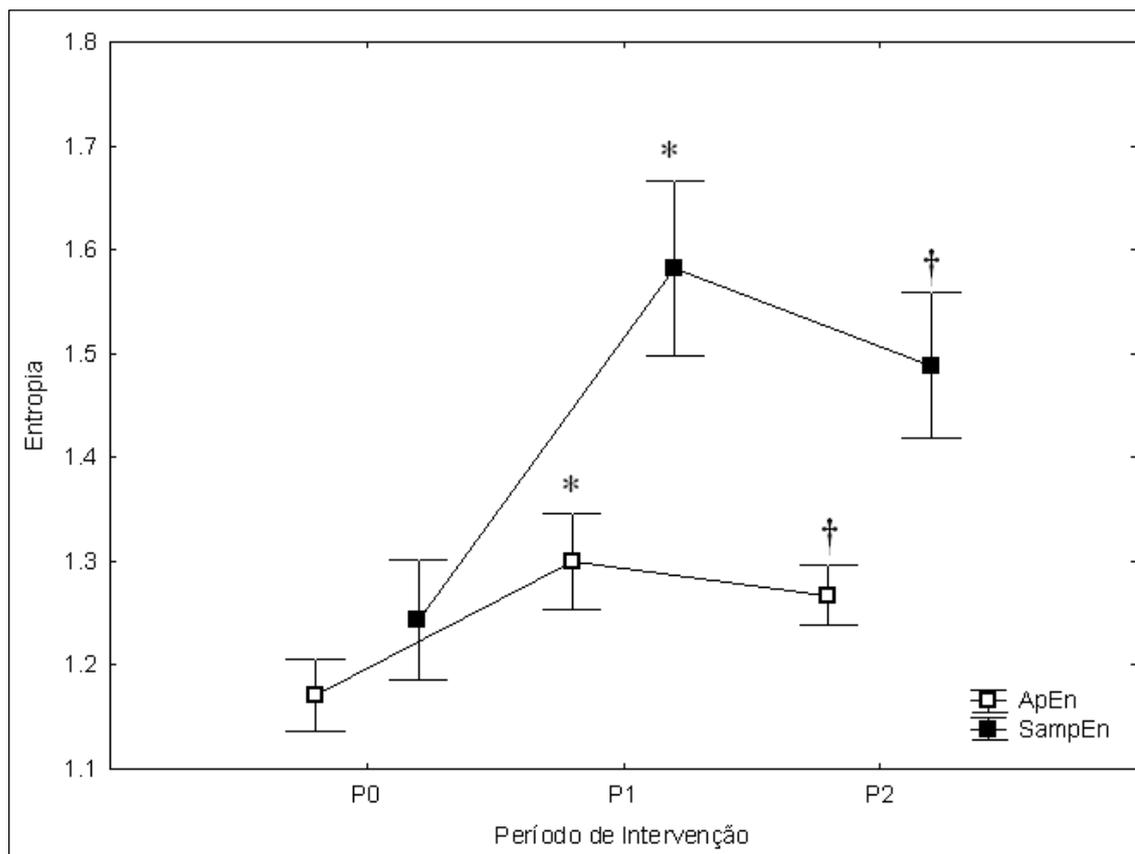


Figura 1. Mudança na dinâmica da HR (ApEn e SampEn) ao longo da intervenção (P0, P1 e P2). \* = diferença significativa entre P0 e P1, † = diferença significativa entre P0 e P2. Diferenças localizadas pelo teste *post hoc* Fisher.

#### 4.1.5.3 Análise da concordância e dependência entre as variáveis

Somente em três situações nas mudanças percentuais (e.i. LF, HF e LF/HF) a análise nos extremos dos resíduos (IC95%) se mostrou significativa ( $p < 0,05$ ). A regressão linear só não se mostrou a mais adequada em duas situações (e.i.  $\Delta\%$  ApEn e SampEn). A tabela 06 apresenta os achados nas mudanças percentuais e absolutas bem como as análises de Bland-Altman e as respectivas regressões lineares simples.

