

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DA PERIODIZAÇÃO LINEAR E  
ONDULATÓRIA DO TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA MUSCULAR  
LOCALIZADA SOBRE VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES E APTIDÃO  
CARDIORRESPIRATÓRIA**

**CRISTIANE DE LIMA**

**PIRACICABA-SP  
Dezembro de 2008**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DA PERIODIZAÇÃO LINEAR E  
ONDULATÓRIA DO TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA MUSCULAR  
LOCALIZADA SOBRE VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES E APTIDÃO  
CARDIORRESPIRATÓRIA**

**CRISTIANE DE LIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do título de Mestre em Educação Física na área de concentração "Performance Humana", sob orientação do Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar.

**PIRACICABA-SP  
Dezembro de 2008**

COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DA PERIODIZAÇÃO LINEAR E  
ONDULATÓRIA DO TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA MUSCULAR  
LOCALIZADA SOBRE VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES E APTIDÃO  
CARDIORRESPIRATÓRIA

BANCA EXAMINADORA:

---

PROF. DR. MARCELO DE CASTRO CESAR (ORIENTADOR)

---

PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. CLÁUDIA REGINA CAVAGLIERI

---

PROF. DR. FRANCISCO NAVARRO

---

PROF. DR. JOÃO PAULO BORIN (SUPLENTE)

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PIRACICABA-SP  
2008

*“Em um determinado momento na vida,  
não importa aonde se chegou,  
mas sim,  
para onde se está indo”*

(William Sheakespeare)

## DEDICATÓRIA

A DEUS que sempre esteve comigo em todos os momentos em minha vida, me iluminando e me fortalecendo para vencer todos os obstáculos que a vida me impôs.

Aos meus pais, Antonio de Lima e Doraci Ribeiro de Lima, por terem me apoiado, me aconselhado com carinho, amor e amizade. Por sempre acreditarem que meus sonhos pudessem ser realizados, assim como esse que realizo agora.

Ao meu namorado Dirceu Muniz Neto, uma pessoa muito especial em minha vida, meu companheiro, amigo, que compreende e é muito paciente com os momentos difíceis pelos quais passamos. Pela ajuda oferecida de todas as formas, para que sempre superássemos todas as dificuldades.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao professor Dr. Marcelo de Castro Cesar, pela oportunidade, ajuda e dedicação nestes aproximados 24 meses de trabalho e reflexão.

Ao meu amigo e mestre, professor Jonato Prestes, por ter sido um verdadeiro guia nessa nossa trajetória, pela paciência e dedicação, por dividir tão rico conhecimento que levarei por toda a vida e pela motivação, a qual me fez enxergar o mundo da pesquisa com outros olhos.

As pessoas da academia *Elite Sports*, proprietários, professores, recepcionistas e faxineiras que nestes dois anos me auxiliaram e facilitaram a concretização deste trabalho e agora sonho realizado.

As voluntárias que participaram desta pesquisa, pela prontidão, dedicação e seriedade, permitindo fidedignidade nos resultados, e principalmente pela sincera amizade.

## **AGRADECIMENTOS**

A Anelena Bueno Frollini pela prontidão em me ajudar nos experimentos, pelos desabafos e por toda sincera amizade e companheirismo que são para vida inteira.

Ao Felipe Fedrizzi Donatto pela participação e todo suporte nesta jornada.

A Pamela Roberta Gomes Gonelli pelo apoio nos experimentos necessários para a efetivação deste trabalho.

A Professora Dr<sup>a</sup> Maria Imaculada Lima Montebello pela dedicação e toda ajuda para a concretização deste trabalho.

A todos os professores da Pós-graduação pelo conhecimento transmitido e pela amizade e ao programa de Mestrado em Educação Física da Unimep como um todo.

A todos os colegas da Pós-graduação, pela convivência agradável.

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | 17  |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 20  |
| 2.1. Treinamento de força .....  | 20  |
| 2.1.1. Conceitos gerais sobre força e músculo esquelético .....                | 20  |
| 2.1.2. Adaptações neurais ao treinamento de força .....                        | 24  |
| 2.1.3. Adaptações musculares ao treinamento de força .....                     | 27  |
| 2.1.4. Adaptações cardiorrespiratórias ao treinamento de força .....           | 35  |
| 2.2. Periodização do treinamento de força .....                                | 43  |
| 2.3. Treinamento de força para mulheres .....                                  | 57  |
| <b>3. OBJETIVOS DA PESQUISA</b> .....  | 65  |
| 3.1. Objetivo Geral .....  | 65  |
| 3.2. Objetivos Específicos .....   | 65  |
| <b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....  | 66  |
| 4.1. Casuística .....  | 66  |
| 4.2. Protocolo experimental .....  | 67  |
| 4.3. Composição corporal .....   | 68  |
| 4.4. Padronização da dieta .....   | 68  |
| 4.5. Teste de força máxima .....   | 69  |
| 4.6. Teste de resistência muscular localizada .....                            | 70  |
| 4.7. Teste cardiopulmonar .....  | 71  |
| 4.8. Treinamento de força .....  | 72  |
| 4.9. Análise Estatística .....   | 77  |
| <b>5. RESULTADOS</b> .....   | 77  |
| 5.1. Características das participantes do estudo antes e após o programa ..... | 77  |
| 5.2. Variáveis antropométricas .....   | 80  |
| 5.3. Capacidade de geração de força máxima .....                               | 86  |
| 5.4. Capacidade de resistência muscular localizada .....                       | 91  |
| 5.5. Resistência muscular localizada: nível de fadiga muscular .....           | 97  |
| 5.6. Capacidade cardiorrespiartória .....                                      | 103 |
| <b>6. DISCUSSÃO</b> .....  | 107 |
| <b>7. CONCLUSÕES</b> .....   | 119 |
| <b>8. REFERÊNCIAS</b> .....  | 121 |
| <b>9. ANEXOS</b> .....   | 133 |
| 9.1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....                          | 135 |
| 9.2. Carta de aceite do Comitê de Ética de Pesquisa .....                      | 138 |
| 9.3. Escala de Esforço de Robertson .....                                      | 139 |
| 9.4. Escala de Borg 6-20 .....   | 140 |



### LISTA DE ABREVIATURAS

|              |  |
|--------------|--|
| <b>ACSM</b>  | <i>American College of Sports Medicine</i> |
| <b>bpm</b>   | Batimentos por minuto                      |
| <b>EMG</b>   | Eletromiografia                            |
| <b>EMGS</b>  | Eletromiografia de superfície              |
| <b>Fmáx</b>  | Força Máxima                               |
| <b>GH</b>    | Hormônio do crescimento                    |
| <b>IGF-I</b> | Fator de crescimento insulínico-I          |
| <b>IMC</b>   | Índice de massa corporal                   |
| <b>Kg</b>    | Quilogramas                                |
| <b>LA</b>    | Limiar anaeróbio                           |
| <b>MGF</b>   | Fator mecânico de crescimento              |
| <b>MHC</b>   | Cadeia pesada de miosina                   |
| <b>PL</b>    | Periodização linear                        |
| <b>PO</b>    | Periodização ondulatória                   |
| <b>R</b>     | Razão das trocas gasosas                   |
| <b>RM</b>    | Repetições máximas                         |
| <b>RML</b>   | Resistência muscular localizada            |
| <b>S</b>     | Séries                                     |
| <b>TA</b>    | Treinamento aeróbio                        |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>TCLE</b>                    | Termo de consentimento livre e esclarecido         |
| <b>TF</b>                      | Treinamento de força                               |
| <b><math>V_{E}O_2</math></b>   | Equivalente ventilatório para o oxigênio           |
| <b><math>V_{E}CO_2</math></b>  | Equivalente ventilatório para o dióxido de carbono |
| <b><math>VO_2</math></b>       | Consumo de oxigênio                                |
| <b><math>VO_{2max}</math></b>  | Consumo máximo de oxigênio                         |
| <b><math>VO_{2pico}</math></b> | Consumo de oxigênio pico                           |
| <b>1RM</b>                     | Uma repetição máxima                               |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. Posicionamento da titina para manutenção do espaço entre os filamentos de actina ..... | 22 |
| FIGURA 2. Contribuição para produção de força .....  | 27 |
| FIGURA 3. IGF-I e miogênese durante a hipertrofia compensatória .....                            | 29 |
| FIGURA 4. Classificação das fibras musculares .....  | 33 |
| FIGURA 5. Divisão de um macrociclo .....   | 48 |
| FIGURA 6. Divisão de um macrociclo para um aluno de baixa aptidão física .....                   | 49 |
| FIGURA 7. Representação dos ciclos de treinamento periodizado .....                              | 50 |
| FIGURA 8. Ciclo da supercompensação de uma sessão de treinamento .....                           | 52 |
| FIGURA 9. Programa de treinamento de força do grupo periodização linear.....                     | 76 |
| FIGURA 10. Programa de treinamento de força do grupo periodização ondulatória.                   | 76 |
| FIGURA 11. Percentual de gordura das participantes.....  | 83 |
| FIGURA 12. Gordura corporal das participantes .....  | 84 |
| FIGURA 13. Massa magra das participantes .....   | 85 |
| FIGURA 14. Força máxima das participantes no supino reto.....                                    | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 15. Força máxima das participantes no <i>leg-press</i> 45° .....  | 89  |
| FIGURA 16. Força máxima das participantes na rosca direta .....          | 90  |
| FIGURA 17. Resistência muscular localizada no supino reto.....           | 94  |
| FIGURA 18. Resistência muscular localizada no <i>leg-press</i> 45° ..... | 95  |
| FIGURA 19. Resistência muscular localizada na rosca direta.....          | 96  |
| FIGURA 20. R.M.L.:nível de fadiga muscular no supino reto .....          | 100 |
| FIGURA 21. R.M.L.:nível de fadiga muscular no <i>leg-press</i> 45°.....  | 101 |
| FIGURA 22. R.M.L.:nível de fadiga muscular na rosca direta .....         | 102 |
| FIGURA 23. Consumo de oxigênio pico das participantes .....              | 105 |
| FIGURA 24. Limiar anaeróbio das participantes .....                      | 106 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 1. Modelos de periodizações de treinamento de força.....   | 45  |
| TABELA 2. Características das participantes pré e pós estudo .....  | 78  |
| TABELA 3. Resultados dos valores de <i>P</i> dos testes de <i>Shapiro-Wilk e Levene</i> .....   | 79  |
| TABELA 4a. Médias $\pm$ desvio padrão da composição corporal.....   | 82  |
| TABELA 4b. Médias $\pm$ desvio padrão do percentual de variação da composição corporal...<br>.....                                      | 83  |
| TABELA 5a. Médias $\pm$ desvio padrão da força máxima.....  | 86  |
| TABELA 5b. Médias $\pm$ desvio padrão do percentual de variação da força máxima .   | 87  |
| TABELA 6a. Médias $\pm$ desvio padrão da resistência muscular localizada.....   | 92  |
| TABELA 6b. Médias $\pm$ desvio padrão do percentual de variação da resistência muscular<br>localizada.....                              | 93  |
| TABELA 7a. Médias $\pm$ desvio padrão do nível de fadiga muscular entre as tentativas do teste<br>de RML.....                           | 98  |
| TABELA 7b. Médias $\pm$ desvio padrão do percentual de variação do nível de fadiga muscular<br>entre as tentativas do teste de RML..... | 99  |
| TABELA 8a. Médias $\pm$ desvio padrão do $VO_{2\text{pico}}$ e do limiar anaeróbio... ..  | 103 |
| TABELA 8b. Médias $\pm$ desvio padrão do percentual de variação do $VO_{2\text{pico}}$ e do limiar<br>anaeróbio.....                    | 104 |

**LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 1. Programa de treinamento de força..... | 73 |
| QUADRO 2. Parcelamento dos treinos A e B.....   | 74 |

## RESUMO

Pesquisas têm enaltecido os benefícios do treinamento de força visando à aptidão física e qualidade de vida. Neste sentido, o objetivo desse estudo foi verificar o impacto de 12 semanas de treinamento de força com diferentes modelos de periodização sobre a composição corporal, níveis de força máxima, resistência muscular localizada e aptidão cardiorrespiratória em mulheres jovens. Foram selecionadas 20 mulheres com idade entre 20 e 35 anos, há no mínimo seis meses sem envolvimento em programa de treinamento regular, distribuídas em dois grupos: periodização linear (n=10) e periodização ondulatória (n=10). Todas as participantes seguiram uma dieta isocalórica durante o programa. A intensidade foi aumentada semanalmente em 5%. A periodização foi composta com 30, 25, 20 e 15 repetições máximas (RM) dispostas de acordo com modelo de periodização linear e ondulatório. Tanto na periodização linear quanto na ondulatória uma semana recuperativa foi aplicada, entre a 5ª e 6ª semanas. Nesta semana as participantes realizaram apenas duas sessões de treinamento (segunda e quinta-feira), com 2 séries de 15RM em cada exercício. Em cada um dos exercícios propostos foram realizadas três séries até a falha concêntrica e o número de repetições e o descanso entre as séries e exercícios foi seguido de acordo com a intensidade semanal prescrita. O treinamento foi parcelado em A e B. A frequência foi de quatro vezes por semana (segunda, terça, quinta e sexta-feira) e a duração média de cada sessão foi de 50 minutos. Foram realizadas duas avaliações, sendo a 1ª antes do início do programa e a segunda após 12 semanas. Foram analisadas as variáveis de composição corporal (percentual de gordura, gordura corporal e massa magra), a força máxima (supino reto, *leg-press* 45° e rosca direta), a resistência muscular localizada (supino reto, *leg-press* 45° e rosca direta) e a aptidão cardiorrespiratória (consumo de oxigênio pico e limiar anaeróbio). A estatística foi realizada utilizando-se a ANOVA F medidas repetidas e o teste *t* de *Student* para amostras independentes, sendo os resultados expressos pela média  $\pm$  desvio padrão ( $p < 0,05$ ). Após doze semanas de treinamento, observou-se aumento de massa magra e redução do percentual de gordura e gordura corporal em ambos os grupos, porém entre grupos, ocorreram diferenças somente no percentual de gordura. Também pode-se observar aumentos da carga máxima e do número de repetições em todos os exercícios analisados em ambos os grupos. E entre os grupos ocorreram diferenças significativas somente na resistência muscular localizada no supino reto na quarta avaliação comparada à primeira avaliação. Na aptidão cardiorrespiratória não houve diferenças significativas no consumo de oxigênio pico e no limiar anaeróbio. Conclui-se que os modelos linear e ondulatório resultaram em melhoras na composição corporal, em elevações na força máxima e na resistência muscular localizada, sem influenciar na aptidão cardiorrespiratória.

**Palavras-chave:** treinamento; força muscular; resistência física; mulheres; consumo de oxigênio.

## ABSTRACT

Researches have praised the benefits of resistance training tending to physical fitness and healthier life. Like this the purpose of this essay was to identify the impact of 12 weeks of resistance training with different periods on the body composition, maximum force levels, local muscles resistance and cardiorespiratory capability in women and young people. 20 women were chosen between 20 – 35 years old, without any kind of regular physical training at least for six months before it. These women were divided into 2 groups: linear periodized (n=10) and daily undulating periodized (n=10). All the women have followed a diet during the program. The intensity was increased during the weeks in 5%. The periods were composed for 30, 25, 20 and 15 maximum repetitions (RM) distributed according to the linear and daily undulating periodized model. Both periodized, linear and daily undulating, were applied during a week for resting, between the fifth and sixth weeks. On this week the participants had only two sections of physical training (from Monday to Thursday), with 2 series of 15RM each exercise. In each proposed exercise 3 series were done until the concentrated fail and the number of repetitions and the resting time between the series and exercises were followed according to the weekly intensity chosen. The physical training was divided in A and B. The frequency was four times a week (Monday, Tuesday, Thursday and Friday) and the duration of each section was 50 minutes. Two evaluations were taken, the first one before the begin of the program and the second after 12 weeks. The body composition variety was analyzed (fatty percentage, body fatty and thin mass), the maximum force (bench press, leg press and standing arm curl), the local muscles resistance (bench press, leg press and standing arm curl) and the cardiorespiratory capability (peak oxygen uptake and anaerobic threshold). The statistic was done using ANOVA F repetitive measures and the t student test for independent samples, and the results were expressed by the average +/- standard deviation ( $p < 0,05$ ). After 12 weeks of training, the thin mass was increased and the body fatty percentage was decreased in both groups, but the percentage of fatty was different. The maximum force and the number of repetitions were increased in all exercises observed. Between the groups there were important differences only according to local muscles resistance in bench press in the fourth evaluation compared to the first one. In the cardiorespiratory capability it did not have significant differences in the peak oxygen uptake and the anaerobic threshold. The conclusion is that the linear and daily undulating models got better results in body composition, in increasing maximum force and local muscles resistance, with no influence in cardiorespiratory capability.

**Key words:** physical training, muscles force, physical resistance, women, oxygen uptake.



## 1. INTRODUÇÃO

Pesquisas têm enaltecido os benefícios do treinamento de força e têm mostrado novas perspectivas em relação à aptidão física e qualidade de vida (BROWN, 2001; FLECK e FIGUEIRA, 2003; FRY, 2004).

O *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2002) destacou os benefícios dos exercícios de força objetivando a saúde. Dentre esses benefícios, estão inclusos: a melhora da força, potência, resistência muscular e aumento de massa magra. Estas melhoras na aptidão física podem ser alcançadas através de variações nos padrões de prescrição: como a frequência semanal, número de séries, intervalo entre as séries, número de repetições, velocidade de execução do movimento, angulação articular e número de exercícios. Este tipo de treinamento tem sido recomendado tanto para populações sadias quanto para populações ditas especiais, como pacientes em reabilitação cardíaca, diabéticos, hipertensos, idosos, obesos, entre outros.

Neste sentido, tem crescido a importância da prescrição de exercícios de forma sistemática e individualizada, considerando todas as variáveis inerentes a este processo.

O termo periodização foi aplicado por levantadores de peso do leste europeu, referindo-se ao método de alterar as cargas de trabalho de suas sessões de treinamento ao longo do tempo, o que permitia melhor recuperação e, conseqüentemente, maiores ganhos de força (VOROBYEV, 1978; MATVEEV, 2001).

Os objetivos da periodização incluem maximizar o princípio da sobrecarga e garantir uma melhor relação entre estresse/recuperação. Este princípio pode ser descrito pelo processo de aplicação de cargas que o sistema neuromuscular não está

adaptado (RHEA et al., 2002). Quando maiores demandas são impostas ao sistema neuromuscular, ocorrem adaptações que resultam em níveis aumentados de força (STONE, O'BRYANT e GARHAMMER, 1981).

Desta forma, surgem diversos estudos comparando os diferentes modelos de periodização para indivíduos de ambos os gêneros. Estes têm destacado importantes resultados nas variáveis supracitadas (RHEA et al., 2002; RHEA et al., 2003; PRESTES et al., 2008a; PRESTES et al., 2008b). No entanto, ainda há respostas que precisam ser mais bem elucidadas, como por exemplo, a evolução do treinamento com a aplicação de microciclos curtos, com duração de uma semana; os efeitos destes treinamentos nas diferentes manifestações de força e se há interferência destes na capacidade cardiorrespiratória.

Em relação a esta última variável, vários estudos demonstraram que o treinamento de força não proporciona aumento no consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) ou consumo de oxigênio pico ( $VO_{2pico}$ ) (HICKSON et al., 1988; MARCINICK et al., 1991; KRAMER et al., 1995; ADES et al., 1996; DOLEZAL e POTTEIGER, 1998; BISHOP et al., 1999; HOFF, HELGERUD e WISLOFF, 1999; SANTA-CLARA et al., 2002; LEVERITT et al., 2003; FERRARA et al., 2004; GLOWACKI et al., 2004; CAUZA et al., 2005, CESAR et al., 2008), embora existam pesquisas que encontraram melhora neste índice com esse treinamento (McCARTHY et al. 1995; CHTARA et al., 2005, SOUZA et al., 2008). Poucos estudos investigaram os efeitos do treinamento de força no limiar anaeróbio ventilatório, mas os resultados indicam melhora deste índice com o treinamento com pesos em homens (SANTA-CLARA et al., 2002; CHTARA et al., 2005), embora não em mulheres (CESAR et al., 2008; SOUZA et al., 2008).

Contudo, a periodização do treinamento de força tem sido apresentada como uma importante ferramenta no planejamento do programa de exercícios para iniciantes e para praticantes regulares de treinamento de força em academias, visando tanto à melhora como a manutenção dos benefícios obtidos, não apenas em curto prazo, mas sim ao longo dos anos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Treinamento de Força**

#### **2.1.1. Conceitos Gerais sobre Força e Músculo Esquelético**

O treinamento de força é definido como o treinamento que objetiva a melhora da força máxima, da força rápida (potência) e da resistência de força. Pode ser um treinamento de força geral, para o fortalecimento muscular como um todo, utilizado no esporte no período de preparação; e também pode ser um treinamento de força específico, utilizado para o fortalecimento de músculos específicos, aplicado no esporte na especificidade do movimento da modalidade em questão (BARBANTI, 2001). As diferentes manifestações da força e sua aplicação serão discutidas mais detalhadamente no segundo capítulo.

As mudanças iniciais que ocorrem com o treinamento, como por exemplo, o aumento da força muscular, são decorrentes de adaptações neurais (GABRIEL, KAMEM e FROSH, 2006), sendo o treinamento de força um potente estímulo para que ocorram essas alterações (DESCHENES e KRAEMER, 2002).

As adaptações neurais exercem papel fundamental na adaptação global ao treinamento de força, pois estão diretamente correlacionadas ao processo de coordenação e organização de novos estímulos inseridos no programa de exercícios (RICH e CAFARELLI, 2000). As mesmas podem ocorrer nas primeiras semanas, podendo ser estendidas de acordo com a habilidade e a taxa de força a serem desempenhadas.

Além dessas adaptações, há necessidade de envolvimento de muitos processos estruturais, assim como fisiológicos frente ao treinamento de força, tendo início no processo de produção de energia.

As células musculares são especializadas em transformar energia química em energia mecânica. Essa energia que vai ser gerada provém do trifosfato de adenosina (ATP) para produzir força ou realizar trabalho. Devido à pequena quantidade de ATP dentro da célula muscular, esse deve ser continuamente ressintetizado (CREWETHER et al., 2006).

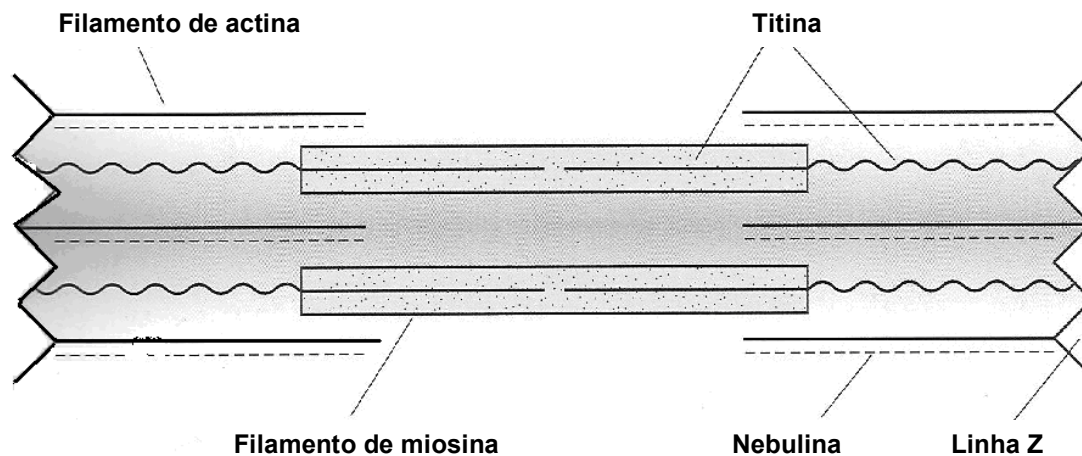
Além do metabolismo energético, outro fator deve ser considerado durante a fase de adaptação e ao decurso do treino, são as características (individuais) do músculo esquelético. O músculo esquelético se adapta a repetidos estímulos, dependendo da extensão do recrutamento das fibras musculares, tanto quanto das características bioquímicas e morfológicas dos próprios músculos (STARON, 1997).

A arquitetura musculoesquelética é representada principalmente pelas fibras, as quais são agrupadas em feixes, denominados fascículos musculares. As fibras são constituídas por filamentos contráteis de proteína denominados miofibrilas, sendo estas divididas em unidades ainda menores denominadas miosina (filamentos grossos) e actina (filamentos finos). Estes miofilamentos são parcialmente responsáveis pelo aumento na produção da força muscular, dependendo do número de actinas e miosinas dispostas no músculo, considerando-se que há aproximadamente seis filamentos de actina envolta de um de miosina (KAWAKAMI, 2005; GUYTON e HALL, 2006; McARDLE, KATCH e KATCH, 2008).

A união da miosina com a actina ocorre através das pontes cruzadas (conjunto de braços e cabeças de miosina proeminentes), culminando na liberação de energia,

este processo induz a uma mudança na posição das pontes cruzadas de miosina, fazendo com que ocorra o deslizamento dos filamentos de actina sobre os filamentos de miosina, promovendo a contração muscular (HERZOG, 2001; GUYTON e HALL, 2006; McARDLE, KATCH e KATCH, 2008).

Adicionalmente, a titina (molécula filamentosa fixada nas terminações dos filamentos de miosina) (relação látero-lateral) permite que os filamentos de miosina e de actina mantenham seu posicionamento. Esta molécula sofre contração após o alongamento do sarcômero, produzindo tensão muscular de repouso. A tensão de repouso do músculo aumenta com a hipertrofia, já que a cada filamento de miosina estão associados seis filamentos de titina, com isso, há um aumento dos filamentos de miosina e titina (MCHUGH, 2003), conforme mostra Figura 1.



**FIGURA 1.** Posicionamento da titina para manutenção do espaço entre os filamentos de actina (Adaptado de WILMORE e COSTILL, 2001).

O potencial de produção da força é reduzido, quando ocorre grande alongamento no comprimento do músculo, em comparação à situação de repouso. Este processo acontece porque os filamentos de actina estão muito distantes das pontes cruzadas e

não são capazes de se ligar e encurtar o músculo com a mesma eficiência (HERZOG, LEE e RASSIER, 2006). Porém, quando ocorre o encurtamento do sarcomêro (unidade estrutural e funcional do sistema muscular contrátil) os filamentos finos deslizam sobre os grossos (HERZOG, 2001).

Outro aspecto que deve ser destacado são os receptores sensoriais encapsulados, localizados proximalmente ao local de fixação das fibras tendinosas com as fibras musculares, denominados de órgãos tendinosos de Golgi. Esses receptores são mecanismos inibidores do sistema neuromuscular responsáveis pela inibição autogênica, podendo, portanto, serem ativados para impedir que os músculos exerçam mais força do que os ossos e o tecido conjuntivo podem suportar (BERNE et al., 2004). O interessante é que o treinamento pode reduzir gradualmente ou neutralizar esses impulsos inibidores, permitindo que o músculo atinja maiores níveis de força, independentemente dos ganhos de massa muscular (WILMORE e COSTILL, 2001).

Sabe-se que os músculos são os responsáveis pela produção da força para a realização dos movimentos corporais. No entanto, essa força não é produzida pela ação de um único músculo, e sim, por diversos grupos musculares que desempenham diversos papéis.

Segundo Badillo e Ayestarán (2001) pode-se classificar os músculos em:

1. Agonista: músculo responsável pelo movimento;
2. Acessório: músculo responsável pelo auxílio ao agonista;
3. Antagonista: músculo responsável pela ação contrária ao agonista;
4. Sinergista: músculos que exercem (cooperam) para a mesma função a ser desempenhada em determinado movimento;

5. Estabilizador: fixam determinados segmentos para que o outro músculo tenha um ponto de apoio para exercer tensão;
6. Neutralizador: músculo responsável pela neutralização de outro músculo, cuja ação é indesejada naquele movimento.

A força exercida por um músculo depende também do número de unidades motoras recrutadas durante a contração e também do número de fibras musculares contidas na unidade motora. Esse número pode variar entre vinte e quinhentos, sendo a média de duzentos (HERZOG, LEE e RASSIER, 2006).

Em resumo, a força é um produto tanto da habilidade do sistema nervoso em ativar um alto limiar de unidades motoras quanto da quantidade de massa muscular disponível para a contração (DESCHENES e KRAEMER, 2002).

### **2.1.2. Adaptações Neurais ao Treinamento de Força**

A capacidade de geração de força máxima de um músculo está relacionada à área da secção transversa (AAGAARD et al., 2001; SIMÃO, 2003). Esse aumento na área da secção transversa da fibra recebe o nome de hipertrofia e se caracteriza como uma adaptação funcional, decorrente ao treinamento de força. Os ganhos iniciais de força parecem ser mais influenciados pelos fatores neurais, mas os ganhos posteriores de longa duração são, em grande parte, decorrentes da hipertrofia (DESCHENES e KRAEMER, 2002).

