

**MICHEL ARIAS BRENTANO**

**OS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA E DO  
TREINAMENTO EM CIRCUITO NA ATIVAÇÃO E NA FORÇA  
MUSCULAR, NO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO E NA  
DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE MULHERES PÓS-  
MENOPÁUSICAS COM PERDA ÓSSEA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**UFRGS**

**Porto Alegre, RS, BRASIL**

**2004**

**OS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA E DO TREINAMENTO EM  
CIRCUITO NA ATIVAÇÃO E NA FORÇA MUSCULAR, NO CONSUMO  
MÁXIMO DE OXIGÊNIO E NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE  
MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS COM PERDA ÓSSEA**

**por**

**MICHEL ARIAS BRENTANO**

**Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciências do Movimento Humano, como requisito parcial para obtenção do  
grau de MESTRE EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO HUMANO –  
ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE**

**Orientador: Luiz Fernando Martins Kruehl**

**Porto Alegre, RS – Brasil**

**2004**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A DISSERTAÇÃO

OS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA E DO TREINAMENTO EM  
CIRCUITO NA ATIVAÇÃO E NA FORÇA MUSCULAR, NO CONSUMO  
MÁXIMO DE OXIGÊNIO E NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE  
MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS COM PERDA ÓSSEA

ELABORADA POR  
MICHEL ARIAS BRENTANO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS  
DO MOVIMENTO HUMANO – ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE

COMISSÃO EXAMINADORA:

-----  
Dr. Flávia Meyer - UFRGS

-----  
Dr. Antonio Carlos Gomes - UEL

-----  
Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro - UNICRUZ

**Porto Alegre, julho de 2004.**

## **DEDICATÓRIA**

À minha família que há tantos anos me apóia, principalmente minha mãe, avô, tias, primos e aos poucos, mas sinceros, amigos.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a inúmeras pessoas que diretamente ou indiretamente participaram desse trabalho.

Em primeiro lugar ao meu orientador, professor Doutor Luiz Fernando Martins Kruehl pela orientação, e principalmente confiança na realização desse trabalho que, para muitos, não sairia do papel. Orientação que extrapolou os assuntos relacionados a esse projeto, envolvendo ainda aspectos relacionados a minha vida acadêmica e pessoal e que desde já, sou muito grato.

Aos meus familiares, especialmente, a minha mãe Irma, tia Beth e Nena, o Caio, e meu avô Elmo.

À amiga Anelise Bueno Ambrosini, pelo amor, apoio e incansável auxílio durante esse trabalho.

À professora Itamara Viero, incansável na resolução dos problemas e que foi fundamental para a viabilização desse trabalho.

As pessoas que me ajudaram em algum momento, desde as primeiras avaliações até o término desse trabalho: Eduardo Lusa Cadore, Eduardo Silva, Jerusa Fuhr, Rodrigo Ferrari, Jerri Ribeiro, Marcelo Coertjens e Rosemari Petkowicz.

A alguns professores que me auxiliaram de forma determinante para que eu me interessasse pelo meio científico, como o professor Dr. Marco Aurélio Vaz, professora Ms. Cíntia de La Rocha Freitas e o professor Ronei Pinto que inseriu as primeiras idéias relacionadas com o treinamento de força.

Aos colegas de mestrado, especialmente a Clarice Sperotto, o Fernando e Jerri Ribeiro pelo auxílio e pelas conversas acadêmicas (ou não tão acadêmicas).

Aos funcionários da secretaria do LAPEX, especialmente ao Luciano, Alex e a Dani, que nunca pouparam esforços para a realização de inúmeras ligações para os indivíduos que compuseram a amostra desse trabalho, além de mostraram-se dispostos de forma inabalável.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UFRGS, especialmente ao André pela disponibilidade e atenção na resolução dos problemas ocasionais.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas da UFRGS, pelo apoio e estímulo.

As integrantes da amostra desse estudo que se mostraram sempre disponíveis e interessadas em colaborar.

## RESUMO

### OS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA E DO TREINAMENTO EM CIRCUITO NA ATIVAÇÃO E NA FORÇA MUSCULAR, NO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO E NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS COM PERDA ÓSSEA

Autor: Prof. Michel Arias Brentano

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

O objetivo geral desse estudo foi analisar os efeitos de dois treinamentos de força diferenciados, em volume e intensidade, em algumas variáveis relacionadas à saúde da população idosa, tais como, força isométrica (FI) e dinâmica de membros superiores (FMS) e inferiores (FMI), ativação muscular do quadríceps (EMG), consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ ), tempo de exaustão em esteira (TE) e densidade mineral óssea (DMO). Vinte e oito mulheres pós-menopáusicas, com perda óssea (osteoporose ou osteopenia), com e sem reposição hormonal, foram divididas em três grupos experimentais: (1) treinamento de força (GF - n=9) com intensidades entre 35 e 80% de 1RM, (2) treinamento em circuito (GC - n=10) com intensidades entre 35 e 60% de 1RM, e (3) um grupo controle (GCON - n=9). Os grupos GF e GC treinaram 3 vezes por semana durante 24 semanas, enquanto o GCON não realizou nenhum tipo de exercício físico sistemático. Em todos os grupos (GF, GC e GCON), as variáveis analisadas foram comparadas através de análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas e, em caso de diferenças significativas, foi utilizado o teste *Post-Hoc* de Bonferroni. Em todas as análises, o nível de significância de  $p < 0,05$  foi considerado. Após as 24 semanas de treinamento foram observados aumentos significativos nas variáveis analisadas, somente em GF e GC. No entanto, enquanto o GF teve as variáveis FI ( $112 \pm 18,4Nm$  vs.  $149,8 \pm 23,4Nm$ ), FMS ( $7,3 \pm 0,75kg$  vs.  $9,4 \pm 0,96kg$ ), FMI ( $46,7 \pm 5,5kg$  vs.  $65,2 \pm 8,9kg$ ), EMG ( $138 \pm 35\mu V$  vs.  $208 \pm 51\mu V$ ),  $VO_{2máx.}$  ( $21,7 \pm 2,7ml.kg^{-1}.min^{-1}$  vs.  $26,6 \pm 2,2 ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) e TE ( $562,6 \pm 98,3s$  vs.  $671,7 \pm 72,7s$ ), modificadas; o GC apresentou modificações apenas nas variáveis FI ( $124,1 \pm 23,2Nm$  vs.  $146,7 \pm 22,3Nm$ ), FMS ( $6,8 \pm 1,3kg$  e  $8,5$

$\pm 1,2\text{kg}$ ); FMI ( $41,4 \pm 7,8\text{kg}$  para  $60,1 \pm 9,5\text{kg}$ ),  $\text{VO}_{2\text{máx.}}$  ( $22,1 \pm 2,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  vs.  $26,2 \pm 2,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e TE ( $573,2 \pm 66,5\text{s}$ , pós:  $669 \pm 75,3\text{s}$ ). A DMO não foi modificada em nenhum grupo experimental. No GCON não houve qualquer modificação das variáveis analisadas. Esses resultados sugerem que tanto o treinamento de força como o treinamento em circuito interferem positivamente na força e ativação muscular, e no condicionamento cardiorespiratório de mulheres pós-menopáusicas. No entanto a DMO parece não ser alterada com esses tipos de treinamento, em um período de 24 semanas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO  
HUMANO

Autor: Michel Arias Brentano

Orientador: Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Título: Os efeitos do treinamento de força e do treinamento em circuito na ativação e na força muscular, no consumo máximo de oxigênio e na densidade mineral óssea de mulheres pós-menopáusicas com perda óssea.

Projeto de Mestrado em Ciências do Movimento Humano

Porto Alegre, julho de 2004.

EFFECTS OF RESISTANCE TRAINING AND CIRCUIT TRAINING ON  
MUSCULAR ACTIVATION, MUSCULAR STRENGTH, MAXIMAL OXYGEN  
INTAKE, AND BONE MINERAL DENSITY OF POSTMENOPAUSAL WOMEN  
WITH BONE LOSS

Author: Michel Arias Brentano

Adviser: Luiz Fernando Martins Krueel, PhD

The general purpose of this study was to analyze the effects of two different resistance training programs, in volume and intensity, on some variables related to older population's health, such as isometric strength (IS) and dynamic strength of upper limbs (ULS) and lower limbs (LLS), muscle activation of quadriceps (EMG), maximal oxygen uptake ( $VO_{2max.}$ ), time to exhaustion on treadmill (TTE), and bone mineral density (BMD). Twenty eight postmenopausal women with bone loss (osteoporosis or osteopenia), with or without hormonal replacement therapy, were divided into three experimental groups: (1) resistance training (RG - n=9), with intensities between 35 and 80% 1RM; (2) circuit training (CG - n=10), with intensities between 35 and 60% 1RM; and (3) a control group (CONG - n=9). RG and CG trained three times per week for 24 weeks, whereas CONG did not perform any type of systematic physical exercise. In all groups (RG, CG, and CONG), the variables analyzed were compared through analysis of variance (ANOVA) for repeated measures and, in case of significant differences, Bonferroni's *Post-Hoc* test was used. In all analysis, a level of significance of  $p < 0,05$  was considered. After 24 weeks of training, significant increases were observed in the variables analyzed, only in RG and CG. However, whereas in RG the variables IS ( $112 \pm 18.4$  Nm vs.  $149.8 \pm 23.4$  Nm), ULS ( $7.3 \pm 0.75$  kg vs.  $9.4 \pm 0.96$  kg), LLS ( $46.7 \pm 5.5$  kg vs.  $65.2 \pm 8.9$  kg), EMG ( $138 \pm 35$   $\mu$ V vs.  $208 \pm 51$   $\mu$ V),  $VO_{2max.}$  ( $21.7 \pm 2.7$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> vs.  $26.6 \pm 2.2$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), and TTE ( $562.6 \pm 98.3$  s vs.  $671.7 \pm 72.7$  s) changed; CG showed changes only in variables IS ( $124.1 \pm 23.2$  Nm vs.  $146.7 \pm 22.3$  Nm), ULS ( $6.8 \pm 1.3$  kg and  $8.5 \pm 1.2$ kg), LLS ( $41.4 \pm 7.8$  kg for  $60.1 \pm 9.5$  kg),  $VO_{2max.}$  ( $22.1 \pm 2.3$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> vs.  $26.2 \pm 2.3$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), and TTE ( $573.2 \pm 66.5$  s, post:  $669 \pm 75.3$ s). BMD did not change in any experimental group. In CONG there was no change in the variables analyzed. These results



suggest that both resistance training and circuit training positively affect postmenopausal women's muscular strength, muscular activation, and cardiorespiratory fitness. However, BMD does not seem to change with those types of training in a period of 24 weeks.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO  
HUMANO

Author: Michel Arias Brentano

Adviser: Dr. Luiz Fernando Martins Kruei

Title: Effects of strength training and circuit training on muscle activation, muscle strength, maximal oxygen uptake, and bone mineral density in postmenopausal women with bone loss

Projeto de Mestrado em Ciências do Movimento Humano

Porto Alegre, July, 2004.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1. JUSTIFICATIVA E PROBLEMA</b> .....	<b>22</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	<b>23</b>
1.2.1. <i>OBJETIVO GERAL</i> .....	23
1.2.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	23
<b>1.3. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS</b> .....	<b>24</b>
1.3.1. <i>TREINAMENTO DE FORÇA</i> .....	24
1.3.2. <i>TREINAMENTO EM CIRCUITO</i> .....	24
<b>1.4. HIPÓTESES</b> .....	<b>24</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1. O ENVELHECIMENTO FISIOLÓGICO</b> .....	<b>26</b>
2.1.1. <i>ALTERAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR</i> .....	26
2.1.2. <i>ALTERAÇÕES NA MASSA MUSCULAR</i> .....	26
2.1.3. <i>ALTERAÇÕES NA RESISTÊNCIA MUSCULAR</i> .....	28
2.1.3.1. <i>TIPOS DE FIBRAS</i> .....	28
2.1.3.2. <i>NÚMERO E TAMANHO DAS FIBRAS</i> .....	30
2.1.3.3. <i>FLUXO SANGÜÍNEO E CAPILARIZAÇÃO</i> .....	31
2.1.3.4. <i>DISPONIBILIDADE DE SUBSTRATO E CAPACIDADE OXIDATIVA</i> .....	32
2.1.4. <i>ALTERAÇÕES NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO)</i> .....	33
2.1.4.1. <i>FISIOLOGIA ÓSSEA</i> .....	33
2.1.4.1.1. <i>CONSTITUINTES E PROPRIEDADES ÓSSEAS</i> .....	33
2.1.4.1.2. <i>ARRANJO ARQUITETÔNICO DO OSSO</i> .....	33
2.1.4.1.3. <i>ELEMENTOS INFLUENCIADORES DA REMODELAÇÃO ÓSSEA</i> .....	34
2.1.4.2. <i>OSTEOPOROSE</i> .....	36
2.1.4. <i>ALTERAÇÕES CARDIORRESPIRATÓRIAS</i> .....	37
<b>2.2. OS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA NO IDOSO</b> .....	<b>39</b>
2.2.1. <i>EFEITOS NA FORÇA MUSCULAR</i> .....	39
2.2.2. <i>EFEITOS NA MASSA MUSCULAR</i> .....	44
2.2.3. <i>EFEITOS NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA</i> .....	45
2.2.4. <i>EFEITOS CARDIORESPIRATÓRIOS</i> .....	48
<b>2.3. TREINOS UTILIZADOS</b> .....	<b>53</b>
2.3.1. <i>TREINO CONCÊNTRICO X TREINO EXCÊNTRICO</i> .....	54
2.3.2. <i>VOLUME E INTENSIDADE DE TREINAMENTO</i> .....	60
2.3.3. <i>PERIODIZAÇÃO DO TREINAMENTO</i> .....	64
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>67</b>
<b>3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO</b> .....	<b>67</b>

<b>3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA</b> .....	<b>67</b>
3.2.1. POPULAÇÃO .....	67
3.2.2. AMOSTRA .....	67
<b>3.3. VARIÁVEIS</b> .....	<b>69</b>
3.3.1. VARIÁVEIS DEPENDENTES .....	69
3.3.2. VARIÁVEIS INDEPENDENTES .....	69
3.3.3. VARIÁVEIS PARA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	69
<b>3.4 TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES</b> .....	<b>70</b>
3.4.1. SESSÕES DE TREINO .....	72
3.4.1.1. EXERCÍCIOS UTILIZADOS .....	72
3.4.1.2. TIPOS DE TREINO .....	74
<b>3.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDA</b> .....	<b>77</b>
3.5.1. COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	77
3.5.2. PERÍMETROS .....	77
3.5.3. MASSA CORPORAL .....	77
3.5.4. ESTATURA .....	77
3.5.5. FORÇA MUSCULAR DINÂMICA (1RM) .....	77
3.5.6. FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA .....	77
3.5.7. TREINAMENTO .....	78
3.5.8. CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO ( $VO_{2MÁX.}$ ) .....	78
3.5.9. FREQUÊNCIA CARDÍACA .....	79
3.5.10. DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO) .....	79
3.5.11. ATIVAÇÃO MUSCULAR .....	79
<b>3.6 TESTES</b> .....	<b>79</b>
3.6.1. COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	80
3.6.2. FORÇA MUSCULAR DINÂMICA (1RM) .....	80
3.6.3. FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA .....	81
3.6.4. CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO ( $VO_{2MÁX.}$ ) E TEMPO DE EXAUSTÃO (TE) ...	81
3.6.5. DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO) .....	81
<b>3.7 PROTOCOLOS</b> .....	<b>81</b>
3.7.1 COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	81
3.7.2. REPRODUTIBILIDADE DO SINAL EMG .....	81
3.7.3. FORÇA ISOMÉTRICA E ATIVAÇÃO MUSCULAR .....	82
3.7.4. FORÇA MUSCULAR DINÂMICA (1RM) .....	84
3.7.5. CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO ( $VO_{2MÁX.}$ ) E TEMPO DE EXAUSTÃO (TE) ..	85
3.7.5.1. FAMILIARIZAÇÃO COM O PROTOCOLO .....	85
3.7.5.2. CALIBRAÇÃO DO ERGOESPIRÔMETRO .....	86
3.7.5.3. TESTE MÁXIMO .....	86
3.7.6. DENSIDADE MINERAL ÓSSEA .....	88
<b>3.8. TRATAMENTO DOS DADOS</b> .....	<b>88</b>