Tabela 6. Mudanças absolutas ( $\Delta$ ) e relativas ( $\Delta\%$ ) ao longo da intervenção

	Treinamento		Destreinamento		$\Delta$ Baseline		Análise de Bland-Altman/Regressão Linear					
	M $\pm$ SE	<i>d</i>	M $\pm$ SE	<i>d</i>	M $\pm$ SE	<i>d</i>	Bias	$\pm$ DP	-1,96	+1,96	$R^2$	<i>p</i>
Linear HRV												
LF, ms <sup>2</sup>		0,001		0,000		0,001						
$\Delta$	46,6	$\pm$ 75,5	39,0	$\pm$ 109,2	85,6	$\pm$ 102,7	52,7	310,9	-569,1	674,4	0,85	0,0001
$\Delta\%$	75,3	$\pm$ 61,6	50,3	$\pm$ 104,6	125,6	$\pm$ 91,3	80,8	278,3	-475,9	637,6	0,69	0,0001*
LF n.u.		0,003		-0,003		-0,003						
$\Delta$	-6,2	$\pm$ 7,0	9,1	$\pm$ 5,8	-3,0	$\pm$ 2,9	-2,3	67,4	-137,9	133,1	0,70	0,0001
$\Delta\%$	3,4	$\pm$ 21,0	5,3	$\pm$ 16,5	8,8	$\pm$ 6,1	2,9	55,6	-108,2	114,1	0,30	0,0001
HF, ms <sup>2</sup>		-0,015		0,025		0,008						
$\Delta$	54,0	$\pm$ 40,7	-51,7	$\pm$ 47,8	2,4	$\pm$ 35,4	-2,8	137,4	-277,6	272,0	0,47	0,0001
$\Delta\%$	134,2	$\pm$ 101,5	-46,8	$\pm$ 122,0	87,7	$\pm$ 76,9	55,5	325,7	-595,7	706,7	0,97	0,0001*
HF n.u.		0,013		-0,025		-0,106						
$\Delta$	5,4	$\pm$ 7,1	-9,1	$\pm$ 5,8	-3,7	$\pm$ 3,2	-6,8	61,8	-130,4	116,8	0,69	0,0001
$\Delta\%$	34,5	$\pm$ 28,3	-37,7	$\pm$ 20,8	-3,2	$\pm$ 10,4	-5,2	67,3	-139,2	129,2	0,61	0,0001
LF/HF		-0,066		0,016		0,058						
$\Delta$	-0,28	$\pm$ 0,6	0,41	$\pm$ 0,5	0,13	$\pm$ 0,4	-4,3	62,0	-128,3	119,8	0,99	0,0001
$\Delta\%$	36,1	$\pm$ 57,5	-10,9	$\pm$ 52,4	25,2	$\pm$ 15,8	13,9	142,9	-271,9	142,9	0,88	0,0001*
Dinâmica da HR												
ApEn, u.a		4,2		-1,1		5,3						
$\Delta$	0,13	$\pm$ 0,06	5,9	$\pm$ 0,05	0,1	$\pm$ 0,5	-4,3	61,8	-127,9	119,3	0,99	0,0001
$\Delta\%$	12,5	$\pm$ 5,7	-2,5	$\pm$ 4,0	9,6	$\pm$ 5,1	3,5	29,2	-54,9	61,8	0,20	ns
SampEn, u.a		3,6		-0,9		3,4						
$\Delta$	12,6	$\pm$ 0,08	-0,1	$\pm$ 0,10	0,3	$\pm$ 0,09	-4,1	61,7	-127,7	119,3	0,99	0,0001
$\Delta\%$	29,0	$\pm$ 8,2	-6,3	$\pm$ 8,2	22,8	$\pm$ 8,8	12,3	35,5	-58,7	83,2	0,01	ns

*d* = magnitude do tamanho do efeito de acordo com Cohen (1988), *p* = significância estatística, P0-1 = diferença entre pré-treinamento e pós-treinamento. P0-2 = diferença entre pré-treinamento e destreinamento, P1-2 = diferença entre pós-treinamento e destreinamento, Bias = média da diferença,  $\pm$  1,96 = limite de concordância (IC95%), LF = espectro de baixa potência da HRV, HF = espectro de alta potência da HRV, n.u. = unidade normalizada, u.a. = unidade arbitrária, ApEn = entropia aproximada, SampEn = entropia da amostra, \* = significância na análise dos resíduos.