As adaptações funcionais que ocorrem com o treinamento de força, são tipicamente interpretadas com dois componentes: o primeiro consiste no componente central, ou seja, as mudanças no recrutamento das unidades motoras induzidas pelo



treinamento; o segundo é um componente periférico que descreve as mudanças ocorridas no tecido muscular (SHOEPE et al., 2003).

Existem algumas mudanças que ocorrem no recrutamento das unidades motoras que são induzidas pelo treinamento de força. Nos períodos iniciais dos exercícios programados acontecem as adaptações neurais específicas ao treinamento realizado. Dentre essas mudanças que ocorrem, pode-se destacar o aumento da razão de ativação das unidades motoras (recrutar mais fibras dentro da mesma unidade motora), o que está correlacionado ao rápido aumento da força muscular associado ao treinamento de força (RICH e CAFARELLI, 2000; PATTEN, KAMEN e ROWLAND, 2001; KAMEN e KNIGHT, 2004; GABRIEL, KAMEM e FROSH, 2006).

Outra alteração que pode ser observada é o aumento do *drive* neural, ou seja, aumento da quantidade e velocidade de condução dos impulsos nervosos para a musculatura alvo (BENSON, DOCHERTY e BRANDENBURG, 2006; GABRIEL, KAMEM e FROSH, 2006; TOIGO e BOUTELLIER, 2006). Segundo Barry e Carson (2004) o aumento do *drive* neural para os músculos agonistas resulta em maior recrutamento de unidades motoras e em maior razão de ativação, sendo esse um dos mecanismos possíveis para que o torque articular aumente. Além disso, as adaptações neurais podem promover aumento no torque articular através da melhora na coordenação entre músculos agonista-sinergista e ainda pela redução na co-ativação agonista-antagonista (BARRY e CARSON, 2004).

Entretanto, existem ainda outras adaptações neurais resultantes do treinamento de força, tais como: expansão nas dimensões da junção neuromuscular, indicando maior conteúdo de neurotransmissores pré-sinápticos e de receptores pós-sinápticos; maior sincronidade na descarga de unidades motoras, sendo que esta adaptação não

afeta a força máxima do indivíduo, porém aumenta a razão de desenvolvimento do pico de força, ou seja, a potência muscular (HÄKKINEN et al., 2000; DESCHENES e KRAEMER, 2002).

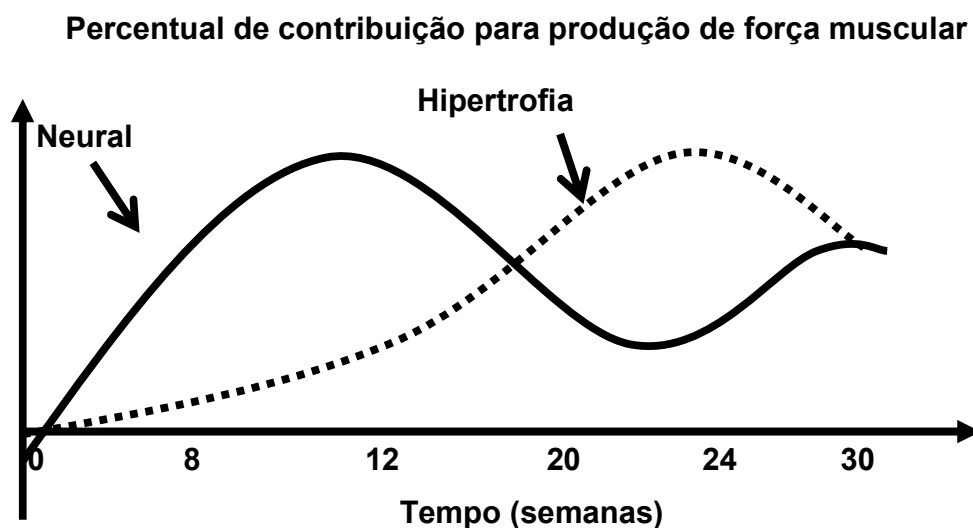
O treinamento de força induz adaptações nas propriedades de entrada-saída da medula espinhal, influenciando o comando central para os músculos. Estas adaptações neurais aumentam a força e a potência alterando a ativação de músculos individuais e aumentando a coordenação de grupos musculares específicos ao movimento realizado (BARRY e CARSON, 2004).

A eletromiografia (EMG) de superfície tem sido utilizada como um método de averiguação da atividade elétrica do músculo esquelético, podendo ser um recurso eficaz para verificação da alteração no recrutamento das unidades motoras. O aumento na amplitude do sinal eletromiográfico aparece antes do aumento do tamanho do músculo (MORITANI e VRIES, 1979; GABRIEL, KAMEM e FROSH, 2006). Vários estudos têm demonstrado aumento na amplitude eletromiográfica durante treinamento de força (NARICI et al., 1989; AAGAARD et al., 2000; HÄKKINEN et al., 2000; AAGAARD et al., 2001, 2002).

Uma limitação apresentada pela eletromiografia de superfície (EMGS) é que esta não distingue entre alterações na capacidade de recrutamento de unidades motoras de alto limiar, do aumento na razão de ativação dos impulsos neurais para unidade motora já ativada. Uma destas adaptações ou a combinação das duas resultaria numa atividade eletromiográfica aumentada no músculo (HÄKKINEN et al., 2000).

Estudos demonstram que o aumento da força no início do treinamento ocorre principalmente devido a adaptações neurais antes que ocorram mudanças significativas na morfologia do músculo esquelético (ENOKA, 1997; DESCHENES e KRAEMER,

2002; BENSON, DOCHERTY e BRANDENBURG, 2006; GABRIEL, KAMEM e FROSH, 2006; TOIGO e BOUTELLIER, 2006) como pode ser visto na Figura 2.



**FIGURA 2.** Contribuição para produção de força, relação do tempo de treinamento com as adaptações neurais e a hipertrofia (Adaptado de DESCHESES e KRAEMER, 2002).

### 2.1.3. Adaptações Musculares ao Treinamento de Força

Classicamente o treinamento de força promove algumas adaptações musculares, como por exemplo, a hipertrofia muscular. Esta por sua vez gera aumento na força ou velocidade de contração de fibras individuais, além de aumentar o *stiffness* dos tendões (BARRY e CARSON, 2004).

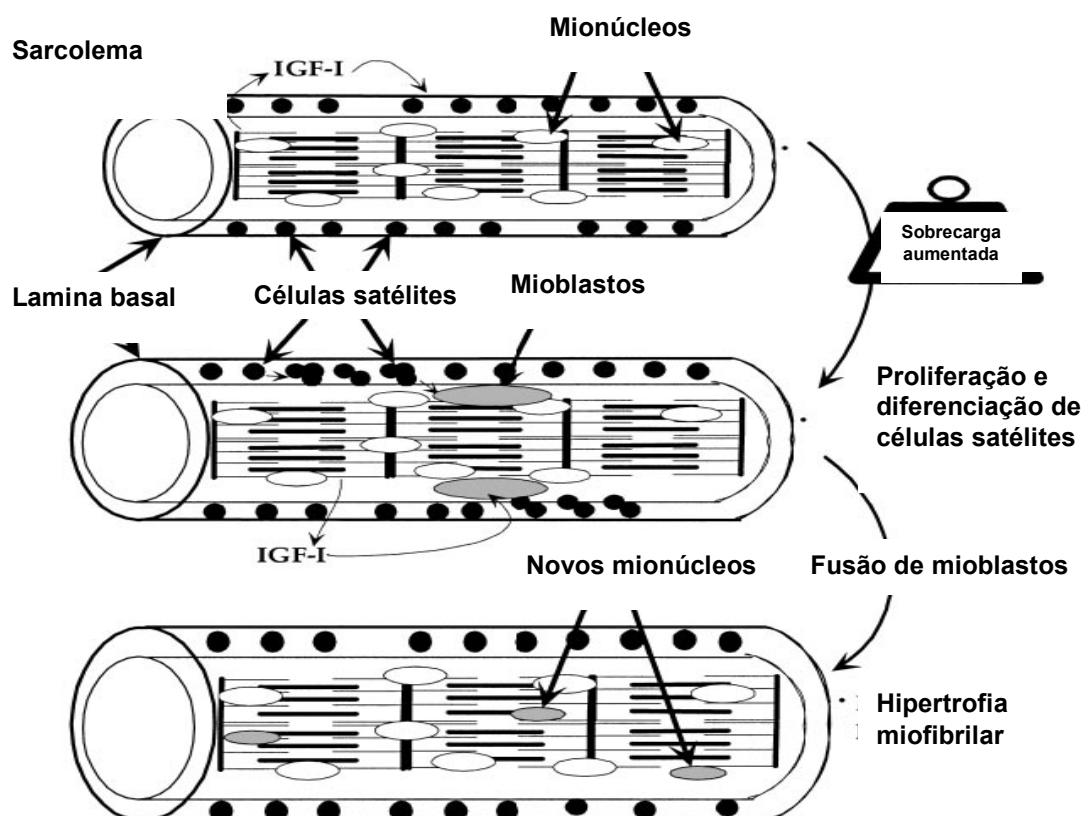
A hipertrofia está diretamente ligada com o aumento do tamanho miofibrilar e do número de miofibrilas. Atualmente, sabe-se que uma sessão aguda de treinamento de força de alta intensidade pode produzir rápido aumento na síntese protéica miofibrilar dos músculos exercitados (KOSEK et al., 2006). O aumento na massa muscular resulta

do aumento na razão de síntese protéica/degradação protéica, tendo como resultado final a deposição de proteínas musculares (HORNBERGER e ESSER, 2004).

A elevação da síntese protéica é aparentemente mediada pela tradução mais eficiente do RNAm, pois ocorre na ausência de qualquer alteração no RNA total ou RNAm da proteína contrátil (D'ANTONA et al., 2006). Kimball, Farrell e Jefferson (2002) demonstraram como a combinação de insulina e os aumentos na disponibilidade dos aminoácidos em conjunto com o exercício podem estimular a tradução do RNA mensageiro e o aumento da síntese protéica.

O mecanismo de hipertrofia mais aceito atualmente é adição de novos mionúcleos, através de células satélites localizadas entre a lâmina basal e o sarcolema, apresentado na Figura 3. Para isso, a sobrecarga deve ser aumentada, levando a célula satélite à proliferação, diferenciação e fusão. O IGF-I (fator de crescimento insulínico-I) tem mostrado ser um estímulo para esses processos miogênicos no músculo esquelético.

O IGF-I e/ou a sua isoforma fator mecânico de crescimento (MGF) é produzido e secretado pelas miofibrilas em resposta ao aumento da sobrecarga. O aumento local da concentração de IGF-I (MGF) estimularia então os processos miogênicos necessários para levar a resposta hipertrófica (ADAMS, 2002). Além disso, alguns hormônios amplificam os efeitos de outros hormônios, tendo ação similar, como por exemplo, o GH (hormônio do crescimento) que influencia a liberação do IGF-I pelo fígado (RENNIE et al., 2004).



**FIGURA 3.** Esquema ilustrativo do mecanismo do IGF-I e miogênese durante a hipertrofia compensatória (Adaptado de ADAMS, 2002).

Além do IGF-I, outro hormônio exerce papel fundamental no processo de hipertrofia, como a testosterona. A testosterona, hormônio sexual masculino (aproximadamente 10 vezes maior nos homens do que nas mulheres) parece promover o crescimento muscular. No entanto, não existem evidências científicas suficientes para determinar que este seja o mecanismo principal para o aumento do músculo. Além disso, as influências da testosterona nas mudanças da estrutura e da função musculares podem ser decorrentes de sua interação com outros hormônios no corpo como o GH e o IGF-I (KRAEMER et al., 2006). Adicionalmente, a interleucina-6 (uma molécula de sinalização intercelular secretada pelos macrófagos e linfócitos em resposta a lesão ou infecção), pode auxiliar na proliferação e fusão das células satélites

e também funcionar como um regulador do processo inflamatório e conseqüentemente auxiliar na recuperação muscular (PEDERSEN e TOFT, 2000; VIERCK et al., 2000).

Em contrapartida aos efeitos destes hormônios, o cortisol é apontado como um hormônio catabólico no músculo esquelético (SIMÃO, 2003). No entanto, o cortisol, permite a adaptação aos momentos de estresse, as mudanças internas e externas e também desempenha importante papel na regulação da glicose e no metabolismo de gordura (WILMORE e COSTILL, 2001).

O sistema neuroendócrino representa parte vital de um conjunto homeostático e adaptativo (regulação hormonal) de estratégias relacionadas ao treinamento de força, principalmente para o crescimento e desenvolvimento do tecido muscular (KOMI, 2006). Sabe-se que há uma variedade de mecanismos complexos em que os hormônios interagem para fornecer suporte fisiológico às demandas do treinamento de força. Esses mecanismos dependem da configuração do estímulo envolvido, como por exemplo, tipo de exercício e programa de treinamento elaborado. O sistema neuroendócrino desempenha também importante papel na rede de comunicação entre os sistemas fisiológicos e as células vivas, auxiliando nas interações entre as fibras musculares ativadas e o mecanismo genético responsável pela sinalização do crescimento e da remodelação estrutural (CREWETHER et al., 2006).

Além da hipertrofia, outro fator que apresenta grande relevância no ganho de força são os tipos e subtipos de fibras musculares e suas possíveis adaptações ao treinamento. As fibras são basicamente divididas em dois tipos. A fibra vermelha ou do tipo I, caracterizada como fibra de contração lenta a qual é solicitada em trabalho muscular de baixa intensidade, pois são altamente resistentes à fadiga suportando

maior volume de exercício, maior número de movimentos repetitivos lentos e sustentação. Essas fibras têm um pequeno motoneurônio, alta densidade capilar e mitocondrial e grande quantidade de mioglobina (PETTE e STARON, 2001). Energeticamente, as fibras do tipo I têm baixo estoque de creatina fosfato, quantidade moderada de glicogênio, profusão de triglicerídeos e contém muitas enzimas envolvidas no processo oxidativo (ciclo de krebs, rede de transporte de elétrons). Funcionalmente, são utilizadas para atividades aeróbias requerendo um baixo nível de produção de força, desde uma caminhada até a manutenção da postura (KARP, 2001). Para a maioria das atividades diárias as fibras do tipo I são recrutadas. Em muitas atividades, exceto talvez nos movimentos gravitacionais, as fibras lentas são recrutadas primeiramente (SHOEPE et al., 2003).

As fibras brancas ou do tipo II, são identificadas pela contração rápida e pela baixa resistência à fadiga. Quando as necessidades de potência e força aumentam, as fibras rápidas do tipo II precisam ser recrutadas para providenciar a produção de força e potência musculares necessárias (SHOEPE et al., 2003). As fibras do tipo II podem ser subdivididas em IIa e IIb. As fibras IIa têm resistência moderada à fadiga e representam a transição entre os dois extremos, tipo I e a do tipo IIb (FRY, 2004).

As fibras do tipo IIa são caracterizadas por conter um grande motoneurônio, moderada densidade mitocondrial, densidade capilar média e quantidade média de mioglobina. As fibras IIa possuem grande quantidade de creatina fosfato e glicogênio, tendo nível médio de estoque de triglicerídeos, quantidade moderada de enzimas glicolíticas, oxidativas, capilaridade (SALTIN et al., 1977; FRIEDMANN et al., 2004). Funcionalmente são usadas para prolongar atividades anaeróbias, que utilizem uma

força relativamente alta, ou seja, desde um *sprint* de uma corrida até o carregamento de objetos pesados (FRIEDMANN et al., 2004).

As fibras do tipo IIb são muito sensíveis à fadiga e são utilizadas em atividades anaeróbias de curta duração, pois produzem muita força, sendo recrutadas em movimentos que requerem potência como: *sprint*, um salto ou o levantamento de pesos por curtos períodos. Essas fibras possuem velocidade de contração dez vezes mais rápida e são capazes de produzir mais força em comparação com as fibras do tipo I (MARTEL et al., 2006). Similarmente as fibras do tipo IIa, as fibras IIb tem um grande motoneurônio, mas uma baixa densidade capilar e mitocondrial. As fibras do tipo IIb possuem grande quantidade de creatina fosfato e glicogênio, e uma pequena quantidade de triglicerídeos, contendo muitas enzimas glicolíticas e poucas oxidativas.

Adicionalmente, além das três principais divisões das fibras do músculo, existem também as formas híbridas desses tipos de fibras, as quais possuem mistura das isoformas de miosina rápidas e lentas, ao passo que, tais fibras são escassas em pessoas jovens, porém, em adultos é encontrada uma quantidade considerável de fibras híbridas (D'ANTONA et al., 2006).

O que difere basicamente uma fibra da outra em suas características funcionais é a velocidade da atividade das enzimas (FRY, 2004). Portanto, o recrutamento das fibras musculares vai depender da intensidade do exercício e velocidade com que as ações musculares são executadas. Em exercícios de alta intensidade, como o treinamento de força pesado, existe uma tendência para o recrutamento primário das unidades motoras de contração lenta, seguidas das fibras de contração rápida, tipo IIa, e por último as fibras tipo IIb (KARP, 2001).





para fibras IIx ou IIcd em humanos. Essas possuem características muito semelhantes se diferenciando apenas na quantidade dessas fibras encontradas no músculo (PETTE e STARON, 2001; RAUE et al., 2005; TOIGO e BOUTELLIER, 2006). O treinamento de força pode promover conversão de fibras do tipo IIa em IIb ou IIx e vice-versa. Porém, esta conversão não afeta significativamente a porcentagem de fibras do tipo I (FRIEDMANN et al., 2004).

Todas as fibras hipertrofiam com o treinamento de força, no entanto, o grau de hipertrofia difere entre as mesmas. As fibras IIa e IIb apresentam os maiores aumentos, com as do tipo I apresentando o menor índice de crescimento (GREEN et al., 1999). O tipo de treinamento de força parece influenciar a composição da cadeia pesada de miosina (MHC) das fibras musculares, três meses de treinamento de força com cargas pesadas entre 6-15RM induziu aumento significativo no percentual de fibras do tipo IIa de 42,4% para 49,6%. No entanto, o percentual de fibras musculares do tipo IIx reduziu de 9,3% para 2%. Diferentemente, quando houve interrupção do treinamento por três meses as fibras do tipo IIx aumentaram para 17,2% (maiores valores do que antes do estudo, 9,3%), já as do tipo IIa sofreram redução para 36,7% (ANDERSEN e AAGAARD, 2000). Este foi o primeiro estudo a verificar uma supercompensação na tipologia das fibras musculares frente ao treinamento de força, as implicações destes resultados são interessantes, apesar do estudo ter sido realizado em indivíduos sedentários, os autores comentam que para atletas de potência o aumento das fibras IIx pode ser de extrema importância. A especificidade do treinamento realizado, bem como, a fase na qual é aplicado, pode exercer efeitos diretos na performance muscular de indivíduos sedentários e atletas.

Contudo, mais estudos precisam ser elaborados para elucidar as respostas do organismo em relação ao mecanismo hipertrófico e os possíveis fatores contribuintes neste processo, como o tipo de treinamento, a alimentação adequada e as características individuais.

#### **2.1.4. Adaptações Cardiorrespiratórias ao Treinamento de Força**

As adaptações cardiorrespiratórias, podem ser determinadas através de dois referenciais principais, o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) ou consumo de oxigênio pico ( $VO_{2pico}$ ) e o limar anaeróbio (BARROS NETO, CESAR e TEBEXRENI, 1999; WASSERMAN et al., 1999).

O  $VO_{2max}$  é o maior volume de oxigênio por unidade de tempo que um indivíduo consegue captar respirando ar atmosférico durante o exercício. Para que o  $VO_{2max}$  seja determinado é necessário que ocorra um platô do consumo de oxigênio mesmo com o aumento da intensidade do esforço, se o critério de platô não for preenchido, o maior valor de consumo de oxigênio do teste deve ser denominado de consumo de oxigênio pico (WASSERMAN et al., 1999).

Em um teste de esforço de carga crescente, inicialmente o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) aumenta proporcionalmente mais que a ventilação pulmonar, devido à melhora da relação ventilação-perfusão, diminuindo a relação entre a ventilação pulmonar e o consumo de oxigênio, chamada de equivalente ventilatório para o oxigênio ( $V_{E}O_2$ ). Após esta fase, a ventilação pulmonar aumenta proporcionalmente ao aumento do consumo de oxigênio até a intensidade moderada de exercício (o  $V_{E}O_2$  permanece estável) (BARROS NETO, CESAR e TEBEXRENI, 1999). Acima desta intensidade, no exercício intenso, a ventilação pulmonar passa a aumentar acima das necessidades metabólicas

(hiperventilação). Essa intensidade seria correspondente ao limiar anaeróbio, pois a análise de amostras seriadas de sangue obtidas durante o teste revelou aumento concomitante da concentração plasmática de lactato (WASSERMAN & McILROY, 1964).

A hiperventilação seria conseqüência do início da acidose metabólica e do “excesso” de formação de dióxido de carbono, aumentando o nível de atividade dos centros respiratórios. A intensidade de esforço ou o consumo de oxigênio acima do qual a produção de ácido láctico excede sua remoção, provocando aumento da resposta ventilatória (hiperventilação), representa o limiar anaeróbio, sendo denominado limiar ventilatório quando determinado exclusivamente pela medida das trocas gasosas no exercício (BARROS NETO, 1996). Este limiar também é chamado de primeiro limiar ventilatório (MEYER et al., 2005).

Esse aumento desproporcional da ventilação pulmonar em relação ao aumento do consumo de oxigênio resulta em um aumento sistemático do equivalente ventilatório para o oxigênio ( $V_{E O_2}$ ), pois a ventilação pulmonar aumenta em função do aumento da produção de dióxido de carbono, de modo que a relação entre a produção de dióxido de carbono e a ventilação pulmonar, chamada de equivalente ventilatório para o dióxido de carbono ( $V_{E CO_2}$ ) permanece estável. A pressão parcial de dióxido de carbono alveolar é mantida constante, mas a pressão parcial de oxigênio alveolar aumenta (BARROS NETO, CESAR e TEBEXRENI, 1999).

Entretanto, há indivíduos com quimiorreceptores ventilatórios pouco sensíveis, por isso, também foi elaborado o método V-slope. Neste método, é realizada uma verificação regressiva das curvas da produção de dióxido de carbono *versus* o consumo de oxigênio, ou seja, o excesso de gás carbônico nos pulmões é notado devido ao

aumento desproporcional da curva de dióxido de carbono em relação à curva do consumo de oxigênio, sendo assim, determinado o limiar anaeróbio (WASSERMAN et al, 1999).

O aumento progressivo das cargas provoca um acúmulo de ácido láctico superior à capacidade de tamponamento pelas reservas alcalinas, de modo que a acidose metabólica é acentuada com aumento desproporcional da ventilação em relação à produção de dióxido de carbono, levando a um aumento sistemático do  $V_{E}CO_2$ , redução da pressão parcial de dióxido de carbono alveolar, aumento ainda maior do  $V_{E}O_2$  e da pressão parcial de oxigênio alveolar. Essa intensidade de exercício foi denominada de ponto de compensação respiratória, pois corresponde a uma tentativa ventilatória de compensar a acidose láctica (WASSERMAN et al, 1999). Também é denominado de segundo limiar ventilatório (MEYER et al., 2005).

Ao contrário do primeiro limiar ventilatório, existem muito poucas investigações da reprodutibilidade da determinação do segundo limiar ventilatório (MEYER et al., 2005), de modo que o primeiro limiar é que é considerado um dos principais índices de aptidão cardiorrespiratória

O consumo máximo de oxigênio e o primeiro limiar são utilizados em estudos para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória de indivíduos não treinados, atletas e portadores de doenças crônicas (WASSERMAN e McILROY, 1964; DAVIS et al., 1979; WEBER et al., 1982; INBAR et al., 1994; BARROS NETO, CESAR e TAMBEIRO, 1999; CARVALHO et al., 2000; CESAR, PARDINI e BARROS NETO, 2001; CESAR et al., 2002; CESAR et al., 2006; GONELLI et al., 2006; SANTOS et al., 2008).

Estudos têm sido conduzidos na tentativa de elucidar as respostas cardiorrespiratórias ao treinamento de força (PHILIP et al., 1996; BISHOP et al., 1999;

HOFF, HELGERUD e WISLOFF, 1999; POEHLMAN et al., 2002; LEVERITT et al., 2003; FERRARA et al., 2004; GLOWACKI et al., 2004; CHTARA et al., 2005).

Neste sentido, pesquisas têm sido elaboradas para investigar as respostas do treinamento de força realizado concomitante ao treinamento aeróbio (POEHLMAN et al., 2002; CHTARA et al., 2005).

Chtara et al. (2005) verificaram os efeitos do treinamento de força concorrente ao treinamento de *endurance* sobre a performance aeróbia em homens. Os programas de treinamento foram divididos em quatro: 1) treinamento de *endurance*-corrida; 2) treinamento de força em circuito; 3) treinamento de *endurance* + treinamento de força; 4) treinamento de força + treinamento de *endurance*. Este trabalho também examinou se a ordem dos treinamentos na mesma sessão produziria diferentes mudanças na performance de *endurance*. Após 12 semanas de estudo, os autores relataram melhora em todas as variáveis fisiológicas testadas, inclusive na capacidade aeróbia e na performance de *endurance*, exceto na frequência cardíaca máxima. No entanto, os resultados foram superiores quando o treinamento de força foi realizado após o treinamento de *endurance*. Os autores ressaltaram que para atingir resultados positivos como os encontrados nesta pesquisa, a intensidade do treinamento de força deverá ser prescrita corretamente, ao contrário, o consumo de oxigênio permanecerá muito baixo.

Leveritt et al. (2003) também compararam os efeitos do treinamento de força concorrente ao treinamento de *endurance*. Os autores analisaram o treinamento de força e o treinamento de *endurance* realizado separadamente e também em conjunto, sendo que o treinamento de *endurance* precedia o treinamento de força. Desta forma, puderam reportar aumento na força no grupo com treinamento de força e no grupo com treinamento concorrente; aumento no  $VO_{2\text{pico}}$  no grupo com treinamento de *endurance* e

treinamento concorrente, sendo que esta variável apresentou diminuição no grupo treinado em força. Os resultados propuseram que as mudanças ocorridas no desempenho do grupo com treinamento concorrente, não sejam sempre similares às mudanças advindas da prática do treinamento de força ou do treinamento de *endurance* quando realizados individualmente.

Nesta mesma linha de pesquisa, Glowacki et al. (2004) também monitoraram um estudo para determinar se o treinamento de *endurance* e o treinamento de força realizados de forma concorrente produziram desempenho diferente em homens. Também visavam comparar as respostas fisiológicas obtidas quando cada treinamento era realizado individualmente. Este trabalho foi realizado com 41 homens divididos em três grupos: treinamento de força, treinamento de *endurance* e treinamento concorrente. Após o período de 12 semanas de treinamento, os autores reportaram que o treinamento concorrente não interviria no desenvolvimento da força, no entanto, poderia retardar o desenvolvimento da capacidade aeróbia máxima. Em relação à potência muscular, os dados sugerem superioridade dos resultados quando o treinamento de força é realizado singularmente.

Ferrara et al. (2004) realizaram um estudo de 4 meses com homens idosos e com sobrepeso. Os autores compararam as respostas do programa de treinamento de força associado ao treinamento aeróbio (TF+TA) com um programa de treinamento aeróbio (TA) realizado isoladamente. As respostas obtidas neste trabalho foram o aumento da força muscular e diminuição a resposta à insulina, no grupo que realizou TF+TA, o que poderia prevenir o desenvolvimento do diabetes tipo 2. No entanto, este grupo demonstrou diminuição no  $VO_{2max}$ , o que não foi observado no grupo que realizou TA (FERRARA et al., 2004).

As possíveis intervenções do treinamento de força na performance de *endurance* também foram analisadas em mulheres. Poehlman et al. (2002), averiguaram o gasto energético diário total em mulheres jovens, sedentárias e não-obesas. Os autores reportaram, após 6 meses de treinamento aumento (18%) no  $VO_{2max}$  no grupo que realizou treinamento aeróbio, sem mudanças significativas no grupo de treinamento de força. Em relação ao gasto energético diário total, nenhum dos grupos apresentou diferença significativa. Desta forma, os autores sugerem que não há efeito crônico do treinamento de *endurance* sobre o gasto energético diário total subsequente a um programa de exercícios aeróbios.

Souza et al. (2008) investigaram os efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no  $VO_{2max}$  e limiar ventilatório em 20 mulheres jovens. Os autores realizaram testes de antropometria, teste cardiopulmonar e testes de 1RM (*leg-press 45°*, cadeira extensora, mesa flexora, supino reto, puxador costas, desenvolvimento com a barra, rosca direta e tríceps com a barra). Os testes foram realizados antes e após 12 semanas. O grupo I realizou exercícios resistidos, os mesmos dos testes de 1RM, com três séries de 25 repetições (30% de 1RM) e o grupo II (controle) não realizou nenhum treinamento físico. Após 12 semanas, o grupo controle não apresentou alterações nas variáveis estudadas e o grupo treinado apresentou aumento significativo da massa magra, diminuição do percentual de gordura e da gordura corporal e também houve aumento dos testes de 1RM em todos os exercícios, assim como aumento do  $VO_{2max}$ , mas não houve alteração no limiar ventilatório, na frequência cardíaca máxima e na frequência cardíaca do limiar ventilatório. Os autores concluíram que o treinamento de resistência de força com alto número de repetições



proporcionou melhora da potência aeróbia das voluntárias, evidenciado pelo aumento do  $VO_{2max}$ , embora não tenha modificado o limiar ventilatório.