3.8.1. FORÇA ISOMÉTRICA .....	88
3.8.2. SINAL EMG .....	89
3.8.3. CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO .....	90
<b>3.9. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS .....</b>	<b>90</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>92</b>
<b>4.1. NORMALIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS .....</b>	<b>92</b>
<b>4.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....</b>	<b>94</b>
<b>4.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>96</b>
4.3.1. ANÁLISE UNIVARIADA INTERGRUPOS (PRÉ) .....	97
4.3.2. ANÁLISE UNIVARIADA (PRÉ/PÓS) .....	98
4.3.3. ANÁLISE UNIVARIADA INTERGRUPOS (PÓS) .....	105
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>106</b>
5.1. FMI, FMS, FI e EMG .....	106
5.2. $VO_{2máx}$ e TE .....	109
5.3. DENSIDADE MINERAL ÓSSEA .....	112
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>116</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>153</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Testes de normalidade (Shapiro-wilks) e homogeneidade das variâncias (Levene) para cada GE e fase do estudo ( $p < 0,05$ ) .....	93
Tabela 2 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV), valores mínimos e máximos das variáveis idade, estatura (EST), massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e somatório de dobras cutâneas (DC).....	94
Tabela 3 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e ANOVA dos valores pré-treinamento das variáveis idade, estatura (EST), massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e somatório de dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ) .....	95
Tabela 4 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ) .....	96
Tabela 5 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e ANOVA dos valores pré-treinamento das variáveis consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ), ativação do músculo vasto lateral ( $EMG_{Vlat}$ ), ativação do músculo vasto medial ( $EMG_{Vmed}$ ), ativação média do quadríceps ( $EMG_{Quad}$ ), força isométrica (FI), força muscular de membros inferiores (FMI) e força muscular de membros superiores (FMS), ( $p < 0,05$ ).....	97
Tabela 6 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis força isométrica (FI), força muscular de membros inferiores (FMI), força muscular de membros superiores (FMS), ativação do músculo vasto lateral ( $EMG_{Vlat}$ ), ativação do músculo vasto medial ( $EMG_{Vmed}$ ) e ativação média do quadríceps ( $EMG_{Quad}$ ) ( $p < 0,05$ ).....	98

Tabela 7 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ), tempo de exaustão em esteira (TE), densidade mineral óssea lombar ( $DMO_{L2L4}$ ), densidade mineral óssea do colo do fêmur( $DMO_{colo}$ ), densidade mineral óssea do trocânter do fêmur ( $DMO_{troc}$ ), densidade mineral óssea intertrocanteriana ( $DMO_{inter}$ ) e densidade mineral óssea do triângulo de ward ( $DMO_{ward}$ ) ( $p<0,05$ ).....	103
Tabela 8 – Análise univariada com medidas repetidas das variáveis relacionadas à DMO, do fator intragrupos das variáveis dependentes ( $p<0,05$ ).....	103

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - periodização das 24 semanas de treinamento dos grupos TF e TC. O gráfico ilustra os 3 mesociclos de treinamento em que são visualizadas as intensidades (IF e IC) e volumes (VF e VC) utilizados nos grupos GF e GC, em cada semana de treino.....	71
Figura 2 - exemplo da periodização ondulada utilizada em cada microciclo. O gráfico ilustra 4 microciclos do 2º. mesociclo de treinamento em que são visualizadas as intensidades (IF e IC) e volumes (VF e VC) utilizados nos grupos GF e GC, em cada sessão de treino .....	71
Figura 3 – esboço da transição dos exercícios em GF .....	73
Figura 4 – esboço da transição dos exercícios em GC .....	75
Figura 5 – eletromiógrafo e CPU .....	79
Figura 6 – eletrodos de superfície NORAXON modelo 272 .....	79
Figura 7 – valores <i>root mean square</i> (mV) do sinal eletromiográfico do músculo VL, obtidos na primeira (EMG1) e na segunda (EMG2) avaliação.....	82
Figura 8 – marcação do posicionamento do eletrodo bipolar no músculo vasto medial da coxa direita .....	83
Figura 9 – marcação do posicionamento do eletrodo de referência na tuberosidade da tíbia da perna direita .....	83
Figura 10 – marcas do posicionamento do eletrodo bipolar no músculo vasto medial .....	83
Figura 11 – marcas do posicionamento do eletrodo de referência na tuberosidade da tíbia da perna direita .....	83
Figura 12 - Médias, desvios-padrões e comparações intra e inter-grupos das variáveis força isométrica (FI), força de membros inferiores (FMI), força de membros superiores (FMS), ativação do músculo vasto lateral (EMG <sub>Vlat</sub> ), ativação do músculo vasto	

medial ( $EMG_{Vmed}$ ) e ativação do músculo quadríceps  
 ( $EMG_{Quad}$ )..... 100

Figura 13 - Médias, desvios-padrões e comparações intra e inter-grupos das variáveis consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ ), tempo de exaustão em esteira (TE), densidade mineral óssea lombar ( $DMO_{L2-L4}$ ), densidade mineral óssea do colo do fêmur ( $DMO_{colo}$ ), densidade mineral óssea do trocânter do fêmur ( $DMO_{troc}$ ), densidade mineral óssea intertrocanteriana ( $DMO_{inter}$ ) e densidade mineral óssea do triângulo de ward ( $DMO_{ward}$ )..... 104



**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - periodização das 24 semanas de treinamento dos grupos TF e TC.....	70
Quadro 2 – constantes para a estimativa de 1RM a partir do número de repetições executadas, propostas por Lombardi (1989).....	80
Quadro 3 – Protocolo de avaliação do $VO_{2máx}$ . Protocolo tipo rampa semelhante ao proposto por De Vitto <i>et al.</i> , (1997), utilizado em indivíduos idosos.....	87

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

$\sigma$	desvio-padrão
1RM	uma repetição máxima
ASTM	área de secção transversa muscular
ATP	adenosina trifosfato
BIL	bilateral
BMC	conteúdo mineral ósseo
CS	enzima citrato cintase
CV	coeficiente de variação
CVM	contração voluntária máxima
DC	dobras cutâneas
DMO	densidade mineral óssea
DXA	absorimetria de raio-x de dupla energia
EMG	eletromiografia
EMG <sub>Vlat</sub>	signal eletromiográfico do músculo vasto lateral
EMG <sub>Vmed</sub>	signal eletromiográfico do músculo vasto medial
EMG <sub>Quad</sub>	signal eletromiográfico do músculo quadríceps
EsEF	Escola de Educação Física
FC	freqüência cardíaca
FC <sub>máx.</sub>	freqüência cardíaca máxima
FC <sub>Rep</sub>	freqüência cardíaca de repouso
FI	força muscular isométrica
FMI	força muscular dinâmica de membros inferiores
FMS	força muscular dinâmica de membros inferiores
GC	grupo com treinamento em circuito
GCON	grupo controle
GF	grupo com treinamento de força
IC	intensidade do grupo com treinamento em circuito
IF	intensidade do grupo com treinamento de força
Kg	quilogramas
Km/h	quilômetros por hora
MC	massa corporal
MG	massa gorda

MHC	cadeia pesada de miosina
$\mu\text{V}$	microvolts
min	minuto
ml	mililitros
mm	milímetros
MM	massa magra
mV	milivolts
n	número da amostra
Nm	Newton x metro
QR	quociente respiratório
RM	repetição máxima
s	segundos
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
t	teste estatístico de Student
TC	treinamento em circuito
TE	tempo de exaustão em esteira
TF	treinamento de força
TFC	treinamento de força concêntrico
TFC/E	treinamento de força concêntrico e excêntrico
TFE	treinamento de força excêntrico
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UM	unidade motora
UNIL	unilateral
$W_{\text{máx}}$	potência máxima
VC	volume do grupo com treinamento em circuito
$\text{VCO}_2$	produção de dióxido de carbono
VE	volume expiratório
VF	volume do grupo com treinamento de força
VL	músculo vasto lateral
VM	músculo vasto medial
$\text{VO}_2$	Consumo de oxigênio
$\text{VO}_{2\text{máx.}}$	Consumo máximo de oxigênio
$\text{VO}_{2\text{pico}}$	Pico de consumo de oxigênio
%	Percentual

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força, normalmente conhecido como “musculação”, tem sido utilizado em diversas populações, como em crianças (Ozmun *et al.*, 1994), jovens (McCall *et al.*, 1996), adultos (Narici *et al.*, 1989; Narici *et al.*, 1996) e idosos (Hakkinen *et al.*, 2001a; Hakkinen *et al.*, 2001b). Como em outros tipos de exercício físico, o treinamento de força produz adaptações no indivíduo. Em termos gerais, além do aumento da força muscular, tem-se sugerido que o treinamento com pesos promove os seguintes efeitos:

- a. aumento da ativação muscular<sup>4</sup> através do treinamento isométrico (Garfinkel & Cafarelli, 1992) ou dinâmico (Moritani & De Vries, 1979; Narici *et al.*, 1996; Hakkinen *et al.*, 1998b), que tem sido observado através da análise do sinal eletromiográfico (EMG) de músculos específicos de membros superiores (Moritani & De Vries, 1979) e inferiores (Narici *et al.*, 1996);
- b. incremento da massa muscular, expressa por um aumento da área transversal (hipertrofia) das fibras musculares dos músculos treinados (Sale *et al.*, 1989);
- c. alteração na porcentagem das fibras musculares, particularmente entre as fibras musculares do tipo II, uma vez que, tanto em jovens como em idosos, parece ocorrer uma modificação das isoformas de cadeia pesada de miosina do tipo IIb para IIa (Staron *et al.*, 1991; Staron *et al.*, 1994; Sharman *et al.*, 2001);
- d. aumento da densidade mineral óssea total e de regiões específicas, principalmente no colo do fêmur e nas vértebras lombares (Pruitt *et al.*, 1992; Humphries *et al.*, 2000; Vincent & Braith, 2002);
- e. por fim, com algumas modificações no treinamento, melhora cardiorrespiratória, expressa por aumentos significativos no consumo máximo de oxigênio (Vincent *et al.*, 2002), e na resistência muscular (Campos *et al.*, 2002).

---

<sup>4</sup> Maior frequência de ativação e maior recrutamento das unidades motoras durante o esforço máximo e sub-máximo (Hakkinen *et al.*, 2001b).

Porém, esses efeitos são consequência de metodologias de treino variadas, ou seja, através de uma única metodologia não é possível abranger todos esses processos. Por exemplo, treinamentos que enfatizam a intensidade, ou seja, cargas de maior magnitude, tendem a provocar alterações na força, na ativação e na morfologia muscular (Hakkinen & Hakkinen, 1995; McCall *et al.* 1995). Por outro lado, os treinos que enfatizam o volume, ou seja, maior número de repetições em uma série, com cargas mais baixas, tendem a provocar alterações tanto cardiorespiratórias (Gettman *et al.*, 1980; Jacobs *et al.*, 2001), como na resistência muscular, expressa pelo número máximo de repetições executadas com um determinado percentual (habitualmente 60% de 1RM) da força máxima (Campos *et al.*, 2002).

Embora os efeitos anteriormente citados sejam conhecidos em inúmeras populações, percebe-se que os estudos envolvendo treinamento com pesos analisam, predominantemente, adultos jovens. Os estudos que envolvem idosos, normalmente submetem essa população apenas a treinos com altas intensidades (Peterson *et al.*, 1991; Pruitt *et al.*, 1992; Ryan *et al.*, 1994). Isso provavelmente deve-se ao fato desse tipo de treino agir de forma positiva na sarcopenia (Izquierdo *et al.*, 2003) e na osteoporose (Vincent & Braith, 2002), dois processos degenerativos relevantes, inerentes ao envelhecimento, que comprometem a autonomia dessa população (Frontera *et al.*, 2001). Especificamente em mulheres pós-menopáusicas, os benefícios decorrentes do exercício podem ser influenciados pela reposição hormonal<sup>5</sup>. Alguns estudos sugerem que o treinamento associado à reposição hormonal é mais efetivo na resposta óssea (Notelovitz *et al.*, 1991). No entanto, se analisarmos a composição corporal, com apenas um treinamento de alta intensidade, podem ser obtidos resultados semelhantes aos de indivíduos fisicamente ativos que realizam reposição hormonal (Teixeira *et al.*, 2003).

Poucos estudos analisaram os efeitos do treinamento de baixa intensidade na população idosa (De Vito *et al.*, 1997; Raso *et al.* 1997; Bemben *et al.*, 2000; Vincent *et al.*, 2002). Porém, alguns desses trabalhos mostram resultados semelhantes aos encontrados em indivíduos jovens, pois, além de aumentos na força, são observados aumentos no  $VO_{2máx.}$  e na resistência muscular dos indivíduos treinados. Embora, em idosos, o treinamento de baixa

---

<sup>5</sup> Administração de estrogênio ou progesterona.

intensidade pareça interferir no  $VO_{2m\acute{a}x.}$ , os treinamentos utilizados nessa população diferem do treinamento em circuito, que parece ser o método que provoca maiores alterações nessa variável, em indivíduos jovens (Gettman *et al.*, 1980; Fleck & Kraemer, 1999; Bompa, 2001). Esse treino é organizado em forma de “estações” em que os exercícios alternam membros superiores e membros inferiores com um mínimo de descanso entre cada exercício (Gettman *et al.*, 1980; Fleck & Kraemer, 1999; Bompa, 2001). Essa estrutura faz com que o indivíduo permaneça com uma frequência cardíaca relativamente estável, acima dos níveis de repouso, durante grande parte da sessão de treino, o que justificaria a melhora cardiorespiratória decorrente desse método (Fleck & Kraemer, 1999).

O treinamento em circuito é comumente utilizado em indivíduos mais jovens (Wilmore *et al.*, 1978; Gettman *et al.*, 1980) e inclusive em indivíduos hipertensos (Harris & Holly, 1987), com o propósito de aprimorar o condicionamento cardiorespiratório e reduzir a pressão arterial de repouso dos indivíduos treinados. Entretanto, na revisão realizada, o único estudo que utilizou esse tipo de treino em indivíduos idosos (Maiorana *et al.*, 2000), envolveu apenas homens com histórico de falência cardíaca. Além disso, o protocolo utilizado para a análise do  $VO_{2m\acute{a}x.}$  envolveu cicloergômetro, o que, de acordo com Hurley & Roth (2000) pode comprometer o desempenho máximo de indivíduos não-ciclistas, nesse tipo de exercício. Mesmo assim, foram observados aumentos significativos no  $VO_{2m\acute{a}x.}$  ( $19,5 \pm 1.2$  vs.  $22 \pm 1,5$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  –  $P < 0.01$ ) e no tempo para exaustão no protocolo ( $15,2 \pm 0.9$  vs.  $18 \pm 1.1$  min –  $P < 0.001$ ), o que sugere um efeito positivo do treinamento de circuito na função cardiorrespiratória nessa população.

Observa-se ainda que, na revisão realizada, outras variáveis, tais como, força muscular estática, ativação muscular e densidade mineral óssea, não foram analisadas no treinamento em circuito, tanto em jovens como em idosos.

Sendo assim, observam-se algumas lacunas importantes em relação ao treinamento em circuito. Esse fato viabiliza uma nova abordagem desse método de treino e, por isso, será apresentado como a justificativa para a realização desse estudo.

## 1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

De acordo com as lacunas anteriormente citadas, referentes ao treinamento em circuito, o presente estudo justifica-se pela necessidade de esclarecer os efeitos desse método de treino em outras populações, no caso mulheres pós-menopáusicas com perda óssea. Além disso, o fato das variáveis anteriormente citadas (força isométrica, ativação muscular e densidade mineral óssea), até o presente momento, não terem sido abordadas na literatura, reforça a necessidade da realização desse estudo.

Diante da justificativa previamente explicitada, esse estudo pretende responder a seguinte questão:

*Existem diferenças entre os efeitos produzidos por um treinamento de força e um treinamento em circuito, em mulheres pós-menopáusicas com perda óssea?*

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Este estudo tem a finalidade de analisar os efeitos de dois treinamentos de força com intensidades diferentes, em algumas variáveis relacionadas à saúde da população idosa, tais como, força muscular, ativação muscular, consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ ), tempo de exaustão em exercício e densidade mineral óssea (DMO).

### **1.2.2. Objetivos específicos**

1.2.2.1. Analisar os efeitos do treinamento de força e em circuito, na força muscular voluntária isométrica de membros inferiores (extensores do joelho);

1.2.2.2. Analisar os efeitos do treinamento de força e em circuito, na força muscular voluntária dinâmica de membros inferiores (extensores do joelho) e membros superiores (flexores do cotovelo);

1.2.2.3. Analisar os efeitos do treinamento de força e em circuito, na ativação muscular dos músculos extensores do joelho;

1.2.2.4. Analisar os efeitos do treinamento de força e em circuito, na densidade mineral óssea;

1.2.2.5. Analisar os efeitos do treinamento de força e em circuito, no consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ );

1.2.2.6. Analisar os efeitos do treinamento de força e em circuito, no tempo para a exaustão em caminhada ou corrida;

1.2.2.7. Comparar os efeitos produzidos pelo treinamento de força com os obtidos através do treinamento em circuito.



## 1.3. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DE VARIÁVEIS

**1.3.1. Treinamento de força:** treinamento que envolve múltiplas séries de exercícios para membros superiores e inferiores, visando o aumento da força máxima (Fleck & Kraemer, 1999), através do aumento progressivo das cargas (Evans, 1999).