#### 4.1.6 Discussão

Os achados desta investigação indicam que os aumentos nos níveis de força resultaram em aumentos significativos nos indicadores não lineares da complexidade da frequência cardíaca (e.i.  $d > 0,80$  para SampEn e ApEn) após período de treinamento (tabela 06), o que sugere uma melhora na modulação autonômica sobre a função cardíaca, como já observada em outras investigações semelhantes (17-19).

Após a interrupção do estímulo mecanobiológico (e.i. destreinamento), houve manutenção parcial dos ganhos de força (e.i. LP45 e TWL) por um período igual ao treinamento, excessão feita ao *BP* que regrediu a valores inferiores aos *Baseline*. Apesar do ES no destreinamento ter se mostrado fraco ( $ES \leq 0,2$ ), esses aumentos observados, foram suficientes para derivarem em conservação dos valores de entropia no destreinamento ( $d > 0,8$ ). Contudo nenhuma mudança significativa nos índices lineares da HRV, nem nos indicadores de risco cardiovascular foram observados (tabelas 3 e 5, respectivamente).

Embora Hefferman et al. (17) tenham investigado jovens afro-americanos, observou que o RT afeta positivamente os índices não lineares da complexidade da HR, mas não tem nenhum efeito sobre os indicadores lineares da HRV. Em contraste Gamilin et al. (32) observaram melhoras nos indicadores lineares da HRV, também em jovens. Não obstante, ambos os trabalhos Gamilin et al. (32) e Hefferman et al. (16) observaram que os efeitos sobre o SNA cessaram após um período de destreinamento. Os achados aqui observados corroboram em parte, pois após período de inatividade, as mulheres idosas conservaram os ganhos nos índices de entropia (e.i.  $ES > 0,08$  para SampEn e ApEn). Outras evidências (8,9) também mostram melhora dos índices lineares da HRV (e.i. RMSSD e HF) após período de exposição ao RT, que não foram observados nesta investigação.

Karavirta et al. (19) investigaram o efeito do RT sobre a dinâmica não-linear em idosos do gênero masculino (e.i.  $55 \pm 8$  anos) e comparou o treinamento de endurance (TE) e concorrente (TC) e RT. Os resultados mostraram que a dinâmica

fractal da HR convergiu para uma adaptação positiva significativa após 21 semanas de treinamento somente no TC (e.i. endurance + resistido), mas não no RT isoladamente. Nossos achados, vão de encontro aos dos autores supracitados, pois houve melhoras significativas na dinâmica da HR (figura 1 e tabela 6) após 12 semanas de RT periodizado de forma ondulatória.

Similarmente a outras investigações, tanto em jovens quanto em idosos, nesta investigação não foram detectadas mudanças significativas nos índices lineares da HRV (10-13,17). Conquanto as análises de Bland e Altman (tabela 6) sugerem haver concordância nas mudanças temporais entre os marcadores lineares da HRV e os indicadores de força, não foi possível estabelecer uma relação de causa e efeito.

Melo et al. (14) investigaram o efeito do RT em homens idosos, por meio da contração muscular isocinética e exclusivamente excêntrica, e alegaram que a intensidade do RT excêntrico (e.i. 70-80% do pico de torque) produziu um desequilíbrio autonômico desfavorável de predominância simpática induzida por mecanismos desconhecidos.

Uma possível explicação, para a respostas dos índices lineares ao RT é que, os principais indicadores do SNA relacionados a HRV expressam a aptidão cardiovascular e não a carga de treinamento nem tão pouco a forma do mesmo, conforme afirma Buchhuet e Gindre (33).

Outra possível explicação, segundo especulação de Lewis e Short (34) é que o SNA tem uma influência parassimpática direta sobre o miocárdio ventricular, o que afetaria diretamente a repolarização cardíaca independentemente da modulação sinusal, principalmente em ritmo cardíaco elevado. É preciso ressaltar que, por característica estrutural e organizacional, o RT não promove grandes elevações do ritmo cardíaco. Desta forma as medidas lineares de HRV seriam ineficazes em detectar alteração na modulação autonômica sobre o sistema cardíaco após período de exposição ao RT, o que sugere que as mudanças nos indicadores lineares da HRV são protocolo-dependente.