Cesar et al. (2008) também verificaram os efeitos de um treinamento de resistência muscular localizada sobre o  $VO_{2max}$  e limiar ventilatório, investigando 19 mulheres jovens. Os autores determinaram o  $VO_{2max}$ , a frequência cardíaca máxima, o limiar ventilatório e a frequência cardíaca do limiar ventilatório por meio de testes cardiopulmonares e também a força máxima por testes de 1RM. Em cada sessão, as participantes realizaram 3 séries de 15 repetições, com 60 segundos de descanso entre as séries. Após 12 semanas de treinamento, o grupo treinado apresentou aumentos significativos na força máxima, mas não foram observadas nas variáveis cardiopulmonares. Desta forma, este estudo indica que o treinamento de resistência muscular localizada realizado não produz melhoras na capacidade cardiorrespiratória em mulheres jovens.

Hoff, Helgerud e Wisloff (1999) realizaram um estudo com 15 esquiadoras de *cross-country*, em nível de competição regional, com o objetivo de verificar se o treinamento de força máxima melhoraria a performance do *double-poling* por melhorar a economia de trabalho e o limiar de lactato. O treinamento e os testes foram realizados em um aparelho que simulava o movimento dos braços como no clássico *double-poling*. Os resultados deste estudo demonstraram que o treinamento de força com alta intensidade utilizando o movimento específico, melhora a performance de resistência dos membros superiores por melhorar a economia de trabalho. Este resultado se deve ao aumento significativo na força demonstrado no teste de 1RM e ao aumento no tempo de pico de força, isso até quando o treinamento de força é sobreposto sob um volume relativamente grande de treinamento de *endurance*. O  $VO_{2max}$  e o limiar de lactato não

mudaram significativamente em nenhum dos dois grupos e também não foram encontradas diferenças significativas na ventilação por minuto, na relação da troca respiratória, na frequência cardíaca, na concentração de lactato e no  $VO_{2max}$  durante o experimento.

Com o mesmo objetivo de verificar uma possível intervenção do treinamento de força sobre a performance de *endurance* dentro da especificidade de um desporto, Bishop et al. (1999) realizaram uma pesquisa com 21 mulheres ciclistas. O treinamento de força consistiu em 2 séries de 2-8RM de agachamento por 12 semanas, sendo que antes e após a sessão de treinamento foi realizado um teste de ciclismo com base no limiar de lactato e no  $VO_{2pico}$  delas. Antes e após o estudo também foi realizada biópsia no músculo vasto lateral para verificar o diâmetro e a porcentagem dos tipos de fibras. Os autores encontraram aumentos significativos na força no teste de 1RM realizado no exercício agachamento, no grupo treinado em força. No entanto, não houve mudanças significativas no teste de potência de 1 hora de ciclismo, no limiar de lactato, no  $VO_{2pico}$  e nem nas características da fibra muscular.

Os estudos supracitados averiguaram os efeitos do treinamento de força e do treinamento de *endurance* realizado singularmente e também concomitantemente. De forma geral, estas pesquisas encontraram resultados que reafirmam a especificidade do treinamento quando comparado os 2 tipos de treinamento (força e *endurance*) realizados separadamente com o treinamento concorrente. Em relação a este último, demonstraram melhoras nas variáveis fisiológicas testadas, no entanto, estas respostas se apresentaram de forma menos expressiva (HOFF, HELGERUD e WISLOFF, 1999; POEHLMAN et al., 2002; FERRARA et al., 2004; GLOWACKI et al., 2004; CHTARA et al., 2005). Desta forma, como sugere Leveritt et al. (2003), talvez fosse necessário

designar uma escala de parâmetros de desempenho para averiguar somente a eficácia do treinamento concorrente.

## **2.2. Periodização do treinamento de força**

A periodização surge como uma forma de facilitar e tornar mais eficaz a organização de um programa de treinamento, adequando cada fase e suas variáveis, para que se alcance o objetivo do atleta ou indivíduo não atleta. Este sistema se adequa a necessidade do treinamento e de suas variáveis, potencializando o resultado. Isto ocorre devido à organização da variedade de métodos existentes, da implementação estratégica das fases e das cargas específicas, causando variações nos estímulos (BOMPA, 2004).

Vale ressaltar que a periodização não é um conceito rígido, podendo ser utilizada nas mais variadas populações, como atletas de diversas modalidades, indivíduos ativos e sedentários, considerando os compromissos pessoais e profissionais diferentes. Para os atletas o objetivo de se utilizar a periodização é atingir o pico do desempenho na competição mais importante e permitir o desenvolvimento do atleta durante anos (KRAEMER e HÄKKINEN, 2004).

Os programas de treinamento de força periodizados com variação da intensidade e períodos ativos de descanso podem reduzir a estabilização dos resultados na performance, diminuindo a probabilidade de supertreinamento e proporcionando maiores aumentos na força e na potência (HERRICK e STONE, 1996).

Estudos têm sido realizados com a intenção de comparar a eficiência de diferentes modelos de periodização e suas variáveis, visando à obtenção dos melhores resultados para as distintas manifestações da força (força máxima, potência e

resistência de força) (HERRICK e STONE, 1996; RHEA et al., 2003; WOLFE, LEMURA e COLE, 2004; BROWN e GREENWOOD, 2005; PRESTES et al., 2008a; PRESTES et al., 2008b).

Dentre os modelos de periodização da força muscular que podem ser utilizados estão: a periodização linear, que consiste no aumento gradual da intensidade e diminuição do volume, com essas mudanças ocorrendo aproximadamente dentro de ciclos com duração de uma a quatro semanas e a periodização linear reversa, que segue o esquema de mudança na intensidade e volume, assim como a periodização linear, no entanto, em ordem reversa, aumento gradual no volume e diminuição na intensidade (Tabela 1) (RHEA et al., 2003; PRESTES et al., 2008b). Outro modelo de periodização da força aplicado é o ondulatório ou não linear, que consiste no aumento e diminuição na intensidade e no volume, no entanto, essas mudanças são realizadas dentro da mesma semana, ou seja, a variação dos componentes do treinamento é mais freqüente sendo efetuada em períodos mais curtos (Tabela 1) (RHEA et al., 2003).

**TABELA 1.** Modelos de periodizações do treinamento de força

| <b>EXEMPLOS DE PERIODIZAÇÃO DO TREINAMENTO DE FORÇA</b> |                     |                     |                      |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|
| <b>PERIODIZAÇÃO LINEAR</b>                              |                     |                     |                      |
| <b>Microciclo 1</b>                                     | <b>Microciclo 2</b> | <b>Microciclo 3</b> | <b>Microciclo 4</b>  |
| 3-5S x 12-15RM  | 4-5S x 8-10RM       | 3-4S x 4-6RM        | 3-5S x 1-3RM         |
| <b>PERIODIZAÇÃO LINEAR REVERSA</b>                      |                     |                     |                      |
| <b>Microciclo 1</b>                                     | <b>Microciclo 2</b> | <b>Microciclo 3</b> | <b>Microciclo 4</b>  |
| 3-5S x 1-3RM  | 4-5S x 4-6RM        | 3-4S x 8-10RM       | 3-5S x 12-15RM       |
| <b>PERIODIZAÇÃO ONDULATÓRIA (NÃO LINEAR)</b>            |                     |                     |                      |
| <b>Segunda-feira</b>                                    | <b>Quarta-feira</b> | <b>Sexta-feira</b>  | <b>Segunda-feira</b> |
| 2S x 12-15RM  | 6S x 1-3RM          | 3S x 4-6RM          | 4S x de 8-10RM       |

Exemplos de treinamento de força com as periodizações linear, linear reversa e ondulatoria (não linear). **Microciclo**= 4 semanas cada; **S**= séries; **RM**= repetições máximas. Os três treinamentos com duração de 16 semanas.

Baker, Wilson e Carlyon (1994) não encontraram diferenças no aumento da força entre os programas de periodização linear e periodização ondulatoria. Esse estudo alterou o volume e intensidade a cada 2 semanas no grupo da periodização ondulatoria e a cada 3 a 4 semanas no grupo linear. Essas alterações nas variáveis do treinamento não mostraram diferenças significativas na melhoria da força entre os dois modelos.

Prestes et al. (2008a) também compararam a eficácia do treinamento periodizado linearmente com o ondulatorio nos níveis de força máxima e na composição corporal em 40 homens. Os autores não encontraram diferenças estatísticas na composição corporal em nenhum dos dois grupos. Em relação à força máxima, os resultados

obtidos apresentaram maiores aumentos no grupo com treinamento periodizado ondulatório, mas não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos. Contudo, para maximizar o aumento da força, as alterações na base diária foram mais eficazes do que quando se esperava o término do microciclo de uma semana.

Rhea et al. (2002) confrontaram as periodizações linear e ondulatória em indivíduos com experiência em treinamento de força. O grupo da periodização ondulatória seguiu um programa de treinamento com pesos, alterando as variáveis de um dia para o outro, enquanto que o grupo linear seguia a forma tradicional de periodização, ou seja, diminuição do volume e aumento na intensidade a cada quatro semanas. Como resultado desse estudo, foi observado aumento na força máxima em ambos os modelos, no entanto, na periodização ondulatória os aumentos foram superiores em comparação à periodização linear.

Rhea et al. (2003) elaboraram outro estudo para verificar os ganhos na resistência muscular comparando essas três periodizações, linear, linear reversa e ondulatória. Ao término da pesquisa, verificou-se que todos os grupos aumentaram significativamente a resistência muscular, apresentando aumento de 55,9% na periodização linear, 54,5% na periodização ondulatória e 72,8% na periodização linear reversa, em indivíduos treinados em força. Embora o grupo da periodização linear reversa tenha apresentado maior aumento em comparação aos demais, estas diferenças não foram significativas do ponto de vista estatístico.

Os estudos citados acima foram conduzidos na tentativa de elucidar os efeitos do treinamento periodizado com diferentes modelos e também do planejamento de todas as variáveis inerentes a este processo, atendendo as necessidades e os objetivos de

forma individual, considerando as características singulares. Sabe-se que a organização e distribuição das variáveis no treinamento (volume e intensidade), podem potencializar os níveis de força muscular, pois evita o efeito da estabilização das cargas e potencializa o nível ótimo do ganho de força (HERRICK e STONE, 1996).

Para a disposição da periodização do treinamento, Matveev (1997) demonstrou que os melhores resultados vêm sendo obtidos pela organização da carga em forma de ciclos. A divisão dos ciclos de treinamento na periodização é realizada a partir de um macrociclo que pode ter a duração de seis meses a 4 anos (dependendo da modalidade de exercício, planejamento e nível de aptidão física dos indivíduos). Inicialmente, um mesociclo era determinado por um período de 2 a 3 meses dependendo da modalidade. Atualmente, este ciclo corresponde geralmente, de 4 a 6 semanas, de modo a assegurar ganhos ótimos no condicionamento físico. O microciclo refere-se a uma semana de treinamento, no entanto, dependendo do formato do programa pode ter a duração de até 4 semanas (KRAEMER e HÄKKINEN, 2004).

O estímulo do exercício é iniciado pelo microciclo, seguido pelo mesociclo dando continuidade com o macrociclo. Este último ciclo é normalmente dividido em período preparatório, competitivo e de transição (Figura 5). No caso de atletas, este modelo será composto pelo período competitivo, no entanto, para praticantes de treinamento de força em academias pode-se seguir um macrociclo de 4 a 5 meses para a adaptação do aluno de academia com a utilização do período de manutenção, neste caso, o período competitivo não estará presente. O objetivo do período preparatório é a melhoria da condição física geral, aumentando os níveis de aptidão física (MONTEIRO, 2002).



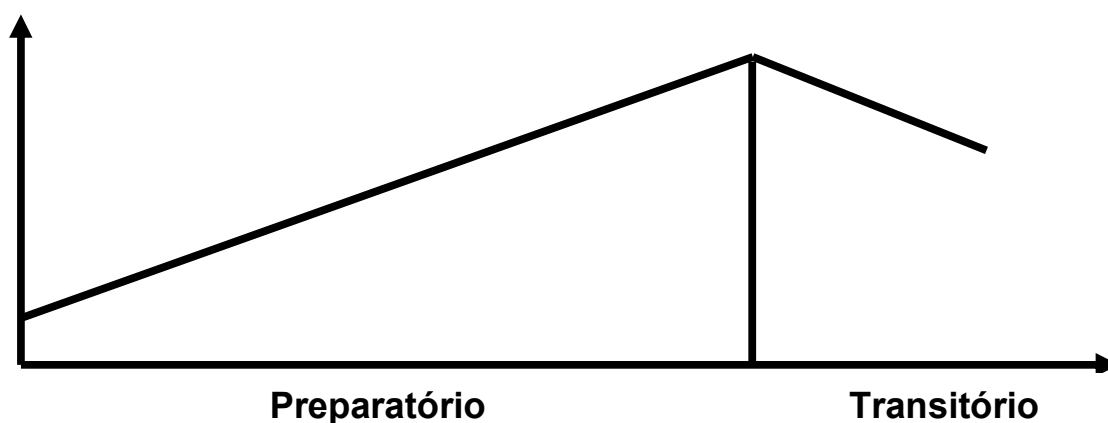
**FIGURA 5.** Divisão de um macrociclo em período preparatório, competitivo/manutenção e transitório (Adaptado de MONTEIRO, 2002).

Para praticantes de academia e alunos de treinamento personalizado, desenvolvem-se as capacidades físicas – força, resistência aeróbia e a flexibilidade e atingem-se os objetivos estéticos de forma integral ou parcial, como a hipertrofia muscular e a diminuição da gordura corporal (PRESTES et al., 2006b). Esta evolução alcançada no período básico é importante para haver progresso na fase específica e, também para a estabilização da forma no período de manutenção. O treinamento deve ser mais generalizado, maior duração e menor intensidade, aprendizagem de habilidades motoras, treinamento de força enfatizando os grandes grupos musculares (PLATONOV, 2004).

O período preparatório pode ser dividido em duas fases principais: fase básica na qual grande volume é utilizado e o aumento na intensidade é gradual e fase específica objetivando melhorar as capacidades físicas específicas de acordo com o objetivo do indivíduo e ocorre maior aumento na intensidade (MATVEEV, 2001). No período de manutenção promove-se a estabilização do nível de preparação atingido



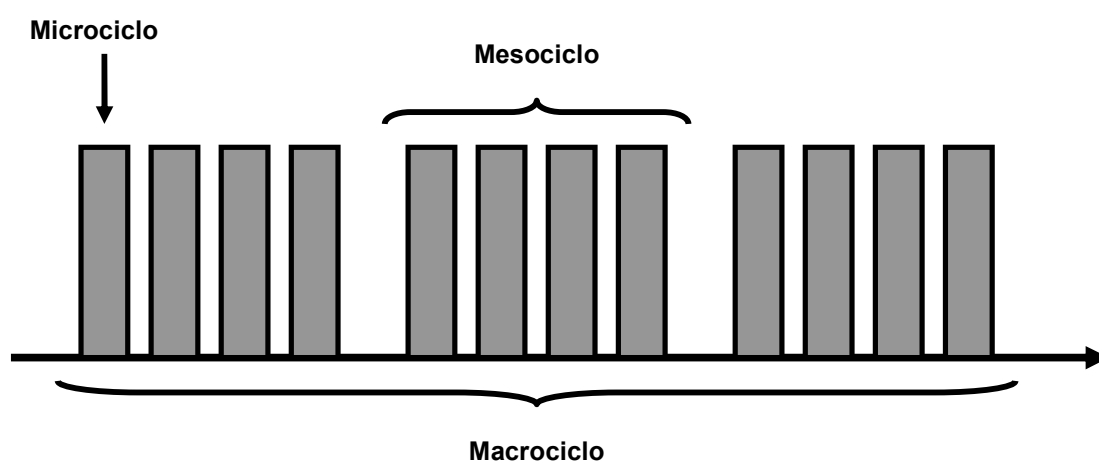
(diminuir as cargas gerais e específicas) e no período transitório ocorre à recuperação completa do potencial de adaptação do organismo, através da diminuição das cargas, implementação de cargas gerais, recuperação ativa e exercícios recreativos que não tenham relação direta com o treinamento realizado (PLATONOV, 1994). Adicionalmente, este período serve como elo de ligação entre os macrociclos elaborados pelo professor.



**FIGURA 6.** Divisão de um macrociclo em período preparatório e transitório para um aluno de baixa aptidão física (Adaptado de MONTEIRO, 2002).

Na Figura 6 é apresentado um modelo de treinamento sem o período de manutenção, esta situação pode ser aplicada a um aluno com aptidão física muito baixa, ao passo que, um período preparatório maior será requisitado, pois quatro meses de período preparatório não seriam suficientes para que o indivíduo alcançasse os objetivos traçados. Sendo assim, faz-se a opção por aumentar a duração desta fase, favorecendo-se as adaptações individualizadas.

Um microciclo representa uma fase, já o mesociclo pode representar várias fases formando o macrociclo, que retrata a estrutura do objetivo final. Se todas estas fases forem organizadas de forma correta e efetiva, ocorrerá a perfusão dos resultados (Figura 7).



**FIGURA 7.** Representação dos ciclos (micro, meso e macro) de treinamento periodizado de forma generalizada (Adaptado de PRESTES et al., 2008b).

Para a organização das fases, existe a necessidade da determinação do objetivo. Por exemplo, fase de adaptação anatômica, hipertrofia, força máxima, definição muscular, potência, flexibilidade e fase de transição, sendo esta última a otimizadora dos resultados, devido à importância da recuperação orgânica após altas cargas treinamento terem sido administradas (BOMPA, 2004).

A recuperação é um processo multidirecional, que depende de fatores intrínsecos e extrínsecos caracterizando-se como componente essencial ao treinamento. As técnicas de recuperação precisam estar em sincronia com a carga de trabalho. Dessa

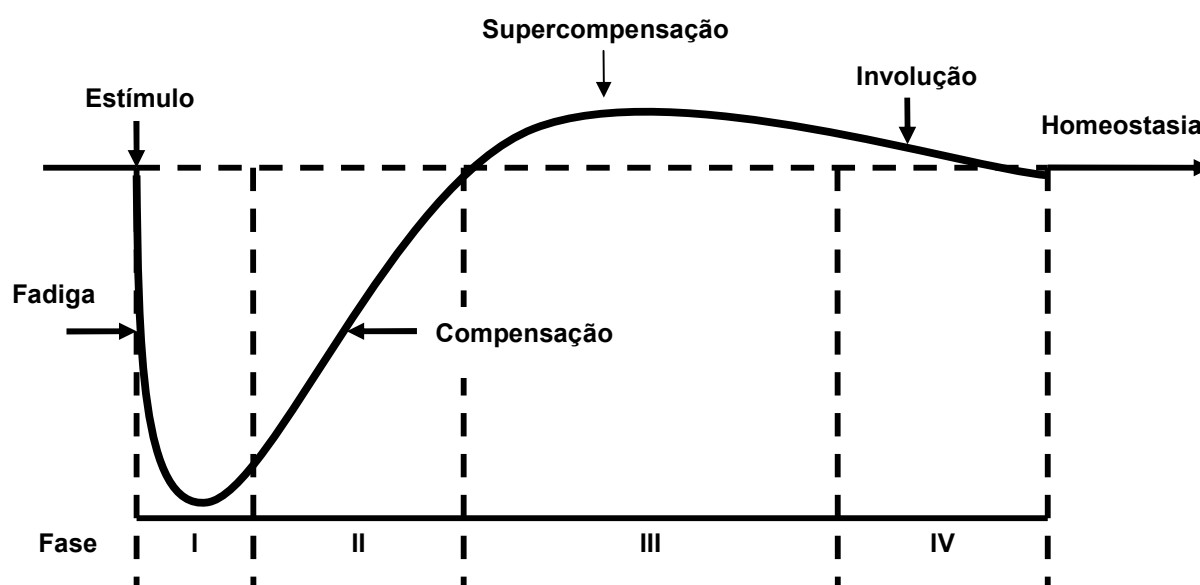
forma, os indivíduos regeneram-se após as sessões de treinamento e a exaustão e o supertreinamento são evitados (BOMPA, 2002).

O supertreinamento ou *overtraining* é o declínio abrupto no desempenho que pode ser atribuído a causas fisiológicas e psicológicas, em períodos associados ao excesso de treinamento, que causam alterações nos sistemas neurológico, imunológico e hormonal (WILMORE e COSTILL, 2001). A prevenção é a melhor proteção contra o supertreinamento, o qual pode ocorrer se não houver modificação no volume e na intensidade do treinamento no período de um ano, como ocorre em treinamentos não periodizados (FLECK e KRAEMER, 2006).

A recuperação é o processo de superação do efeito da fadiga causada pelo treinamento e a regeneração do organismo a seu potencial de rendimento total (BARBANTI, 2001), de tal modo que, este é um importante aspecto para melhora das respostas ao treinamento, tanto nos componentes físicos quanto psicológicos e também na prevenção de lesões. O tempo de recuperação dependerá do tipo de exercício realizado, da via energética, do volume, da intensidade e do tipo de força aplicado na sessão de treinamento.

Existe uma relação entre o trabalho e a recuperação denominado ciclo de supercompensação, ressaltando mais uma vez a importância da recuperação. Durante uma sessão de treinamento há uma queda abrupta na curva da homeostase, pois o treinamento proporciona uma série de estímulos (como o gasto energético) que abalam o sistema biológico do indivíduo (BOMPA, 2002). Após essa perturbação causada pelo treinamento, deve ocorrer a fase de restauração, proporcionando um equilíbrio entre o gasto energético e a reposição energética. Essa restauração ocorre de forma lenta,

levando algumas horas para que o organismo compense a depleção dos estoques energéticos utilizados. Quando o organismo retorna a uma condição superior aquela observada antes do estímulo, ocorre a supercompensação (Figura 8). Notoriamente, o organismo possui uma grande capacidade em adaptar-se ao exercício físico (BARBANTI, 2001).



**FIGURA 8.** Ciclo da supercompensação de uma sessão de treinamento (BOMPA, 2002).

Dentro do processo de elaboração das fases de treinamento também é importante organizar as formas de exigência de força. A força máxima pode ser considerada como a máxima força desenvolvida por uma contração muscular (MATVEEV, 2001). A força rápida ou potência é a capacidade de assegurar a alta velocidade das locomoções, executadas em condições de superação das resistências

externas relativamente pequenas (VERKHOSHANSKI, 1995). Já a resistência de força é a capacidade do indivíduo de realizar, durante um tempo prolongado, os exercícios com cargas, mantendo os parâmetros do movimento (ZAKHAROV, 1992). Essas subdivisões da força podem ser incluídas na periodização, porém em ciclos diferentes, dependendo da modalidade e indivíduo em questão.

Existem outras subdivisões das classes de aplicação de força, porém em função da especialização desportiva. A força máxima maximorum pode ser definida como a expressão máxima de aplicação de força de um ou mais grupamentos musculares em um objeto ou movimentos específicos da modalidade específica treinada (ZATSIORSKY, 1999). A força rápida máxima maximorum é a maior quantidade de força produzida para o movimento específico ao da modalidade estimulada no menor intervalo de tempo possível. Adicionalmente, a força de resistência máxima maximorum é a capacidade muscular de resistir a estímulos de aplicação de forma especial (ZATSIORSKY, 1999).

A força também pode ser dividida em geral e especial, de tal modo que, a força geral pode ser considerada como aplicações das capacidades biomotoras que não possuem relação íntima com as exigências técnicas competitivas. Já a força especial é a aplicação da capacidade biomotora que possui relação íntima com as exigências técnicas competitivas (VERKHOSHANSKI, 1995).

Contudo, essas subdivisões da força devem estar bem distribuídas na periodização de acordo com a modalidade do atleta e/ou não atleta. Portanto, nos microciclos iniciais (começo do período preparatório) devem estar presentes as forças gerais e quando estiver mais próximo da competição, no caso de atletas (final do período preparatório e período competitivo) deve ser realizado um trabalho mais

específico, utilizando a força especial (força maximorum) relacionada diretamente a modalidade treinada (KRAEMER e HÄKKINEN, 2004).

Além da variabilidade do tipo de força, para a elaboração do treinamento deve-se considerar as demais variáveis que facilitarão a recuperação, a supercompensação, o aumento da força, da resistência e do nível de adaptação do indivíduo ao treinamento, que também desempenharão papel fundamental na motivação (fator psicológico) (BOMPA, 2002).

Dentre essas variáveis estão o volume, a intensidade, o número e tipo de exercícios, o intervalo de descanso entre as séries e os exercícios e a duração da sessão (WOLFE, LEMURA e COLE, 2004). O volume pode referir-se tanto ao número de séries e repetições para o treinamento de força, quanto à distância a ser percorrida no treinamento aeróbio. A intensidade se refere a sobrecarga do treinamento (percentual da carga máxima, variação no intervalo de descanso, controle da velocidade de execução e amplitude do movimento). O intervalo de descanso será determinado de acordo com a intensidade e o tipo de força a ser trabalhado. Para uma maior intensidade deverá haver um maior tempo de descanso e se a intensidade for menor, o intervalo de descanso também será. A duração da sessão também deverá estar de acordo com a modalidade e com o objetivo a ser atingido na sessão de treinamento. Todas essas variáveis devem ser aplicadas com planejamento adequado para a obtenção de melhores resultados (RHEA et al., 2003).

Se o treinamento for adequado às necessidades do atleta e/ou indivíduo não atleta, este também assegurará um maior desempenho físico, pois o treinamento será mais motivante, melhorará a disciplina do indivíduo, sua confiança e força de vontade

(BOMPA, 2002). Essas variáveis devem ser incorporadas às diversas metodologias do treinamento, que estarão direcionadas ao trabalho específico de cada fase.

Para o treinamento de força podem ser usadas séries múltiplas, as quais serão determinadas a partir do objetivo e estado de treinamento do indivíduo. Estas séries deverão ser ministradas de acordo com o tipo de treinamento (hipertrofia, força máxima, resistência muscular localizada ou potência), podendo ainda ser usadas, várias metodologias que agregarão-se aos diversos objetivos (FLECK e KRAEMER, 2006).

Dentre as metodologias estão: o treinamento em pirâmide crescente (aumenta-se o peso e diminuem-se as repetições); a pirâmide decrescente (diminui-se o peso e aumentam-se as repetições); a pirâmide truncada (crescente ou decrescente, porém não se chega ao ápice da pirâmide); bi-set (consiste na realização de dois exercícios consecutivamente, sem pausa, podendo estes ser para o mesmo grupo muscular ou para um outro distinto, a pausa será realizada após a execução desses dois exercícios); tri-set (consiste no mesmo processo do bi-set, no entanto, serão realizados três exercícios consecutivos); supersérie (nesse método serão realizados quatro exercícios seguidos sem pausa, depois será realizada uma pausa para que se inicie a próxima série); isométrico (consiste em contrações isométricas com duração de 3 a 10 segundos); circuito (trabalho desenvolvido em forma de estações com alternância entre as partes do corpo), dentre outros métodos (FLECK e KRAEMER, 2006).

Outro fator importante tanto para a segurança do indivíduo quanto para motivação no treinamento é a escolha dos exercícios. Os exercícios em aparelhos guiados com trajetórias definidas oferecem a vantagem a praticantes iniciantes que apresentam dificuldade na coordenação dos movimentos. Para indivíduos em nível avançado que treinam sozinhos, esses aparelhos diminuem o risco de lesão caso não

se consiga realizar a repetição, bem como, são interessantes também para o treinamento de potência, em que a velocidade de execução deve ser a mais rápida possível, sem perda de eficiência (UCHIDA et al., 2003).

Em contrapartida, os exercícios realizados com pesos livres oferecem diversas opções de movimentos, podendo enfatizar porções musculares distintas e melhorar os níveis de coordenação específica (FLECK, 1999). Por conseguinte, pode ser determinado se os exercícios serão multiarticulares, dividindo o trabalho entre as articulações e suportando uma intensidade mais elevada, ou se serão monoarticulares, onde não há divisão do trabalho, diminuindo a intensidade, no entanto, aumentando o estímulo em determinada musculatura (FLECK, 1999). Vale ressaltar que, para indivíduos em nível intermediário e avançado é interessante elaborar treinos com exercícios livres e máquinas, com realização multiarticular e monoarticular, para proporcionar diferentes estímulos.

Contudo, a elaboração do treinamento revela-se com aspectos complexos e multidirecionais, os quais merecem aprofundamento científico, visando resultados permanentes. Finalmente, os profissionais envolvidos com a prática do treinamento de força devem estar suficientemente capacitados para tal função, visto que, os meandros desse processo precisam estar bem estabelecidos para que a atuação desenvolva-se com plenitude e segurança.