**1.3.2. Treinamento em circuito:** é um treinamento organizado em forma de “estações”, onde os exercícios propostos são executados, alternando membros superiores e membros inferiores, com um mínimo de descanso entre cada estação e que, normalmente, visam o condicionamento cardiorespiratório (Fleck & Kraemer, 1999; Bompa, 2001).

## 1.4. HIPÓTESES

### Hipótese 1

Partindo-se do pressuposto que um treinamento com maior intensidade promova maiores incrementos na força muscular, espera-se que:

**1. O treinamento de força proporcione aumentos na força isométrica e dinâmica maiores do que o treinamento em circuito.**

### Hipótese 2

Sabendo-se que o sinal EMG está relacionado com a ativação muscular e esta, relacionada com a força muscular produzida, espera-se que:

**2. O treinamento de força proporcione aumentos na amplitude do sinal EMG maiores do que o treinamento em circuito.**

### Hipótese 3

Alguns estudos mostram que a densidade mineral óssea (DMO) é influenciada pela sobrecarga mecânica imposta aos ossos. Assumindo-se que o treinamento de força de longa duração (6 meses a 1 ano) promove esse

efeito através da alta tensão muscular produzida em cada exercício, espera-se que:

**3. O treinamento de força provoque aumento na DMO enquanto que o treinamento em circuito não interferirá nessa variável.**

#### **Hipótese 4**

Assumindo-se que o treinamento de força exerce pouca influência no  $VO_{2máx.}$ , diferentemente do treinamento em circuito, espera-se que:

**4. O treinamento em circuito aumente o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ ), enquanto que o treinamento de força não afetará essa variável.**

#### **Hipótese 5**

Assumindo-se que exista relação entre a força muscular de membros inferiores e o tempo de exaustão ao exercício, espera-se que:

**5. O treinamento em circuito e o treinamento de força aumentem o tempo de exaustão (TE) no exercício progressivo máximo.**

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O ENVELHECIMENTO FISIOLÓGICO**

#### **2.1.1 Alterações na força muscular**

Embora existam alguns indícios que mostrem uma redução da função intrínseca do músculo esquelético com o avançar da idade, o principal motivo da redução da força está vinculado à perda de massa muscular. Esse processo torna-se mais evidente a partir da 6ª década, tanto em homens como em mulheres, e envolve uma alteração no balanço hormonal (Hakkinen & Pakarinen, 1993) além da diminuição das atividades físicas diárias. A diminuição da força associada ao envelhecimento também pode ser provocada por uma diminuição da ativação voluntária máxima da musculatura agonista, o que pode ser visualizado através da diminuição da frequência de ativação das unidades motoras (Kamen *et al.* 1995), embora a idade pode não necessariamente prejudicar a capacidade de uma pessoa ativar alguns grupos musculares maximamente (Enoka *apud* Hakkinen *et al.* 2001). Além disso, parece que, com o envelhecimento, ocorre um aumento da co-ativação da musculatura antagonista, especificamente em contrações dinâmicas produzidas em exercícios poli-articulares (Hakkinen *et al.* 1998a), o que diminuiria a produção de força resultante do grupo muscular agonista (Hakkinen *et al.* 1998b).

#### **2.1.2. Alterações na massa muscular**

A perda de massa muscular decorrente da idade (sarcopenia), em humanos, é bem documentada (Larsson, 1978; Larsson *et al.*, 1978; Lexell *et al.*, 1988; Bua *et al.* 2002). Um importante fator que parece estimular esse processo é o desuso do músculo esquelético, resultando em atrofia (Mazzeo & Tanaka, 2001). Além disso, essa perda de massa muscular está associada à redução da capacidade de produção de força. A inatividade também pode exercer um papel importante, já que afeta outros fatores influenciadores da massa muscular, tais como a organização neuromuscular, os fatores de crescimento e

o *turnover* de proteínas musculares (Mazzeo & Tanaka, 2001). As conseqüências da sarcopenia podem ser resumidas, no aumento à suscetibilidade de quedas e fraturas, uma diminuição da taxa metabólica basal, deficiências na regulação da glicose, e redução geral da capacidade e da habilidade de realizar tarefas diárias.

Uma perda na área da secção transversa muscular (ASTM) é encontrada de forma consistente com a idade, de forma que indivíduos com 50 anos apresentam uma redução de, aproximadamente 10% na área muscular. Após os 50 anos, a taxa de perda da área muscular aumenta, o que repercute em uma redução da força muscular de 15% por década, principalmente na 6<sup>a</sup>. e na 7<sup>a</sup>. década, e de 30% nas décadas posteriores.

A redução da massa muscular associada à idade parece envolver a redução do tamanho individual de cada fibra muscular (especialmente das fibras do tipo II) e também a perda de fibras (Larsson *et al.*, 1978; Lexell *et al.*, 1988). No estudo de Larsson *et al.* (1978), 55 indivíduos do sexo masculino (22 a 65 anos) foram divididos nos seguintes grupos de idades: 20-29, 30-39, 40-49, 50,59 e 60-65 anos, sendo que aproximadamente 10 indivíduos fizeram parte de cada grupo. A área transversal muscular, as enzimas mioquinase (MK) e lactato desidrogenase (LDH) e da distribuição das fibras do tipo I e do tipo II foram analisadas através de amostras do músculo vasto lateral dos indivíduos. Observou-se que, com o envelhecimento, ocorre um aumento significativo da área e da porcentagem das fibras do tipo I ( $p < 0,001$ ), uma vez que o grupo com idades entre 60 e 65 apresentou aproximadamente 55% de fibras do tipo I, enquanto o grupo com idades entre 20 e 29 apresentou apenas 41% dessas fibras. Já as fibras do tipo II apresentaram uma redução significativa, especificamente nas IIa (14%,  $p < 0,01$ ) e IIb ( $p < 0,05$ ). Resultados semelhantes foram obtidos em relação à área absoluta dessas fibras, uma vez que as fibras do tipo II tiveram esse parâmetro reduzido em aproximadamente 33% ( $6853\mu\text{m}^2$  vs.  $5243\mu\text{m}^2$ ,  $p < 0,01$ ) quando os grupos com idades 20-29 e 60-65 foram comparados. Em relação à atividade enzimática, apenas a LDH sofreu alteração com a idade uma vez que nos indivíduos mais velhos, sua atividade foi reduzida ( $p < 0,05$ ). De acordo com os autores, a redução seletiva da área das fibras do tipo II deve-se a dois processos: (1) uma transformação das fibras do tipo II em tipo I, devido a alterações dos seus motoneurônios

(fásico para tônico) e, preferencialmente, (2) a atrofia ou degeneração das fibras do tipo II. Além disso, o fato de indivíduos com idade avançada tenderem a praticar menos exercícios físicos, poderia contribuir com a perda preferencial das fibras do tipo II.

### **2.1.3. Alterações na resistência muscular**

Existem vários aspectos que interferem na resistência muscular, dentre eles (1) o tipo de fibra muscular predominante da musculatura analisada, (2) o número e o tamanho dessas fibras, (3) o fluxo sangüíneo local, determinado, em grande parte, pela capilarização muscular e (4) pela disponibilidade de substrato e capacidade oxidativa do músculo (Bemben, 1998). Sendo assim, nesse item, esses aspectos serão discutidos separadamente.

#### **2.1.3.1. Tipos de fibras**

As fibras musculares humanas podem ser classificadas em diferentes categorias de acordo com as técnicas usadas para avaliar as amostras (Bemben, 1998). Normalmente, as fibras podem ser classificadas em um dos 3 tipos básicos de fibras:

- fibras oxidativas, ou de contração lenta (tipo I), que tem grande resistência à fadiga;
- fibras glicolíticas-oxidativas, ou de contração rápida (tipo IIa), que possuem características de resistência e de força;
- fibras glicolíticas de contração rápida (tipo IIb), que normalmente são associadas a produção de força e potência (força x tempo), com baixa resistência à fadiga.

Estudos anteriores (Larsson *et al.*, 1978; Clarkson *et al.*, 1981) sugeriam que a resistência muscular poderia ser mantida, ou até aumentada, com o avanço da idade. Isso porque, acreditava-se que os músculos tornavam-se mais homogêneos, tanto pela conversão das fibras musculares do tipo II em tipo I, como pela perda preferencial das fibras musculares do tipo II. Larsson & Karlson (1978) investigaram a influência da idade na resistência isométrica do

músculo esquelético. Essa resistência foi considerada como a maior quantidade de tempo em que uma força equivalente a 50% da contração voluntária máxima (CVM) poderia ser mantida, em homens com idades entre 22 a 61 anos. Observou-se que a proporção de fibras tipo IIa e IIb diminuía com o envelhecimento. Conseqüentemente, observou-se uma diminuição na força isométrica e dinâmica com o aumento da idade. Além disso, a diminuição da força e a idade foram correlacionadas ( $p < 0,001$ ) com a atrofia das fibras do tipo II. Em relação às resistências musculares dinâmica e isométrica, embora ocorresse uma tendência de aumento, não foram encontradas alterações significativas com a idade ( $p > 0,05$ ).

Tesch *et al.* (1978), sugerem que o acúmulo de lactato (preferencialmente nas fibras do tipo II) e translocação de lactato das fibras tipo II para o tipo I, são fatores limitantes da resistência muscular dinâmica. Se esse fosse o caso, então as fibras tipo I serviriam como um receptor do lactato produzido pelas fibras do tipo II (Tesch *et al.*, 1978). A tendência de aumento na resistência muscular encontrada por Larsson & Karlson (1978) e o aumento relativo da área das fibras do tipo I suportam essa hipótese. Essa alteração na composição dos tipos de fibra foi confirmada em outros estudos (Larsson *et al.*, 1978; Larsson, 1978) que mostraram uma redução da porcentagem das fibras do tipo II (músculo quadríceps) entre a 3ª e a 7ª década de vida, e essas mudanças poderiam estar relacionadas com a diminuição da força muscular, da frequência de ativação muscular e a manutenção ou melhora das capacidades que envolvessem resistência muscular. No entanto, Lexell *et al.*, (1983) ao analisarem áreas transversais de todo o músculo e de fibras individuais, questionam a perda seletiva das fibras do tipo II, com o envelhecimento.

Uma controvérsia semelhante a respeito das alterações das fibras pode também ser observada em estudos realizados com animais. Tesch *et al.*, (1978) encontraram uma maior dificuldade na diferenciação do tipo de fibras dos músculos de ratos idosos. No entanto, estudos com um controle mais rigoroso demonstram que a perda das fibras tipo I e tipo II ocorre na mesma proporção (Eddinger *et al.*, 1986).

A perda seletiva de fibras do tipo II ainda parece controversa e outras pesquisas, tanto com animais como com humanos, são necessárias para o

esclarecimento dessa questão. Sendo assim, a mudança das fibras tipo II para tipo I parece ser a explicação mais consistente para a manutenção ou aumento da resistência muscular, com o avanço da idade.

### **2.1.3.2. Número e tamanho das fibras**

Talvez o efeito mais consistente do envelhecimento, no músculo esquelético, seja a atrofia muscular (Rogers apud Bembem, 1998). Essa perda de massa magra decorrente da idade têm sido observada através de diversos métodos, incluindo a medida do nitrogênio e do potássio corporal e a excreção urinária de creatinina. No entanto, independentemente da metodologia utilizada, um ponto que tem sido alvo de atenção, é se a atrofia muscular e a fraqueza associada, observada em indivíduos idosos, é função da diminuição da atividade física ou se as mudanças são realmente inevitáveis devido ao processo de envelhecimento (Bembem, 1998).

Faulkner & Brooks apud Bembem (1998) sustentam a teoria de que a atrofia muscular e a concomitante redução da resistência muscular absoluta são conseqüências inevitáveis do envelhecimento. Pode-se supor que a musculatura atrofiada, quando solicitada em alguma tarefa motora, tem uma maior chance de chegar à fadiga, quando comparada a um grupo muscular normal. A lógica desse argumento sustenta-se no fato de que qualquer atividade pode representar um maior esforço relativo e, conseqüentemente, levar à fadiga precoce (Enoka, 1992). No entanto, quando esses mesmos músculos atrofiados são comparados com grupos musculares similares de indivíduos mais jovens, os músculos atrofiados freqüentemente apresentam melhor desempenho na resistência muscular, especialmente se o exercício é realizado em um nível relativo de força semelhante (Larsson & Karlsson, 1978). A explicação para isso pode ser dada pelo fato do músculo atrofiado, embora no mesmo esforço relativo do músculo normal, em valores absolutos, estar sendo utilizado em valores muito inferiores, conservando energia e resultando em uma maior resistência muscular. Deve também ser lembrado que a atrofia muscular, embora típica da idade, varia entre os indivíduos e entre os músculos (Serratrice *et al.*, 1968).

Como mostrado na literatura, a perda de fibras musculares parece ser um processo inevitável, inerente do envelhecimento (Daw *et al.*, 1998), no entanto mudanças no tamanho das fibras ainda são um pouco controversas. Lexell *et al.* (1988) e Essen-Gustavsson & Borges (1986) mostraram que as fibras do tipo I permanecem do mesmo tamanho enquanto as fibras do tipo II tem o seu tamanho reduzido, com o envelhecimento. Baseado na maior da capacidade oxidativa das fibras do tipo I, se comparadas à do tipo II, isso poderia explicar a manutenção e até melhora da resistência muscular no envelhecimento.

### **2.1.3.3. Fluxo sangüíneo e capilarização**

Uma possível explicação que poderia sustentar a posição de pesquisadores que sugerem um declínio da resistência muscular, é o fato de ocorrer uma diminuição do fluxo sangüíneo ou da capilarização da musculatura ativa. Uma redução do fluxo sangüíneo poderia, obviamente, diminuir a capacidade da musculatura trabalhar aerobicamente já que haveria uma menor disponibilidade de oxigênio, fazendo com o que o metabolismo anaeróbio tivesse uma maior contribuição (Bemben, 1998). Estudos anteriores sugeriam que jovens e idosos apresentavam um número semelhante (entre 260 e 380 capilares/mm<sup>2</sup>) de capilares (Parizkova *et al.*, 1971), assim como, apresentavam a mesma razão de capilares por fibras (entre 1,3 e 1,8) (Aniansson *et al.*, 1980). Porém, os resultados desses estudos são questionados devido a uma comparação de grupos inapropriada (i.e. comparação entre idosos ativos com jovens sedentários) e a inexistência de um grupo controle. Em um estudo mais recente, Coggan *et al.* (1992) mostraram, através da análise do músculo gastrocnêmio de homens e mulheres com idade média de 65 anos, uma diminuição na densidade capilar devido a uma redução de 19 a 40% na razão capilares/fibra, além de uma diminuição do número total de capilares.

Irion *et al.* (1987) também mostraram uma redução no fluxo sangüíneo e na densidade capilar devido a uma redução tanto no número total de capilares, como na razão capilares/fibra, com o envelhecimento. Sendo assim, o fluxo sangüíneo comprometido do músculo esquelético de ambos os



modelos, humano e animal, poderia acarretar em uma limitação da utilização dessa musculatura em atividades que necessitassem resistência muscular.

#### **2.1.3.4. Disponibilidade de substrato e capacidade oxidativa**

Estudos anteriores (Orlander *et al.*, 1978; Essen-Gustavsson & Borges, 1986) sugeriam que a capacidade respiratória mitocondrial do músculo esquelético não era afetada pela idade. No entanto, outros pesquisadores mostram uma capacidade oxidativa reduzida que prejudica o desempenho de resistência, em indivíduos idosos (Coggan *et al.*, 1992; Coggan *et al.*, 1993). Esses estudos mostram uma redução de 20 a 40% no consumo de oxigênio do músculo esquelético do idoso. A aparente discrepância dos estudos pode ser explicada devido a influência do nível de exercício físico não ser controlado nos primeiros estudos.

## **2.1.4 Alterações na densidade mineral óssea (DMO)**

### **2.1.4.1. Fisiologia óssea**

#### **2.1.4.1.1. Constituintes e propriedades ósseas**

Dois são os principais constituintes do osso: o orgânico e o mineral, mantidos em proporções definidas e mostrando um arranjo particular. O primeiro representa em torno de 37% do volume, enquanto o segundo, 51%. A associação desses constituintes confere ao osso as características e propriedades dos materiais compostos, formados à custa de uma matriz reforçada por fibras, com características de anisotropia, particularmente úteis como estruturas de resistência a esforços que apresentem direções preferenciais. Poros de diversas formas e dimensões numa fração da ordem de 5% a 8%, constituindo uma fase fluida, permeiam o osso, sendo que “in vivo”, estes poros estão repletos de líquido e eletrólitos de composições idênticas às dos meios intra e extra celulares (Fonseca, 1999).