As mudanças observadas ao longo desta intervenção nos índices não lineares da complexidade da HR, refletem , provavelmente, as complexas interações

entre vários fatores que modulam as flutuações cardiovasculares e estão associadas ao *status* funcional do SNA (17,34-37).

O aumento da complexidade das flutuações do SNA possivelmente foi mediado pelo aumento do tônus parassimpático, pois as medidas de entropia (e.i. ApEn e SampEn) parecem refletir o ramo parassimpático no controle automômico (17,34,38). A não alteração nos valores da potência espectral de LF e aparente diminuição da taxa LF/HF (tabela 05) podem dar suporte a esta hipótese (34,39,40). O contra ponto é que o aumento da complexidade das flutuações do SNA também pode ser mediadas por uma retirada do tônus simpático como sugerem outras evidências (15,17,18,35,37).

Ao avaliar a SampEn e LZEn, Hefferman et al. (17) sugerem que as mudanças observadas no SNA no controle cardiovascular são consequência do múltiplos atratores que contribuem para a gênese das oscilações cardiovascular. Pode ainda haver uma relação causal entre a crescente sincronização das unidades motoras, como parte da neuro-estratégia do gesto motor e a atividade autonômica cardíaca (41).

Tem sido observado que o exercício induz a adaptações neuroplásticas em regiões centrais do cérebro responsáveis pela geração linear e não linear das flutuações cardiovasculares (36,37,43) e que o destreinamento reverte essas adaptações (35). É possível especular ainda que um dos efeitos da ondulação do volume e da intensidade no RT desencadeie um aumento ou uma flutuação do fluxo no nervo simpático muscular o que impacta diretamente o controle central da HRV e as flutuações dinâmicas da HR, ou ainda, essas mudanças na dinâmica da flutuação da HR representam uma resposta limitada ao controle periférico do SNA sobre as funções cardiovasculares (10,42,43), mais isto ainda não está claro.

No RT, inúmeros fatores influenciam de forma agudas estas respostas adaptativas à curto e longo prazo, tais como: massa muscular ativa, volume e intensidade, número de repetições, modo de ação muscular (e.i. isométrica, isotônica ou isocinética), duração do exercício, períodos de descanso entre séries e exercícios, entre outras variáveis agudas do RT (44,45). O padrão da carga do RT adotada nesta investigação nos ciclos da periodização, foram decisivos no caráter da sobrecarga, o que possivelmente determinou a natureza dos efeitos observados sobre o SNA no controle cardiovascular das mulheres idosas.

Ainda que outras pesquisas tenham buscado entender o efeito do RT sobre a função autonômica na modulação cardiovascular (8,10-14,17-19,46), poucas o fizeram com mulheres idosas (10,13) ou observaram os efeitos do destreinamento (17, 32). Além disso, até onde se sabe somente os modelos NP (8-13) e LP (17-19,46) foram investigados até a presente data. Ao que parece esta investigação é a primeira a submeter mulheres idosas a um padrão ondulatório diário nas cargas do RT e a observar os efeitos do treinamento e destreinamento sobre as flutuações dinâmicas não lineares da HR.

Neste estudo, não foram comparado ou estimado os efeitos da sobrecarga decorrentes da carga de treinamento com o modelo LP ou ainda o manejo do volume e da intensidade dentro do próprio modelo ondulatório de RT. As adaptações impostas a um sistema biológico complexo são intrínsecas a imposição de qualquer conjunto de fatores estressantes e portanto deve ser pré-planejada usando uma lógica determinista mecanicista de desenho estruturado e geral, como afirma Kiely (47).

Esta investigação propôs examinar os efeitos da manipulação do volume e da intensidade do RT sobre a modulação autônoma no controle cardiovascular em mulheres idosas e constatou que o desenho experimental provavelmente foi o responsável pelas alterações no sistema autônomo, e que estas, só foram detectadas pelas medidas de entropia. Claramente, os efeitos benéficos do treinamento resistido sobre o aparato neuromuscular foram transferidos para o sistema cardiovascular. Além disso, houve retenção das mudanças nos índices de entropia mesmo após ter sido interrompido o treinamento e aparentemente esta retenção foi induzida pela quantidade e qualidade da carga trabalho decorrente da sistematização ondulatória-temporal que impediu o rápido aparecimento dos efeitos do destreinamento.