### **2.3. Treinamento de força para mulheres**

Atualmente, muitas mulheres adicionaram o treinamento de força a sua rotina de exercícios físicos como forma de complementar o programa de condicionamento. Dessa forma, muitos estudos têm sido conduzidos na tentativa de elucidar as respostas e as considerações aos diversos programas de treinamento de força para essa população (KRAEMER et al., 2000; CONSITT, COPELAND e TREMBLAY, 2002; KRAEMER et al., 2003; KRAEMER et al., 2004; UCHIDA et al., 2004; LINNAMO et al., 2005; PRESTES et al., 2008b).

Neste sentido, Dibrezzo, Fort e Brown (1991) verificaram a relação entre força, resistência, peso e percentual de gordura durante as três fases do ciclo menstrual, ou seja, início da menstruação, a ovulação e a fase lútea. Faziam parte deste estudo, 21 mulheres com idade entre 18 e 36 anos, apresentando ciclo menstrual regular. A força e a resistência foram avaliadas através da extensão e flexão dos joelhos em aparelho isocinético. Esta pesquisa demonstrou um pequeno ou nenhum efeito das fases do ciclo menstrual sobre a relação entre peso corporal, percentual de gordura ou na força e/ou resistência na extensão e flexão do joelho.

Sendo assim, a maioria dos estudos com treinamento de força em mulheres foram realizados sem controle do ciclo menstrual (HERRICH e STONE, 1996; KRAEMER et al., 2000; KRAEMER et al., 2003; RHEA et al., 2003; KRAEMER et al., 2004; UCHIDA et al., 2004; LINNAMO et al., 2005; PRESTES et al., 2008b).

Embora os hormônios influenciem diversos sistemas, (na corrente) em revisão de literatura, Jonge (2003) sugere que hormônios reprodutivos femininos não afetam as características contráteis do músculo durante o ciclo menstrual e que mulheres atletas

em esportes específicos de força, com ciclos menstruais regulares, não precisariam ter seus esquemas competitivos ajustados ao ciclo menstrual, desde que o meio de determinação do desempenho no esporte seja feito através das características contráteis do músculo e do  $VO_{2max}$ .

Além desses hormônios característicos das mulheres (estrogênio e progesterona), a concentração hormonal basal, a produção e o metabolismo hormonal se apresentam de forma diferente entre os gêneros (CONSITT, COPELAND e TREMBLAY, 2002). Assim, outros hormônios, como a testosterona e o cortisol e a relação entre estes também podem influenciar na performance física (JONGE, 2003). Apesar da hipótese de que a concentração de testosterona pode interferir nas adaptações ao treinamento, o aumento nessas concentrações pode não coincidir com aumentos na força e na massa muscular. Isso pode ocorrer considerando que os aumentos iniciais na força são decorrentes de adaptações neurais (CONSITT, COPELAND e TREMBLAY, 2002).

A relação testosterona/cortisol tem sido utilizada como um sinalizador do nível de estresse devido à exigência metabólica do exercício e também como um importante indicador do nível de treinabilidade, especialmente em mulheres (CONSITT, COPELAND e TREMBLAY, 2002; JONGE, 2003).

Uchida et al. (2004) realizaram um estudo com cinco jovens treinadas em treinamento de força, com o objetivo de verificar dentre outras variáveis a relação entre a concentração plasmática de testosterona e cortisol em mulheres. Durante 8 semanas as voluntárias participaram de um programa de treinamento de força de múltiplas séries, sendo que este programa nas segundas e terças-feiras tinha intensidade referente a 100% de 10RM e nas quintas e sextas-feiras a intensidade era referente a

90% de 10RM. O treinamento de *endurance* foi restrito há apenas 20 minutos, duas vezes por semana. Esta pesquisa reportou que não há alteração na concentração de testosterona em nenhum momento e que a secreção de cortisol em repouso foi diminuída após 8 semanas de treinamento. Sendo assim, neste período a relação testosterona/cortisol foi aumentada em 20% em repouso. Os autores atribuem a diminuição da relação testosterona/cortisol à alta intensidade do treinamento, no entanto, a relação positiva desses hormônios em repouso, sugere a ocorrência do mecanismo de supercompensação.

As respostas hormonais ao treinamento de força também têm sido estudadas por Consitt, Copeland e Tremblay (2001). Eles verificaram as respostas hormonais após uma sessão de treinamento de força com 8 exercícios de 3 séries de 10RM cada. Os autores reportaram aumentos na testosterona e no estradiol, porém, estes não foram significativos quando comparados às concentrações em repouso. Também foi relatado aumento nas concentrações do GH, embora esse aumento seja relativamente igual ao apresentado após uma sessão de ciclismo a 75% da frequência cardíaca máxima com duração de 40 minutos, não diferenciando assim, na resposta do GH ao treinamento de força e de *endurance*.

Linnamo et al. (2005) também realizaram um trabalho para verificar as respostas hormonais agudas, entretanto, ao treinamento de força submáximo e máximo e também com exercícios explosivos. Os autores utilizaram três protocolos de treinamento de força intenso: o primeiro com exercícios de força submáxima (70% de 10RM), o segundo com exercícios de força máxima (10RM) e o terceiro com exercícios de força máxima explosiva (40% de 10RM). Participaram do estudo 8 mulheres e 8 homens adultos jovens. Os autores relataram maior resposta hormonal aguda nas

concentrações séricas do GH em ambos os gêneros, somente após a realização da sessão de treinamento com exercícios de força máxima. Também houve aumento na concentração de GH sérico após a sessão de treinamento com exercícios de força máxima explosiva, mas somente nos homens, indicando a maior capacidade destes de realizarem ações musculares rápidas, essa diferença de ativação, pode ser relatada pela baixa concentração de testosterona nas mulheres. Em parte, os autores atribuem essas respostas menores nas mulheres do que nos homens, devido a menor quantidade de massa muscular envolvida no exercício. O presente estudo indicou que se a carga relativa (%) for mantida a mesma para ambos os gêneros, o exercício de força intenso induz maiores respostas hormonais de GH e testosterona em homens do que em mulheres.

As respostas hormonais ao treinamento de força em homens e mulheres se apresentam de forma diferente, no entanto, não é apenas o sistema endócrino que reage diferente ao mesmo estímulo, mas também o sistema neuromuscular.

Martel et al. (2006), reportaram diferentes respostas dos subtipos de fibras musculares ao treinamento de força entre homens e mulheres jovens e mais velhos. O treinamento de força foi realizado unilateralmente com extensão do joelho (perna dominante, enquanto a não dominante representou o grupo controle). O teste para determinar possíveis mudanças nos subtipos de fibras tipo I, IIa e IIx, foi realizado através de biópsia no músculo vasto lateral. Este estudo indicou efeitos significativos da idade e do gênero na resposta hipertrófica da fibra muscular em resposta ao treinamento de força, sendo que aparentemente indivíduos mais velhos desenvolvem mais lentamente a hipertrofia da fibra tipo I, e homens jovens parecem ter maior

capacidade hipertrófica comparados aos homens mais velhos, as mulheres jovens e também as mais velhas.

Estes estudos (CONSITT, COPELAND e TREMBLAY, 2001; CONSITT, COPELAND e TREMBLAY, 2002; UCHIDA et al., 2004; LINNAMO et al., 2005; MARTEL et al., 2006) que aludem às diferentes respostas hormonais e neuromusculares nas mulheres, são importantes para o correto planejamento do treinamento de força. Entretanto, trabalhos que verifiquem a eficácia de diferentes tipos de treinamento para esta população, também fornecem importante contribuição para a prescrição do treinamento. Pesquisas (BAKER, WILSON e CARLYON, 1994; HERRICK e STONE, 1996; KRAEMER et al., 2000; RHEA et al., 2002; RHEA et al., 2003; WOLFE, LEMURA e COLE, 2004; BROWN e GREENWOOD, 2005) têm exaltado a eficácia do treinamento de força periodizado para mulheres.

Herrick e Stone (1996) compararam o treinamento de força periodizado com o treinamento de força progressivo em mulheres, utilizando a mesma carga com o objetivo de verificar se a periodização produziria maiores ganhos de força e se o treinamento de força progressivo sem a variação poderia resultar no efeito platô durante 15 semanas de treinamento. Participaram deste estudo 20 mulheres jovens destreinadas. Ambos os grupos foram treinados 2 vezes por semana durante 15 semanas e os testes foram realizados a cada 3 semanas, totalizando 6 testes. As cargas de treinamento foram prescritas e ajustadas para assegurar os princípios do treinamento de força progressivo e da periodização. Pode observar-se 6 aumentos significativos no grupo de treinamento periodizado tanto nos membros superiores quanto inferiores, enquanto o grupo com treinamento progressivo apresentou 2

aumentos na força máxima. Os autores verificaram que enquanto o grupo com treinamento progressivo demonstrava menor melhoria na força ou se voltava para os estágios finais do estudo, o grupo com periodização apresentava melhora de uma forma mais linear.

O treinamento periodizado tem demonstrado melhores resultados não somente em mulheres destreinadas, mas também em mulheres atletas. Kraemer et al. (2000) realizaram uma pesquisa com 24 mulheres tenistas, distribuídas aleatoriamente em três grupos: grupo controle, grupo de treinamento de força periodizado com múltiplas séries, e por último, um grupo de treinamento de força em circuito com séries simples. Os autores encontraram respostas significativas na composição corporal (aumento na massa magra e diminuição no percentual de gordura), assim como na potência, somente no grupo com treinamento de força periodizado. Também foi observado aumento na força máxima após 4, 6 e 9 meses de treinamento no grupo periodizado, enquanto o grupo com treinamento de força em circuito com séries simples apresentou aumentos na força máxima somente após 4 semanas de treinamento. Estes resultados demonstraram superioridade do treinamento de força periodizado com séries múltiplas confrontando com o treinamento de força em circuito com baixo volume (séries simples).

Outro estudo realizado por Kraemer, Ratamess e French (2002) também comparou o treinamento de força periodizado com o treinamento de força não periodizado em 30 mulheres tenistas. Estas foram distribuídas em três grupos: periodizado, não periodizado e controle. Os autores encontraram resultados superiores em todas as variáveis analisadas (composição corporal, potência anaeróbia, velocidade do  $VO_{2max}$ , agilidade, força máxima, salto em altura, velocidade na jogada e

concentrações hormonais séricas em repouso) após 9 meses de treinamento de força periodizado em comparação ao grupo com treinamento de força não periodizado (tradicional).

Kraemer et al. (2003) também verificaram as mudanças na hipertrofia muscular com o treinamento de força periodizado e a influência do treinamento de força para os membros superiores. Participaram deste estudo 85 mulheres jovens destreinadas. Estas foram distribuídas da seguinte forma: 2 grupos realizaram um treinamento para o corpo todo, diferenciando apenas pelo número de repetições 1º grupo (3-8RM) e 2º grupo (8-12RM); outros 2 grupos treinaram apenas os membros superiores, tiveram a intensidade distribuída igualmente aos grupos que treinaram o corpo todo; e por último, o grupo controle. Foram realizadas 3 avaliações: inicial, após 12 semanas e após 24 semanas de treinamento. Observou-se aumento na área de secção transversa dos braços em todos os grupos treinados, e na coxa houve aumento somente no grupo que treinou o corpo todo, assim como a força máxima no agachamento. Com isso, os autores concluíram que é preciso a especificidade do treinamento para obtenção de resultados e que o treinamento de força com sobrecarga intensa designado para o corpo todo é importante no desenvolvimento do tecido muscular em mulheres jovens.

Corroborando com os estudos supracitados que enaltecem os efeitos do treinamento de força periodizado para mulheres, Prestes et al. (2008b) realizaram uma pesquisa com 20 mulheres treinadas em treinamento de força. O estudo verificou a eficácia de dois modelos de periodização (linear e linear reversa) nas variáveis: composição corporal, força máxima e resistência muscular localizada (RML). Os autores encontraram resultados positivos na composição corporal, assim como na capacidade de geração de força máxima no grupo da periodização linear. A

periodização linear foi mais eficiente nos três aparelhos testados: aparelho puxador costas, na rosca direta e na cadeira extensora, apresentando aumentos significativos em mais avaliações em comparação a periodização linear reversa. Não foram observadas alterações estatisticamente significativas na RML nos exercícios rosca direta e cadeira extensora em nenhuma das avaliações em ambas as periodizações. Os autores concluíram que o treinamento de força periodizado através do modelo linear durante 12 semanas, produziu efeitos positivos na composição corporal, o que não foi observado na periodização linear reversa. No entanto, os dois modelos de periodização utilizados induziram aumentos significativos nos níveis de força máxima, tanto de membros inferiores como de membros superiores. Por outro lado, no que se refere aos ganhos de RML nenhuma das periodizações apresentaram alterações significativas. Neste aspecto, fica claro que a melhora nas manifestações da força dependem da especificidade do treinamento realizado.

Não obstante, muitas pesquisas têm sido elaboradas (HERRICK e STONE, 1996; KRAEMER et al., 2000; KRAEMER et al., 2003; KRAEMER et al., 2004; PRESTES et al., 2008b) com o objetivo de elucidar programas de treinamento mais adequados, sejam para mulheres treinadas, destreinadas ou atletas, visando maiores resultados e segurança no momento da prescrição do treinamento de força.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Verificar o impacto de 12 semanas de treinamento de resistência muscular localizada com modelo de periodização linear e ondulatório sobre composição corporal, níveis de força máxima, RML e aptidão cardiorrespiratória em mulheres.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

Comparar a eficiência da periodização linear e ondulatória sobre os indicadores de força máxima, RML e composição corporal (massa magra, gordura corporal e percentual de gordura).

Verificar os efeitos dos modelos de periodização linear e ondulatória sobre a aptidão cardiorrespiratória (consumo de oxigênio pico e limiar ventilatório).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Casuística

As unidades observacionais se constituíram de 20 indivíduos do gênero feminino, integrados num programa de exercícios físicos com o acompanhamento de um profissional de Educação Física, durante 12 semanas. As participantes foram escolhidas de acordo com os seguintes critérios: idade entre 20 e 35 anos; não-obesas; saudáveis; não apresentassem doenças crônicas degenerativas ou infecciosas; há no mínimo seis meses sem envolvimento em programa de treinamento regular e que não fizessem uso de qualquer tipo de substância ergogênica (suplementos alimentares). As voluntárias foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos, periodização linear (n=10) e periodização ondulatória (n=10). A Tabela 2 apresenta as características das participantes dos dois modelos de periodização (linear e ondulatória) e *P* valores do teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*.

Na triagem inicial das voluntárias, elas responderam a um questionário de avaliação da saúde que foi analisado por médico especialista em Medicina do Esporte. Todas as participantes preencheram e entregaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE- Anexo 1). O presente estudo faz parte de projeto temático aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Protocolo 83/03 (Anexo 2).

Os procedimentos foram realizados de acordo com as recomendações do ACSM para pesquisas com seres humanos. Segundo as descrições do ACSM (2002) as participantes eram consideradas iniciantes em treinamento de força, pois não

apresentavam prática sistemática de treinamento de força nos seis meses que antecederam a pesquisa.

A experiência em treinamento físico e atividade física habitual foram determinadas através de entrevista. Uma participação em 98% das sessões de treinamento foi garantida e a ausência em mais de duas sessões seguidas de treinamento resultava na eliminação da participante da análise dos resultados.

#### **4.2. Protocolo Experimental**

Todas as voluntárias foram submetidas aos testes antes do início do estudo e após 12 semanas para o controle das variáveis observadas. A primeira avaliação foi realizada antes do início do programa e a segunda na décima segunda semana. Foi realizada uma semana inicial com 4 sessões de adaptação ao treinamento, sendo no terceiro e quarto dia desta semana aplicado o teste de 15RM em cada aparelho utilizado. Com exceção à semana de adaptação, foi realizado o teste de 1RM com os exercícios: *leg- press 45°*, supino reto com barra e rosca direta com barra w.

As participantes tiveram suas cargas controladas em cada sessão de treinamento, para que estas fossem reajustadas, caso ocorresse à superação do número de repetição máximo programado para o respectivo microciclo. Foi utilizada a escala de esforço desenvolvida por Robertson et al. (2002), para o controle da sessão de treinamento, auxiliando as participantes a avaliarem seu próprio esforço (Anexo 3). As cargas foram reajustadas semanalmente em 5%, de acordo com a recomendação do ACSM (2002) para indivíduos praticantes de treinamento de força.

### **4.3. Composição Corporal**

Para as medidas de espessura de dobras cutâneas foi utilizado o compasso de dobras cutâneas da marca Lange<sup>®</sup>. A equação utilizada para a predição da gordura corporal foi a de Jackson, Pollock e Ward (1980) para mulheres (18 a 55 anos de idade) e que utiliza o somatório das dobras cutâneas tríceps, supra-iliaca e coxa. A partir desta equação, foram estimados o percentual de gordura (%), e os valores de gordura corporal (Kg) e massa magra (Kg). A balança antropométrica utilizada para realizar as medidas de peso em (Kg) e estatura (em m) foi a Filizola<sup>®</sup>.

### **4.4. Padronização da Dieta**

As participantes do estudo receberam uma dieta individualizada isocalórica prescrita por um nutricionista. A padronização foi realizada de acordo com a composição corporal de cada indivíduo, ou seja, a necessidade energética total foi calculada a partir da massa muscular de cada participante, obtida na avaliação corporal, respeitando assim a individualidade biológica. Para garantir que a dieta seria isocalórica e não teria influencia na composição corporal, duas semanas antes do início do estudo, as participantes iniciaram o cardápio prescrito, ao passo que, não foram observadas alterações na composição corporal induzidas pela dieta.

As participantes realizaram suas refeições principais (café da manhã, almoço e jantar) em casa e as refeições intermediárias (lanches da manhã e da tarde) nos respectivos locais de trabalho, chegando a um total de 5 refeições diárias. Durante o estudo, foram realizadas anamneses mensais, contendo um recordatório de 24 horas, para que a readequação da dieta fosse realizada. A alimentação proposta conteve as seguintes proporções dos macronutrientes: carboidratos (65-60% - 5-8g/Kg), proteína

(10-15% - 1,5g/ proteínas/Kg) e gordura (25% - 0,5-1,0g/Kg), seguindo as recomendações do ACSM e *Dietitians Canada Joint Position Statement* (2000). Em média calórica, as participantes ingeriram em torno de 1600 a 2100 kcal. Após o recebimento da dieta individualizada, as participantes foram instruídas a seguir o cardápio prescrito, nas anamneses mensais, os recordatórios alimentares de 24 horas foram analisados para garantir que a dieta estava sendo seguida.

#### **4.5. Teste de Força Máxima**

Um dia após as avaliações antropométricas, realizadas antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, foram realizados os testes de 1RM. Todos os procedimentos para determinação do teste de 1RM, inclusive a padronização das angulações de movimentos foram realizados de acordo com as descrições de Brown e Weir (2001). Para os testes, após o aquecimento geral (movimentos balísticos), os indivíduos executaram uma série de aquecimento específico de oito repetições com carga moderada, de acordo com a carga que as participantes realizaram na semana de adaptação, seguida por outra série de três repetições a 70% da 1RM estimada. Os percentuais de carga selecionados para o aquecimento foram baseados de acordo com a sobrecarga obtida nas 15RM, obtida no terceiro e quarto dia de adaptação na semana em que antecedeu os testes. Os levantamentos subsequentes foram repetições simples com cargas progressivamente mais pesadas. Repetiu-se o teste até que a 1RM fosse determinada.

O intervalo de descanso entre as séries foi de três minutos e o número máximo de tentativas para determinação da carga máxima foram cinco. Os exercícios

escolhidos para as análises da evolução da força máxima foram o supino reto com barra, o *leg press 45°* e a rosca direta.

#### **4.6. Teste de Resistência Muscular Localizada (RML)**

Todos os procedimentos para determinação da RML seguiram as descrições de Baechle (2000) e Burkett (2003). Este foi realizado 48 horas após o teste de força máxima, evitando possíveis influências na performance deste teste. A partir dos valores obtidos no primeiro teste de 1RM (antes do início do programa), foi encontrado o 50% da 1RM para aplicação do teste RML, sendo que esta carga foi utilizada na primeira e na segunda avaliação realizada na 12<sup>a</sup> semana. Inicialmente, foi realizado um aquecimento específico constituído de apenas uma série de 10 repetições com 40% da 1RM. Após um intervalo de descanso de aproximadamente 1 minuto e 30 segundos, as participantes executaram o maior número possível de repetições até a falha concêntrica voluntária. Utilizando intervalo de descanso de aproximadamente 1 minuto, repetiu-se o teste novamente com 50% da 1RM e subseqüentemente esse último procedimento foi repetido uma vez mais. Esse procedimento foi realizado para detectar o nível de fadiga muscular localizada. Os exercícios seleccionados para aplicação deste teste foram: supino reto com barra, *leg press 45°* e rosca direta.

#### 4.7. Teste Cardiopulmonar

As mulheres dos dois grupos foram submetidas a teste cardiopulmonar, em laboratório climatizado, com temperatura mantida entre  $22^{\circ} \pm 2^{\circ}C$ , em uma esteira rolante computadorizada “*Inbrasport ATL*”, com protocolo contínuo, de carga crescente, com carga inicial de 4,0 Km/h (3 minutos), com incrementos de carga a cada minuto, de 1,0 km/h até 10,0 km/h, a seguir incrementos de 2,5% de inclinação/minuto, até a exaustão (CESAR, PARDINI e BARROS NETO, 2001; SOUZA et al, 2008; CESAR et al., 2008).

A medida do consumo de oxigênio, gás carbônico e da ventilação pulmonar foi realizada de forma direta, a cada 20 segundos, por analisador de gases metabólicos “VO2000” – “*Aerosport Medical Graphics*”. Foram determinados o  $VO_{2pico}$  e o LA, que foram expressos em mililitros por quilograma por minuto (ml/Kg/min).

O  $VO_{2pico}$  foi considerado o maior valor de consumo de oxigênio atingido durante o teste e o primeiro limiar anaeróbio foi determinado por método ventilatório (WASSERMAN e McILROY, 1964; DAVIS et al., 1976; WASSERMAN et al., 1999).

A frequência cardíaca durante o teste em esteira foi determinada a cada 60 segundos por meio de sistema de telemetria “*Polar Vantage NV*” e pelos intervalos R-R do eletrocardiograma, e expressa em batimentos por minuto (bpm).

Foi perguntada às voluntárias a percepção subjetiva de esforço (escala de Borg 6-20), (Anexo 4) (BORG, 1982) antes de iniciar o teste pulmonar e logo após o pico máximo de esforço durante o teste.

#### **4.8.Treinamento de Força**

Os treinamentos aplicados tiveram como característica a utilização de uma periodização linear ou ondulatória das cargas. No modelo linear, também conhecido como clássico, a intensidade do treinamento aumentava a cada microciclo (1 semana) e o volume era reduzido. O número de repetições foi reduzido (mantendo-se a faixa mínima de repetições preconizadas para intensidade semanal prescrita) em razão do aumento da intensidade (Quadro 1). A periodização do treinamento com pesos é apresentada nas figuras explicativas (Figuras 9 e 10). A intensidade foi aumentada semanalmente em 5% na periodização linear e na periodização ondulatória (Figuras 9 e 10). A periodização aplicada teve como base dados de trabalhos já publicados na literatura (BROWN, 2001; KRAEMER et al., 1997; RHEA et al., 2003). Porém, as planilhas de treinamento foram desenvolvidas exclusivamente pela autora do trabalho, visando propor uma ferramenta de auxílio na organização e prescrição do treinamento de força.

A ordem dos exercícios referentes às 12 semanas está apresentada na Figura 9, o treinamento foi parcelado em A e B, sendo estes alternados, repetindo cada um deles duas vezes por semana de forma intercalada, ou seja, segunda e quinta-feira A e terça e sexta-feira B. Em cada um dos exercícios listados foram realizadas 3 séries e o número de repetições e o descanso entre as séries e exercícios foi seguido de acordo com a intensidade semanal prescrita, como apresentado no Quadro 1. A frequência estabelecida foi de quatro vezes por semana e a duração média de cada sessão foi de 50 minutos. Cada repetição teve duração média de 3-4s, contando com as fases concêntrica e excêntrica. Ao final de cada sessão foram realizadas 3 séries de 20



repetições de exercícios abdominais. Todas as sessões foram acompanhadas por uma professora com experiência na área.

A intensidade semanal do treinamento era garantida pelo uso de repetições máximas em cada semana, as cargas eram reajustadas individualmente para manter as repetições máximas programadas para cada microciclo e sessão. O treinamento foi realizado durante 12 semanas (Figuras 9 e 10). As elevações na sobrecarga ocorreram semanalmente. Tanto na periodização linear quanto na ondulatória uma semana recuperativa foi aplicada, entre a 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semanas, não tendo sido incluída nas figuras explicativas. Nesta semana as participantes realizaram apenas duas sessões de treinamento (segunda e quinta-feira), com 2 séries de 15RM em cada exercício. A semana recuperativa foi planejada com o objetivo de permitir aos indivíduos uma melhor adaptação e preparação para os estímulos seguintes. Este procedimento já foi adotado por Prestes et al. (2008a).

**QUADRO 1.** Programa de treinamento de força.

| <b>Séries x Repetições</b> | <b>Tempo de intervalo</b>         |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 3 x 30RM                   | 50 segundos                       |
| 3 x 25RM                   | 45 segundos                       |
| 3 x 20RM                   | 40 segundos                       |
| 3 x 15RM                   | 35 segundos (semana recuperativa) |

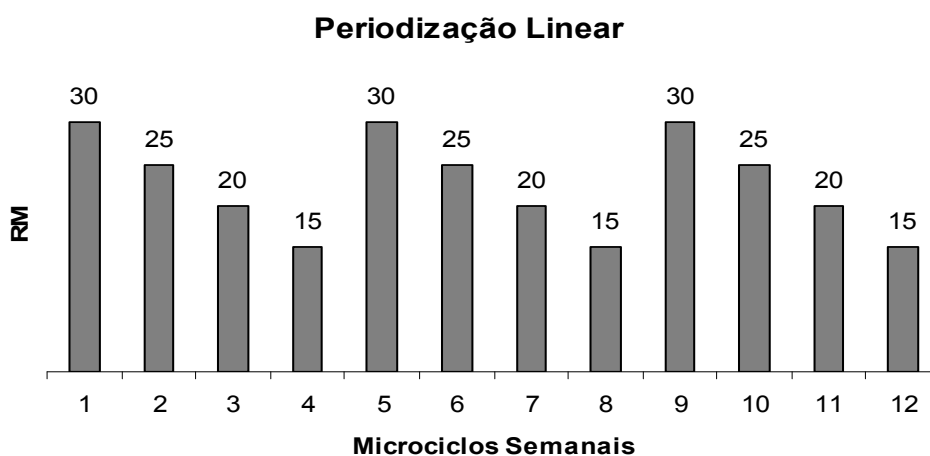
A periodização linear foi composta por um mesociclo de 12 semanas. Na primeira semana foram realizadas três séries de 30RM; na segunda semana três séries de 25RM ; na terceira semana três séries de 20RM e na quarta semana três séries de 15RM. A partir da quinta semana foi dado início aos mesmos números de repetições,

porém com as sobrecargas maiores ajustadas pelas repetições máximas. Na quinta semana foram repetidas três séries de 30RM; 25RM na sexta semana; 20RM na sétima semana e 15RM na oitava semana. Na nona semana repete-se 30RM; na décima semana 25RM; na décima primeira semana 20RM e na décima segunda semana 15RM (Figura 9). Sempre foram realizadas três séries, independente da intensidade; o intervalo de descanso foi respectivo à intensidade; o treino sempre foi alternado em A, B, A e B; a sobrecarga foi reajustada de acordo com número de repetições máximas, podendo sofrer alterações durante a sessão de treinamento para que o número de repetições máximas determinado para aquele microciclo fosse mantido (Quadro 2).