#### **2.1.4.1.2. Arranjo arquitetônico do osso**

O osso maduro é uma estrutura altamente organizada, não homogênea e anisotrópica, tendo, como consequência, que todas as propriedades físicas dependerão das direções em que forem consideradas. Ossos longos como aqueles das extremidades, passíveis de grandes sobrecargas, apresentam geometria complexa, com curvaturas, espessamentos e secções variáveis em forma e área. As extremidades ou epífises são caracterizadas por apresentar uma fina cortical revestindo uma densa malha de trabéculas de disposição ortogonal e trajetórias bem definidas, cujas direções são as mesmas das tensões principais. As trabéculas continuam-se com a densa cortical do corpo ou diáfise. A unidade estrutural básica é o osteon, um cilindro oco de aproximadamente 5mm de comprimento por 200µm de diâmetro, situados paralelamente ao eixo longitudinal do osso. Em cortes transversais, estes cilindros são identificados histologicamente como Sistemas de Havers, possuindo camadas concêntricas de material ósseo com orientações helicoidais em disposição ortogonal, as lamelas, aptas a resistirem a esforços

de torção. Todo esse arranjo deve-se às células ósseas, os osteoblastos ou mais precisamente osteócitos, que restam agora encerrados nas cavidades conhecidas como lacunas concêntricas. O oco do cilindro é ocupado por vasos sanguíneos e nervos. Os vasos são as vias de acesso dos elementos precursores dos osteoclastos, responsáveis pela reabsorção óssea, enquanto os nervos mantêm a estrutura viva. Alguns osteons situam-se perpendicularmente ao eixo longitudinal, permeando o osso entre o canal medular com sua superfície endóstica e a superfície externa de revestimento perióstico, fonte da extensa rede vascular nutridora da diáfise (Fonseca, 1999).

Deve-se considerar que não se trata dos tipos de materiais, nem de suas frações volumétricas, nem de sua disposição ultramicroscópica, mas de uma organização corretamente “planificada” que, partindo da escala microscópica, é capaz de orientar o tecido ósseo durante suas etapas de formação assim como de cura, num processo de adaptação da estrutura à função que esta desempenhará nas atividades correntes, específicas de um particular usuário (Fonseca, 1999).

#### **2.1.4.1.3. Elementos influenciadores da remodelação óssea**

A remodelação óssea é possível graças à existência de duas classes distintas de células, de origens diversas e funções antagônicas: osteoblastos e osteoclastos. Aos primeiros compete formar o osso, desde sintetizar a raiz (osteóide) até liberar no meio os minerais necessários à formação dos microcristais de hidroxiapatita, o mineral ósseo em sua forma final. Os osteoclastos, por sua vez, grandes células multinucleadas, são dotados de potentes mecanismos enzimáticos e de recursos químicos capazes de alterar o pH do meio, o que os torna capazes de digerir o osso. A ausência de sobrecarga mecânica leva à reabsorção óssea como se observa nas situações de redução da aceleração gravitacional experimentadas por astronautas. Por sua vez, sobrecargas excessivas como os que acompanham os ganhos de massa corporal conduzem ao aumento da massa óssea, principalmente à custa de incremento nas áreas das seções transversais às direções das tensões principais (Fonseca, 1999).

Idéias antigas de que as células ósseas poderiam responder diretamente à estimulação mecânica não puderam ser sustentadas e discussões acerca do

exato mecanismo capaz de desencadear a remodelação persistem até hoje. Lanyon *et al.* (1982) mostraram que a remodelação adaptativa não necessariamente está associada aos valores absolutos das deformações mecânicas e sim à distribuição relativa das mesmas, ou seja, seria possível iniciar o processo mesmo com valores de deformação inferiores aos que estavam anteriormente presentes.

Embora compreendidas algumas das condições de origem mecânica que estimulam a remodelação óssea, dúvidas ainda existem com relação à natureza do sinal que controlaria esse processo. Sabe-se que tensões mecânicas são capazes de induzir transformações ósseas, no entanto, desconhecem-se os níveis e as frequências de estimulação adequados para iniciar o processo.

Na década de 50, Yasuda *et al.* apud Fonseca (1999) evidenciaram que, quando ossos longos eram submetidos à flexão, surgiam distribuições de cargas elétricas opostas nas faces ósseas submetidas à tração e compressão, mostrando também que a estimulação elétrica deste tecido podia induzir a formação de calo ósseo, primeira etapa nos processos de cura. Esses resultados incentivaram um estudo posterior, elaborado por Fukada & Yasuda apud Fonseca (1999), que mostrou a capacidade do osso seco gerar sinais elétricos quando submetido à tensão, fato esse descrito como “O Efeito Piezoelétrico do Osso”. A simetria típica do mineral ósseo e a descoberta subsequente (Fukada & Yasuda, 1964) do efeito piezoelétrico no tendão seco, levaram a concluir que o efeito elétrico está associado ao colágeno.

As décadas subsequentes foram fartas em trabalhos sobre as propriedades elétricas do tecido ósseo. O efeito piezoelétrico mostrou-se incapaz, em teoria, de explicar o sinal detectado “in vivo”, passando este a receber a designação de Potencial Gerado por Tensão, sua origem estando creditada a efeitos eletroquímicos, isto é, potenciais devidos a fluxos iônicos ou *streaming potentials* (Anderson & Ericson, 1970), embora com ressalvas.

A última década caracterizou-se por uma tendência a explicações menos físicas e mais biológicas, à luz das novas descobertas de mediadores químicos, mensageiros celulares e fatores de crescimento de tecidos, como o Fator de Transformação do Crescimento  $\beta$  (Duncan & Turner, 1995). Porém, essa discussão ainda permanece na literatura.

### 2.1.4.2 Osteoporose

A osteoporose tem sido definida como uma doença óssea sistêmica caracterizada por baixa densidade óssea e deterioração microarquitetural do tecido ósseo, com aumento conseqüente na fragilidade óssea e na suscetibilidade a fraturas (Frontera, 2001). A Organização Mundial de Saúde propôs que os indivíduos com densidade mineral óssea (DMO) com mais de 2,5 desvios-padrão abaixo do valor médio do adulto jovem têm osteoporose (Kanis *et al.* apud Frontera, 2001).

Esse quadro clínico é muito presente em mulheres pós-menopáusicas, porém também ocorre em homens com o avançar da idade (Hurley & Roth, 2000). Os eventos mais relevantes decorrentes da osteoporose são fraturas, que ocorrem primeiramente no colo do fêmur, nas vértebras e no antebraço tanto de homens como de mulheres idosas (Hurley & Roth, 2000). A perda da DMO em mulheres pós-menopáusicas faz com que as chances de ocorrer uma fratura no quadril sejam duplicadas a cada 5 anos após os 50 anos e quando chegarem aos 80 anos, um terço dessas mulheres terão ou já tiveram alguma fratura nessa região (Cummings *et al.*, 1985). De forma resumida, pode-se dizer que a osteoporose afeta 25 milhões de pessoas no mundo, na sua maioria mulheres, o que leva a ocorrência de aproximadamente 1,5 milhões de fraturas anualmente (Lindsay, apud Hurley & Roth, 2000).

De acordo com Frontera *et al.*, (2001), a força e a saúde óssea estão relacionadas com muitos fatores, incluindo aspectos genéticos, hormonais, influências ambientais e atividade física, todos importantes para:

- Atingir a quantidade máxima de material ósseo no momento de maturidade esquelética (massa óssea máxima);
- Manter a massa óssea na idade adulta;
- Reduzir a velocidade de perda óssea em mulheres pós-menopausa.

O tratamento de prevenção da osteoporose envolve abordagens não-farmacológicas e farmacológicas. A primeira inclui suplementos de cálcio e vitamina D, nutrição, alterações no estilo de vida e exercício. A segunda inclui

reposição hormonal, calcitonina e moduladores seletivos dos receptores de estrogênio. Porém, um programa correto normalmente combina ambas as abordagens (Frontera *et al.*, 2001). Diante dessas opções, percebe-se que o exercício físico parece interferir na saúde óssea e, embora os mecanismos fisiológicos sejam desconhecidos, esses parecem se alterar como resultado do estímulo mecânico proporcionado por exercícios com pesos ou, mais especificamente, pela ação dos músculos ligados aos ossos, aspectos que serão melhor discutidos no item 2.2.3.

### 2.1.5 Alterações Cardiorrespiratórias

As medidas tanto estáticas quanto dinâmicas da função pulmonar em geral sofrem uma deterioração com a idade. Por exemplo, pessoas idosas apresentam uma lentidão na ventilação e na cinética da permuta gasosa durante a transição do repouso para o exercício sub-máximo (Babcock *et al.*, 1994).

Dados transversais indicam que o  $VO_{2máx.}$  declina entre 0,4 e 0,5  $ml.kg^{-1}$  (aproximadamente 1%) a cada ano em adultos (Dehn *et al.*, 1972). Essa estimativa pode ser um pouco alta, uma vez que existe uma nítida diferença na taxa de declínio relacionado à idade no  $VO_{2máx.}$  de indivíduos sedentários comparados a indivíduos ativos (Rogers *et al.*, 1990). Homens e mulheres sedentários apresentam uma redução do  $VO_{2máx.}$  quase duas vezes mais rápida, a medida que envelhecem, do que indivíduos ativos. Alguns estudos mostram ainda, que a capacidade aeróbia pode não sofrer qualquer alteração com o envelhecimento se os indivíduos realizarem um treinamento constante durante um período de aproximadamente 10 anos (Pollock *et al.*, 1987; Holloszy, 1992). Em um estudo de Jackson *et al.* (1995), foi demonstrado que, em indivíduos com idades entre 25 e 70 anos e com diferentes históricos referentes ao estilo de vida e ao exercício, se a atividade física e a composição corporal se mantêm estáveis com o passar do tempo, o ritmo anual de declínio do  $VO_{2máx.}$  é de aproximadamente 0,52  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ . Em contraste, quando os indivíduos tornam-se obesos e sedentários, observa-se uma aceleração desse ritmo de declínio.

Muitos fatores influenciam o declínio do  $VO_{2máx.}$  relacionado à idade. A hereditariedade desempenha um papel importante, o mesmo ocorrendo com a diminuição da massa muscular (Fleg & Lakatta, 1988). É possível que o declínio normal da capacidade aeróbia adote uma curva com dois componentes: uma porção da curva representa um ritmo mais rápido de declínio em adultos sedentários com idades entre 20 e 30 anos, comparados com adultos fisicamente ativos; daí por diante, observa-se um ritmo mais lento de declínio para ambos os grupos (Buskirk Apud MacArdle *et al.*, 1998).

Embora o exercício interfira no ritmo da redução da função cardiorespiratória, indivíduos ativos e sedentários são influenciados por reduções, relacionadas à idade, nas funções fisiológicas tanto centrais quanto periféricas, estando essas associadas ao transporte e à utilização do oxigênio (Rivera *et al.*, 1989). Por exemplo, embora a frequência cardíaca de repouso ( $FC_{Rep}$ ) não seja alterada com o envelhecimento (Tate *et al.*, 1994), uma modificação importante ocorre na frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx.}$ ). Esse efeito da idade é progressivo com o passar dos anos e reflete um fluxo anterógrado medular reduzido da atividade simpática (estimulação  $\beta$ -adrenérgica), que ocorre no mesmo grau tanto para homens como para mulheres (Hagberg *et al.*, 1985; Seals *et al.*, 1994). Conseqüentemente, ocorre uma redução do débito cardíaco máximo. Essa redução no fluxo sanguíneo, que também é influenciada por uma redução do volume de ejeção, pode ser responsável por até 50% do declínio do  $VO_{2máx.}$  relacionado à idade. O declínio do volume de ejeção reflete uma redução no desempenho contrátil sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo observada com o envelhecimento, porém, para alguns homens e mulheres ativos, a função contrátil é bem preservada (Lakatta, 1993). Esses indivíduos idosos, porém saudáveis, podem compensar sua menor resposta da frequência cardíaca com um maior enchimento do coração, com um aumento subsequente no volume de ejeção graças ao mecanismo de Frank-Starling (Rodenheffer *et al.*, 1984; Fleg & Lakatta, 1988;).

## **2.2. OS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA NO IDOSO**

Embora os exercícios aeróbios promovam maiores alterações no condicionamento cardiovascular, o treinamento de força, também conhecido com treinamento de resistência, atualmente é considerado um importante componente de um programa de exercícios voltado para a população idosa (Evans, 1999). Isso se deve não apenas ao aumento da força muscular, mas também a uma alteração importante no balanço energético dessa população (Campbell *et al.*, 1994; Hunter *et al.*, 2000; Jubrias *et al.*, 2001). As adaptações metabólicas e morfológicas desses dois tipos de exercício são completamente diferentes (Evans, 1999), o que se deve às características de cada tipo de exercício. Enquanto o treinamento de força caracteriza-se pela execução de poucas contrações com alta produção de força, exercícios aeróbios exigem a execução de muitas contrações com baixos índices de força. Por outro lado, alguns autores têm utilizado um treinamento com pesos diferenciado, com a finalidade de melhorar, também, o condicionamento cardiovascular de indivíduos jovens saudáveis (Gettman *et al.*, 1980; Marcinik *et al.*, 1991), de idosos com histórico de falência cardíaca (Maiorana *et al.*, 2000) e de indivíduos paraplégicos (Jacobs *et al.*, 2001); treino conhecido como “treinamento em circuito” (Fleck & Kraemer, 1999; Bompa, 2001).

Diante das diferentes metodologias existentes em relação ao treinamento com pesos, esse capítulo visa à análise do efeito de diferentes métodos em algumas variáveis relacionadas à saúde da população idosa, entre elas, força e massa muscular, densidade mineral óssea e condicionamento cardiorrespiratório.

### **2.2.1 Efeitos na força muscular**

Sabe-se que a força muscular diminui em ambos os sexos com o avanço da idade, especialmente a partir da sexta década (Bosco & Komi, 1980). Esse fato pode ser explicado pela diminuição da ativação voluntária dos músculos agonistas e/ou mudanças no grau de co-ativação dos antagonistas (Hakkinen *et al.*, 1998b). Porém, alguns estudos mostram que um treino de força



sistemático contribui para uma melhora dessa valência física, atribuindo esse efeito a adaptações no sistema nervoso. Visando o estudo dessa questão, Hakkinen *et al.* (1996) investigaram as possíveis adaptações neuromusculares de homens e mulheres, de meia idade e idosos, submetidos a um treinamento de força com duração de 14 semanas. Além disso, procuraram comparar essas adaptações no treino unilateral e bilateral. Os indivíduos (homens = 24 e mulheres = 24) foram divididos em grupos de meia idade (50 anos) e idosos (70 anos). As duas semanas iniciais (-2 a 0), serviram como período controle, em que nenhum tipo de treinamento foi ministrado, porém os indivíduos mantiveram suas atividades habituais. Os testes foram realizados em cinco ocasiões: na semana -2, 0, 4, 8 e 12, e consistiram em contrações isocinéticas unilaterais e bilaterais dos extensores do joelho (amplitude de 100° - 70 a 170° de extensão) além do teste de uma repetição máxima (1RM), caracterizado pelo acréscimo de cargas até que fosse possível a execução de apenas uma repetição do exercício. A fim de avaliar possíveis ajustes no sistema neuromuscular dessa população, o sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral, reto femoral e vasto medial foi coletado paralelamente aos testes isocinéticos.

Metade dos indivíduos realizou o treino de forma unilateral (UNIL) e a outra metade realizou bilateralmente (BIL). Durante as primeiras 4 semanas foram realizadas 3-4 séries de 10-12 repetições com 40%-50% de 1RM, nas quatro semanas posteriores, 3-5 séries de 6-8 repetições com 60-80% de 1RM e nas últimas semanas (9-12) 4-6 séries de 3-6 repetições com 70-90% de 1 RM.

Os resultados não mostraram qualquer alteração nas variáveis analisadas, durante o período controle, porém, durante as 12 semanas de treino ocorreram aumentos significativos no teste de 1RM bilateral em todos os grupos, sendo que nos indivíduos do grupo BIL, o aumento foi maior (19%) do que nos indivíduos do grupo UNIL (13%). No teste de 1RM unilateral da perna direita os resultados foram opostos, já que maiores aumentos foram encontrados nos indivíduos do grupo UNIL comparados aos do grupo BIL (17 e 10%, respectivamente), o que enfatiza a especificidade do treinamento utilizado.