Conquanto seja prematuro afirmar que os benefícios obtidos com o PER nos moldes desta investigação possam ser estendidos a outras populações, a epistemologia do treinamento desportivo transportada à área do treinamento resistido remete a reflexão que a fenomenologia observada neste investigação sugere a caracterização do “Efeito Residual do Treinamento” como descrito por Issurin (48).

#### **4.1.5.7 Conclusão**

Em síntese, é possível sugerir que as mudanças nos índices da complexidade da frequência cardíaca foram subjacentes a ondulação do volume e da intensidade da carga do treinamento resistido, contudo o exato mecanismo sinérgico responsável por estas mudanças e a subsequente retenção após o destreinamento não pode ser esclarecido por esta investigação. No futuro, outras investigações deverão quantificar qualitativamente e quantitativamente os efeitos globais das variações metodológicas do RT sobre o SNA e sua modulação no sistema cardiovascular.

#### 4.1.8 Referências

1. TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING ELECTROPHYSIOLOGY (Task Force). Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. **European Heart Journal**, v.17, n.3, 354-381, 1996.
2. AMERICAN HEART ASSOCIATION (AHA). Scientific Statement: Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update. A Scientific Statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**, v.116, p.572-584, 2007. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185214.
3. NELSON, M. E. et al. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.39, n.8, p.1435-1445, 2007.
4. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACMS). Position Stand: Progression Models in Resistance Training of Healthy Adults. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.41, n.3, p.687-708, 2009. Doi: 10.1249/MSS.b013e3181915670.
5. \_\_\_\_\_. Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.41, n.7, p.1510-1530, 2009.
6. BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. Autonomic control of heart rate during and after exercise: measurements and implications for monitoring training status. **Sports Medicine**, v.38, n.8, p.633-46, 2008.

7. MANGIONE, K. K.; MILLER, A. H.; NAUGHTON, I. V. Cochrane Review: Improving Physical Function and Performance with Progressive Resistance Strength Training in Older Adults. **Physical Therapy**, v.90, n.12, p.1711-1715, 2010.
8. SELIG, S. et al. Moderate-Intensity Resistance Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure Improves Strength, Endurance, Heart Rate Variability, and Forearm Blood Flow. **Journal of Cardiac Failure**, v.10, n.1, 2004.
9. FIGUEROA, A. et al. Resistance exercise training improves heart rate variability in women with fibromyalgia. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v.28, p.49-54, 2008. Doi. 10.1111/j.1475-097X.2007.00776.x.
10. FORTE, R.; De VITO, G.; FIGURA, F. Effects of dynamic resistance training on heart rate variability in older women. **European Journal Applied of Physiology**, v.89, p.85-89, 2003.
11. COLLIER, S. R. et al. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. **Acta Physiologica**, v.195, p.39-348, 2009.
12. TAKAHASHI, A. C. M. et al. The effect of eccentric strength training on heart rate and on its variability during isometric exercise in healthy older men. **European Journal Applied of Physiology**, v.105, p315-323, 2009.
13. MADDEN, K. M.; LEVY, W. C.; STRATTON, J. R. Exercise Training and Heart Rate Variability in Older Adult Female Subjects. **Clinical & Investigative Medicine**, v.29 n.1, p.20-28, 2006.
14. MELO, R. C. et al. High eccentric strength training reduces heart rate variability in healthy older men. **British Journal of Sports Medicine**, v.42, p.59-63, 2008. Doi:10.1136/bjism.2007.035246.