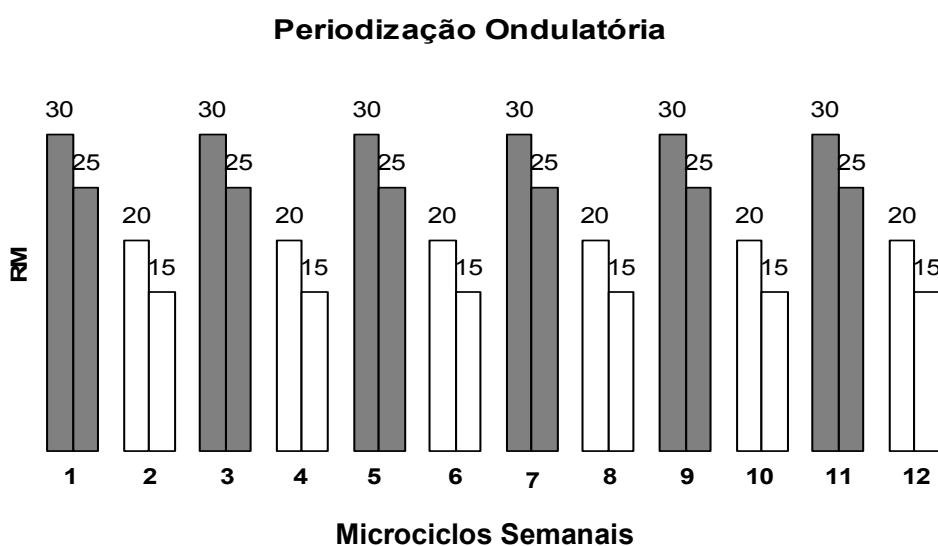
**QUADRO 2.** Parcelamento dos treinos A e B e seqüência dos exercícios realizados durante as 12 semanas.

| <b>EXERCÍCIOS REALIZADOS</b>   |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Treino A</b>                | <b>Treino B</b>                      |
| 1. Supino reto com barra       | 1. <i>Leg- Press 45°</i>             |
| 2. Crucifixo inclinado         | 2. Cadeira extensora                 |
| 3. Desenvolvimento c/ halteres | 3. Mesa flexora                      |
| 4. Elevação lateral            | 4. Glúteo solo                       |
| 5. Rosca direta barra w        | 5. Abdutor                           |
| 6. Rosca martelo               | 6. Adutor                            |
| 7. Tríceps <i>pulley</i>       | 7. Gêmeos sentado                    |
| 8. Francês simultâneo          | 8. Pulley frontal aberto             |
| 9. Abdominais solo (supra)     | 9. Remada baixa fechada              |
| 10. Abdominais solo (infra)    | 10. Abdominais com halter (oblíquos) |

Na periodização ondulatória ocorreu variação da intensidade na mesma semana. O volume (número de séries) e a intensidade (número de repetições máximas) foram iguais à periodização linear. Os mesociclos foram divididos também por microciclos semanais, nos quais os microciclos 1, 3, 5, 7, 9 e 11 tiveram a variação na intensidade de 30RM e 25RM (Figura 10). Nessas semanas, por exemplo, se o treino A fosse realizado na segunda-feira, teria a intensidade referente à 30RM, sendo que esse mesmo treino A, realizado novamente na quinta-feira teria a intensidade referente a 25RM. Essa alteração ocorreu também no treino B, ou seja, quando realizado na terça-feira, a intensidade seria referente à 30RM, sendo repetido na sexta-feira, porém com a intensidade de 25RM. As intensidades foram assim alternadas dentro da mesma semana (microciclo) em todas as semanas ímpares. Para as semanas referentes a números pares, semanas 2, 4, 6, 8, 10 e 12, a intensidade foi de 20RM e 15RM (Figura 10). Se o treino A fosse realizado na segunda-feira, teria a intensidade referente a 20RM, repetiu-se o mesmo treino A na quinta-feira, com 15RM. Se o treino B fosse realizado na terça-feira, a intensidade seria 20RM, repetiu-se na sexta-feira com 15RM. Assim como na periodização linear, na periodização ondulatória as cargas eram reafirmadas a cada sessão em função das repetições máximas. Após o término de cada quatro microciclos, ou seja 1, 2, 3 e 4; 5, 6, 7 e 8; 9, 10, 11 e 12, foram refeitos os testes de 1RM, assim como na periodização linear.



**FIGURA 9.** Programa de treinamento do grupo periodização linear (n = 10). Treinamento com 12 microciclos semanais (4 sessões por semana). **RM**= Repetições máximas prescritas para cada microciclo.



**FIGURA 10.** Programa de treinamento do grupo periodização ondulatória (n = 10). Treinamento com 12 microciclos semanais (4 sessões por semana). **RM**= Repetições máximas prescritas para cada microciclo.

**Semanas 1-3-5-7-9-11** Dia 1 e 2 – 3 séries de 30RM Dia 3 e 4 – 3 séries de 25RM  
**Semanas 2-4- 6-8-10-12** Dia 1 e 2 – 3 séries de 20RM Dia 3 e 4 – 3 séries de 15RM

#### **4.9. Análise Estatística**

Todos os dados foram expressos como média  $\pm$  Desvio Padrão (DP). Foi realizada inicialmente a análise exploratória dos dados através do teste de normalidade de *Shapiro Wilk* e do teste de homocedasticidade pelo critério de *Levene*. As variáveis foram comparadas através da análise intragrupo e intergrupo utilizando-se ANOVA F medidas repetidas e o teste *t* de *Student* para amostras independentes. As análises foram processadas com o uso do *software* SPSS<sup>®</sup> 11.0 e para as comparações foi fixado um nível crítico menor de 5% ( $p < 0,05$ ).

### **5. Resultados**

#### **5.1. Características das participantes do estudo antes e após o programa**

As Tabelas 2 e 3 apresentam as características das participantes dos dois modelos de periodização (linear e ondulatória) antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento e *P* valores do teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* e *P* valores do teste de homocedasticidade de *Levene*.

**TABELA 2.** Média e desvio-padrão dos resultados das participantes pré e pós-estudo. Periodização Linear (n = 10); Periodização Ondulatória (n = 10).

| VARIÁVEIS                        | LINEAR (PRÉ)   | LINEAR (PÓS)   | ONDULATÓRIA (PRÉ) | ONDULATÓRIA (PÓS) |
|----------------------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Idade (anos)                     | 25,20 ± 4,35   | 25,20 ± 4,35   | 27,40 ± 2,80      | 27,40 ± 2,80      |
| Estatura (m)                     | 1,63 ± 0,06    | 1,63 ± 0,06    | 1,64 ± 0,07       | 1,64 ± 0,07       |
| Peso Corporal (Kg)               | 64,14 ± 9,79   | 63,86 ± 10,04  | 61,72 ± 7,82      | 60,47 ± 13,92     |
| IMC (Kg/m <sup>2</sup> )         | 24,12 ± 2,39   | 24,01 ± 2,46   | 22,89 ± 2,76      | 22,52 ± 5,07      |
| Percentual Gordura (%)           | 28,53 ± 4,10   | 24,87 ± 3,45   | 24,84 ± 3,28      | 22,77 ± 5,45      |
| Gordura Corporal (Kg)            | 18,65 ± 5,16   | 16,19 ± 4,55   | 15,51 ± 3,66      | 14,65 ± 4,48      |
| Massa Magra (Kg)                 | 45,49 ± 4,91   | 47,64 ± 5,63   | 46,21 ± 4,62      | 45,82 ± 10,15     |
| FMáx Supino Reto (Kg)            | 33,80 ± 3,16   | 39,70 ± 3,35   | 31,00 ± 6,02      | 36,82 ± 8,98      |
| FMáx Rosca Direta (Kg)           | 18,60 ± 3,07   | 22,80 ± 1,94   | 18,20 ± 3,82      | 21,94 ± 5,12      |
| FMáx Leg-press (Kg)              | 164,10 ± 25,09 | 244,20 ± 34,61 | 186,00 ± 39,29    | 240,72 ± 62,51    |
| RML Supino reto                  | 58,20 ± 15,67  | 94,40 ± 16,84  | 42,9 ± 11,55      | 92,24 ± 26,12     |
| RML Rosca Direta                 | 53,50 ± 21,62  | 141,50 ± 70,80 | 51,2 ± 12,35      | 143,24 ± 62,70    |
| RML Leg-press                    | 74,10 ± 23,70  | 140,90 ± 26,27 | 67,6 ± 15,85      | 141,60 ± 34,62    |
| VO <sub>2pico</sub> (ml/Kg/min)* | 31,71 ± 4,39   | 33,01 ± 5,13   | 30,16 ± 3,85      | 30,98 ± 7,46      |
| LA (ml/Kg/min)*                  | 16,51 ± 2,06   | 17,94 ± 2,99   | 15,41 ± 2,20      | 16,32 ± 4,38      |

**IMC**= índice de massa corporal; **FMáx**= força máxima; **RML**= resistência muscular localizada (somatória do número de repetições); **VO<sub>2pico</sub>** = consumo de oxigênio pico; **LA**= limiar anaeróbio. \*O teste cardiopulmonar foi realizado na periodização linear (n=10) e na periodização ondulatória (n=8).

**TABELA 3.** Resultados dos valores de *P* do teste de *Shapiro-Wilk* com as características das participantes antes do início programa. Resultados dos valores de *P* do teste de *Levene* com as características das participantes após 12 semanas de treinamento.

| VARIÁVEIS                       | <i>P</i> valor ( <i>Shapiro-Wilk</i> ) |             | <i>P</i> valor ( <i>Levene</i> ) |
|---------------------------------|--|-------------|----------------------------------|
|                                 | LINEAR                                 | ONDULATÓRIA | LINEAR E ONDULATÓRIA             |
| Idade (anos)                    | 0,35                                   | 0,93        | 0,22                             |
| Estatura (m)                    | 0,45                                   | 0,86        | 0,56                             |
| Peso Corporal (Kg)              | 0,97                                   | 0,37        | 0,45                             |
| IMC (Kg/m <sup>2</sup> )        | 0,88                                   | 0,11        | 0,43                             |
| Percentual Gordura (%)          | 0,96                                   | 0,34        | 0,88                             |
| Gordura Corporal (Kg)           | 0,99                                   | 0,86        | 0,40                             |
| Massa Magra (Kg)                | 0,66                                   | 0,66        | 0,72                             |
| FMáx Supino Reto (Kg)           | 0,38                                   | 0,95        | 0,09                             |
| FMáx Rosca Direta (Kg)          | 0,16                                   | 0,72        | 0,01                             |
| FMáx Leg-press (Kg)             | 0,60                                   | 0,91        | 0,08                             |
| RML Supino reto                 | 0,06                                   | 0,04        | 0,38                             |
| RML Rosca Direta                | 0,01                                   | 0,59        | 0,84                             |
| RML Leg-press                   | 0,35                                   | 0,14        | 0,29                             |
| VO <sub>2pico</sub> (ml/Kg/min) | 0,39                                   | 0,62        | 0,52                             |
| LA (ml/Kg/min)                  | 0,27                                   | 0,90        | 0,63                             |

## 5.2. Variáveis Antropométricas

Foi observada redução significativa ( $p < 0,05$ ) no percentual de gordura e na gordura corporal na segunda avaliação comparada à primeira avaliação em ambos os grupos. No entanto, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos somente no percentual de gordura na segunda avaliação comparada à primeira avaliação (Tabela 4a e Figura 11 e 12), sendo o grupo linear (-12,73%) superior ao ondulatório (-9,93%) (Tabela 4b). Não foi observada alteração percentual de redução significativa no percentual de gordura e na gordura corporal, conforme mostra a Tabela 4b.

Na massa magra, foi observado aumento significativo ( $p < 0,05$ ) na segunda avaliação comparada à primeira avaliação em ambos os grupos, porém, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos (Tabela 4a e Figura 13). Não foi observada alteração percentual de redução significativa, conforme mostra a Tabela 4b.



**Tabela 4a.** Média  $\pm$  desvio padrão da composição corporal pré e pós-estudo.

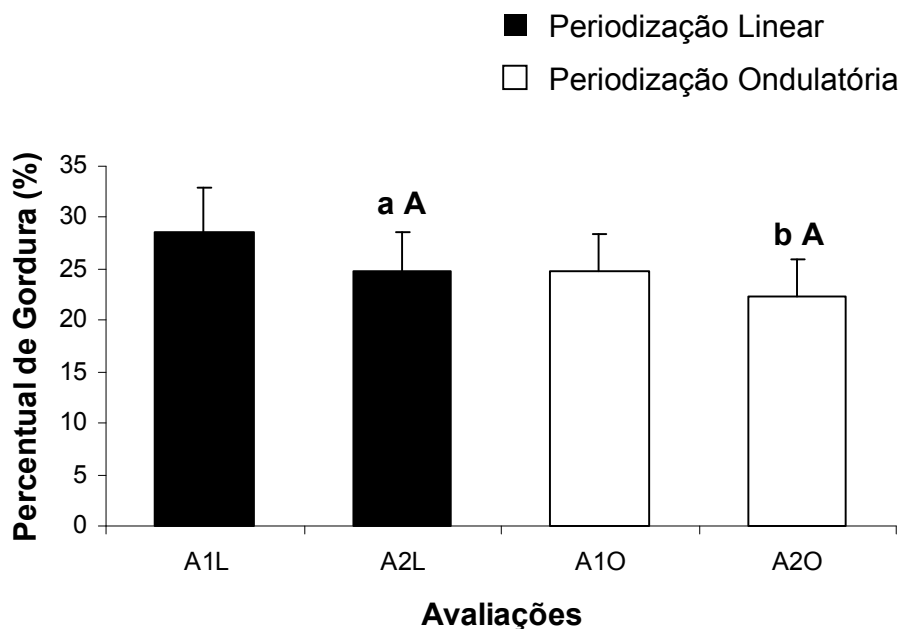
| <b>Avaliação da composição corporal</b> |                               |                                |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Percentual de gordura (%)               |                               |                                |
| GRUPO                                   | A1                            | A2                             |
| PL                                      | 28,53 $\pm$ 4,32 <sup>a</sup> | 24,87 $\pm$ 3,64 <sup>aA</sup> |
| PO                                      | 24,84 $\pm$ 3,46 <sup>b</sup> | 22,40 $\pm$ 3,50 <sup>bA</sup> |
| Gordura corporal (Kg)                   |                               |                                |
|   | A1                            | A2                             |
| PL                                      | 18,65 $\pm$ 5,44 <sup>a</sup> | 16,19 $\pm$ 4,79 <sup>a</sup>  |
| PO                                      | 15,51 $\pm$ 3,86 <sup>b</sup> | 13,96 $\pm$ 3,38 <sup>b</sup>  |
| Massa magra (Kg)                        |                               |                                |
|   | A1                            | A2                             |
| PL                                      | 45,49 $\pm$ 5,18 <sup>a</sup> | 47,64 $\pm$ 5,93 <sup>a</sup>  |
| PO                                      | 46,21 $\pm$ 4,87 <sup>b</sup> | 47,83 $\pm$ 5,33 <sup>b</sup>  |

1- Medidas da composição corporal, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Médias seguidas com a mesma letra minúscula indicam diferenças significativas intragrupo ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas com a mesma letra maiúscula indicam diferenças significativas entre os grupos linear e ondulatório ( $p < 0,05$ ).

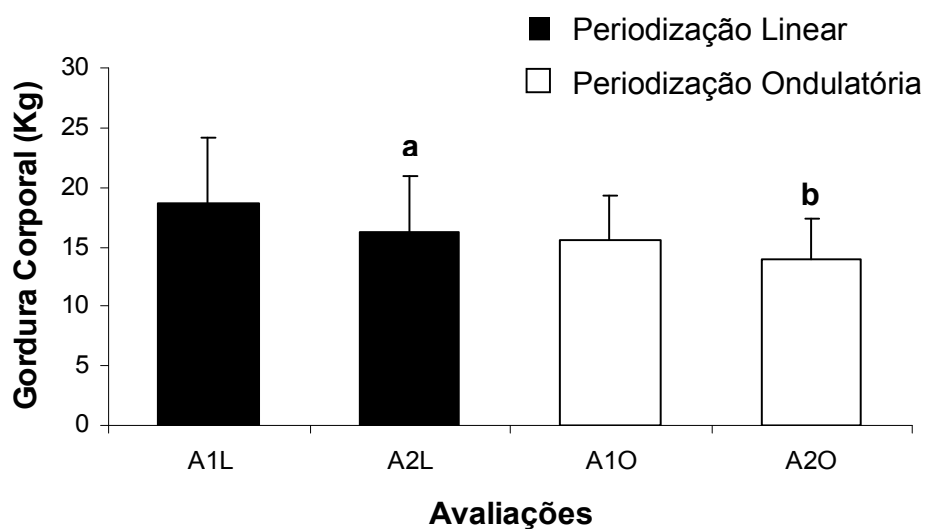
**Tabela 4b.** Média  $\pm$  desvio padrão do percentual de variação da composição corporal pré e pós-estudo.

| <b><i>Tendência percentual após 12 semanas de treinamento</i></b> |                   |
|---|-------------------|
| -----<br>Percentual de gordura (%)                                |                   |
| PL  | -12,73 $\pm$ 3,40 |
| PO  | -9,93 $\pm$ 4,33  |
| -----<br>Gordura corporal (%)                                     |                   |
| PL  | -13,15 $\pm$ 3,87 |
| PO  | -9,74 $\pm$ 4,87  |
| -----<br>Massa magra (%)  |                   |
| PL  | 4,64 $\pm$ 2,47   |
| PO  | 3,45 $\pm$ 2,47   |

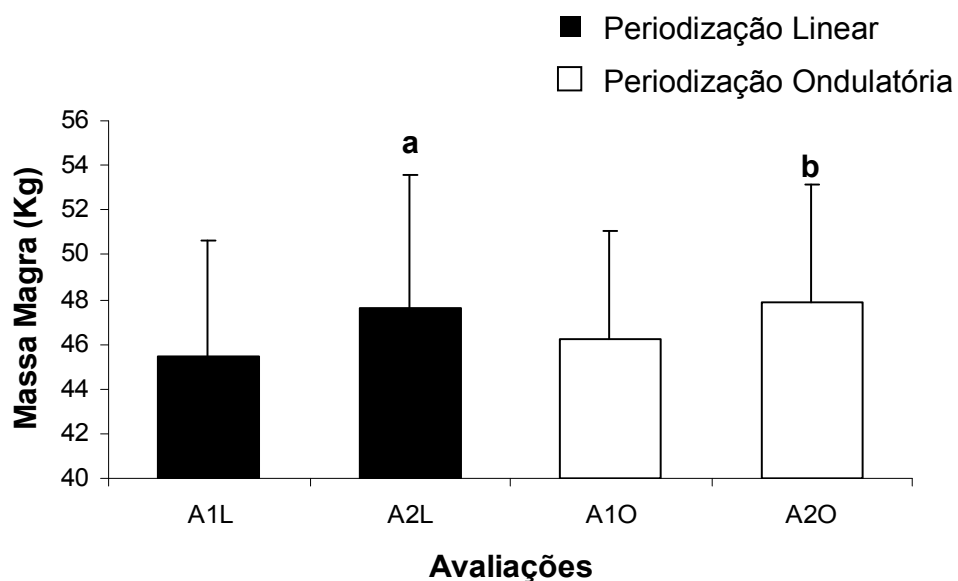
1- Percentual da composição corporal, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Não foram observadas alterações percentuais significativas intra e/ou entre grupos em relação à avaliação antes do início do programa.



**FIGURA 11.** Percentual de gordura das participantes antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **L**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **O**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1); letras maiúsculas representam diferença significativa entre os grupos linear e ondulatório ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 12.** Gordura corporal das participantes antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1** → avaliação antes do início do programa; **A2** → avaliação após 12 semanas de treinamento; **L** → periodização linear (n=10); **O** → periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 13.** Massa magra das participantes antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **L**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **O**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).

### 5.3. Capacidade de Geração de Força Máxima

Na força máxima, foi observado aumento significativo ( $p < 0,05$ ) em todos os exercícios testados (supino reto, *leg-press 45°* e rosca direta) na segunda avaliação comparada à primeira avaliação em ambos os grupos. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum exercício testado (Tabela 5a e Figuras 14,15 e16). Houve alteração percentual de aumento intragrupo significativa em todos os exercícios testados em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ), conforme mostra a Tabela 5b.

**Tabela 5a.** Média  $\pm$  desvio padrão da capacidade de geração de força máxima pré e pós-estudo.

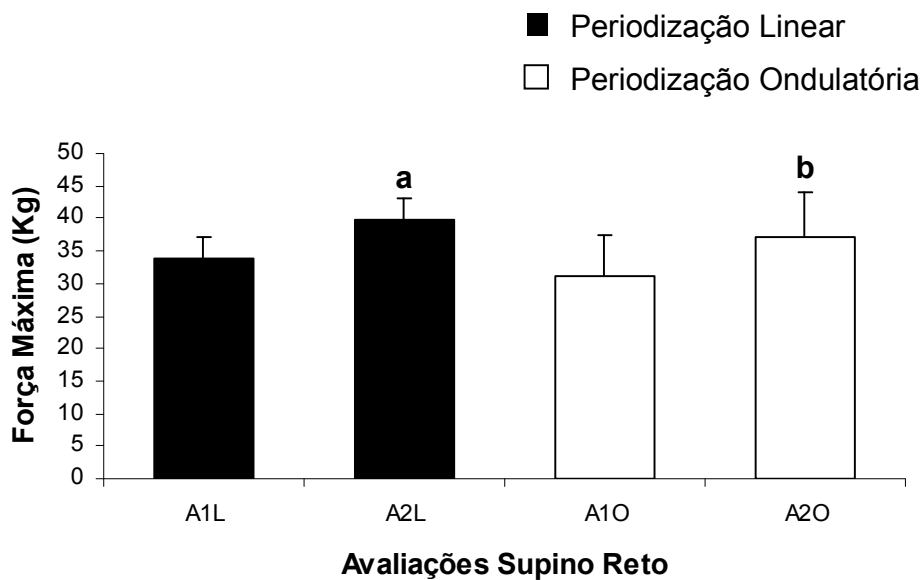
| <b>Teste de força máxima</b> |                                 |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Supino reto (Kg)             |                                 |                                 |
| GRUPO                        | A1                              | A2                              |
| PL                           | 33,80 $\pm$ 3,33 <sup>a</sup>   | 39,70 $\pm$ 3,53 <sup>a</sup>   |
| PO                           | 31,00 $\pm$ 6,34 <sup>b</sup>   | 37,00 $\pm$ 7,07 <sup>b</sup>   |
| Leg-press 45° (Kg)           |                                 |                                 |
|                              | A1                              | A2                              |
| PL                           | 164,10 $\pm$ 26,44 <sup>a</sup> | 243,20 $\pm$ 36,68 <sup>a</sup> |
| PO                           | 186,00 $\pm$ 41,42 <sup>b</sup> | 257,50 $\pm$ 56,33 <sup>b</sup> |
| Rosca direta (Kg)            |                                 |                                 |
|                              | A1                              | A2                              |
| PL                           | 18,60 $\pm$ 3,24 <sup>a</sup>   | 22,80 $\pm$ 2,04 <sup>a</sup>   |
| PO                           | 18,20 $\pm$ 4,02 <sup>b</sup>   | 23,00 $\pm$ 3,65 <sup>b</sup>   |

1- Medidas da força máxima, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Médias seguidas com a mesma letra minúscula indicam diferenças significativas intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 5b.** Média  $\pm$  desvio padrão do percentual de variação da capacidade de geração de força máxima pré e pós-estudo.

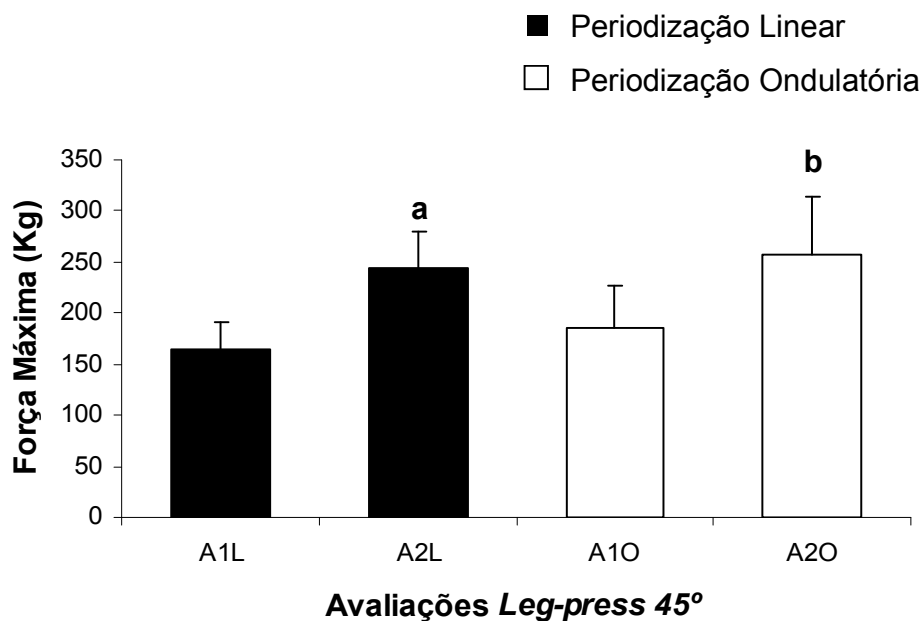
| <b><i>Percentual de aumento da força após 12 semanas de treinamento</i></b> |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Supino reto (%)</b>  |                                |
| PL  | 17,77 $\pm$ 8,03 <sup>a</sup>  |
| PO  | 21,04 $\pm$ 18,92 <sup>b</sup> |
| <b>Leg-press 45° (%)</b>  |                                |
| PL  | 50,26 $\pm$ 25,91 <sup>a</sup> |
| PO  | 39,07 $\pm$ 11,77 <sup>b</sup> |
| <b>Rosca direta (%)</b>   |                                |
| PL  | 24,39 $\pm$ 12,53 <sup>a</sup> |
| PO  | 28,68 $\pm$ 16,61 <sup>b</sup> |

1- Percentual da força máxima, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Médias seguidas com a mesma letra minúscula indicam alterações percentuais significativas intragrupo ( $p < 0,05$ ).

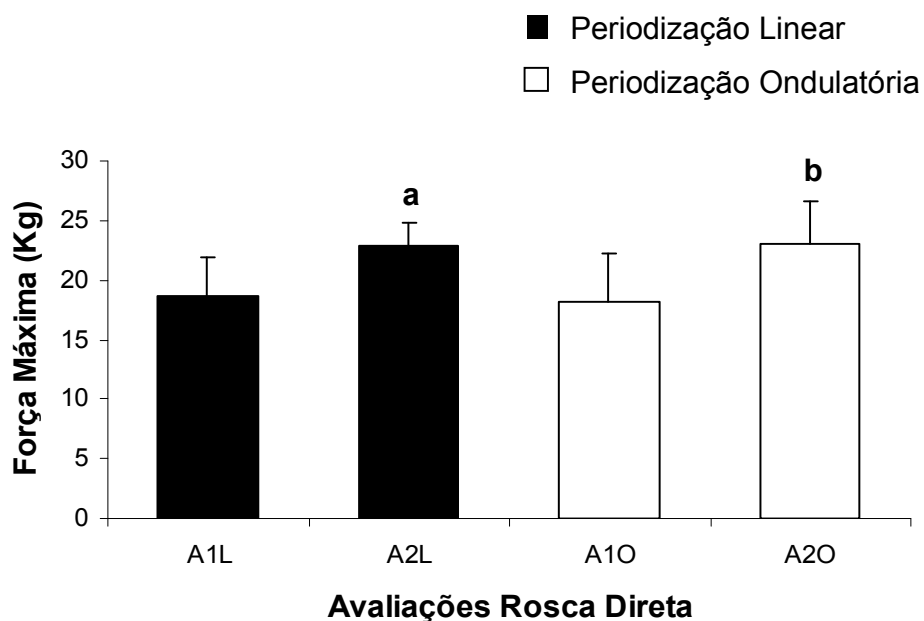


**FIGURA 14.** Força máxima das participantes no supino reto antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **L**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **O**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).





**FIGURA 15.** Força máxima das participantes no *leg-press* 45° antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1** → avaliação antes do início do programa; **A2** → avaliação após 12 semanas de treinamento; **L** → periodização linear (n=10); **O** → periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 16.** Força máxima das participantes na rosca direta antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **L**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **O**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).

#### **5.4. Capacidade de RML: Somatória do Número de Repetições**

Foi observado aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da RML em todos os exercícios testados (supino reto, *leg-press* 45° e rosca direta) na segunda avaliação comparada à primeira avaliação em ambos os grupos. No entanto, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos, somente no supino reto quando comparada à segunda avaliação com a primeira avaliação (Tabela 6a e Figuras 17, 18 e 19), sendo o grupo da periodização ondulatória (129,43%) superior ao grupo da periodização linear (70,72%) (Tabela 6b).

Houve alteração percentual de aumento intragrupo significativa em todos os exercícios testados em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ). E houve alteração percentual de aumento entre os grupos somente no supino reto quando comparada à segunda avaliação com a primeira avaliação ( $p < 0,05$ ), conforme mostra a Tabela 6b.