O sinal eletromiográfico aumentou significativamente em quase todos os grupos no teste bilateral, sendo que o aumento médio nos indivíduos do grupo BIL foi maior do que os que treinaram unilateralmente (19% e 10%, respectivamente). No teste unilateral, houve um aumento significativo apenas nos homens de meia idade do grupo UNIL. Esses resultados sugerem um aumento na capacidade de ativação dos grupos musculares treinados.

Em um estudo posterior, Hakkinen *et al.* (1998b) encontraram resultados que suportam uma predominância do aspecto neural no incremento de força de idosos. Nesse estudo, foram examinados 10 homens de meia idade, 11 mulheres de meia idade, 11 homens idosos e 10 mulheres idosas. Inicialmente, os indivíduos participaram de um período controle (um mês) e posteriormente começaram um período de treinamento de 6 meses. Os testes foram realizados em 5 ocasiões: antes e após o período controle, e a cada dois meses de treinamento (2<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> mês). A força isométrica máxima dos extensores do joelho foi medida através de contrações voluntárias máximas, enquanto a força dinâmica foi testada através do teste de 1RM. Como no estudo anterior, a ativação muscular dos extensores do joelho (músculos vasto lateral e vasto medial) foi avaliada através de eletromiografia de superfície, porém, o grupo muscular antagonista (representado pelo músculo bíceps femoral) também foi avaliado. O treinamento propriamente dito, consistiu em duas sessões semanais de treino, que continham dois exercícios para membros inferiores (leg-press e extensão dos joelhos) e outros cinco para outros grupos musculares. O período de treinamento foi dividido em 3 mesociclos de 2 meses. No primeiro, foram utilizadas cargas variando entre 50 e 70% de 1RM, com 3 a 4 séries de 10 a 15 repetições. No segundo, as cargas variaram entre 50 e 60% de 1RM e, no quarto mês, entre 70 e 80%, sendo que, para membros inferiores, eram realizadas 3 a 5 séries com 5 a 6 repetições com cargas altas e 8 a 12 repetições com cargas baixas. No último mesociclo, foram realizadas 3 a 6 repetições com cargas variando entre 70 e 80% de 1RM e 8 a 12 repetições com cargas entre 50 e 60% de 1RM. O número de séries variou entre 4 e 6. Seus resultados mostraram um aumento significativo na força isométrica dos extensores do joelho de todos os grupos durante o período de treinamento, variando entre 36% e 66%, sendo que os aumentos nos grupos de mulheres, foram maiores do que no grupo de homens. O mesmo aconteceu

nos testes de 1RM, porém as médias no incremento variaram entre 22 e 34%. No que se refere à amplitude do sinal eletromiográfico desse teste, foram observados aumentos significativos em todos os grupos, sugerindo um aumento das unidades motoras (UMs) recrutadas e/ou aumento na frequência de disparo dessas UMs, caracterizando uma adaptação neural ao treinamento.

Embora os estudos anteriores mostrem incrementos na força e nos aspectos que estão diretamente relacionados a essa variável, principalmente o aspecto neural, alguns autores mostram que o treinamento pode ser benéfico para outras atividades, mesmo após um longo período de destreino (Hakkinen *et al.* 2000). Hakkinen *et al.* 2000 mostraram isso após realizarem um estudo (estudo A) que examinou as adaptações funcionais e estruturais no sistema neuromuscular e as mudanças no desempenho do salto vertical e na caminhada de indivíduos de meia idade e idosos durante um longo período de treino (24 semanas) e destreino, seguido por um re-treino de 21 semanas. Na mesma publicação, um estudo (estudo B) examinou as adaptações neuromusculares e as mudanças nas capacidades funcionais desses indivíduos durante um curto e um longo período de destreino de 3 e 24 semanas, respectivamente.

No estudo A, 6 homens e 6 mulheres de meia idade, e 5 homens e 5 mulheres idosas participaram de um treino, destreino e re-treino. No estudo B, 3 homens e 4 mulheres de meia idade, e 4 mulheres e 3 homens idosos participaram de um treino e destreino. Esse trabalho teve a duração total de 48 semanas. As primeiras 4 serviram como período controle em ambos os estudos, A e B. Após o período controle, os grupos começaram um período de treino de 24 semanas utilizando o mesmo programa de treinamento. Após esse período, os indivíduos do estudo A permaneceram durante 3 semanas sem qualquer treinamento, até a semana 27. Posteriormente, esses indivíduos recomeçaram a treinar até a semana 48, enquanto os indivíduos do estudo B, após as 24 semanas iniciais, realizaram um longo período de destreino de 24 semanas.

Os treinos foram realizados duas vezes por semana e envolveram dois exercícios para os extensores do joelho (leg-press e extensão do joelho) e outros quatro exercícios para outros grupos musculares do corpo, visando um condicionamento global das musculaturas. Durante as primeiras 8 semanas

foram utilizadas cargas entre 50 e 70% de 1RM para a realização de 3 a 4 séries com 10 a 15 repetições. Nas semanas posteriores, as cargas chegaram a 80% de 1RM, sendo que séries com intensidades e volumes diferentes, para membros inferiores e superiores, começaram a ser executadas.

Foram realizados testes isométricos e dinâmicos para os extensores e flexores do joelho, além de serem avaliados saltos verticais. Os valores de torque, força, EMG e ASTM do quadríceps também foram analisados.

Os resultados mostraram um aumento significativo nos valores de 1RM, EMG do 1RM e dos extensores do joelho, altura do salto vertical, desempenho no teste de caminhada e ASTM, em ambos os estudos, A e B, no período inicial de 24 semanas, sendo estes já evidentes nas primeiras 16 semanas.

Verificou-se então, que, com apenas duas sessões de treino semanais, indivíduos de meia idade e idosos podem melhorar o seu desempenho funcional, além de terem incrementos na força proporcionados, segundo os autores, pelo aumento do número de UMs recrutadas e/ou aumento da frequência de disparo das UMs dos músculos agonistas, fato evidenciado pelo aumento da amplitude do sinal eletromiográfico dos extensores do joelho. Embora os aumentos na ASTM tenham sido significativos, estes ocorreram em menor magnitude, indicando que as adaptações neurais têm função mais importante do que as morfológicas no treino de força “explosiva” nessa população.

Esses resultados, mais uma vez, indicam que o aspecto neural é predominante no incremento de força do idoso, fato que tem sido evidenciado em outros estudos que utilizam um treinamento de alta intensidade nessa população (Hakkinen & Hakkinen, 1995; Hakkinen *et al.*, 1996; Hakkinen *et al.* 2001a; Hakkinen *et al.* 2001b). Porém, na revisão realizada, não foram encontrados estudos que abordassem o treinamento em circuito nessa população e, por isso, permanece a dúvida dos efeitos que um treinamento desse tipo poderia proporcionar em relação à força muscular e a ativação muscular.

### 2.2.2 Efeitos na massa muscular

O efeito do treinamento de força na massa muscular de idosos tem sido alvo de inúmeros estudos (Frontera *et al.*, 1988; Frontera *et al.*, 1990; Charette *et al.* 1991; Hakkinen *et al.*, 1996; Hakkinen *et al.* 1998a; Hakkinen *et al.* 2000; Hakkinen *et al.* 2001a; Hakkinen *et al.* 2001b, Izquierdo *et al.*, 2003). Sabe-se que a hipertrofia muscular é resultado de um aumento na síntese de ácido ribonucléico, que posteriormente promove a síntese protéica, acarretando no aumento da área das fibras musculares. Porém o mecanismo dos estímulos mecânicos dados pelo exercício para essa síntese, ainda é desconhecido (Evans, 1999). Em idosos, alguns resultados mostram que, embora em menor magnitude quando comparados a indivíduos mais jovens, idosos apresentam aumento da massa muscular quando submetidos a um treinamento de força (Frontera *et al.*, 1990), além de alterações na porcentagem das fibras musculares, ilustradas por mudanças nas cadeias pesadas de miosina (MHC) das fibras rápidas (tipo II) que mudam de IIb para IIa (Sharman *et al.*, 2001). Em relação à massa muscular, Frontera *et al.* (1988) ao treinarem um grupo de homens idosos sedentários (60 a 72 anos), usando um treinamento de força de alta intensidade (3 séries de 8 repetições com 80% de 1 RM, e 2 dias por semana, durante 12 semanas) encontraram evidências de hipertrofia muscular, conclusões formuladas através da análise de tomografia computadorizada e biópsia muscular. Em um estudo posterior, Frontera *et al.* (1990) treinaram doze homens saudáveis (60 a 72 anos) com um treinamento de força (12 semanas) para os extensores e flexores do joelho com intensidade de 80% de 1RM. As adaptações musculares foram analisadas através de biópsia muscular do músculo vasto lateral e, após o treino, observou-se que houve alterações importantes na morfologia do músculo estudado, uma vez que a área das fibras aumentaram em média 28,2% ( $p < 0,001$ ). Hakkinen *et al.* (1996) encontraram resultados semelhantes, e que suportam a ocorrência de hipertrofia muscular nessa população. Ao avaliarem a ASTM do quadríceps de idosos, homens e mulheres, submetidos a um treinamento de 12 semanas com uma ampla faixa de intensidade (40 e 90% de 1RM), observaram aumentos significativos nessa variável, variando entre 10 e 14%.

Por outro lado, alguns estudos parecem contrapor esse efeito morfológico, uma vez que, em períodos de treino mais longos (6 meses), os aumentos encontrados na ASTM ficam limitados, permanecendo entre 4,9 e 9,7% (Hakkinen *et al.*, 1998b). Segundo Hakkinen *et al.*, (1998b) essa limitação deve-se a uma disponibilidade reduzida de hormônios anabólicos nessa faixa etária.

Limitada ou não, a hipertrofia muscular decorrente do treinamento de força parece ser predominante nas fibras do tipo II, uma vez que não ocorrem alterações significativas do tamanho das fibras do tipo I (Charette *et al.* 1991). O que parece consensual é a utilização de treinamentos com cargas elevadas (70 a 80% de 1RM) para a obtenção desses efeitos, porém são poucas as investigações que utilizam intensidades inferiores durante um longo período de tempo, o que impede a obtenção de informações mais consistentes nessa população, embora em indivíduos mais jovens os resultados tenham mostrado que treinos com baixas intensidades parecem não estimular o aumento da massa muscular (Campos *et al.*, 2002).

### **2.2.3 Efeitos na densidade mineral óssea**

A DMO tem sido estudada em diversas populações submetidas ao exercício, seja em jovens (Madsen *et al.*, 1998; Andreoli *et al.* 2001) ou em idosos (Rikli & McManis, 1990; Humphries *et al.*, 2000). Os fatores associados com a obtenção de uma densidade e um volume ósseo ótimo não são claramente identificados, porém, 4 fatores parecem ter papéis importantes: a genética, o exercício, o estado hormonal e a alimentação (Pollitzer & Anderson, 1989; Dalsky, 1990). A DMO também está relacionada com a força dos grupos musculares adjacentes (Zimmermann *et al.*, 1990) e estudos recentes indicam uma associação entre DMO e a força muscular (Hughes *et al.* 1995), e entre massa óssea e massa magra (MM) (Aloia *et al.* Apud Hurley e Roth, 2000). Observa-se de forma consistente que a DMO é afetada pela sobrecarga que os ossos sofrem nas atividades cotidianas, uma vez que pessoas ativas apresentam maior DMO em regiões específicas do que pessoas sedentárias (Madsen *et al.*, 1998; Andreoli *et al.*, 2001).

Além disso, de acordo com Andreoli *et al.* (2001) a resposta óssea parece depender do tipo de exercício realizado pelo indivíduo. Nesse estudo, 71 indivíduos do sexo masculino, atletas de judô (n = 21), karatê (n = 14) e pólo aquático (n = 24), de nível nacional (Itália) e internacional, foram comparados com um grupo de indivíduos que não praticava nenhuma modalidade esportiva sistemática (n=12). As medidas total e regional da DMO e do conteúdo mineral ósseo foram feitas através de densitometria óssea. Os resultados das medidas antropométricas indicaram que os atletas do pólo aquático tinham maior peso corporal ( $83,3 \pm 9\text{Kg}$ ;  $P < 0,05$ ) do que atletas de karatê ( $73,5 \pm 8,2\text{Kg}$ ) e indivíduos sedentários ( $69,9 \pm 11,5\text{Kg}$ ), porém não foram diferentes estatisticamente dos atletas de judô ( $74,7 \pm 10,1\text{Kg}$ ). A DMO total dos indivíduos sedentários ( $1,27 \pm 0,06 \text{ g/cm}^2$ ) foi significativamente menor que a dos atletas de judô ( $1,40 \pm 0,06 \text{ g/cm}^2$ ) e karatê ( $1,36 \pm 0,08 \text{ g/cm}^2$ ), mas não dos atletas de pólo aquático ( $1,31 \pm 0,09 \text{ g/cm}^2$ ), que foi significativamente menor que os outros 2 grupos de atletas. A DMO dos braços foi significativamente diferente entre todos os grupos sendo maior nos atletas de judô ( $1,18 \pm 0,06 \text{ g/cm}^2$ ). Porém, em membros inferiores, a DMO foi significativamente maior nos atletas de karatê ( $1,58 \pm 0,12 \text{ g/cm}^2$ ) comparado os indivíduos sedentários ( $1,42 \pm 0,09 \text{ g/cm}^2$ ) e atletas de pólo aquático ( $1,46 \pm 0,12 \text{ g/cm}^2$ ), mas similar aos atletas de judô ( $1,55 \pm 0,07 \text{ g/cm}^2$ ). Esses resultados mostram que a DMO é influenciada pelo estresse aplicado ao osso. Os atletas sofrem estímulos formadores de tecido ósseo em diferentes regiões, o que ficou evidenciado pela diferença da DMO entre os grupos e nas regiões de membros inferiores e membros superiores, indicando que o tipo de exercício pode interferir tanto em locais específicos como na DMO total.

Por isso, espera-se que exercícios com maior sobrecarga auxiliem no processo de estagnação e até reversão da perda de massa óssea, processo comum com o avançar da idade (Frontera *et al.*, 2001). Dentre as modalidades existentes, o treinamento de força tem surgido como uma opção, uma vez que exige contrações musculares de grande magnitude, e que, poderiam então constituir um estímulo importante à formação de massa óssea. Embora alguns estudos não mostrem alterações significativas na DMO de indivíduos submetidos a um treinamento de força (Rickli & McManis, 1990; Humphries *et al.*, 2000), a maioria dos estudos, envolvendo indivíduos de meia idade e

idosos, sugerem a utilização desse tipo de treinamento, para a manutenção (Rickli & McManis, 1990; Peterson *et al.*, 1991; Pruitt *et al.*, 1992; Humphries *et al.*, 2000) ou aumento (Menkes *et al.*, 1993; Ryan *et al.*, 1994; Vincent & Braith, 2002) da DMO dessas populações.

Visando verificar os efeitos dessa modalidade em indivíduos idosos, Humphries *et al.* (2000), submeteram 64 mulheres idosas a dois treinamentos diferenciados: um treinamento de força e outro aeróbio (caminhada), em que, além da DMO, foram analisados, o *turnover* de cálcio, a força muscular dinâmica e estática. A DMO foi analisada através de densitometria óssea e medida nas vértebras lombares L2-L4. A força foi medida através de testes de 1RM (exercícios supino e agachamento) e através de um protocolo isométrico e outro isocinético, envolvendo os músculos extensores do joelho e extensores da coluna, respectivamente.

O treino de força teve a duração de 24 semanas e foram executados os seguintes exercícios: supino, leg press, puxada por trás, extensão de tronco, flexão plantar, rosca direta, rosca tríceps, flexão de joelhos e abdominais. As intensidades variaram entre 50 e 90% de 1RM com repetições variando entre 15 e 2, respectivamente, de acordo com a periodização do treino. Os treinos eram separados por 48 horas e tinham a duração de 45 min a 1 hora. Já o grupo que treinou apenas com caminhadas, manteve o mesmo nível de treino (não citado pelos autores) pelos 6 meses com 2 sessões por semana de 50 minutos cada, acompanhadas por um instrutor.

No grupo com treino de força, a DMO da região lombar não sofreu alterações significativas após o treinamento. Porém, os autores sugerem que esse já seria um importante achado, uma vez que, o treinamento possibilitaria a manutenção nos níveis de DMO dessa população, enquanto indivíduos inativos, em um mesmo período de tempo, teriam reduções nessa variável.