15. BECKERS, F.; BART VERHEYDEN, B.; AUBERT, A. E. Aging and nonlinear heart rate control in a healthy population. **American Journal of Physiology: Heart Circulation and Physiology**, v.290, p.H2560–H2570, 2006.
16. OLIVEIRA, D. J. et al. Heart rate variability synthesis based on nonlinear modelling. **Brazilian Journal of Biomedical Engineering**, v.22, n.1, p.51-62, 2006.
17. HEFFEMAN, K. S. et al. Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. **American Journal of Physiology: Heart Circulation and Physiology**, v.293, p.H3180–H3186, 2007.
18. HEFFEMAN, K. S. et al. Fractal scaling properties of heart rate dynamics following resistance exercise training. **Journal of Applied Physiology**, v.105, n.1, p.109-113, 2008.
19. KARAVIRTA, L. et al. Heart Rate Dynamics after Combined Endurance and Strength Training in Older Men. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.41, n.7, p.1436-1443, 2009.
20. STONE, M. H.; O'BRYANT, H.; GARHAMMER, J. A hypothetical model for strength. **Journal Sports of Medicine Physical and Fitness**, v.21, n.4, p.342-351, 1981.
21. FLECK, S. J. Periodized Strength Training: A critical review. **Journal of Strength and Conditional Research**, v.13, n.1, p.82-89, 1999.
22. CHOBANIAN, A. V. et al. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (VII JNC). **Hypertension**, v.42, n.6, p.1206-1252, 2003. DOI: 10.1161/01.HYP.0000107251.49515.c2.
23. KINGSLEY, M.; LEWIS, M. J.; E MARSON, R. E. Comparison of Polar 810s and Ambulatory ECG System for R-R Interval Measurement Durant Progressive Exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.26, n.1, p.26-39, 2005.

24. GAMILLIN, F. X.; BERTHOIN, S.; BOSQUET, L. Validity of Polar S810 Heart Monitor to Measure to R-R interval at Rest. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.38, p.887-893, 2006.
25. JURCA R. et al. Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. **American Heart Journal**, v.147, n.5, p.e21, 2004.
26. RICHMAN, J. S.; MOORMAN, J. R. Physiological time-series analysis using approximate and sample entropy. **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, v.278, p.H2039-H2049, 2000.
27. BROWN, L.; WEIR, J. ASEP Procedures Recommendation I: Accurate Assessment of Muscular Strength and Power. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.4, n.3, p.1-21, 2001.
28. BRZYCKI, M. Strength testing: Prediction of one-rep max from reps-to-fatigue. **The Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v.64, p.88-90, 1993.
29. RHEA, MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditional Research**, v.18, p.918–920, 2004.
30. COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988.
31. BLAND J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **LANCET**, v.8, n.1, p.307-310, 1986.
32. GAMILLIN, F. X. et al. Effects of training and detraining on heart variability in health young men. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, n.3, p.1-7, 2007.
33. BUCHHEIT, M.; GINDRE, C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. **American Journal**

- of Physiology: Heart Circulation and Physiology**, v.291, p.H451–H458, 2006. Doi:10.1152/ajpheart.00008.2006.
34. LEWIS, M. J.; SHORT, A. L. Sample Entropy of electrocardiographic RR and QT time-series data during rest and exercise. **Physiological Measurement**, v.28, p.731-744, 2007.
35. NELSON, A. J.; IWAMOTO, G. A. Reversibility of exercise-induced dendritic attenuation in brain cardiorespiratory and locomotor areas following exercise detraining. **Journal of Applied Physiology**, v.101, p.1243-1251, 2006.
36. MICHELINI, L. C.; STERN, J. E. Exercise-induced neuronal plasticity in central autonomic networks: role in cardiovascular control. **Experimental Physiology**, v.94, n.9, p.947-960, 2009. DOI: 10.1113/expphysiol.2009.047449
37. NELSON, A. J. et al. A. Effect of exercise training on dendritic morphology in the cardiorespiratory and locomotor center of mature rat brain. **Journal of Applied Physiology**, v.108, n.6, p.1582-1590, 2010.
38. PALAZZOLO, J. A.; ESTAFANOUS, F. G.; MURREY, P. A. Entropy measures of heart rate variation in conscious dogs. **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, v.274, n.43, p.H1099-H1105, 1998.
39. PICHOT, V. et al. C. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.34, n.10, p.1660-1666, 2002.
40. BUCCEIT, M. et al. Effects of increase training load on vagal-related indexes of heart rate variability. **American Journal of Physiology: Heart Circulation and Physiology**, v.287, p.H2813-H2818, 2004
41. HUG, F. et al. Comparison of Visual and Mathematical Model Detection of the Electromyographic Threshold During Incremental Pedaling Exercise: A Pilot Study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.3, p.704-812, 2006.