**Tabela 6a.** Média  $\pm$  desvio padrão da capacidade de RML pré e pós-estudo.

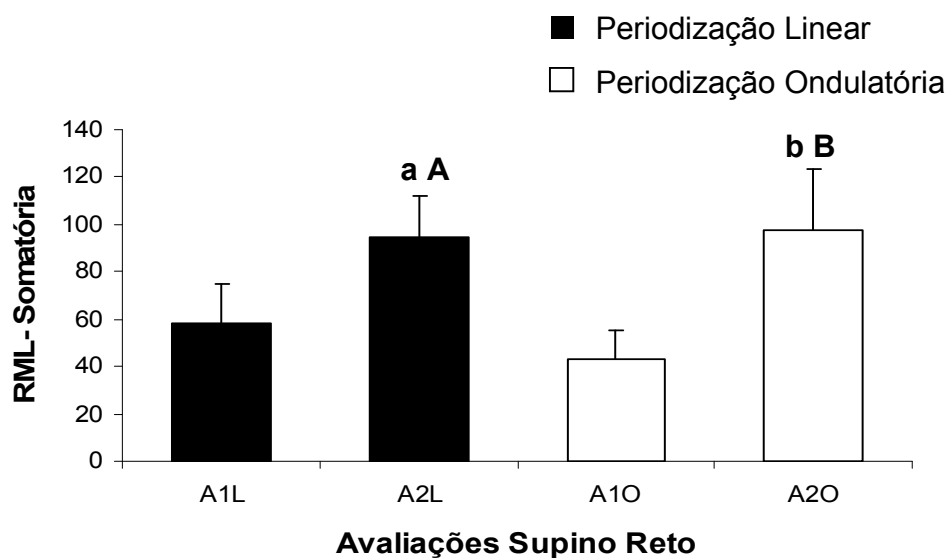
| <b>Teste de RML (somatória do número de repetições)</b> |                                 |                                 |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Supino reto (repetições)                                |                                 |                                 |
| GRUPO   | A1                              | A2                              |
| PL  | 58,20 $\pm$ 16,52 <sup>aA</sup> | 94,40 $\pm$ 17,75 <sup>aA</sup> |
| PO  | 42,90 $\pm$ 12,17 <sup>bB</sup> | 97,40 $\pm$ 26,19 <sup>bB</sup> |
| Leg-press 45° (repetições)                              |                                 |                                 |
|   | A1                              | A2                              |
| PL  | 74,10 $\pm$ 24,98 <sup>a</sup>  | 140,90 $\pm$ 27,69 <sup>a</sup> |
| PO  | 67,60 $\pm$ 16,71 <sup>b</sup>  | 153,90 $\pm$ 22,74 <sup>b</sup> |
| Rosca direta (repetições)                               |                                 |                                 |
|   | A1                              | A2                              |
| PL  | 53,50 $\pm$ 22,79 <sup>a</sup>  | 141,50 $\pm$ 74,63 <sup>a</sup> |
| PO  | 51,20 $\pm$ 13,02 <sup>b</sup>  | 152,40 $\pm$ 57,97 <sup>b</sup> |

1- Medidas da RML, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Médias seguidas com a mesma letra minúscula indicam diferenças significativas intragrupo ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas com a mesma letra maiúscula indicam diferenças significativas entre os grupos linear e ondulatório ( $p < 0,05$ ).

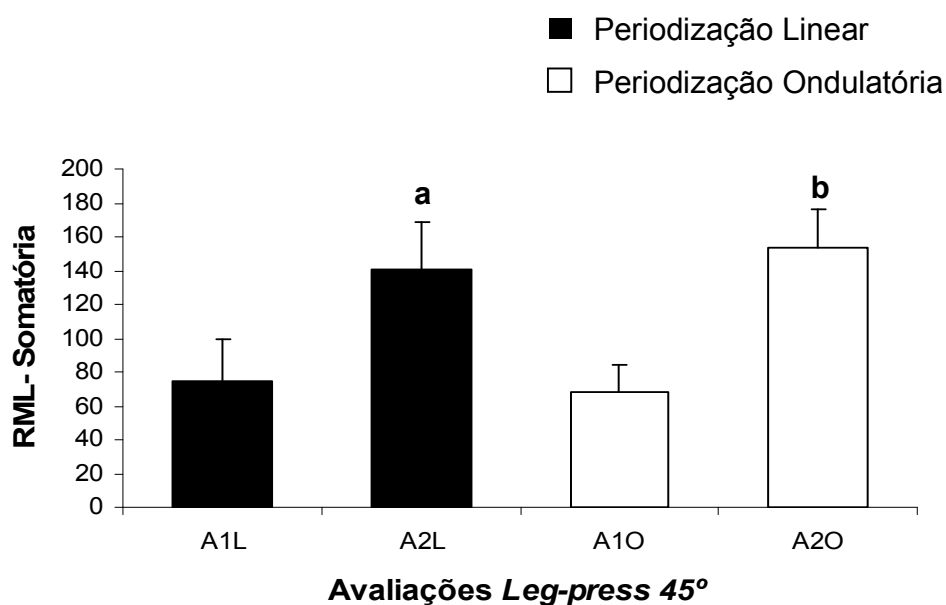
**Tabela 6b.** Média  $\pm$  desvio padrão do percentual de variação da capacidade de RML pré e pós-estudo.

| <b>Percentual de aumento da RML após 12 semanas de treinamento</b> |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Supino reto (%)</b>   |                                  |
| PL   | 70,72 $\pm$ 47,96 <sup>aA</sup>  |
| PO   | 129,43 $\pm$ 36,25 <sup>bA</sup> |
| <b>Leg-press 45° (%)</b>   |                                  |
| PL   | 108,07 $\pm$ 80,06 <sup>a</sup>  |
| PO   | 142,14 $\pm$ 077,54 <sup>b</sup> |
| <b>Rosca direta (%)</b>  |                                  |
| PL   | 94,72 $\pm$ 79,88 <sup>a</sup>   |
| PO   | 138,02 $\pm$ 96,39 <sup>b</sup>  |

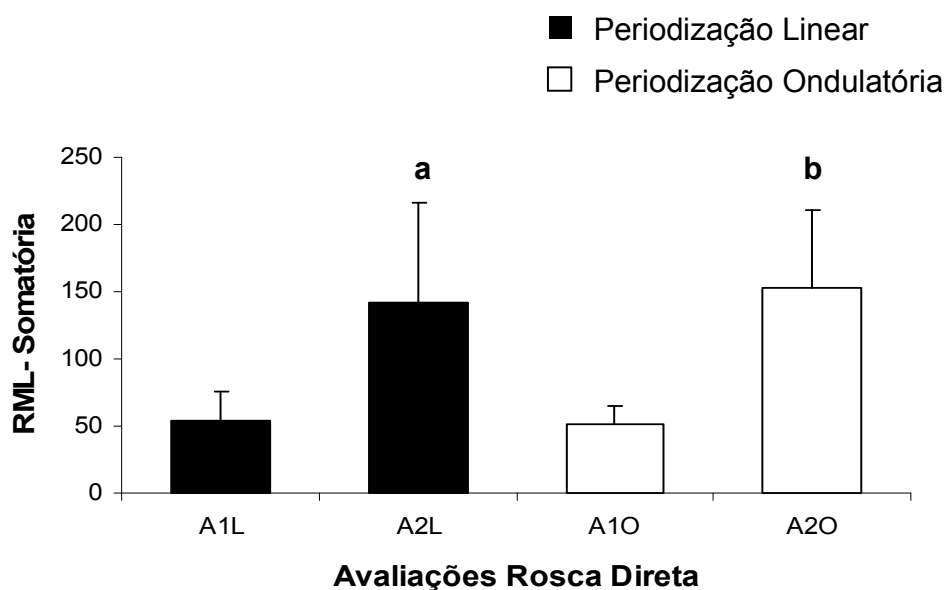
1- Percentual da RML, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Médias seguidas com a mesma letra minúscula indicam alterações percentuais significativas intragrupo ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas com a mesma letra maiúscula indicam alterações percentuais significativas entre os grupos linear e ondulatório ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 17.** Resistência muscular localizada (somatória do número de repetições) das participantes no supino reto antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **L**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **O**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1); letras maiúsculas representam diferença significativa entre os grupos linear e ondulatório ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 18.** Resistência muscular localizada (somatória do número de repetições) das participantes no *leg-press 45°* antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **L**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **O**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 19.** Resistência muscular localizada (somatória do número de repetições) das participantes na rosca direta antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1** → avaliação antes do início do programa; **A2** → avaliação após 12 semanas de treinamento; **L** → periodização linear (n=10); **O** → periodização ondulatória (n=10). Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).



### **5.5. Resistência Muscular Localizada: Nível de Fadiga Muscular**

Foi observado aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da RML na mesma tentativa em todos os exercícios testados (supino reto, *leg-press* 45° e rosca direta) na segunda avaliação comparada à primeira avaliação em ambos os grupos. No entanto, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos, somente no supino reto quando comparada à primeira tentativa na primeira avaliação do grupo periodização linear com o grupo periodização ondulatório, ou seja, o grupo linear iniciou com uma média maior (25,30 repetições) em relação ao grupo ondulatório (17,60 repetições). Porém, após 12 semanas de treinamento não houve diferenças significativas entre os dois grupos (Tabela 7a e Figuras 20, 21 e 22).

Houve alteração percentual de redução significativa do número de repetições intragrupo somente no exercício rosca direta em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ), conforme mostra a Tabela 7b.

**Tabela 7a.** Média  $\pm$  desvio padrão do nível de fadiga muscular entre as tentativas do teste de RML.

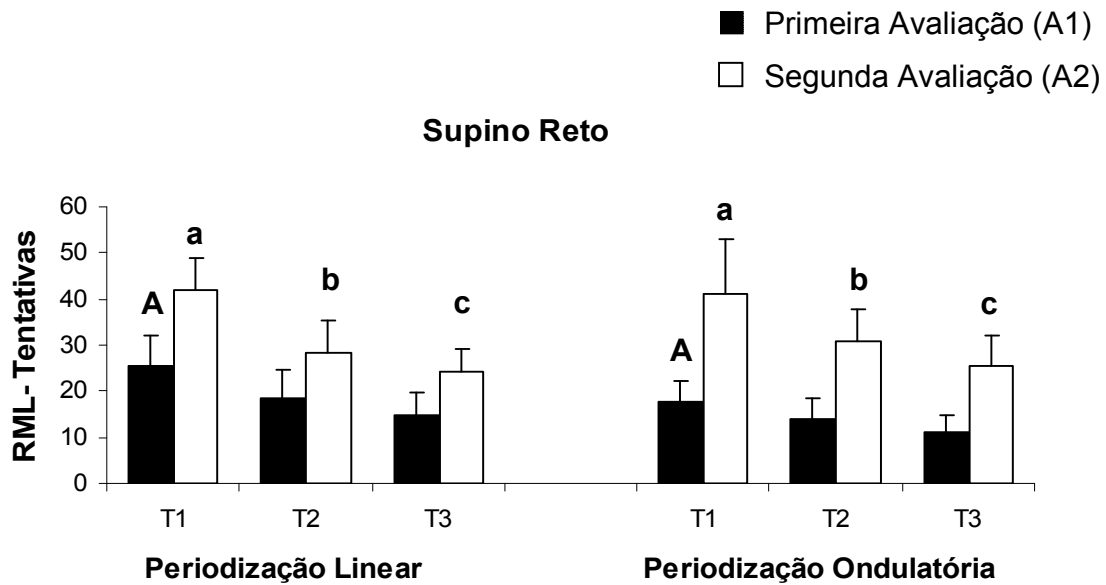
| <b>Teste de resistência muscular localizada (tentativas)</b> |            |                                |                                |
|--|------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Supino reto (repetições)                                     |            |                                |                                |
| GRUPO  | Tentativas | A1                             | A2                             |
| PL   | T1         | 25,30 $\pm$ 7,07 <sup>aA</sup> | 41,90 $\pm$ 7,55 <sup>a</sup>  |
|  | T2         | 18,20 $\pm$ 6,23 <sup>b</sup>  | 28,40 $\pm$ 7,17 <sup>b</sup>  |
|  | T3         | 14,70 $\pm$ 5,25 <sup>c</sup>  | 24,10 $\pm$ 5,38 <sup>c</sup>  |
| PO   | T1         | 17,60 $\pm$ 4,93 <sup>aA</sup> | 41,10 $\pm$ 12,63 <sup>a</sup> |
|  | T2         | 14,00 $\pm$ 4,55 <sup>b</sup>  | 30,90 $\pm$ 7,45 <sup>b</sup>  |
|  | T3         | 11,30 $\pm$ 3,68 <sup>c</sup>  | 25,40 $\pm$ 6,96 <sup>c</sup>  |
| Leg-press 45° (repetições)                                   |            |                                |                                |
| PL   | T1         | 29,20 $\pm$ 9,35 <sup>a</sup>  | 56,10 $\pm$ 10,94 <sup>a</sup> |
|  | T2         | 23,80 $\pm$ 9,07 <sup>b</sup>  | 45,70 $\pm$ 9,89 <sup>b</sup>  |
|  | T3         | 21,10 $\pm$ 7,67 <sup>c</sup>  | 39,10 $\pm$ 10,15 <sup>c</sup> |
| PO   | T1         | 26,20 $\pm$ 8,92 <sup>a</sup>  | 63,80 $\pm$ 12,04 <sup>a</sup> |
|  | T2         | 21,20 $\pm$ 5,53 <sup>b</sup>  | 48,00 $\pm$ 7,76 <sup>b</sup>  |
|  | T3         | 20,20 $\pm$ 4,76 <sup>c</sup>  | 42,10 $\pm$ 6,30 <sup>c</sup>  |
| Rosca direta (repetições)                                    |            |                                |                                |
| PL   | T1         | 22,00 $\pm$ 6,48 <sup>a</sup>  | 57,60 $\pm$ 29,78 <sup>a</sup> |
|  | T2         | 17,50 $\pm$ 8,48 <sup>b</sup>  | 45,10 $\pm$ 23,68 <sup>b</sup> |
|  | T3         | 14,00 $\pm$ 8,56 <sup>c</sup>  | 38,80 $\pm$ 21,58 <sup>c</sup> |
| PO   | T1         | 22,30 $\pm$ 5,46 <sup>a</sup>  | 61,80 $\pm$ 24,01 <sup>a</sup> |
|  | T2         | 15,40 $\pm$ 3,86 <sup>b</sup>  | 46,50 $\pm$ 16,15 <sup>b</sup> |
|  | T3         | 13,50 $\pm$ 4,38 <sup>c</sup>  | 39,10 $\pm$ 13,78 <sup>c</sup> |

1- Medidas das tentativas do teste de RML, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10); **T1**  $\rightarrow$  primeira tentativa; **T2**  $\rightarrow$  segunda tentativa; **T3**  $\rightarrow$  terceira tentativa. Médias seguidas com a mesma letra minúscula indicam diferenças significativas intragrupo ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas com a mesma letra maiúscula indicam diferenças significativas entre os grupos linear e ondulatório ( $p < 0,05$ ). Análise horizontal  $\rightarrow$  demonstração do aumento da RML após 12 semanas de treinamento. Análise vertical  $\rightarrow$  demonstração do índice de queda no número de repetições entre as tentativas T1  $\rightarrow$  T2  $\rightarrow$  T3.

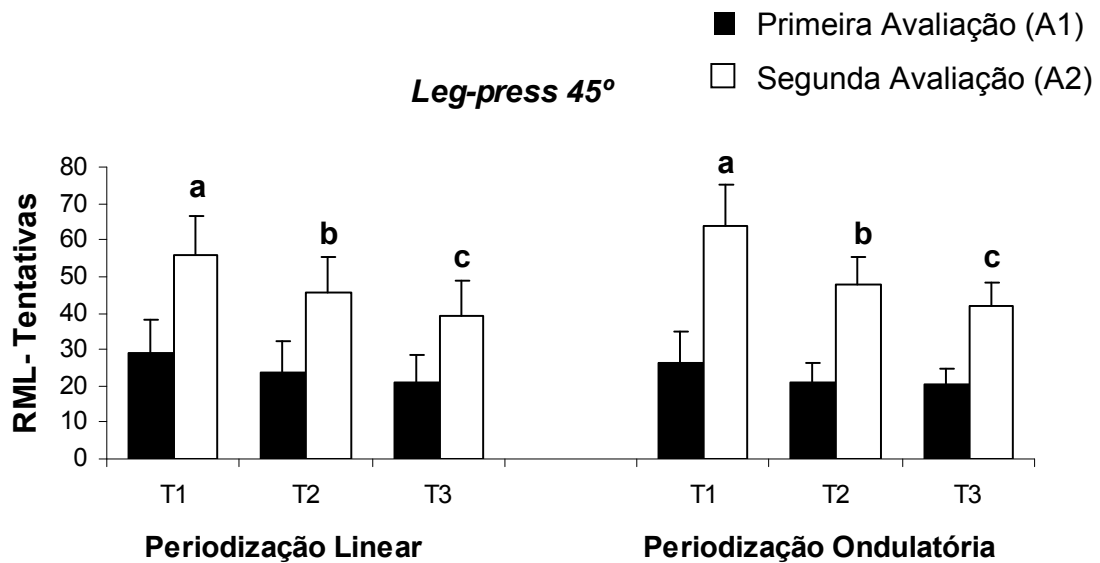
**Tabela 7b.** Média  $\pm$  desvio padrão do percentual de variação do nível de fadiga muscular entre as tentativas do teste de RML.

| <b>Diminuição percentual entre as tentativas</b> |                                 |                                 |                                |                                 |                                 |                                 |
|--|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>PL</b>  |                                 |                                 | <b>PO</b>                      |                                 |                                 |                                 |
| <b>Supino reto (%)</b>                           |                                 |                                 |                                |                                 |                                 |                                 |
|  | <b>T1-T2</b>                    | <b>T1-T3</b>                    | <b>T2-T3</b>                   | <b>T1-T2</b>                    | <b>T1-T3</b>                    | <b>T2-T3</b>                    |
| A1   | -26,77 $\pm$ 16,80              | -40,25 $\pm$ 16,80              | -18,31 $\pm$ 18,06             | -20,05 $\pm$ 15,73              | -35,36 $\pm$ 16,88              | -18,23 $\pm$ 18,85              |
| A2   | -31,67 $\pm$ 14,80              | -42,11 $\pm$ 9,53               | -13,79 $\pm$ 11,26             | -23,13 $\pm$ 9,27               | -37,47 $\pm$ 9,71               | -18,36 $\pm$ 10,70              |
| <b>Leg-press 45° (%)</b>                         |                                 |                                 |                                |                                 |                                 |                                 |
|  | <b>T1-T2</b>                    | <b>T1-T3</b>                    | <b>T2-T3</b>                   | <b>T1-T2</b>                    | <b>T1-T3</b>                    | <b>T2-T3</b>                    |
| A1   | -18,97 $\pm$ 14,82              | -27,48 $\pm$ 19,11              | -11,31 $\pm$ 13,58             | -16,07 $\pm$ 16,23              | -16,41 $\pm$ 33,14              | -11,77 $\pm$ 25,84              |
| A2   | -17,49 $\pm$ 14,77              | -30,26 $\pm$ 12,92              | -14,68 $\pm$ 11,23             | -23,81 $\pm$ 10,49              | -32,62 $\pm$ 13,23              | -11,86 $\pm$ 8,45               |
| <b>Rosca direta (%)</b>                          |                                 |                                 |                                |                                 |                                 |                                 |
|  | <b>T1-T2</b>                    | <b>T1-T3</b>                    | <b>T2-T3</b>                   | <b>T1-T2</b>                    | <b>T1-T3</b>                    | <b>T2-T3</b>                    |
| A1   | -21,85 $\pm$ 18,12 <sup>a</sup> | -38,59 $\pm$ 19,73 <sup>a</sup> | -22,65 $\pm$ 9,07 <sup>a</sup> | -29,89 $\pm$ 10,90 <sup>a</sup> | -39,66 $\pm$ 11,06 <sup>a</sup> | -13,33 $\pm$ 13,87 <sup>a</sup> |
| A2   | -21,48 $\pm$ 10,41 <sup>b</sup> | -33,17 $\pm$ 7,95 <sup>b</sup>  | -14,29 $\pm$ 9,17 <sup>b</sup> | -22,30 $\pm$ 11,37 <sup>b</sup> | -34,37 $\pm$ 11,68 <sup>b</sup> | -15,76 $\pm$ 7,24 <sup>b</sup>  |

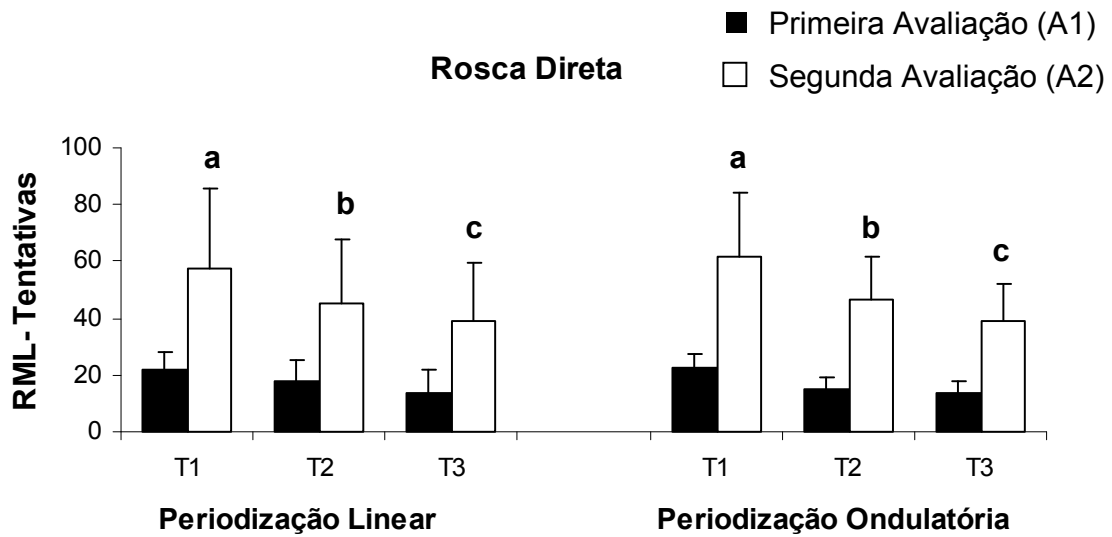
1- Percentual das tentativas do teste de RML, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=10); **T1**  $\rightarrow$  primeira tentativa; **T2**  $\rightarrow$  segunda tentativa; **T3**  $\rightarrow$  terceira tentativa. Médias seguidas com a mesma letra minúscula indicam alterações percentuais significativas intragrupo (p<0,05).



**FIGURA 20.** Resistência muscular localizada (tentativas) das participantes no supino reto antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **T1**  $\rightarrow$  primeira tentativa; **T2**  $\rightarrow$  segunda tentativa; **T3**  $\rightarrow$  terceira tentativa; periodização linear (n=10); periodização ondulatória (n=10); primeira avaliação  $\rightarrow$  antes do início do programa; segunda avaliação  $\rightarrow$  após 12 semanas de treinamento. Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1); letras maiúsculas representam diferença significativa entre os grupos linear e ondulatório ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 21.** Resistência muscular localizada (tentativas) das participantes no *leg-press* 45° antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **T1**  $\rightarrow$  primeira tentativa; **T2**  $\rightarrow$  segunda tentativa; **T3**  $\rightarrow$  terceira tentativa; periodização linear (n=10); periodização ondulatória (n=10); primeira avaliação  $\rightarrow$  antes do início do programa; segunda avaliação  $\rightarrow$  após 12 semanas de treinamento. Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupos em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 22.** Resistência muscular localizada (tentativas) das participantes na rosca direta antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **T1**  $\rightarrow$  primeira tentativa; **T2**  $\rightarrow$  segunda tentativa; **T3**  $\rightarrow$  terceira tentativa; periodização linear (n=10); periodização ondulatória (n=10); primeira avaliação  $\rightarrow$  antes do início do programa; segunda avaliação  $\rightarrow$  após 12 semanas de treinamento. Letras minúsculas representam diferença significativa intragrupo em relação à avaliação antes do início do programa (A1) ( $p < 0,05$ ).

## 5.6. Capacidade Cardiorrespiratória

A duração dos testes cardiopulmonares foi entre 8 e 12 minutos. Não foram observadas alterações significativas ( $p < 0,05$ ) no  $VO_{2\text{pico}}$  e no limiar anaeróbio, na segunda avaliação comparada à primeira avaliação em ambos os grupos (Tabela 8a e Figuras 23 e 24). Também não foi observada alteração percentual de aumento significativa, conforme mostra a Tabela 8b.

**Tabela 8a.** Média  $\pm$  desvio padrão do consumo de oxigênio pico e do limiar anaeróbio pré e pós-estudo.

| <b>Teste cardiopulmonar</b>     |                  |                  |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| $VO_{2\text{pico}}$ (ml/Kg/min) |                  |                  |
| GRUPO                           | A1               | A2               |
| PL                              | 31,71 $\pm$ 4,62 | 33,01 $\pm$ 5,40 |
| PO                              | 30,16 $\pm$ 4,06 | 31,42 $\pm$ 4,39 |
| Limiar anaeróbio (ml/Kg/min)    |                  |                  |
|                                 | A1               | A2               |
| PL                              | 16,51 $\pm$ 2,17 | 17,94 $\pm$ 3,15 |
| PO                              | 15,41 $\pm$ 2,32 | 15,77 $\pm$ 3,49 |

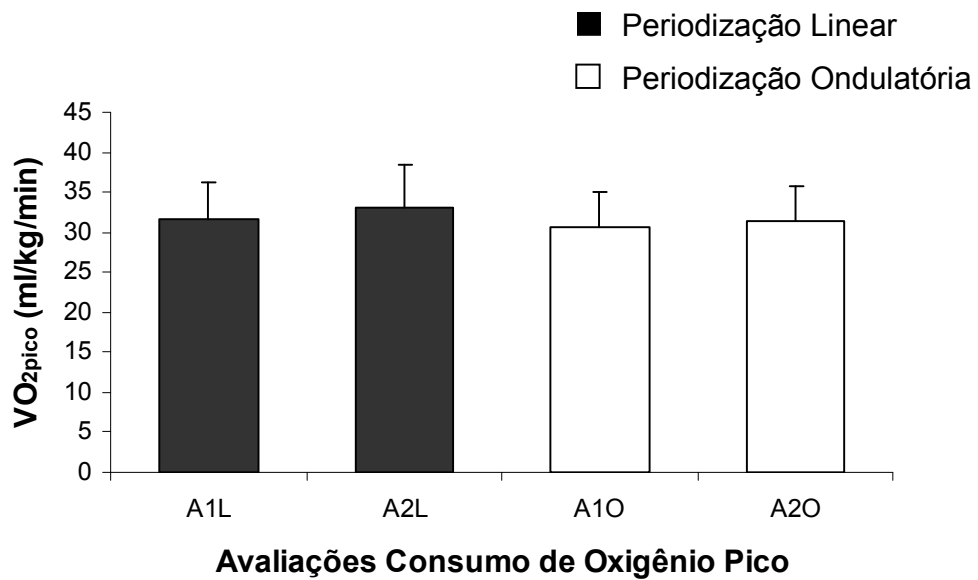
1- Medidas do  $VO_{2\text{pico}}$  e do LA, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=8). Não foram observadas diferenças significativas intra e/ou entre grupos em relação à avaliação antes do início do programa (A1).

**Tabela 8b.** Média  $\pm$  desvio padrão do percentual de variação do consumo de oxigênio pico e do limiar anaeróbio pré e pós-estudo.

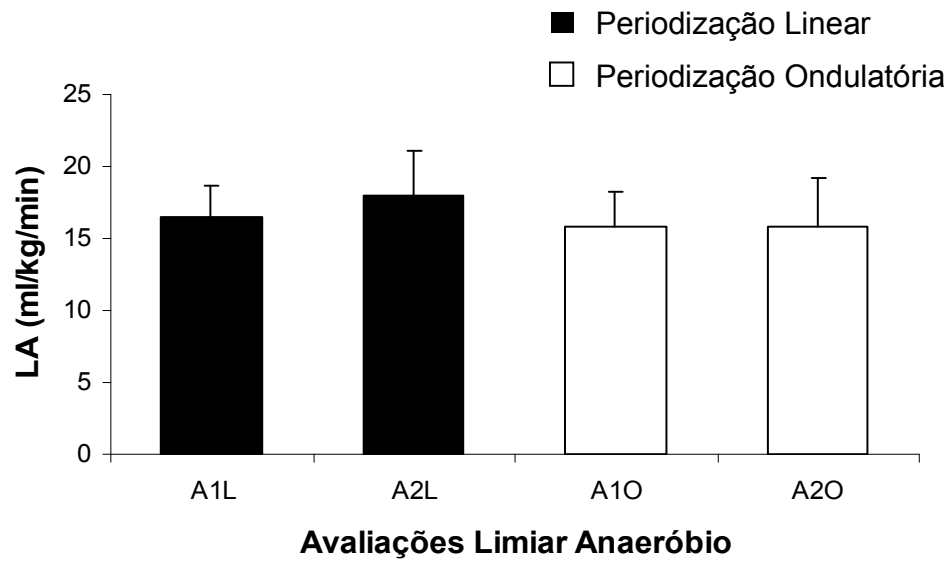
| <b><i>Tendência percentual após 12 semanas de treinamento</i></b> |                   |
|---|-------------------|
| <b>VO<sub>2pico</sub> (%)</b>                                     |                   |
| PL  | 3,90 $\pm$ 8,28   |
| PO  | 2,75 $\pm$ 4,89   |
| <b>Limiar anaeróbio (%)</b>                                       |                   |
| PL  | 9,18 $\pm$ 16,41  |
| PO  | -0,38 $\pm$ 12,88 |

1- Percentual do VO<sub>2pico</sub> e do LA, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **PL**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **PO**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=8). Não foram observadas alterações percentuais significativas intra e/ou entre grupos em relação à avaliação antes do início do programa.