O tempo necessário para que os efeitos desse tipo de modalidade sejam significativos, parece incerto. Enquanto alguns estudos mostram resultados relevantes após 1 ano de treinamento (Notelovitz *et al.*, 1991), outros apresentam resultados semelhantes com apenas 4 a 6 meses de treino (Ryan *et al.*, 1994; Vincent & Braith, 2002). Porém, treinos com maior duração parecem influenciar a DMO de forma mais consistente (Nelson *et al.* 1994). Vincent & Braith (2002), ao submeterem homens e mulheres saudáveis a um



treinamento de força de alta intensidade (80% 1RM) durante 6 meses, encontraram aumentos significativos na DMO do colo do fêmur (1,96%). Esses resultados foram semelhantes ao de Menkes *et al.* (1993) que verificaram um aumento na DMO na coluna lombar e no colo do fêmur de homens com idades entre 50 e 70 anos, após serem submetidos a um treinamento de 4 meses.

De forma geral, percebe-se uma dificuldade na comparação dos resultados de estudos envolvendo DMO, uma vez que o tipo de treino, a duração e, principalmente, o estado de saúde (nível normal x nível reduzido da DMO) dos indivíduos analisados difere bastante. Particularmente sobre os níveis de DMO, Vincent & Braith (2002) sugerem que, em indivíduos com DMO reduzida, os efeitos do treinamento de força podem ser mais importantes em curtos períodos de treino.

Nesse cenário, a reposição hormonal parece ser fundamental para a otimização dos efeitos proporcionados pelo treinamento de força (Notelovitz *et al.*, 1991).

Devido aos resultados controversos, não existe uma conclusão definitiva sobre os efeitos do treinamento de força na DMO de regiões específicas. No entanto, parece consensual que essa modalidade pelo menos previne a perda de massa óssea decorrente do avançar da idade (Hurley & Roth, 2000).

Por outro lado, na presente revisão, não foram encontrados estudos que tivessem o propósito de investigar os efeitos do treinamento em circuito na DMO de idosos, o que sugere a investigação dessa questão.

#### **2.2.4 Efeitos Cardiorrespiratórios**

É bem estabelecido que o treino aeróbio leva a aumentos substanciais na aptidão cardiorrespiratória, porém os efeitos do treinamento de força são controversos. Inúmeros pesquisadores da área sugerem que o treinamento de força pode melhorar a aptidão cardiorrespiratória em pessoas idosas (Frontera *et al.*, 1990; Vincent *et al.*, 2002; Izquierdo *et al.*, 2003). Porém, para que isso fique evidenciado, é necessária uma análise de qual alteração no  $VO_{2máx}$  representaria uma melhora com significado fisiológico importante (Hurley &

Roth, 2000). Por exemplo, Frontera *et al.* (1990) mostraram um aumento de 5,2% ( $p = 0,034$ ) no  $VO_{2m\acute{a}x.}$  medido em ciclo ergômetro após um treinamento de 12 semanas em idosos saudáveis com idades entre 60 e 72 anos. Embora essa alteração tenha sido estatisticamente significativa, ela é substancialmente inferior à magnitude das alterações provocadas por um treinamento envolvendo exercícios aeróbios (Fleck & Kraemer, 1999). Além disso, as alterações encontradas no estudo de Frontera *et al.* (1990) situam-se dentro da margem encontrada em grupos controle durante períodos semelhantes (Hurley *et al.*, 1988). Por outro lado, devido à impossibilidade de indivíduos não-ciclistas alcançarem o seu  $VO_{2m\acute{a}x.}$  real em protocolos envolvendo cicloergômetro, é provável que o  $VO_{2m\acute{a}x.}$  medido nesses indivíduos tenha sido subestimado. Essa é uma distinção importante, uma vez que, contrastando com o  $VO_{2m\acute{a}x.}$  medido em esteira rolante com um protocolo apropriado, o desempenho em ciclo ergômetro de não-ciclistas parece ser limitado por fatores periféricos e não cardiovasculares, tais como a força ou potência de membros inferiores e limiar de lactato, embora essas evidências tenham sido mostradas apenas em indivíduos jovens (Hickson *et al.*, 1980; Marcinick *et al.*, 1991).

Um estudo mais recente de Hagerman *et al.* (2000) mostrou um aumento de 9% no pico de  $VO_2$  utilizando o protocolo de esteira de Bruce, porém esse incremento foi reduzido para 5,7% quando os valores foram corrigidos pelo aumento da massa magra.

As evidências suportando que o  $VO_{2m\acute{a}x.}$  não é influenciado pelo treinamento de força, mesmo quando são encontradas alterações no pico de  $VO_2$ , são ilustradas por Hickson *et al.* (1980) que mostraram que um treinamento de 10 semanas em homens jovens proporcionou um aumento significativo no pico de  $VO_2$  testado em ciclo ergômetro, porém não alterou o  $VO_{2m\acute{a}x.}$  medido durante um protocolo de esteira. Conclusões semelhantes foram encontradas por Marcinick *et al.* (1991) que encontraram um aumento significativo no tempo para a exaustão (33%) em protocolo de cicloergômetro, sem que alterações significativas fossem encontradas no  $VO_{2m\acute{a}x.}$

O fato do treinamento de força de alta intensidade não aumentar o  $VO_{2m\acute{a}x.}$ , mesmo quando a frequência cardíaca é mantida em níveis semelhantes ao do treino aeróbio de alta intensidade, pode ser esclarecido através dos resultados de Colins *et al.*, (1991). Esses pesquisadores

observaram frequências cardíacas mais elevadas durante treinamentos de força com diferentes intensidades (40, 50, 60 e 70% de 1RM) quando comparados a atividades dinâmicas de menor intensidade, com um mesmo  $VO_2$ . Isso indicaria a ocorrência de uma alteração na relação existente entre FC e  $VO_2$  no treinamento com pesos, sugerindo que a demanda aeróbia do músculo pode ser superestimada nesse tipo de exercício, se prescrito à partir da FC. O mecanismo responsável pela ocorrência desse fenômeno é desconhecido. No entanto, Hurley *et al.* (1984) e Collins *et al.*, (1991) fazem algumas sugestões que poderiam esclarecer essa particularidade do treinamento de força com altas intensidades. Hurley *et al.* (1984) sugerem que o treinamento de força eleva a produção de catecolaminas acima dos níveis encontrados no treinamento aeróbio, quando executados em um mesmo consumo de oxigênio. Isso resultaria em um aumento da frequência cardíaca desproporcional à demanda aeróbia muscular durante o treino, levando a um consumo de oxigênio abaixo do limiar necessário para que se produza o tipo de adaptação cardiovascular encontrada no treinamento aeróbio. Collins *et al.*, (1991) concordam com essa justificativa e acrescentam que a elevada atividade simpática durante o treinamento de força, responsável pelo aumento da produção de catecolaminas, pode ser causada pelos seguintes fatores: (1) poderia ser provocado pelo exercício estático prolongado (empunhadura da barra) durante o treino; (2) poderia ser causado devido à execução da manobras de valsalva. Essa manobra parece provocar taquicardia, além de diminuir a inibição simpática decorrente dos baroreceptores; (3) poderia ser causado pela estimulação das fibras quimiossensíveis aferentes, devido à diminuição do pH intracelular. Essa diminuição do pH da célula muscular deve-se à maior concentração de lactato ocorrida na realização de exercícios de musculação. Esse efeito acarretaria em um menor pH intracelular em um dado  $VO_2$  sub-máximo, quando comparado com atividades dinâmicas com menor intensidade. Collins *et al.*, (1991) sugerem ainda que a frequência cardíaca durante o treinamento de força pode ser elevada de forma mais pronunciada do que em exercícios menos intensos, devido ao maior recrutamento das UMs de contração rápida. Isso porque a ativação dessas fibras promove um maior reflexo pressórico do que a ativação das fibras lentas. Finalmente, outro fator que poderia interferir na relação FC/ $VO_2$  poderia ser uma redução do volume

de ejeção durante o treinamento de força. Essa redução parece advir de uma elevação da pressão intramuscular em combinação com a pressão intra-torácica e abdominal. Se a pressão extravascular (intramuscular) excede a pressão intravascular, o fluxo sanguíneo através do músculo exercitado pode diminuir ou até cessar. Ainda, as pressões intra-torácica e abdominal estão associadas com a manobra de valsalva, que poderia diminuir o retorno venoso. A diminuição do retorno venoso juntamente com a elevação da pressão arterial poderia reduzir o volume de ejeção cardíaco. Dessa forma, a fim de manter um fluxo sanguíneo adequado que suporte a demanda respiratória ( $VO_2$ ), deveria ocorrer uma elevação da frequência cardíaca.

Mesmo que alterações no  $VO_{2máx.}$  decorrentes do treinamento de força de alta intensidade sejam improváveis, esse exercício pode proporcionar outras adaptações generalizadas que podem ser benéficas para o desempenho de atividades que exijam resistência muscular de homens e mulheres idosas. Por exemplo, Ades *et al.* (1996) observaram que 12 semanas de treinamento proporcionaram um aumento significativo no tempo de caminhada em esteira (80% do  $VO_{2máx.}$ ) de mulheres idosas (idades entre 65 e 79 anos) de 38%, mesmo sem que alterações significativas tenham sido encontradas no  $VO_{2máx.}$  Esse aumento no tempo de caminhada foi relacionado ao aumento da força muscular. Resultados semelhantes foram encontrados por Vincent *et al.* (2002), mostrando ainda que diferentes volumes e intensidades de treinamento proporcionam resultados igualmente positivos. Em seu estudo, sessenta e dois indivíduos, homens e mulheres idosos, foram divididos em dois grupos experimentais, um com alto volume ( $n=24$ ) e outro com baixo volume ( $n=22$ ) de treino; e um grupo controle ( $n=16$ ). Esses indivíduos treinaram durante 24 semanas, participando de 3 sessões de treino semanais. O grupo com alto volume treinou com 13 repetições e 50% de 1RM, enquanto o grupo com baixo volume treinou com 8 repetições envolvendo 80% de 1RM. Porém, ambos realizaram apenas uma série dos 12 exercícios propostos para membros inferiores e superiores. O grupo controle não realizou nenhum tipo de treino sistematizado. A força muscular foi avaliada através dos testes de 1RM, realizados em todos exercícios, enquanto a resistência muscular foi medida apenas nos exercícios leg-press (membros inferiores) e supino (membros superiores). A capacidade aeróbia ( $VO_{2pico}$ ) e o tempo de exaustão de cada

indivíduo foram analisados no mesmo teste, que foi realizado em esteira rolante e caracterizado pelo aumento progressivo da velocidade e da inclinação da esteira.

Após a análise dos resultados, foi verificado um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) nos testes de 1RM de todos os exercícios, nos dois grupos experimentais. O pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2\text{pico}}$ ) também aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) nos grupos com alto volume (20,9 vs. 24,7 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e baixo volume (20,2 vs. 24,7 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), da mesma forma que o tempo de exaustão, que aumentou 26,4% e 23,3% nos grupos de alto e baixo volume, respectivamente. Além disso, foram encontradas correlações significativas entre a força máxima (1RM) dos exercícios Leg Press, extensão do joelho e flexão do joelho, com o  $VO_{2\text{pico}}$  (0,45,  $p < 0,01$ ; 0,54,  $p < 0,01$  e 0,42,  $p < 0,01$ , respectivamente) e entre o exercício extensão do joelho com o tempo de exaustão de cada indivíduo (0,43,  $p < 0,01$ ). Esses resultados mostram uma interferência positiva dos dois tipos de treinamento na capacidade aeróbia e no tempo de exaustão de indivíduos idosos, sugerindo que o aumento da força, proporcionado pelo treinamento, pode auxiliar essa população a melhorar sua capacidade aeróbia e aumentar a resistência à fadiga.

De acordo Frontera *et al.* (1990), a possibilidade do treinamento de força incrementar a utilização de oxigênio deve-se a fatores locais. Isso deve-se ao fato de, após um treinamento de alta intensidade (80% de 1RM) envolvendo membros inferiores, ser observado um aumento apenas no número de capilares por fibra (15,1% -  $p=0,042$ ) e na atividade da enzima citrato sintase (38% -  $p=0,018$ ) no músculo vasto lateral, diferentemente do volume plasmático e do volume sanguíneo total, adaptações gerais, que permaneceram inalterados após o período de treino.

Em um estudo recente, Izquierdo *et al.* (2003) mostraram que o treinamento de força também interfere nas concentrações de lactato de idosos quando submetidos ao exercício sub-máximo em cicloergômetro, fato que sugere uma otimização do sistema aeróbio/oxidativo (glicólise alática). Nesse estudo, 11 indivíduos de meia idade (46 anos) e 11 indivíduos idosos (64 anos) foram submetidos a 16 semanas de treinamento de força progressivo e tiveram avaliados a concentração de lactato em exercício sub-máximo, a potência

máxima ( $W_{máx.}$ ) em cicloergômetro, a força máxima produzida no meio-agachamento (1RM), a área da secção transversal do quadríceps as concentrações séricas de hormônios anabólicos e catabólicos (testosterona e cortisol, respectivamente). Todas as avaliações foram realizadas em 4 momentos distintos (semanas -4, 0, 8 e 16). Após o treinamento, foram observados aumentos significativos nos valores de 1RM tanto nos indivíduos de meia idade como em idosos (41-45%;  $p < 0,001$ ), assim como na área de secção transversa do quadríceps (13-11%;  $p < 0,05$ ) e na  $W_{máx.}$  (6-11%;  $p < 0,001$ ). Nos testes sub-máximos realizados em cicloergômetro (60, 90 e 120W) houve uma redução significativa nas concentrações de lactato ( $p < 0,01$ ). Porém, os resultados de  $W_{máx.}$  e concentração de lactato foram significativos nas primeiras 8 semanas de treinamento onde a intensidade era mais baixa (entre 40 e 70% de 1 RM) e o volume mais alto (entre 10 e 15 repetições), diferentemente das 8 semanas posteriores, que não produziram alterações significativas nessas variáveis. Isso sugere que o aumento da resistência sub-máxima e máxima dessa população está relacionado com a intensidade e o volume utilizado no treinamento.

Na presente revisão observa-se, no entanto, que os treinamentos envolvendo indivíduos idosos, com a finalidade de verificar alterações cardiorespiratórias, não priorizavam essa variável, uma vez que envolviam intensidades altas e intervalos longos que descaracterizam a continuidade do estímulo. Além disso, não foram encontrados estudos utilizando o treinamento em circuito nessa população, método que, segundo Fleck & Kraemer (1999) e Bompa (2001), tem a finalidade de desenvolver a resistência cardiorespiratória, o que deixa uma importante lacuna na literatura.

### **2.3. TREINOS UTILIZADOS**

No treinamento de força, vários aspectos são analisados para a otimização dos ganhos de força. Entre eles, está o tipo de exercício utilizado, particularmente no que se refere à função da fase concêntrica e excêntrica do movimento (Jones & Rutherford, 1987; Hawkins *et al.*, 1999), o volume de treino utilizado, tanto semanalmente como em cada sessão de treino (Starkey *et al.*, 1996; Hass *et al.*, 2000), a intensidade adequada para promover

aumentos na força muscular (Vincent & Braith, 2002) e a utilização de diferentes tipos de periodização do treino (Baker *et al.*, 1994; Kraemer *et al.*, 2000; Marx *et al.*, 2001). Sendo assim, esse capítulo procura rever esses aspectos a fim de possibilitar a elaboração de um treinamento otimizado para a população idosa.