42. CARRASCO, D. I.; DELP, M. D.; RAY, C. A. Effects of concentric and eccentric muscle actions on muscle sympathetic nerve activity. **Journal Applied of Physiology**, v.86, n.2, p.558-563, 1999.
43. CARROLL, T. J.; RIEK, S.; CARSON, R. G. The sites of neural adaptations induced by resistance training in human. **Journal Physiology**, n.544, n.2, 641-652, 2002.
44. KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamental of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v.36, n.4, p.674-688, 2004.
45. TOIGO, M.; BOUTELLIER. New Fundamental Resistance Exercise Determinants of Molecular and Cellular Muscle Adaptation. **European Journal Applied of Physiology**, v.97, p.643-663, 2006.
46. KINGSLEY, J. D.; MCMILLAN, V.; FIGUEROA, A. The effects of 12 weeks of resistance exercise training on disease severity and autonomic modulation at rest and after acute leg resistance exercise in women with fibromyalgia. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.91, n.10, p.1551-1557, 2010.
47. KIELY, J. New Horizons for the methodology and physiology of training periodization. Block Periodization: New Horizon or a False Dawn? **Sports Medicine**, v.40, n.9, p.803-807.2010.
48. ISSURIN, V. B. New Horizons of the Methodology and Physiology of Training Periodization. **Sports Medicine**, v.40, n.3, p.189-206, 2010.

## 5 CONCLUSÃO GERAL

O envelhecimento e os desdobramentos deste processo inexorável, em especial da população brasileira, têm chamado a atenção das autoridades governamentais. A maioria dos desfechos e grau de dependência pode ser manipulada. Em um cenário onde medidas inovadoras se fazem necessárias, para atender a crescente demanda de alternativas menos onerosas aos cofres públicos, o exercício físico, em particular o treinamento de força vem se mostrando uma alternativa extremamente promissora<sup>1</sup>.

O propósito geral desta tese de doutorado foi verificar os efeitos da manipulação planejada, organizada e sistemática do volume e da intensidade na carga do treinamento resistido em um grupo de mulheres idosas sexagenárias. A magnitude das mudanças observadas na função autonômica no controle cardiovascular, *drive neural* do sistema neuromuscular durante os desempenhos nas tarefas de força e funcionais e por fim no equilíbrio corporal estático e dinâmico, consistiram em desfechos primários. Como desfecho secundário foi observar os efeitos e a magnitude da retenção nas mudanças após período de destreinamento.

Os resultados positivos nos desfechos primários e secundários evidenciados nesta investigação suportam a afirmativa que é imprescindível a sistematização do estresse para que efeitos de determinadas variáveis de contexto possam ser isolados e uma relação de causa e efeito possa ser estabelecida em qualquer contextualização nas intervenções que usem o treinamento resistido como fator de exposição. Apesar da dificuldade em estruturar e monitorar o treinamento de força, em virtude da gama de variáveis passivas de manipulação, a negligência aos conceitos de organização racional e controle das respostas adaptativas podem representar um retrocesso ao processo à epistemologia do treinamento com pesos.

Os componentes epistemológicos do treinamento desportivo pré-supõem uma abordagem pluri-científica. A ausência ou carência de conhecimentos específicos podem comprometer o desenvolvimento ou até mesmo a integridade biológica do sujeito. Compreender os fenômenos segundo a sua grandeza hierárquica pode subsidiar a identificação de padrões qualitativos e quantitativos capazes de aperfeiçoar parâmetros

---

<sup>1</sup> Bibliografia

necessários para respostas adaptativas orgânicas satisfatórias, decorrentes do processo de treinamento<sup>2</sup>.

Sob a ótica da perspectiva evolutiva do treinamento resistido, parece ser coerente, racional para não dizer prudente planejar e ordenar em estruturas temporais para alcançar objetivos pré-estabelecidos por meio de cargas seletivas a fim de provocar adaptações específicas<sup>3</sup>.

Fundamentar as bases metodológicas do treinamento resistido com embasamento na manipulação sistemática e planejada das variáveis agudas que compõem o programa de exercícios com pesos contribui para um melhor esclarecimento do efeito dose-resposta e assim racionaliza as estratégias e modelagens de treinamento resistido de acordo com as necessidades de cada indivíduo, neste caso em particular, da mulher idosa.

Neste sentido, o presente estudo contribui, ainda que parcialmente, para uma melhor compreensão das particularidades da sistematização metodológica da carga do treinamento resistido e os seus efeitos sobre os sistemas fisiológicos, especificamente nestas mulheres investigadas.