**FIGURA 23.**  $VO_{2pico}$  antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1**  $\rightarrow$  avaliação antes do início do programa; **A2**  $\rightarrow$  avaliação após 12 semanas de treinamento; **L**  $\rightarrow$  periodização linear (n=10); **O**  $\rightarrow$  periodização ondulatória (n=8). Não foram observadas diferenças significativas intra e/ou entre grupos em relação à avaliação antes do início do programa (A1).



**FIGURA 24.** Limiar anaeróbio antes do início do programa e após 12 semanas de treinamento, valores expressos pela média  $\pm$  desvio padrão da média. **A1** → avaliação antes do início do programa; **A2** → avaliação após 12 semanas de treinamento; **L** → periodização linear (n=10); **O** → periodização ondulatória (n=8). Não foram observadas diferenças significativas intra e/ou entre grupos em relação à avaliação antes do início do programa (A1).

## 6. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar os resultados sobre a composição corporal, a força máxima, a resistência muscular localizada e a aptidão cardiorrespiratória através da utilização de dois programas de treinamento com diferentes periodizações, porém, com volume e intensidade iguais, num período de 12 semanas, em mulheres destreinadas que receberam dieta isocalórica (controle alimentar).

Os resultados demonstraram que tanto o treinamento de resistência muscular localizada periodizado linear como o ondulatório, induzem aumentos na força máxima de membros superiores e inferiores em mulheres. Embora não fossem apresentadas diferenças significativas entre os grupos nesta variável, foram observados na periodização ondulatória aumentos percentualmente maiores na força nos membros superiores. Enquanto, a periodização linear apresentou aumentos percentualmente maiores nos membros inferiores, quando comparado à periodização ondulatória.

Adicionalmente, foram encontradas alterações significativas na composição corporal (redução do percentual de gordura, da gordura corporal e aumento da massa magra) após 12 semanas de treinamento em relação aos valores iniciais, tanto na periodização linear quanto na ondulatória. No entanto, pode-se observar diferença entre os grupos somente na redução do percentual de gordura, sendo que a periodização linear apresentou resultados mais significativos. Ainda que, não fossem encontradas diferenças significativas entre os grupos na gordura corporal e na massa magra, a periodização linear também apresentou alterações percentualmente maiores nestas variáveis.

Muitos trabalhos têm demonstrado a eficiência de programas de treinamento de força na melhora da composição corporal e força muscular (ROSS et al., 1996; KRAEMER et al., 1997; NINDL et al., 2000; ROSS et al., 2004; PRESTES et al., 2006a; PRESTES et al., 2006b; PRESTES et al., 2008a; PRESTES et al., 2008b).

Outros trabalhos têm sido conduzidos com modelos de periodização linear (CHILIBECK et al., 1998; KRAEMER et al., 2000; KRAEMER et al., 2004; PRESTES et al., 2006a; PRESTES et al., 2008a; PRESTES et al., 2008b), ao passo que, os resultados evidenciaram que esta periodização foi eficiente e promoveu alterações positivas nos componentes da composição corporal e da força máxima. No entanto, este efeito está menos claro quando é aplicado o treinamento de resistência muscular localizada em mulheres destreinadas, outro fator importante é que em alguns estudos não foi controlada a ingestão alimentar, o que pode afetar consideravelmente a composição corporal.

Kraemer et al. (2000) realizaram um estudo com 24 mulheres tenistas com experiência média de 7,8 anos, as quais foram distribuídas em 3 grupos (grupo controle que não realizou treinamento de força, um grupo que realizou treinamento de força periodizado com múltiplas séries e outro grupo que fez treinamento de força não periodizado em circuito com série simples). Este trabalho encontrou aumento significativo na massa magra e diminuição do percentual de gordura no grupo que realizou treinamento periodizado. Estes resultados vão de encontro aos encontrados no atual estudo, que também demonstrou efeitos positivos do treinamento de força periodizado sobre a composição corporal.

Com relação à massa magra, outros trabalhos encontraram resultados similares aos do atual estudo, apresentando aumentos que variaram de 2 a 4% com aplicação do treinamento de força e períodos de análise parecidos (STARON et al., 1990; CHILIBECK et al., 1996; MARX et al., 2001). No decorrer do treinamento de 20 semanas em mulheres, foi observado aumento da massa magra dos braços num período de 10 semanas e aumentos deste componente no tronco e nas pernas entre a 10<sup>a</sup> e a 20<sup>a</sup> semana (CHILIBECK et al., 1998). Kraemer et al. (2004) observaram que um treinamento de força periodizado de 6 meses em mulheres de meia idade destreinadas também promoveu aumentos significativos na massa magra.

As alterações na massa magra e características contráteis do músculo esquelético podem auxiliar no aumento da força muscular, especialmente após 8 semanas de treinamento (WIDRICK et al., 2002), o que de fato ocorreu nesta pesquisa. É através da síntese e acréscimo de proteínas contráteis que ocorre a hipertrofia muscular decorrente do treinamento de força, este processo pode ocorrer em todo músculo contribuindo com aproximadamente 5-8% e 25-35% nas próprias fibras musculares através da adição de miofibrilas intracelulares (DESCHENES e KRAEMER, 2002).

Hunter et al. (2001) registraram que após 25 semanas de treinamento de força periodizado com sobrecargas variáveis (de 50-65-80% de 1RM na mesma semana) e com frequência de 3 dias por semana, houve redução significativa da gordura corporal (Kg) e do percentual de gordura (%) em mulheres e homens idosos. Similarmente Prestes et al. (2006b) verificaram que o treinamento de força periodizado associado ao treinamento aeróbio durante 16 semanas promoveu

redução significativa no percentual de gordura e nas circunferências abdominais e da região da cintura.

Por outro lado, Kraemer et al. (2004) não observaram diminuição na gordura corporal após 6 meses de treinamento de força periodizado em mulheres jovens destreinadas. Um fator que pode ter influenciado os resultados do presente estudo, foi o controle nutricional, visto que, foi realizada a prescrição de uma dieta isocalórica individualizada. Sendo possível desta maneira, avaliar melhor a eficiência do treinamento sobre a composição corporal.

Enfatiza-se que, para avaliar a real influência do treinamento sobre a composição corporal, faz-se necessário a utilização de uma ingestão alimentar similar às necessidades energéticas, proporcionando desta maneira, uma análise mais precisa do treinamento, minimizando possíveis mudanças aleatórias na dieta que poderiam influenciar na massa magra e na gordura corporal das participantes no estudo.

A proposta deste trabalho foi comparar os efeitos do treinamento de resistência muscular localizada periodizado de 12 semanas, entre os modelos de periodização linear e ondulatória. A escolha desses modelos de periodização foi para a comparação e adição de resultados aos inúmeros estudos encontrados que utilizaram estes modelos (BAKER, WILSON e CARLYON, 1994; MAZZETTI et al., 2000; BROWN, 2001; RHEA et al., 2002, 2003; KRAEMER et al., 2004; PRESTES et al., 2006a; PRESTES et al., 2008a; PRESTES et al., 2008b) e a grande aceitação destes na prática. Também devido às mudanças nas cargas de treinamento realizadas de acordo com cada modelo, o que constitui um novo estímulo para os indivíduos participantes da pesquisa.

Rhea et al. (2003) aplicaram três diferentes periodizações: linear, ondulatória e linear reversa com duração de 15 semanas, em homens e mulheres com idade de 21 anos e experiência mínima de 1 a 5 anos na modalidade. Apesar dos programas elaborados por estes autores terem objetivado melhorar a resistência muscular localizada (15-25 repetições em cada série), foi verificado um pequeno aumento de 9,1% na força máxima da extensão dos joelhos no modelo linear, 9,8% no ondulatório e 5,6% no linear reverso.

Todavia, no presente trabalho foi verificado ganho significativo nos níveis de força máxima em todos os exercícios testados (supino reto, *leg-press 45°* e rosca direta) ao término do programa, com aumento mais acentuado na periodização linear em relação aos membros inferiores e na periodização ondulatória em relação aos membros superiores. Corroborando com os resultados deste estudo, vários trabalhos reportam ganho nos níveis de força máxima com a aplicação da periodização linear (BAKER, WILSON, CARLYON, 1994; HERRICK, STONE, 1996; KRAEMER et al., 2004). Em contrapartida, foram encontradas pesquisas com a periodização ondulatória que ressaltam resultados mais positivos em relação à periodização linear em ganhos de força máxima (RHEA et al., 2002; PRESTES et al., 2006a).

Häkkinen et al. (2001) desenvolveram um estudo com homens e mulheres de meia idade e idosos saudáveis e fisicamente ativos. O programa de treinamento foi elaborado com frequência de 2 vezes na semana, resultando em aumentos na força explosiva, isométrica e dinâmica dos músculos extensores do joelho, tanto para os indivíduos de meia idade quanto para os idosos. Os autores

verificaram que os ganhos na força máxima foram acompanhados por significativos aumentos na ativação neural dos músculos agonistas.

Dentre os mecanismos envolvidos no aumento da força estão: aumento da razão de ativação das unidades motoras e no *drive* neural, redução na co-contracção dos músculos antagonistas e à adição de novos mionúcleos através de células satélites (hipertrofia muscular), entre outros (HÄKKINEN et al., 2000; ADAMS, 2002; DESCHENES e KRAEMER, 2002; MACHIDA e BOOTH, 2004).

Gabriel, Kamen e Frosh (2006) demonstram que os primeiros aumentos na força muscular decorrentes de um treinamento de força podem estar associados ao aumento na amplitude da atividade eletromiográfica, que pode ser interpretado como aumento no *drive* neural, sendo representado pela magnitude da descarga neural eferente do sistema nervoso central para as fibras musculares ativas. O aumento da sincronização e razão de ativação das unidades motoras é outro mecanismo pela qual a força muscular pode aumentar, assim como a redução na co-ativação dos músculos antagonistas permitiriam ao agonista manifestar maior força (GRABRIEL, KAMEN e FROSH, 2006).

Em resumo, as primeiras adaptações decorrentes do treinamento de força são preferencialmente neurais (1-8 semanas), sendo que, posteriormente a este período, alterações mais significativas podem ocorrer na força, na resistência, na massa muscular e gordura corporal (DESCHENES e KRAEMER, 2002). O que pode ser notado neste estudo, já que as alterações em relação a estas variáveis ocorreram após 12 semanas de treinamento.



No componente de resistência muscular localizada foram observadas alterações significativas após 12 semanas de treinamento em relação aos valores iniciais, tanto na periodização linear quanto na ondulatória em todos os exercícios testados (supino reto, *leg-press 45°* e rosca direta). Entretanto, pode-se observar diferença entre os grupos somente no supino reto, sendo que, a periodização ondulatória apresentou resultados mais expressivos. Ainda que, não fossem encontradas diferenças significativas entre os grupos no *leg-press 45°* e na rosca direta, a periodização ondulatória também apresentou alterações percentualmente maiores nestas variáveis.

Corroborando com nosso trabalho, Rhea et al. (2002) propôs uma comparação entre a periodização linear e ondulatória com treinamento de 12 semanas, envolvendo 3 séries com variação de 4, 6 e 8RM, organizados de acordo com cada modelo de periodização. Os autores encontraram aumentos na força máxima em ambos os modelos. No entanto, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, sendo que, na periodização ondulatória os aumentos foram superiores em comparação à periodização linear.

Sendo assim, o modelo de periodização ondulatório é o mais efetivo quando se refere não somente aos ganhos de força apresentados no estudo supracitado, como também para ganhos na resistência muscular localizada, demonstrados no presente estudo.

Nosso estudo também apresentou dados sobre a resistência muscular localizada, através do teste que teve como base a aplicação de três tentativas, o que tornou possível verificar em dados percentuais o nível de fadiga muscular. Em todos os exercícios testados (supino reto, *leg-press 45°* e rosca direta) em ambos

os grupos, houve redução no número de repetições a cada tentativa, porém, somente na rosca direta foi observada redução percentual significativa.

Contudo, esta pesquisa apresentou a periodização linear como tendo resultados mais expressivos na composição corporal. Na força máxima, a periodização linear foi superior nos ganhos de força nos membros inferiores e a periodização ondulatória superior nos ganhos de força nos membros superiores, sendo que, foram alcançados resultados efetivos na força máxima em ambos os grupos. Isto independente dos modelos de periodização aplicados terem como especificidade a resistência muscular localizada (15-30RM). Na resistência muscular localizada, a periodização ondulatória apresentou resultados superiores em todos os exercícios testados.

Os resultados do teste cardiopulmonar, de acordo com os valores do consumo máximo de oxigênio ou consumo de oxigênio pico encontrados, demonstraram que as voluntárias estavam com aptidão cardiorrespiratória regular ou baixa para o gênero e a idade (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 1972), o que era esperado para mulheres não treinadas. Os valores de consumo de oxigênio pico e limiar anaeróbio também estão de acordo com o preconizado para mulheres jovens saudáveis não treinadas descritos por GONELLI et al. (2006). A duração dos testes cardiopulmonares foi de 8 a 12 minutos, considerado o mais adequado para avaliação cardiorrespiratória (WASSERMAN et al., 1999).

De acordo com o princípio da especificidade do treinamento, os treinamentos aeróbio e de força proporcionam adaptações musculares distintas. O treinamento aeróbio diminui a atividade das enzimas glicolíticas, mas aumenta os estoques intramusculares de substratos, enzimas oxidativas, capilarização e

mitocôndrias. Ao contrário, o treinamento de força reduz as mitocôndrias, tem pequeno efeito na capilarização, nas enzimas oxidativas e estoques intramusculares de substratos (com exceção do glicogênio muscular) (TANAKA e SWENSEN, 1998).

Devem-se ressaltar os estudos de Hurley et al. (1984) e Botelho et al. (2003) que demonstraram que o consumo de oxigênio aumenta durante o treinamento de força, o que destaca a participação relativa das fontes anaeróbias e aeróbias no exercício, mas os autores consideram que a sobrecarga aeróbia é baixa e insuficiente para proporcionar melhora da capacidade cardiorrespiratória.

Os estudos dos efeitos do treinamento de força na capacidade cardiorrespiratória foram realizados com voluntários do gênero masculino (HURLEY et al., 1984; MARCINIK et al., 1991; KRAEMER et al., 1995; DOLEZAL e POTTEIGER, 1998; SANTA-CLARA et al., 2002; FERRARA et al., 2004; GLOWACKI et al., 2004; CHTARA et al., 2005), com grupos de ambos os gêneros (HICKSON et al., 1988; ADES et al., 1996; LEVERITT et al., 2003; CAUZA et al., 2005), ou mulheres atletas (BISHOP et al., 1999; HOFF, HELGERUD e WISLOFF, 1999). Apenas dois estudos investigaram estas adaptações em mulheres não treinadas (CESAR et al., 2008; SOUZA et al., 2008).

McCarthy et al. (1995) investigaram os efeitos de dez semanas de treinamento de força em homens sedentários, oito exercícios, 3 séries de 5 a 7 repetições, e observaram um significativo aumento no consumo máximo de oxigênio dos voluntários.

Santa-Clara et al. (2002) estudaram os efeitos do treinamento aeróbio isolado e do treinamento combinado de força e aeróbio, por um período de 12

meses, em pacientes do gênero masculino com doença coronária, não encontraram diferença significativa entre os grupos no aumento da potência aeróbia máxima, mas o limiar anaeróbio apresentou maior aumento no grupo que realizou o treinamento combinado.

Chtara et al. (2005) investigaram os efeitos de um treinamento de força, em indivíduos do gênero masculino, durante 12 semanas, com quatro períodos de três semanas, dois períodos com objetivo de resistência muscular e dois de força explosiva, com exercícios focados nas cadeias musculares envolvidas na corrida, encontrando aumento no consumo máximo de oxigênio e no segundo limiar ventilatório em resposta ao treinamento. Entretanto, foi realizado um treinamento específico para a melhora dos músculos recrutados durante a corrida e não um treinamento aplicado em academia.

Embora as respostas ao treinamento de homens e mulheres possam ser semelhantes, a magnitude das adaptações femininas difere das masculinas (WILMORE e COSTILL, 2001). De acordo com Bishop et al. (1999), as respostas da testosterona ao treinamento com pesos, diferentes em homens e mulheres, poderiam explicar as diferentes adaptações ao treinamento entre os gêneros. Estudos de Weiss, Cureton e Thompson (1983) e Kraemer et al. (1991), encontraram aumento da testosterona sérica em resposta ao exercício com pesos em homens, mas não em mulheres.

Assim como o presente estudo, Cesar et al. (2008) também verificaram os efeitos de um treinamento de resistência muscular localizada sobre o  $VO_{2max}$  e limiar ventilatório investigando 19 mulheres jovens. O autores não observaram

alterações nas variáveis cardiopulmonares, sendo assim, concluíram que o treinamento de resistência muscular localizada não produz melhoras na capacidade cardiorrespiratória em mulheres jovens.

Souza et al. (2008) também investigaram os efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no  $VO_{2max}$  e limiar ventilatório em 20 mulheres jovens. Foi observado um pequeno aumento, embora significativo, do  $VO_{2max}$ , porém não houve alteração no limiar ventilatório. Desta forma, os autores concluíram que o treinamento aplicado proporcionou melhora da potência aeróbia das voluntárias, evidenciado pelo aumento do  $VO_{2max}$ , mas não foi suficiente para melhorar o limiar ventilatório.

Deve ser destacado que estes dois estudos realizaram protocolos de treinamento de sobrecarga progressiva e não modelos periodizados, como os realizados pelo presente estudo, mas os autores ressaltaram a importância do treinamento aeróbio para efetiva melhora da capacidade cardiorrespiratória. Os resultados do presente estudo corroboram os achados de SOUZA et al. (2008) e CESAR et al. (2008), confirmando a importância do treinamento aeróbio para melhora da capacidade aeróbia de mulheres jovens.

Este estudo apresentou algumas limitações como o número de participantes (apenas 10 em cada grupo) e o tempo de treinamento de somente 12 semanas. Entretanto, destaque-se que outros estudos envolvendo treinamento de força também tiveram um número de voluntárias semelhante ao deste trabalho e as adaptações foram investigadas durante 8 a 12 semanas.

Mais pesquisas em treinamento de força são necessárias para esclarecer crenças que não apresentam fundamentação científica, como que este

treinamento, realizado em clubes e academias, é eficiente para melhora da capacidade aeróbia. Conforme demonstrado neste trabalho, outros estudos também revelaram benefícios obtidos pela prática do treinamento de força como melhora na composição corporal, na força muscular e na resistência muscular localizada. No entanto, é importante ressaltar a importância do treinamento aeróbio para a melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Finalmente, a ausência de resultados num programa de exercícios e a monotonia das cargas aplicadas podem levar a desistência, não deixando de lado à necessidade de maximização do princípio da sobrecarga e prevenção contra a síndrome do sobre-treinamento. O trabalho multidisciplinar incluindo diversos profissionais da saúde (professores de educação física, nutricionistas, fisioterapeutas, médicos, enfermeiros, psicólogos, entre outros) pode ser uma estratégia eficiente na obtenção de resultados mais expressivos com a prática de um programa de exercício e treinamento físico em geral. Para os profissionais da educação, responsáveis pela prescrição do treinamento de força, fica a mensagem de que esta não é uma prática simples, tendo em vista todos os componentes inerentes a este processo e que se os objetivos são proporcionar resultados a longo prazo com segurança e motivação, a periodização pode ser apresentada como uma importante ferramenta.

## 7. CONCLUSÕES

O treinamento de resistência muscular localizada periodizado através dos modelos linear e ondulatório com cargas entre 15-30RM, realizados durante 12 semanas, produziram efeitos positivos na composição corporal, resultando em aumento da massa magra, redução do percentual de gordura e da gordura corporal, sendo que, os resultados foram mais expressivos com a periodização linear.

Outro importante benefício é que os dois modelos de periodização utilizados induziram aumentos significativos nos níveis de força máxima e na resistência muscular localizada, tanto de membros inferiores como de membros superiores, em mulheres não treinadas.

Por outro lado, no que se refere à aptidão cardiorrespiratória, nenhuma das periodizações apresentaram alterações significativas para a população estudada. Sendo assim, é possível que a melhora dessa variável dependa da especificidade do treinamento realizado, portanto, se o objetivo do programa for melhorar a aptidão cardiorrespiratória é importante a introdução de exercícios aeróbios concomitante ao programa de treinamento de força.

Com relação ao tipo de modelo utilizado na periodização, pôde-se concluir que o modelo de periodização linear apresentou-se mais eficiente para melhoras na composição corporal, enquanto para a resistência muscular localizada, o modelo de periodização ondulatório foi mais expressivo. Para ganhos nos níveis

de força máxima, ambos os modelos de periodização foram eficientes, sendo estes resultados obtidos a partir do treinamento com cargas de 15-30RM.

Portanto, para uma população com as características semelhante as do presente estudo, ambas as periodizações apresentaram resultados expressivos, tanto cientificamente quanto para a população participante do estudo. Sendo assim, a periodização do treinamento é viável também para indivíduos não atletas, devido à motivação e incentivo o que favorece aos bons resultados.



## 8. REFERÊNCIAS\*

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E. B.; ANDERSEN, J. L.; MAGNUSSON, S. P.; HALKJAER-KRISTENSEN, J.; DYHRE-POULSEN P. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. **J Appl Physiol**, v.89, n.6, p.2249-2257, 2000.

AAGAARD, P.; ANDERSEN, J. L.; DYHRE-POULSEN, P.; LEFFERS, A.; WAGNER, A. A. S. E.; MAGNUSSON, S. P.; HALKJAER-KRISTENSEN, J.; SIMONSEN E. B. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **J Physiol**, v.534, n.2, p.613-623, 2001.

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E. B.; ANDERSEN, J. L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **J Appl Physiol**, v.93, p.1318, 2002.

ADAMS, G. R. Exercise effects on muscle insulin signaling and action invited review: autocrine/paracrine IGF-I and skeletal muscle adaptation. **J Appl Physiol**, v.93, p.1159-1167, 2002.

ADES, P. A.; BALLOR, D. L.; ASHIKAGA, T.; UTTON, J. L.; NAIR, K. S. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. **Ann Intern Med**, v.124, p.568- 572, 1996.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM) and Dietitians Canada Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, n.12, p.2130-2145, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v.34, n.2, p.364–380, 2002.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise testing and training of apparently health individuals. A handbook for physicians, Dallas: American Heart Association, 1972.

ANDERSEN, J. L.; AAGAARD, P. Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. **Muscle Nerve**, v. 23, p.1095–1104, 2000.

BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento esportivo**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BAECHLE, T. R. EARLE. **Essentials of Strength and Conditioning**. 2 ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. **J Strength Con Res**, v.8, n.4, p.235-242, 1994.

BARBANTI, V. J. **Treinamento físico: bases científicas**. 3 ed. São Paulo: CRL Balieiro, 2001.

BARROS NETO, T. L. Fisiologia do exercício aplicada ao sistema cardiovascular. In: **Exercício e Coração**. **Rev Soc Cardiol**, v.6, n.1, p.6-10, 1996.

BARROS NETO, T. L. Função cardiorrespiratória no exercício. In **SOCESP. Cardiologia**, de SOUSA, A. G. M. R. e MANSUR, A. J. (eds), Editora Atheneu, v.2, p.517-524, 1996.

BARROS NETO, T. L., CESAR, M. C.; TAMBEIRO, V. L. Avaliação da aptidão física cardiorrespiratória. In **O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**, de GHORAYEB, N. e BARROS, T. Editora Atheneu, p.15-24, 1999.

BARROS NETO, T. L.; CESAR, M. C.; TEBEXRENI, A. S. Fisiologia do Exercício. In **O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**, de GHORAYEB, N. e BARROS, T. Editora Atheneu, p.3-13, 1999.

BARRY, B. K.; CARSON, R. G. The consequences of resistance training for movement control in older adults. **J Gerontol**, v.7, p.730-754, 2004.

BENSON, C.; DOCHERTY, D.; BRANDENBURG, J. Acute neuromuscular responses to resistance training performed at different loads. **J Sci Med Sport**, v.9, n.1-2, p.135-142, 2006.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N.; KOEPPEN, B. M.; STANTON, B. A. **Fisiologia**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BISHOP, D.; JENKINS, D. G.; MACKINNON, L. T.; MCENIERY, M.; CAREY, M. F. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. **Med Sci Sports Exerc**, v.31, n.6, p.886-891, 1999.

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

BOMPA, T. O. **Treinamento de força: levado a sério**. 2 ed. Barueri: Manole, 2004.

BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, v.14, n.5, p. 377-381, 1982.

BOTELHO, P. A.; CESAR, M. C.; ASSIS, M. R.; PAVANELLI, C.; MONTESANO, F. T.; BARROS, T. L. Comparação das variáveis metabólicas e hemodinâmicas entre exercícios resistidos e aeróbios, realizados em membros superiores. **Rev Bras Ativ Fis Saud**, v.8, n.2, p.35-40, 2003.

BROWN, L. E. Nonlinear versus linear periodization models. **Strength Cond J**, v.23, p.42-44, 2001.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **J Exerc Physiol**, v.4, n.3, p.1-21, 2001.

BROWN, L. E.; GREENWOOD, M. Periodization essentials and innovations in resistance training protocols. **Strength Cond J**, v.27, n.4, p.80-85, 2005.

BURKETT, L. N.; STONE, W. J.; BALL, S. B.; ALVAR, B. A.; THOMAS, A. B. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. **J Strength Cond Res**, v.17, n.1, p.82-87, 2003.

CARVALHO, E. S.; SANTOS, A. L. G.; SCHNEIDER, A. P.; BERETTA, L.; TEBEXRENI, A. S.; CESAR, M. C.; BARROS, T. L. Análise comparativa da aptidão cardiorrespiratória de triatletas, avaliados em ciclossimulador e bicicleta ergométrica. **Rev Bras Cienc Mov**, v.8, n.2, p.21-24, 2000.

CAUZA, E.; HANUSCH-ENSERER, U.; STRASSER, B.; LUDVIK, B.; METZ-SCHIMMERL, S.; PACINI, G.; WAGNER, O.; GEORG, P.; PRAGER, R.; KOSTNER, K.; DUNKY, A.; HABER, P. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. **Arch Phys Med Rehabil**, v.86, p.1527-1533, 2005.

CESAR, M. C., PARDINI, D. P., BARROS NETO, T. L. Efeitos do exercício de longa duração no ciclo menstrual, densidade óssea e potência aeróbia de corredoras. **Rev Bras Cienc Mov**, v.9, n.2, p.7-13, 2001.

CESAR, M. C.; PELLEGRINOTTI, I. L.; PENATTI, E. S.; CHIAVOLONI, G. A. Avaliação da intensidade de esforço da luta de caratê por meio da monitorização da frequência cardíaca. **Rev Bras Cienc Esp**, v.24, n.1, p.73-81, 2002.

CESAR, M. C.; MONTESANO, F. T.; DINIZ, R. V. Z.; ALMEIDA, D. R.; TEBEXRENI, A. S.; BARROS, T. L. Respostas cardiopulmonares ao exercício em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva de diferentes faixas etárias. **Arq Bras Cardiol**, v.86, n.1, p.14-18, 2006.

CESAR, M. C.; BORIN, J. P.; GONELLI, P. R. G.; SIMÕES, R. A.; SOUZA, T. M. F.; MONTEBELO, M. I. L. The effect of local muscle endurance training on cardiorespiratory capacity in young women. **J Strength Cond Res**, in-press, 2008.

CHILIBECK, P. D.; CALDER, A. W.; SALE, D. G.; WEBBER, C. E. Twenty weeks of weight training increases lean tissue mass but not bone mineral mass or density in healthy, active young women. **Can J Physiol Pharmacol**, v.74, p.1180–1185, 1996.

CHILIBECK, P. D.; CALDER, A. W.; SALE, D. G.; WEBBER, C. E. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. **Eur J Appl Physiol**, v.77, n.1-2, p.170-175, 1998.

CHTARA, M.; CHAMARI, K.; CHAOUACHI, M.; CHAOUACHI, A.; KOUBAA, D.; FEKI, Y.; MILLET, G. P.; AMRI, M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. **Br J Sports Med**, v.39, p.555-560, 2005.

CONSITT, L. A.; COPELAND, J. L.; TREMBLAY, M. S. Hormone responses to resistance versus endurance exercise in premenopausal females. **Can J Appl Physiol**, v.26, p.574-587, 2001.

CONSITT, L. A.; COPELAND, J. L.; TREMBLAY, M. S. Endogenous anabolic hormone responses to endurance versus resistance training in women. **Sports Med**, v.32, n.1, p.1-22, 2002.

CREWETHER, B.; KEOGH, J.; CRONIN, J.; COOK, C. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute hormonal responses. **Sports Med**, v.36, n.3, p.215-238, 2006.

D'ANTONA, G.; LANFRANCONI, F.; PELLEGRINO, M. A.; BROCCA, L.; ADAMI, R.; ROSSI, R.; MORO, G.; MIOTTI, D.; CANEPARI, M.; BOTTINELLI, R. Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibres in male body builders. **J Physiol**, v.570, n.3, p.611–627, 2006.

DAVIS, J. A.; VODAK, P.; WILMORE, J. H.; VODAK, J.; KURTZ P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. **J Appl Physiol**, v.41, n.4, p.544-550, 1976.