### **2.3.1 Treino concêntrico x treino excêntrico**

Sabe-se que a capacidade de produção de força é maior durante a contração excêntrica do que a concêntrica (Komi & Viitasalo, 1977; Colliander & Tesch, 1990; Komi *et al.*, 2000). Com um mesmo nível da ativação, a força excêntrica é 20-30% superior a isométrica (Komi, 1986). Se a alta produção de força por si é um alto estímulo para o aumento de força, então é possível que o treino otimizando contrações excêntricas possa ser mais efetivo do que com apenas contrações concêntricas (Colliander & Tesch, 1990). Essa hipótese é mantida pelo maior aumento de força devido ao treino envolvendo contrações excêntricas ou combinando contrações excêntricas e concêntricas quando comparadas com treinos envolvendo apenas contrações concêntricas (Colliander & Tesch, 1990). Além de otimizar os ganhos de força muscular, parece que contrações excêntricas também têm uma função osteogênica importante (Hawkins *et al.*, 1999). Em seu estudo, oito mulheres estudantes de Los Angeles, com idades entre 20-23 anos, participaram de um treinamento de força (TF) de 18 semanas (3x por semana), sem participar de qualquer outro tipo de treino sistemático ou fazer uso de qualquer medicação que afetasse os tecidos muscular e ósseo. A DMO e a composição corporal (2 componentes – massa magra e massa gorda) da amostra foram avaliadas através de absorptometria de raio-x de dupla energia (DXA). A força isocinética excêntrica e concêntrica foi avaliada através de 3 CVMs de flexão e extensão do joelho, para ambas as pernas no grupo TF e para a perna dominante no grupo controle (n=8). Paralelamente aos testes isocinéticos, a ativação do músculo vasto Lateral (VL) foi monitorada através de EMG de superfície. No treinamento propriamente dito, os indivíduos foram randomicamente designados a treinar uma perna concentricamente (TFC) e a outra excentricamente (TFE), onde 3

séries de 4 repetições máximas foram feitas nos exercícios concêntricos e 3 séries de 3 repetições máximas nos exercícios excêntricos. Os resultados mostraram que o TFE acarretou em aumentos absolutos significativamente maiores na força excêntrica do que concêntrica, ao passo que o treinamento TFC levou a aumentos similares nas forças concêntrica e excêntrica. Adicionalmente, a ativação do músculo vasto lateral foi 24% maior para a extensão concêntrica do que para a extensão excêntrica. O exercício excêntrico aumentou significativamente a massa magra na coxa medial em 5,2%, bem como a DMO do fêmur medial em 3,9%, sendo significativamente maior que o grupo controle ( $P < 0,05$ ). Quando as diferenças no pós-pico de força entre concêntrica e excêntrica foram controlados pela ANCOVA, as mudanças notadas na DMO do fêmur medial com o TFE desapareceram. Isso significa que a maior produção de força com o exercício excêntrico foi responsável pela adaptação óssea. Como as mudanças na massa muscular foram notadas somente com o TFE, ANCOVA foi usado para controlar as diferenças na massa magra pós TF também. Seguindo essas análises, as diferenças no segmento DMO do fêmur medial continuaram existindo. Esses resultados sugerem que o TFE pode ser mais efetivo no aumento da DMO do que o TFC. Segundo os autores, isso pode ser devido às maiores cargas suportadas nesse tipo de contração do que no exercício concêntrico, corroborando com a idéia de que a magnitude da tensão aplicada é o principal estimulador osteogênico, independentemente da ativação muscular. É possível que a contração concêntrica não gere essa resposta pelo dano muscular ser menor nesse tipo de contração, porém essa hipótese necessita maiores estudos. Já com relação à maior resposta hipertrófica com o TFE, os autores sugerem que o dano muscular causado durante a sessão de treino é essencial para a subsequente resposta hipertrófica e, por isso, esse tipo de treino tem uma resposta superior ao TFC.

Embora o TFE necessite um maior tempo de recuperação entre as sessões do que o TFC (Ebbeling & Clarkson, 1990; Mair *et al.*, 1995; Sorichter *et al.*, 1997), ele parece ser benéfico no aumento percentual das fibras do tipo II (Hortobágyi *et al.*, 1996), o que, para o indivíduo idoso, é de fundamental importância devido à perda dessas fibras devido ao processo de sarcopenia. Abordando essa questão, Hortobágyi *et al.* (1996) analisaram os efeitos do



treinamento concêntrico e excêntrico, na força, na dor muscular tardia e no percentual de fibras musculares (tipo I e tipo II) de 21 indivíduos do sexo masculino. A amostra foi dividida em três grupos: TFC (n=8), TFE (n=7) e controle (n=8). O treino consistiu em 3 treinos semanais (concêntrico ou excêntrico) durante 12 semanas onde o quadríceps da perna esquerda era treinado isocineticamente a uma velocidade de  $60^{\circ}/s$  com 4-6 séries de 8-12 repetições, com intervalos de 1 minuto. A dor muscular do quadríceps dos indivíduos foi verificada semanalmente de forma subjetiva através de uma escala de 1 (menor nível de dor) a 10 (maior nível de dor). Os grupos foram testados isocineticamente e isometricamente em intervalos de 6 semanas (0, 6, 12 semanas). A força isométrica máxima foi medida com o joelho no ângulo de  $120^{\circ}$ , através de 5 tentativas com intervalos de 1 minuto entre cada uma. A força máxima concêntrica foi medida nas velocidades de 60, 120 e  $180^{\circ}/s$ , mas apenas os dados nas velocidades de  $120^{\circ}/s$  foram utilizados. Amostras do músculo do vasto lateral (20-80mg) de ambas as coxas foram coletadas, antes e após o período de treinamento no grupo de treino, para a identificação dos diferentes tipos de fibra muscular (tipo I e tipo II). Os resultados mostraram que as forças excêntrica e isométrica aumentaram 116% e 45%, respectivamente, no grupo TFE, enquanto que o grupo controle teve sua força concêntrica e isométrica aumentada em 53 e 36%, suportando a especificidade do treino. Em relação às fibras musculares, não foram encontradas diferenças significativas nas fibras tipo I, porém as tipo IIa aumentaram e IIb diminuíram significativamente tanto em TFE como em TFC. Porém, verificou-se que a área muscular das fibras tipo II aumentou 10,3 vezes mais no grupo TFE, comparado com o grupo TFC. De acordo com os autores, o TFE poderia proporcionar um recrutamento seletivo das fibras do tipo II (o que foi verificado pela análise do sinal EMG dos extensores do joelho) devido ao fato de indivíduos não treinados serem incapazes de produzir uma ativação máxima das UMs em contrações excêntricas, no período inicial de treino. Com o treino, um maior percentual de UMs do tipo II seriam recrutadas, resultando em um aumento tanto da força como na área muscular dessas UMs. No que se refere a dor muscular, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, além de não haverem diferenças entre o período pré e pós treino.

Diferentemente dos estudos anteriores, Colliander & Tesch (1990), mesclaram os dois tipos de treino, concêntrico e excêntrico. Vinte e nove homens sem histórico em treino de força foram divididos em três grupos: Concêntrico (TFC - n=11), excêntrico/concêntrico (TFC/E – n=11) e controle (n=7). Os grupos experimentais treinaram 3 vezes por semana, durante 12 semanas. O grupo TFC realizou 4-5 séries de 12 contrações concêntricas máximas a uma velocidade de 60°/s enquanto o grupo TFC/E realizou 6 contrações concêntricas e excêntricas máximas, resultando em um tempo de treino de, no máximo, 30 minutos. Os testes consistiram na avaliação da força isocinética (extensão e flexão do joelho) e de 1RM (agachamento), além de biópsia muscular do músculo vasto lateral, a fim de verificar alterações nas fibras musculares. Os resultados mostraram que ambos os grupos, TFC e TFC/E, obtiveram aumentos nos picos de torque concêntrico (15 e 26% respectivamente) e excêntrico (19 e 37% respectivamente), porém o grupo TFC/E mostrou aumentos significativamente maiores no pico de torque, e 1RM (25%), quando comparados com o grupo TFC. Diferentemente dos valores de força, não foi encontrada qualquer resposta hipertrófica nos grupos experimentais, o que possivelmente deve-se ao curto período de treino. Segundo os autores, o fato do grupo TFC/E ter apresentado valores maiores de torque do que o grupo TFC sugere que contrações excêntricas ou estas aliadas às contrações concêntricas sejam utilizadas para que se otimize os incrementos de força.

A importância da contração excêntrica no incremento na força parece clara, porém, nos treinos normalmente realizados em salas de musculação, a carga utilizada nas fases concêntrica e excêntrica do movimento é a mesma, o que acaba subestimando a segunda fase, já que nessa tem-se maior capacidade de produção de força (Ebbeling & Clarkson, 1990). Mayhew *et al.* (1995) estudaram a questão e analisaram a possibilidade de existir alguma diferença na ASTM e no torque isométrico (concêntrico e excêntrico) como resultado de um treino concêntrico ou excêntrico, com níveis iguais de esforço. Vinte indivíduos de ambos os sexos (12 homens e 8 mulheres) foram divididos em dois grupos: TFC e TFE. Inicialmente, os extensores do joelho da perna direita de cada indivíduo foram testados em um protocolo isocinético concêntrico (60°/s). Nesse protocolo, foram realizadas 10 contrações máximas

começando na posição de 90° até 15° da flexão do joelho, com intervalos, entre cada contração, de 45 segundos. A potência muscular de cada contração foi calculada multiplicando-se o torque médio pela velocidade angular média. Posteriormente, cada indivíduo foi testado isometricamente no ângulo de 60° da flexão do joelho durante 3 segundos, sendo que foram realizadas duas CVMs. Por fim, a ASTM e os tipos de fibra muscular (I e II) foram analisadas através de biópsia do músculo vasto lateral. O treinamento teve a duração de 4 semanas com 3 sessões de treino semanais. As sessões de treino consistiram em 5 séries de 10 RM com intervalos de 2 minutos entre cada série. A intensidade do treino utilizada variou entre 85 e 95% de 1RM concêntrica.

Os resultados mostraram um aumento na área das fibras tipo II e no torque isométrico em ambos os grupos, porém o TFC teve alterações significativamente maiores que o TFE. Isso sugere que as alterações são específicas do tipo de fibra (II). A diferença na produção de força entre os grupos foi atribuída a menor quantidade de UMs envolvidas na contração excêntrica, uma vez que, nesse tipo de contração, a força passiva produzida pelos tecidos conectivos e partes não contráteis é mais solicitada.

Devido a maior utilização de material não-contrátil durante a contração excêntrica, essa fase do movimento propicia uma maior ocorrência de micro-traumatismos e, conseqüentemente, dor muscular tardia (Sorichter *et al.*, 1997). Estudos mostram que existe uma adaptação a esse tipo de exercício (Mair *et al.*, 1995), porém o tempo necessário para que isso ocorra ainda permanece incerto. Sendo assim, torna-se necessário o conhecimento da frequência ótima de treinos excêntricos para que aumentos significativos na força sejam encontrados e o tempo necessário para a recuperação dos treinos seja minimizado. Visando isso, Mair *et al.* (1995), investigaram a adaptação ao treino excêntrico ocorrida em 4 e em 13 dias após uma sessão de treino. Vinte e dois indivíduos do sexo masculino (20 a 26 anos) foram divididos em dois grupos, cada um, com 11 indivíduos. Cada grupo realizou uma sessão de treino excêntrico com a perna direita, sendo que a outra serviu como controle. O grupo A teve um intervalo de 4 dias entre as sessões, enquanto o grupo B teve um intervalo de 13 dias. O nível de dor muscular sentida após as sessões de treino foi medida através de questionário, onde a escala variou de 1 (sem dor) a 10 (muita dor).

As sessões de treino foram caracterizadas por contrações excêntricas do quadríceps. Após um aquecimento de 15 minutos (5 minutos de corrida, 5 de alongamento e 3 séries de movimentos com a articulação do joelho), 7 séries com 10 contrações excêntricas foram realizadas. Cada contração teve a duração de 1-2 segundos com intervalos de 15 segundos entre cada uma. Entre as séries, foi ministrado um intervalo de 2-3 minutos. Os resultados mostraram que, antes dos exercícios, nenhum indivíduo sentia algum tipo de dor muscular no quadríceps, porém, após 24-48 horas da primeira sessão de treino, foram relatados os maiores níveis de dor (7.5 a 8), sendo que nos dias subseqüentes a dor diminuiu. Além disso, embora no grupo A tenha ocorrido dor muscular, esta atingiu níveis inferiores ao da primeira sessão de treino (5), diferentemente do grupo B, em que não houve a manifestação de dor. Isso sugere que, após o treino excêntrico, mesmo quando o tempo de recuperação entre um treino e outro não é suficiente (de acordo com o estudo, 3 dias), existe uma adaptação, expressa pela diminuição da dor muscular tardia.

Sorichter *et al.* (1997), utilizando uma metodologia semelhante à de Mair *et al.*, (1995), investigaram o efeito de três diferentes freqüências de treino durante a fase inicial do treinamento excêntrico. Foram analisadas a força muscular, a dor muscular tardia, a concentração plasmática das proteínas musculares creatina-quinase (CK) e fragmentos de cadeia pesada de miosina (MHC) das fibras tipo I, antes, após 4 e 7 dias do 1º treino. Esse mesmo procedimento foi repetido após um 2º treino. Trinta indivíduos do sexo masculino (21 a 25 anos) foram divididos em 3 grupos (A, B e C). O grupo A treinou uma vez por semana (5 semanas), o B treinou duas vezes por semanas (2 semanas) e o C treinou três vezes por semana (3 semanas). As sessões de treino foram as mesmas elaboradas por Mair *et al.* (1995) cujo grupo muscular de interesse foi o quadríceps. Os resultados mostraram que os maiores índices de dor ocorreram após 24-48 horas da primeira sessão de treino, caindo posteriormente. O grupo C foi o único que mostrou diferença significativa na CVM após o último dia de treino sugerindo que, durante a fase inicial do treino excêntrico, 1 dia de treino excêntrico por semana é suficiente para a manutenção da adaptação muscular, enquanto que um treino de pelo menos duas vezes por semana é necessário para aumentar a força muscular. Além

disso, é sugerido que a adaptação proporcionada por uma sessão de treino é perdida após 7 semanas sem treinar.

### **2.3.2 Volume e Intensidade do treinamento**

Embora os tipos de treinamento sejam variados, tanto em volume como em intensidade, e a grande maioria resulte em incrementos na força muscular, atualmente a frequência de treino semanal, o número de séries e o número de repetições, com suas cargas correspondentes, necessárias para o aumento ou manutenção dos níveis de força, tem sido alvo de diversos pesquisadores (Carroll *et al.*, 1998; Hass *et al.*, 2000; Campos *et al.*, 2002).

Como visto anteriormente, com o envelhecimento, inúmeros aspectos relacionados à saúde entram em uma fase descendente, porém vários autores mostram que diferentes tipos de treinamento de força produzem efeitos diferenciados (Bemben *et al.*, 2000; Campos *et al.*, 2002). Dentre as adaptações existentes pode-se citar inúmeras, como por exemplo: aumento da ativação muscular tanto no treinamento isométrico (Garfinkel & Cafarelli, 1992) como no dinâmico (Moritani & De Vries, 1979), aumento da massa muscular (Sale *et al.*, 1989), alteração na porcentagem das fibras musculares, particularmente entre as fibras musculares do tipo II (Staron *et al.*, 1991; Staron *et al.*, 1994; Sharman *et al.*, 2001), melhora cardiorrespiratória, expressa por aumentos significativos no consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ ) e aumento da densidade mineral óssea (Menkes *et al.*, 1993; Ryan *et al.*, 1994; Vincent & Braith, 2002).

Porém, o tipo de efeito produzido pelo treinamento pode variar de acordo com a metodologia utilizada (Jackson *et al.*, 1990). Treinamentos que enfatizam a intensidade, ou seja, cargas de maior magnitude, tendem a provocar alterações na força, na ativação e na morfologia muscular, enquanto que treinos que enfatizam o volume, ou seja, maior número de repetições, tendem a provocar alterações tanto cardiorrespiratórias, como na resistência à fadiga (Campos *et al.*, 2002). Outro aspecto relevante é o fato de alguns autores utilizarem treinamentos periodizados (Marx *et al.*, 2001) e outros desconsiderarem essa questão (Frontera *et al.*, 1990).

Os estudos envolvendo treinamento de força utilizam-se de variados volumes e intensidades semanais de treino, normalmente 2 a 4 sessões, com séries variando entre 1 e 6, e repetições entre 1 e 25. Obviamente existem casos que extrapolam esses números, mas a questão colocada é que, independentemente do objetivo do treinamento, não existe uma metodologia padronizada, uma vez que cada autor possui uma linha de raciocínio e com isso, diferentes treinos são elaborados.

Sendo assim, faz-se necessário explorar alguns aspectos referentes ao volume de treino semanal e das sessões de treino, assim como a utilização de métodos de periodização, para que, no treinamento, objetivos como incremento ou manutenção dos níveis de força, possam ser atingidos com maior facilidade.

Um componente essencial, em qualquer tipo de treinamento de força, é o número de séries executados em cada exercício (Carpinelli & Otto, 1998). Alguns estudos mostram um maior aumento na força, treinando-se com séries múltiplas (Kraemer *et al.*, 1995; Paulsen *et al.*, 2003) enquanto outros mostram que o número de séries não interfere nos ganhos de força (Hass *et al.*, 2000). Em indivíduos jovens, mesmo com experiência no treinamento de força, uma série de exercícios parece ser o suficiente para manter os níveis de força (Starkey *et al.*, 1996), porém, o efeito parece ser um pouco diferente em idosos, uma vez que outros fatores relacionados à saúde dessa população não são afetados por um treinamento com baixo volume (Vincent & Braith, 2002). O número de sessões semanais parece interferir nos ganhos de força e por isso esse aspecto também têm sido investigado (Carrol *et al.*, 1998).