Todavia, ainda se faz necessária a pesquisa adicional, uma vez que é necessário determinar e comparar o efeito dos diferentes métodos de periodização dentre eles a linear, linear reversa, ondulatória ou ainda a ondulatória diária, qual o efeito da manipulação de outras variáveis agudas de forma isoladas ou em diferentes delineamentos experimentais dentro do contexto da periodização, qual a magnitude da retenção após cessar o treinamento (i.e. dose-resposta) em diferentes sistemas fisiológicos ou ainda comparar populações idosas e gêneros. Estas são algumas indagações, entre outras que futuramente surgirão, e que necessitam respostas em pesquisas futuras.

---

<sup>2</sup> Bibliografia

<sup>3</sup> Bibliografia

## 6 BIBLIOGRAFIA

BOMPA, T. O. **Periodização**: teoria e metodologia do treinamento. 4.ed. São Paulo: Phorte, 2002. xviii, 423p.

HOLMANN, A. New Tendencies in Training Science. **Revista Treinamento Desportivo**, v.3, n.3, p.05-16, 1998.

MOREIRA, A. La periodización del entrenamiento y las cuestiones emergentes: el caso de los deportes de equipo. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v.3, n.4, p.170-178, 2010.

MINAS GERAIS (Estado). Secretária de Estado de Saúde. **Atenção à Saúde do Idoso: Saúde em Casa**. Belo Horizonte: SAS/MG, 2006. 1ª ed. 186 p.

OLIVEIRA, P. R. O Efeito Posterior Duradouro de Treinamento (EPDT) das Cargas Concentradas de Força no Voleibol. 1997. 202 p. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física, Campinas/SP, 1997.

PLATONOV, V. N. **Tratado geral de treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008. 887p.

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Biblioteca Comunitária UFSCar. **Guia para Apresentação de Trabalho Acadêmico: de acordo com NBR 14724/2005**. São Carlos, 2010. 14 p. Disponível em <http://www.bco.ufscar.br/servicos/arquivos/guia-de-apresentacao-de-trabalhos-academicos>. Acessado em 29 out. 2011.

\_\_\_\_\_. **Guia para a padronização de citações**: de acordo com NBR6023/2002. São Carlos, 2010. 8 p. Disponível em <http://www.bco.ufscar.br/servicos/arquivos/guia-de-referencias>. Acessado em 29 out.2011.

\_\_\_\_\_. **Guia para a elaboração de Referências**: de acordo com NBR 6023/2002. São Carlos, 2010. 8 p. Disponível em

<http://www.bco.ufscar.br/servicos/arquivos/guia-de-referencias>. Acessado em 29 out.2011.

VERKHOSHANSKI, Y. V. **Treinamento desportivo: teoria e metodologia**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001. 215p. (Kinesis).

ZAKHAROV, A.; GOMES, A. C. A Teoria da Preparação do Desportista como Forma de Conhecimento Científico e Disciplina de Estudo. In: ZAKHAROV, A.; GOMES, A. C. **Ciência do Treinamento Desportivo**. Rio de Janeiro, Ed. Palestina, 1992. p.21-31

## **7 ANEXOS**

## 7.1 Parecer do CEP



Campus Universitário "Duse Rügger Ometto"

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA E MÉRITO CIENTÍFICO - UNIARARAS

Fone: 1935431400

Parecer Nº 878/2009

### IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

**Título:** Efeito do treinamento resistido periodizado na função autonômica no controle cardiovascular de mulheres idosas

**Pesquisador Responsável:** Prof. Ms. João Carlos de Oliveira

**Parecer:** O Comitê de Ética em Pesquisa e Mérito Científico - Uniararas, após acatar os pareceres dos membros / relatores previamente designados para o presente caso e atendendo os dispositivos das resoluções 196/96, resolve aprovar, sem pendências o protocolo supracitado.

Decisão Homologada na reunião do dia 08/12/2009:

A handwritten signature in blue ink, reading "Ivan José Lautenschleguer".

Professor Doutor Ivan José Lautenschleguer  
COORDENADOR DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA E  
MÉRITO CIENTÍFICO - UNIARARAS