DAVIS, J. A.; FRANK, H. M.; WHIPP, B. J.; WASSERMAN, K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-age men. **J Appl Physiol**, v.6, n.46, p.1039-1046, 1979.

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **Am J Phys Med Rehabil**, v.81, p.S3-S16, 2002.

DIBREZZO, R. O.; FORT, I. L.; BROWN, B. Relationships among strength, endurance, weight and body fat during three phases of the menstrual cycle. **J Sports Med Phys Fitness**, v.31, n.1, p.89–94, 1991.

DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **J Appl Physiol**, v.85, p.695-700, 1998.

ENNION, S.; PEREIRA, J. S.; SARGEANT, A. J.; YOUNG, A.; GOLDSPINK, G. Characterization of human skeletal muscle fibres according to the myosin heavy chains they express. **J Muscle Res Cell Motil**, v.16, p.35-43, 1995.

ENOKA, R. M. Neural adaptations with chronic physical activity. **J Biomech**, v.30, n.5, p.447-455, 1997.

FERRARA, C. M.; McCRONE, S. H.; BRENDLE, D.; RYAN, A. S.; GOLDBERG, A. P. Metabolic effects of the addition of resistive to aerobic exercise in older men. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v.14, p.73-80, 2004.

FLECK, S. J. Periodized strength and strength training: a critical review. **J Strength Cond Res**, v.13, n.1, p.82-89, 1999.

FLECK, S. J.; FIGUEIRA, A. J. **Treinamento de força para fitness & saúde**. São Paulo: Phorte Editora, 2003.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FRIEDMAN, B.; KINSCHERF, R.; VORWALD, H.; MULLER, H.; KUCERA, K.; BORISCH, S.; RICHTER, G.; BARTSCH, P.; BILLETER, R. Muscular adaptations to computer-guided strength training with eccentric overload. **Acta Physiol Scand**, v.182, p.77-88, 2004.

FRY, A. C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. **Sports Med**, v.34, p.663-679, 2004.

GABRIEL, D. A.; KAMEM, G.; FROSH, G. Neural adaptations to resistive exercise mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Med**, v.36, p.133-149, 2006.

GHORAYEB, N.; BARROS NETO, T. L. **O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

GLOWACKI, S. P.; MARTIN, S. E.; MAURER, A.; BAEK, W.; GREEN, J.; CROUSE, S. F. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. **Med Sci Sports Exerc**, p. 2119-2127, 2004.

GONELLI, P. R. G.; PEDROSO, M. A. B.; SIMÕES, R. A.; SOUZA, T. M. F.; DANEMOLLE, C.; MONTEBELLO, M. I. L.; BORIN, J. P.; CESAR, M. C.

Respostas cardiopulmonares de mulheres jovens ao exercício máximo em esteira. **Saúde em Revista**, v.8, n.20, p.31-36, 2006.

GREEN, H.; GOREHAM, C.; OUYANG, J.; BALL-BURNETT, M.; RANNEY, D. Regulation of fiber size, oxidative potential, and capillarization in human muscle by resistance training. **Am J Physiol Reg Integr Comp Physiol**, v.276, p.R591-R586, 1999.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

HÄKKINEN, K.; ALLEN, M.; KALLINEN, M.; NEWTON, R. U.; KRAEMER W. J. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. **Eur J Appl Physiol**, v.83, n.1, p.51-62, 2000.

HÄKKINEN, K.; KRAEMER, W. J.; NEWTON, R. U.; ALLEN, M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle aged and older men and women. **Acta Physiol Scand**, v.171, n.1, p.51-62, 2001.

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

HERZOG, W. The nature of force depression and force enhancement in skeletal muscle contraction. **Eur J Sport Sci**, v.1, n.3, p.1-14, 2001.

HERZOG, W.; LEE, E. J.; RASSIER, D. E. Residual force enhancement in skeletal muscle. **J Physiol**, v.574, n.3, p.635-642, 2006.

HICKSON, R. C.; DVORAK, B. A.; GOROSTIAGA, E. M.; KUROWSKI, T. T.; FOSTER, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. **J Appl Physiol**, v.65, n.5, p.2285 – 2290, 1988.

HOFF, J.; HELGERUD, J.; WISLOFF, U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. **Med Sci Sports Exerc**, p.870-877, 1999.

HORNBERGER, T. A.; ESSER, K. A. Mechanotransduction and the regulation of protein synthesis in skeletal muscle. **Nutr Soc**, v.63, p.331-335, 2004.

HUNTER, G. R.; WETZSTEIN, C. J.; MCLAFFERTY, J. R.; ZUCKERMAN, P. A.; LANDERS, K. A.; BAMMAN, M. M. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v.33, n.10, p.1759-1764, 2001.

HURLEY, B. F., SEALS, D. R.; EHSANI, A. A.; CARTIER, L. J.; DALSY, G. P.; HAGBERG, J. M.; HOLLOSZY, J. O. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. **Med Sci Sports Exerc** v.16, p.483-488, 1984.

INBAR, O.; OREN, A.; SCHEINOWITZ, M.; ROTSTEIN, A.; DLIN, R.; CASABURI, R. Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20- to 70-year-old men. **Med Sci Sports Exerc**, v.26, n.5, p.538-46, 1994.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Med Sci Sports Exerc**, v.12, p.175-182, 1980.

JONGE, X. A. K. J. Effects of the menstrual cycle on exercise performance. **Sports Med**, v.33, n.11, p.833-851, 2003.

KAMEN, G.; KNIGHT, C. A. Training-related adaptations in motor unit discharge rate in young and older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v.59, p.1334 - 1338, 2004.

KARP, J. R. Muscle fiber types and training. **Strength Cond J**, v.23, n.5, p.21-26, 2001.

KAWAKAMI, Y. The effects of strength training on muscle architecture. **Int J Sport Health Sci**, v.3, p.208-217, 2005.

KIMBALL, S. R.; FARRELL, P. A.; JEFFERSON, L. S. Role of insulin in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by amino acids or exercise. **J Appl Physiol**, v.93, p.1168-1180, 2002.

KOMI, P. V. **Força e potência no esporte**. 2 ed. Artmed: São Paulo, 2006.

KOSEK, D. J.; KIM, J.; PETRELLA, J. K.; CROSS, J. M.; BAMMAN, M. M. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. **J Appl Physiol**, v.101, p.531-544, 2006.

KRAEMER, W. J., GORDON, S. E., FLECK, S. J., MARCHITELLI, L. J., MELLO, R., DZIADOS, J. E., FRIEDL, K., HARMAN, E., MARESCH, C., FRY, A. C. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. **Int J Sports Med**, v.12, n.2, p.228-235, 1991.

KRAEMER, W. J.; PATTON, J. F.; GORDON, S. E.; HARMAN, E. A.; DESCHENES, M. R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R. U.; TRIPLETT, N. T.; DZIADOS, J. E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J Appl Physiol**, v.78, n.3, p. 976-989, 1995.

KRAEMER, W. J.; VOLEK, J. S.; CLARK, K. L.; GORDON, S. E.; INCLEDON, T.; PUHL, S. M.; TRIPLETT-MCBRIDE, N. T.; MCBRIDE, J. M.; PUTUKIAN, M.;

SEBASTIANELLI, W. J. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. **J Appl Physiol**, v.83, n.1, p.270-279, 1997.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N.; FRY, A. C.; TRIPLETT-MCBRIDE, T.; KOZIRIS L. P.; BAUER, J. A.; LYNCH, J. M.; FLECK, S. J. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. **Am J Sports Med**, v.28, n.5, p. 626-633, 2000.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FRENCH, D. N. Resistance training for health and performance. **C Sports Med Rep**, v.1, p.165-171, 2002.

KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K.; TRIPLETT-MCBRIDE, N. T.; FRY, A. C.; KOZIRIS, L. P.; RATAMESS, N. A.; BAUER, J. E.; VOLEK, J. S.; MCCONNELL, T.; NEWTON, R. U.; GORDON, S. E.; CUMMINGS, D.; HAUTH, J.; PULLO, F.; LYNCH, J. M.; MAZZETTI, S. A.; KNUTTGEN, H. G. Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. **Med Sci Sports Exerc**, p.157-168, 2003.

KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. **Treinamento de força para o esporte**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

KRAEMER, W. J.; NINDL, B. C.; RATAMESS, N. A.; GOTSHALK, L. A.; VOLEK, J. S.; FLECK, S. J.; NEWTON, R. U.; HÄKKINEN, K. Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. **Med Sci Sports Exerc**, v.36, n.4, p.697-708, 2004.

KRAEMER, W. J.; NINDL, B. C.; MARX J. O.; GOTSHALK, L. A.; BUSH, J. A.; WELSCH, J. R.; VOLEK, J. S.; SPIERING, B. A.; MARESH, C. M.; MASTRO, A. M.; HYMER, W. C. Chronic resistance training in women potentiates growth hormone in vivo bioactivity: characterization of molecular mass variants. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v.291, p.E1177-E1187, 2006.

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P. J.; BARRY, B.; LOGAN, P. A. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. **J Strength Cond Res**, v.17, n.3, p.503-508, 2003.

LINNAMO, V.; PAKARINEN, A.; KOMI, P. V.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. Acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. **J Strength Cond Res**, v.19, n.3, p.566-571, 2005.

MACHIDA, S.; BOOTH, F. W. Insulin-like factor 1 and muscle growth: implication for satellite cell proliferation. **Nutr Soc**, v.63, p.337-340, 2004.

MARCINIK, E. J.; POTTS, J.; SCHLABACH, G.; WILL, S.; DAWSON, P.; HURLEY, B. F. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.23, p.739-743, 1991.



MARTEL, G. F.; ROTH, S. M.; IVEY, F.; JEFFREY, M.; LEMMER, T.; TRACY, B. L.; HURLBUT, D. E.; METTER, E. J.; HURLEY, B. F.; ROGERS M. A. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. **Exp Physiol**, v.91, n.2, p.457-464, 2006.

MARX, J. O.; RATAMESS, N. A.; NINDL, B. C.; GOTSHALK, L. A.; VOLEK, J. S.; DOHI, K.; BUSH, J. A.; GOMEZ, A. L.; MAZZETTI, S. A.; FLECK, S. J.; HÄKKINEN, K.; NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med Sci Sports Exerc**, v.33, p.635-643, 2001.

MATVEEV, L. P. **Treino desportivo: estrutura e metodologia**. São Paulo: FMU, 1997.

MATVEEV, L. P. **Teoría general del entrenamiento deportivo**. Editorial: Paidotribo, 2001.

MAZZETTI, S. A.; KRAEMER, W. J.; VOLEK, J. S.; DUCAN, N. D.; RATAMESS, N. A.; GOMEZ, A. L.; NEWTON, R. U.; HÄKKINEN, K.; FLECK, S. J. The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, n.6, p.1175-1184, 2000.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MCCARTHY, J. P.; AGRE, J. C.; GRAF, B. K.; POZNIAK, M. A.; VAILAS, A. C. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n.3, p.429-436, 1995.

McHUGH, M. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. **Scand J Med Sci Sports**, v.13, p.88-97, 2003.

MEYER, T.; LUCÍA, A.; EARNEST, C. P.; KINDERMANN, W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters – theory and application. **Int J Sports Med**, v.26, p.S38-S48, 2005.

MONTEIRO, A. G. **Treinamento personalizado: uma abordagem didático-metodológica**. 2 ed. São Paulo: Phorte Editora, 2002.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **Am J Phys Med**, v.58, n.3, p.115-30,1979.

NARICI, M. V.; ROI, G. S.; LANDONI, L.; MINETTI, A. E.; CERRETELLI P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.59, n.4, p.310-319, 1989.

NINDL, B. C.; HARMAN, E. A.; MARX, J. O.; GOTSHALK, L. A.; FRYKMAN, P. N.; LAMMI, E.; PALMER, C.; KRAEMER, W. J. Regional body composition changes in women after 6 months of periodized physical training **J Appl Physiol**, v.88, p.2251-2259, 2000.

PATTEN, C.; KAMEN, G.; ROWLAND, D. M. Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. **Muscle Nerve**, v.24, n.4, p.542-550, 2001.

PEDERSEN, B.K.; TOFT, A.D. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. **Br J Sports Med**, v.34, p.246-251, 2000.

PETTE, D.; STARON, R. S. Transitions of muscle fiber phenotypic profiles. **Histochem Cell Biol**, v.115, n.5, p.359-372, 2001.

PHILIP, A.; DOUGLAS, L. B.; TAKA, A.; JODY, L. U.; SREEKUMARAM, N. K. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. **Ann Intern Med**, v.124, n.6, p.568-572,1996.

PIPES, T. V. Strength training and fibers types. **Scholastic Coach**, v.63, n.8, p.67-71, 1994.

PLATONOV, V. N. **La adaptación en el deporte**. Barcelona: Paidotribo, 1994.

PLATONOV, V. N. **Teoria geral do treinamento desportivo olímpico**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

POEHLMAN, E. T.; DENINO, W. F.; BECKETT, T.; KINAMAN, K. A.; DIONNE, I. J.; DVORAK, R.; ADES, P. A. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **J Clin Endocrinol Metab**, v.87, n.3, p.1004-1009, 2002.

PRESTES, J.; DONATTO, F. F.; CARRARA, R.; JUNQUEIRA, M. S. Alterações na força máxima decorrentes da periodização linear e ondulatória do treinamento de força. **Rev Bras Cie Mov**, v.14, n.4, p.S281-S281, 2006a.

PRESTES, J.; FROLLINI, A. B.; BORIN, J. P.; MOURA, N. A.; JÚNIOR, N. N.; PEREZ, S. E. A. Efeitos de um treinamento de 16 semanas sobre a composição corporal de homens e mulheres. **Rev Bras Ativ Fis Saúde**, v.11, n.1, p.19-28, 2006b.

PRESTES, J.; FROLLINI, A. B.; LIMA, C.; DONATTO, F. F.; FOSCHINI, D.; MARQUETI, R. C.; FIGUEIRA JÚNIOR, A.; FLECK, S. J. Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training for strength. **J Strength Cond Res**, in-press, 2008a.

PRESTES, J.; LIMA, C.; FROLLINI, A. B.; DONATTO, F. F.; CONTE, M. Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. **J Strength Cond Res**, in-press, 2008b.

RAUE, U.; TERPSTRA, B.; WILLIAMSON, D. L.; GALLAGHER, P. M.; TRAPPE, S. W. Effects of short-term concentric vs. eccentric resistance training on single muscle fiber MHC distribution in humans. **Int J Sports Med**, v.26, n.5, p.339-343, 2005.

RENNIE, M. J.; WACKERHAGE, H.; SPANGENBURG, E. E.; BOOTH, F. Control of the size of the human muscle mass. **Ann Rev Physiol**, v.66, p.799–828, 2004.

RHEA, M. R.; BALL, S. B.; PHILLIPS, W. T.; BURKETT, L. N. A comparison of linear and daily undulating periodization with equated volume and intensity for strength. **J Strength Cond Res**, v.16, p.250–255, 2002.

RHEA, M. R.; PHILLIPS, W. T.; BURKETT, L. N.; STONE, W. J.; BALL, S. B.; ALVAR, B. A.; THOMAS, A. B. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. **J Strength Cond Res**, v.17, n.1, p.82–87, 2003.

RICH, C.; CAFARELLI, E. Submaximal motor unit firing rates after 8 wk of isometric resistance training. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, n.1, p.190-196, 2000.

ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; LENZ, R. B.; DIXON, C.; TIMMER, J.; FRAZEF, K.; DUBE, J.; ANDREACCI, J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v.35, n.2, p.333-341, 2002.

ROSS, R.; RISSANEN, J.; PEDWELL, H.; CLIFFORD, J.; SHRAGGE, P. Influence of diet and exercise on skeletal and visceral adipose tissue in men. **J Appl Physiol**, v.81, n.6, p.2445-2455, 1996.

ROSS, R.; JANSSEN, I.; DAWSON, J.; KUNGL, A. M.; KUK, J. J.; WONG, S. L.; NGUYEN-DUY, T. B.; LEE, S.; KILPATRICK, K.; HUDSON, R. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. **Obes Res**, v.12, n.5, p.789-798, 2004.

SALTIN, B.; HENRIKSSON, J.; NYGAARD, E.; ANDERSEN, P.; JANSSON E. Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners. **Ann N Y Acad Sci**, v.301, n.1, p.3-29, 1977.

SANTA-CLARA, H.; FERNHALL, B. O.; MENDES, M.; SARDINHA, L. B. Effect of a 1 year combined aerobic- and weight-training exercise programme on aerobic capacity and ventilatory threshold in patients suffering from coronary artery disease. **Eur J Appl Physiol**, v. 87, p.568-575, 2002.

SANTOS, M. C.; REBELO, A. C. S.; ZUTTIN, R. S.; CESAR, M. C.; CATAI, A. M.; SILVA, E. Influência do uso de contraceptivos orais nos níveis lipídicos e nas respostas cardiorrespiratórias de mulheres saudáveis e sedentárias. **Rev Bras Fisiol**, v.3, n.12, p.188-194, 2008.

SHOEPE, T. C.; STELZER, J. E.; GARNER, D. P.; WIDRICK, J. J. Functional adaptability of muscle fibers to long-term resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v.35, n.6, p.944-951, 2003.

SIMÃO, R. **Fundamentos fisiológicos para o treinamento de força e potência**. 1 ed. São Paulo: Phorte, 2003.

SMERDU, V.; KARSCH-MIZRACHI, L.; CAMPIONE, M.; LEINWAND, L.; SCHIAFFINO, S. Type IIx myosin heavy chain transcripts are expressed in type I fibers of human skeletal muscle. **Am J Physiol**, v.36, p.C1723-C1728, 1994.

SOUZA, T. M. F.; CESAR, M. C.; BORIN, J. P.; GONELLI, P. R. G.; SIMÕES, R. A.; MONTEBELO, M. I. L. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. **Rev Bras Med Esporte**, v.14, n.6, p. 518-522, 2008.

STARON, R. S.; MALICKY, E. S.; LEONARDI, M. J.; FALKEL, J. E.; HAGERMAN, F. C.; DUDLEY, G. A. Muscle, hypertrophy, and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.60, p.71–79, 1990.

STARON, R. S. The classification of human skeletal muscle fibers types. **J Strength Cond Res**, v.11, n.2, p.67, 1997.

STONE, M. H.; O'BRYANT, H. S.; GARHAMMER, J. A hypothetical model for strength training. **J Sports Med Phys Fitness**, v.21, n.336, p.342–351, 1981.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of training on endurance performance. A new form of cross-training? **Sports Med**. v.25, n.3, p.191-200, 1998.

TOIGO, M.; BOUTELLIER, U. R. S. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **Eur J Appl Physiol**, v.97, p.643–663, 2006.

UCHIDA, M. C.; CHARRO, M. A.; BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; PONTES JÚNIOR, F. L. **Manual de musculação: uma abordagem teórico-prática ao treinamento de força**. 1 ed. São Paulo: Phorte, 2003.

UCHIDA, M. C.; BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; PONTES JÚNIOR, F. L.; TESSUTI, V. D.; MOREAU, R. L.; ROSA, L. F. B. P. C.; AOKI, M. S. Alteração da relação testosterona: cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. **Rev Bras Med Esporte**, v.10, p.165-168, 2004.

VERKHOSHANSKI, Y. V. **Preparação de força especial**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1995.

VIERCK, J.; O'REILLY, B.; HOSSNER, K.; ANTONIO, J.; BYRNE, K.; BUCCI, L.; DODSON, M. Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. **Cell Biol Int**, v.24, n.5, p.263-272, 2000.

VOROBYEV, A. N. **A textbook on weightlifting**. Budapest: International Weightlifting Federation, 1978.

WASSERMAN, K.; McILROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am J Cardiol**, v.14, p.844-852, 1964.

WASSERMAN, K.; HANSE, J. E.; SUE, D. Y.; CASABURI, R.; WHIPP, B. J. **Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications**. 3 ed. Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

WEBER, K. T.; KINASEWITZ, G. T.; JANICKI, J. S.; FISHMAN, A. P. Oxygen utilization and ventilation during exercise in patients with chronic cardiac failure. **Circulation**, v.61, n.65, p.1213-1223, 1982.

WEISS, L. W., CURETON, K. J., THOMPSON, F. N. Comparison of serum testosterone and androstenedione responses to weight lifting in men and women. **Eur J Appl Physiol**, v.50, p.413-419, 1983.

WIDRICK, J. J.; STELZER, J. E.; SHOEPE, T. C.; GARNER, D. P. Functional properties of human muscle fibers after short-term resistance exercise training. **Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol**, v.283, p.R408–R416, 2002.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2 ed. Barueri: Manole, 2001.

WOLFE, B. L.; LEMURA, L. M.; COLE, P. J. Quantitative analysis of single- vs. Multiple- set programs in resistance training. **J Strength Cond Res**, v.18, n.1, p.35-47, 2004.

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992.

ZATSIORSKY, V. M. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 1999.

## **9. Anexos**

### **9.1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA – UNIMEP**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACIS**

**CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Pesquisador Responsável – Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar CRM**

**71389**

**AVALIAÇÃO E TREINAMENTO FÍSICO DE  
PARTICIPANTES DO CENTRO DE QUALIDADE DE VIDA DA  
UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

“Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa determinar a capacidade de fazer exercícios físicos, a avaliação das características corporais e oferecer um programa de atividade física.

Você fará testes para medir as características do seu corpo e sua capacidade de fazer exercícios físicos. Se você quiser, poderá participar de um programa de treinamento com exercícios físicos.

Inicialmente, você fará uma consulta médica. No entanto, no exercício físico existe um risco mínimo de complicações, como cansaço, dor nos músculos, tontura e distúrbios cardiovasculares. Para minimizar este risco, os testes serão todos supervisionados por um médico apto a atendimento de emergência em um laboratório na Universidade Metodista de Piracicaba, que contém todos os equipamentos e medicamentos necessários para atendimento de qualquer situação durante os exames.

Você terá os resultados dos testes, sendo que estes testes são muito úteis para elaboração de um programa de treinamento físico. Se houver qualquer dúvida em relação aos resultados dos exames, deve procurar o Dr. Marcelo de Castro Cesar, no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico, na Universidade Metodista de Piracicaba, Campus Taquaral, Rodovia do Açúcar km 156, Piracicaba – SP, Telefone: (19)3124-1586.

Para curso ou reclamações, você pode telefonar para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, Telefone (19) 3124-1741.

Você pode desistir de participar deste estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo de seu tratamento nesta Instituição. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as dos outros indivíduos avaliados nesta pesquisa, não sendo divulgada a sua identificação.

Caso você tenha interesse nos resultados da pesquisa, os mesmos lhe serão fornecidos pelo Dr. Marcelo de Castro Cesar.

Não há despesas pessoais de sua parte para participação neste estudo, assim como não há compensação financeira.

Se houver algum dano para você, causado diretamente pelos procedimentos deste estudo (nexo causal comprovado), você tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Todos os dados e resultados deste estudo serão utilizados somente para pesquisa”.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “AVALIAÇÃO E TREINAMENTO FÍSICO DE PARTICIPANTES DO CENTRO DE QUALIDADE DE VIDA DA UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA “.

Eu discuti com o Dr. Marcelo de Castro Cesar sobre minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e posso retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido neste Serviço.

-----  
Assinatura do voluntário

Data     /     /

-----  
Assinatura da testemunha

Data     /     /




Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para a participação neste estudo.

-----  
Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar

Data     /     /

**9.2. Carta de aceite do Comitê de Ética de Pesquisa da Universidade**

**Metodista de Piracicaba (UNIMEP)**

Comitê de Ética em Pesquisa  UNIMEP  
Universidade Metodista de Piracicaba

Piracicaba, 28 de janeiro de 2004

Para: Prof. Marcelo de Castro Cesar – FACIS

De: Coordenação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UNIMEP

Ref.: **Aprovação do protocolo de pesquisa nº 83/03 e indicação de formas de acompanhamento do mesmo pelo CEP-UNIMEP**

Vimos através desta informar que o Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP, após análise, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 83/03, com o título **“Avaliação e treinamento físico de participantes do Centro de Qualidade de Vida da Universidade Metodista de Piracicaba”** sob sua responsabilidade.

O CEP-UNIMEP, conforme as resoluções do Conselho Nacional de Saúde é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos promovidas nesta Universidade.

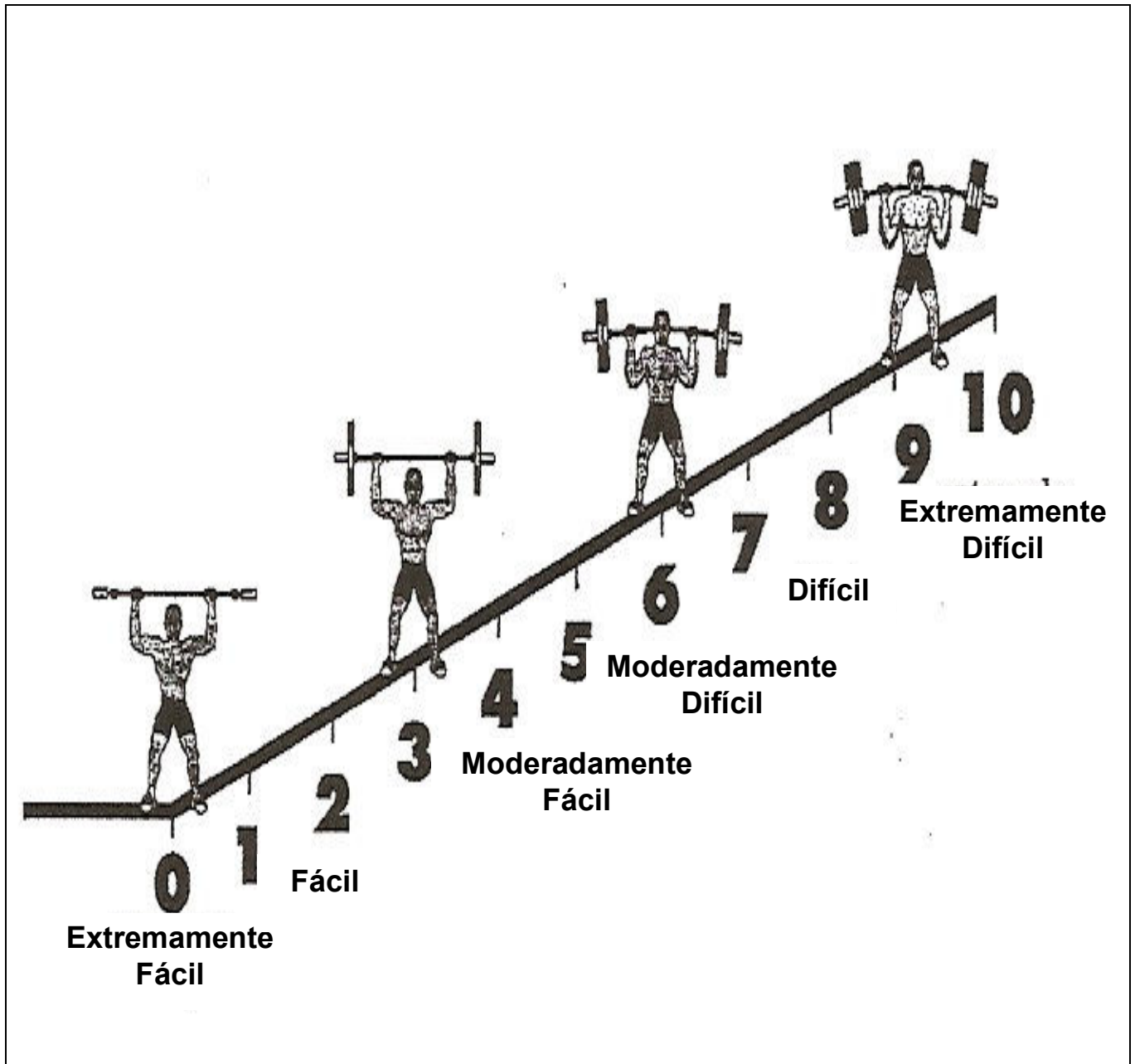
Portanto, conforme a Resolução do CNS 196/96, é atribuição do CEP “acompanhar o desenvolvimento dos projetos através de relatórios anuais dos pesquisadores” (VII.13.d). Por isso o/a pesquisador/a responsável deverá encaminhar para o CEP-UNIMEP um relatório anual de seu projeto, até 30 dias após completar 12 meses de atividade, acompanhado de uma declaração de identidade de conteúdo do mesmo com o relatório encaminhado à agência de fomento correspondente.

Agradecemos a atenção e colocamo-nos à disposição para outros esclarecimentos.

Atenciosamente,

  
**Gabriele Cornelli**  
**COORDENADOR**

### 9.3. Escala de Esforço de Robertson



#### 9.4. Escala de Esforço de Borg 6-20

---

---

***Escala de Percepção Subjetiva de Esforço - Borg***

---

**6**

**7**    **Muito, muito leve**

**8**

**9**    **Muito leve**

**10**

**11**   **Moderadamente leve**

**12**

**13**   **Um pouco pesado**

**14**

**15**   **Pesado**

**16**

**17**   **Muito pesado**

**18**

**19**   **Muito, muito pesado**

**20**

---

---