Visando esclarecer a função de um maior volume na sessão de treino, Hass *et al.* (2000) observaram os efeitos de uma e três séries de cada exercício, na força e na resistência muscular, e na composição corporal de levantadores de peso. Quarenta e dois indivíduos de ambos os sexos ( $39 \pm 6,2$  anos) e com experiência de treino com pesos, primeiramente participaram de um treino com uma série de 8 a 12 repetições em 9 exercícios para membros superiores e inferiores, organizados em forma de circuito, três vezes por semana, durante 1 ano. Posteriormente o grupo foi dividido em 2 sub-grupos. O primeiro continuou realizando uma série para cada exercício (G1), e o outro começou um treino com 3 séries (G3), durante 13 semanas. Testes de 1RM foram utilizados nos exercícios de extensão do joelho, flexão do joelho, supino,

meio desenvolvimento e rosca bíceps, enquanto que a força isométrica dos extensores e flexores do joelho foi medida bilateralmente. Em um primeiro momento, cada indivíduo realizou CVMs nos ângulos de 96°, 78°, 60°, 42°, 24° e 6° da flexão do joelho. A resistência muscular também foi testada, através da execução do maior número de repetições nos exercícios de extensão do joelho e supino, com uma carga equivalente a 75% de 1RM.

Os resultados demonstraram que, em ambos os grupos, houve aumento significativo na resistência muscular (G1= 48,15% no supino e 49,5% na extensão do joelho, G3= 58,4% no supino e 66,7% na extensão do joelho), nos valores de 1RM (8 a 14%) em todos os exercícios, e na força isométrica de flexores e extensores do joelho, porém, não houve diferenças significativas entre os grupos, sugerindo que, mesmo após um longo período de treino com uma série de cada exercício, esse volume continua sendo suficiente para que sejam obtidos incrementos na força muscular.

Resultados semelhantes foram obtidos por Starkey *et al.* (1996) quando determinaram o efeito de diferentes volumes no treino de força, no torque isométrico e na massa muscular. Nesse estudo, 48 indivíduos (21 homens e 27 mulheres) foram divididos em 3 grupos: controle (GCON), treino com uma série (G1) e treino com 3 séries (G3). Os grupos de treino, treinaram 3 vezes por semana, durante 14 semanas, com séries de 8 a 12 repetições utilizando-se de exercícios com resistência variável para os extensores (60% do pico de torque) e flexores (50% do pico de torque) do joelho. Quando os indivíduos conseguiam realizar 12 repetições, a carga era aumentada em 5%. No grupo com múltiplas séries, o intervalo ministrado entre as séries foi de 1 a 3 minutos. O torque dos flexores e extensores do joelho foi testado isometricamente nos ângulos de 6, 24, 42, 60, 78, 96 e 106 graus. O volume muscular foi obtido através de ultrassom em três pontos da coxa direita (20, 40 e 60% da distância entre o trocânter maior do fêmur e epicôndilo lateral da tíbia). Seus resultados demonstraram que uma série de exercícios para extensores do joelho, é tão efetiva quanto 3 séries, quando o objetivo é a manutenção da massa e da força muscular, uma vez que os incrementos dessas variáveis foram de 17,5% e 36,1% (massa muscular), no G1 e G3, respectivamente, e 13,2% - 27,1% (força muscular), no G1 e G3, respectivamente. O mesmo ocorreu com os flexores do joelho. Apesar dos resultados não terem mostrado diferenças entre

os grupos em todas as variáveis analisadas, foi sugerido pelos autores que, para um maior incremento na força, potência ou hipertrofia muscular, outras metodologias envolvendo maiores volumes de treino poderiam ser apropriadas. Em idosos, o único estudo encontrado envolvendo um baixo volume de treino (apenas uma série de cada exercício), porém com diferentes intensidades foi o realizado por Vincent & Braith (2002). Nesse estudo, apenas o treinamento de alta intensidade (80% de 1RM) proporcionou aumentos significativos na força muscular e na DMO desses indivíduos.

Em relação à comparação do número de sessões semanais de treino, não foram encontrados estudos que envolvessem idosos. No entanto, em indivíduos jovens, os resultados são controversos. Com a finalidade de esclarecer essa questão, Carroll *et al.* (1998) compararam os efeitos de treinos de força de alta intensidade em duas e três sessões semanais. Oito mulheres e nove homens com experiência de treino com pesos inferior a 6 meses foram divididos em 3 grupos: O primeiro (n=5) treinou duas vezes por semana enquanto o segundo (n=6) treinou 3 vezes por semana e o terceiro (n=6) serviu como controle. Em ambos os treinos, os dias foram intercalados. A força foi medida através de testes de 1RM (meio agachamento), testes isométricos e testes isocinéticos (extensão do joelho). O treino consistiu na realização de 3 séries de 4-10RM nos exercícios de meio agachamento, extensão do joelho, flexão do joelho e supino. Os resultados mostraram que, no teste de 1RM, ambos os grupos de treino aumentaram a força significativamente, porém não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre eles. Por outro lado, nos protocolos isométrico e isocinético, o grupo que treinou 2 vezes por semana, obteve incrementos superiores ao grupo que treinou 3 vezes, mostrando um efeito diferenciado do volume de treinamento na força isométrica e isocinética, comparados com a força produzida em testes de 1RM, o que, segundo os autores tem uma origem neural, uma vez que o padrão de recrutamento das unidades motoras é diferente entre os protocolos estático e dinâmico.

O *American College of Sports Medicine* sugere a execução de 8 a 10 exercícios que abranjam os maiores grupos musculares, com realização de 2 a 3 treinos semanais. Em cada exercício, uma série de 8-12 repetições é recomendada (10-15 para indivíduos idosos). No entanto, o treinamento com



séries únicas parece ser apropriado apenas para indivíduos destreinados, uma vez que a realização de múltiplas séries apresenta efeitos benéficos mais pronunciados em indivíduos habituados ao treinamento de força (Pollock *et al.*, 1998; Paulsen, 2003). Na realidade, para uma progressão ótima do treinamento, em que um melhor condicionamento músculo-esquelético é desejado, sessões de treino com séries múltiplas são essenciais (Kraemer *et al.*, 2000, Marx *et al.*, 2001, Pausen *et al.*, 2003). No entanto, é importante salientar que, mesmo utilizando métodos de treino apropriados, o nível de treino inicial dos indivíduos (iniciante ou experiente) influencia a extensão dos efeitos do treinamento (Kraemer *et al.*, 2002). Kraemer *et al.* (2002) ao revisar diversos estudos com indivíduos com diferentes níveis de treino, observou que, enquanto indivíduos sedentários submetidos a um treinamento de força de alta intensidade podem aumentar a força muscular em aproximadamente 40%, indivíduos treinados e atletas de elite obtêm aumentos de apenas 16% e 2%, respectivamente.

Considerando o volume semanal, as diferenças encontradas no treino de 2 ou 3 vezes por semana no estudo de Carrol *et al.* (1998), foram atribuídas a fatores neurais e não ao volume semanal de treino. Além disso, outros estudos mostram resultados em que um maior volume semanal de treino resulta em maiores incrementos de força (Gregory, 1981; Hunter, 1985). Portanto, a questão necessita de alguns esclarecimentos e um maior número de estudos que avaliem essa variável na população idosa. Porém, no presente estudo, visando uma melhor distribuição das sessões de treino, ou seja, intervalos semelhantes entre as sessões, foram ministrados 3 treinos semanais.

### **2.3.3 Periodização do treinamento**

Existem diferentes formas de distribuição dos volumes e intensidades de treino (Baker *et al.*, 1994). De acordo com Baker *et al.*, (1994), existem 3 estruturas de treinamento distintas:

*a. Treinamento não-periodizado:* método tradicional em que o volume e a intensidade relativa não variam. Essa estrutura é tipicamente caracterizada pela realização de 3 séries de 6 RM. Essa forma de treinamento é a mais tradicional e pode ser exemplificada em dois estudos (Frontera *et al.*, 1988;

Frontera, 1990) em que são realizadas 3 séries de 8 repetições com 80% de 1RM.

*b. Treinamento com periodização linear:* a estrutura é caracterizada por um grande volume inicial com uma intensidade moderada (5 x 10RM) com aumentos progressivos na intensidade e diminuição do volume até a obtenção de um pico de intensidade (3 x 1-3RM), em um ciclo de 10-12 semanas. Embora existam algumas variações durante as semanas, elas são mais sutis do que o método ondulado. Hipotetiza-se que esse tipo de metodologia, no período inicial (alto volume), enfatiza o aspecto morfológico, visualizado pelos aumentos da massa magra. No entanto, com o aumento da intensidade, o aspecto neural seria priorizado (Baker *et al.*, 1994). Embora Pearson *et al.* (2000) sugiram progressões nos volumes e intensidades um pouco diferentes (3 x 8-12RM → 3 x 5-6RM), apontam a mesma justificativa (fator morfológico x neural) de Baker *et al.* (1994) para esse modelo de treino.

*c. Treinamento com periodização ondulada:* caracterizados por uma variação mais acentuada do volume e da intensidade, os métodos não-lineares se diferenciam da periodização linear por conterem, em uma mesma semana, sessões de treino com objetivos diferentes (Baker *et al.*, 1994, Marx *et al.*, 2001), visando desenvolver força e hipertrofia muscular simultaneamente. Essa metodologia baseia-se na hipótese de que curtos períodos de treinamento com alta intensidade, alternados com períodos com alto volume, podem minimizar a possibilidade de fadiga neural, quadro que comprometeria os ganhos de força.

A superioridade do treinamento periodizado tem sido sugerida em estudos controlados (Willoughby, 1993; Kraemer *et al.*, 2000; Marx *et al.*, 2001). No entanto, outros trabalhos não demonstraram nenhuma diferença nos efeitos proporcionados pelo treinamento periodizado comparado ao treinamento não-periodizado (Baker *et al.*, 1994). Essas discrepâncias podem ser explicadas pelo fato dos trabalhos que não apontam vantagens no treinamento periodizado, controlarem o volume de treino nas metodologias utilizadas (Fleck, 1999), ou seja, todos métodos avaliados têm o mesmo volume e, conseqüentemente, não poderiam apresentar diferenças. Isso por que os treinamentos periodizados lineares e não-lineares visam fornecer um maior volume de treino, comparado ao treinamento tradicional, sem o risco de

ocorrência de “sobretreinamento”, mais conhecido com *overtraining* (Fleck, 1999).

## **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

Este estudo caracteriza-se como sendo do tipo quase-experimental, no modelo comparativo, visando a análise de dois treinamentos de força diferenciados e compará-los com indivíduos que não treinaram.

### **3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA**

#### **3.2.1. População**

A população foi constituída por mulheres pós-menopáusicas que realizam reposição hormonal e que não realizam reposição hormonal (estrogênio ou progesterona), com osteoporose ou osteopenia, quadros que foram identificados a partir dos exames de densitometria óssea, prévios ao treinamento.

#### **3.2.2. Amostra**

A amostra foi obtida através de cartazes de divulgação colocados no parque municipal do Ararigbóia e na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEF/UFRGS). A amostra é não-probabilística voluntária e foi constituída por 36 mulheres sem histórico de lesão neuromuscular, fisicamente ativas, porém sem a prática de nenhum tipo de treinamento sistemático, aeróbio ou com pesos, nos 6 meses anteriores à seleção. O número da amostra foi considerado apropriada devido ao baixo coeficiente de variação das variáveis que caracterizavam esses indivíduos (item 4.4.2).

Como critério de inclusão do estudo, além da caracterização de osteopenia ou osteoporose, foi determinado que apenas mulheres sem problemas cardíacos participariam como amostra. Para isso, no processo de

seleção, foi solicitada a realização de um eletrocardiograma de esforço realizado em esteira rolante.

Cada indivíduo foi informado sobre os procedimentos metodológicos desse estudo através de uma entrevista individual e leitura de um termo de consentimento (anexo A) que foi assinado por cada participante. Posteriormente, a amostra foi dividida, aleatoriamente, em 3 grupos:

1. *Grupo de treinamento de força (GF)* →  $n = 12$
2. *Grupo de treinamento em circuito (GC)* →  $n = 12$
3. *Grupo controle (GCON)* →  $n = 12$

A reposição hormonal (RH) dos indivíduos não foi controlada pelos pesquisadores. Porém, como a amostra apresentou casos com reposição e sem reposição hormonal, prescrita conforme o médico de cada indivíduo, esse aspecto foi considerado uma covariante, isso porque a RH interfere na densidade mineral óssea (Vincent & Braith, 2002) e assim pudemos isolar a possibilidade de algum efeito desse tratamento na amostra desse estudo. Mesmo sem o controle rigoroso da reposição hormonal, as quantidades administradas foram conhecidas a partir dos medicamentos e da dosagem prescrita para cada indivíduo, através do contato com o médico responsável por cada prescrição. Esse controle, embora limitado, tem sido utilizado em alguns estudos (Teixeira *et al.*, 2003; Cussler, *et al.*, 2003) e por isso foi adotado na presente metodologia.

Esse estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e aprovado em junho de 2003 (Anexo E).

### 3.3 VARIÁVEIS

#### 3.3.1 Variáveis dependentes

- ⇒ força muscular isométrica (FI);
- ⇒ força muscular dinâmica de membros inferiores (FMI);
- ⇒ força muscular dinâmica de membros superiores (FMS);
- ⇒ ativação do músculo vasto lateral ( $EMG_{Vlat}$ );
- ⇒ ativação do músculo vasto medial ( $EMG_{Vmed}$ );
- ⇒ ativação do músculo quadríceps: representa a média de  $EMG_{Vlat}$  e  $EMG_{Vmed}$  ( $EMG_{Quad} = (EMG_{Vlat} + EMG_{Vmed})/2$ );
- ⇒ consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ );
- ⇒ tempo de exaustão em esteira (TE);
- ⇒ densidade mineral óssea L2-L4 ( $DMO_{L2L4}$ );
- ⇒ densidade mineral óssea do trocânter do fêmur ( $DMO_{troc}$ );
- ⇒ densidade mineral óssea intertrocanteriana ( $DMO_{inter}$ );
- ⇒ densidade mineral óssea do colo do fêmur ( $DMO_{colo}$ );
- ⇒ densidade mineral óssea do triângulo de ward ( $DMO_{ward}$ ).

#### 3.3.2 Variáveis independentes

- ⇒ treinamento de força;
- ⇒ treinamento em circuito;

#### 3.3.3 Variáveis para caracterização da amostra

- ⇒ estatura (EST);
- ⇒ idade (I);
- ⇒ massa corporal (MC);
- ⇒ massa magra (MM);
- ⇒ massa gorda (MG);
- ⇒ somatório de dobras 7 cutâneas: peitoral, subescapular, tricipital, supra-íliaca, coxa, abdominal e axilar (DC).

### 3.4. TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

O treinamento teve a duração de 24 semanas sendo estas divididas em 3 mesociclos de 8 semanas. O treinamento dos grupos GF e GC foi realizado três vezes por semana e em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras).

No 1º mês do 1º mesociclo, o GF e o GC tiveram o mesmo objetivo, o desenvolvimento de resistência muscular localizada (RML). Por isso, trabalharam com a mesma intensidade de treino (quadro 1), porém com seus métodos característicos, força e circuito, separadamente. No 2º mês do 1º mesociclo, os grupos experimentais tiveram suas cargas adaptadas para o objetivo de cada treino, processo que se manteve no decorrer dos mesociclos posteriores. As 24 semanas de treinamento foram periodizadas de forma linear, ou seja, com o decorrer do treinamento houve um aumento da intensidade de treinamento, com uma redução do volume (Baker *et al.*, 1994). No entanto, os microciclos, compostos por 3 sessões de treino, foram periodizados de forma ondulada, variando a intensidade e o volume de cada exercício a cada sessão de treino (Marx *et al.*, 2001). As intensidades e os volumes de treino das 24 semanas podem ser visualizadas no quadro 1 e na figura 1, enquanto que um exemplo da periodização ondulada, utilizada nos microciclos, pode ser visualizado no figura 2.

Quadro 1 – Periodização das 24 semanas de treinamento dos grupos GF e GC.

		TC		TF	
		<i>volume</i>	<i>intensidade</i>	<i>volume</i>	<i>intensidade</i>
1º Mesociclo	Semanas 1-4	2 x 20-15	35-45% 1RM	2 x 20-15	35-45% 1RM
	Semanas 5-8	2 x 20-15	45-50% 1RM	2 x 15-12	50-60% 1RM
2º Mesociclo	Semanas 9-12	3 x 15-12	45-50% 1RM	3 x 12-10	55-65% 1RM
	Semanas 13-16	3 x 15-12	50-55% 1RM	3 x 12-10	60-70% 1RM
3º Mesociclo	Semanas 17-20	3 x 12-10	50-55% 1RM	3 x 10-8	65-75% 1RM
	Semanas 21-24	3 x 12-10	55-60% 1RM	4 x 8-6	70-80% 1RM

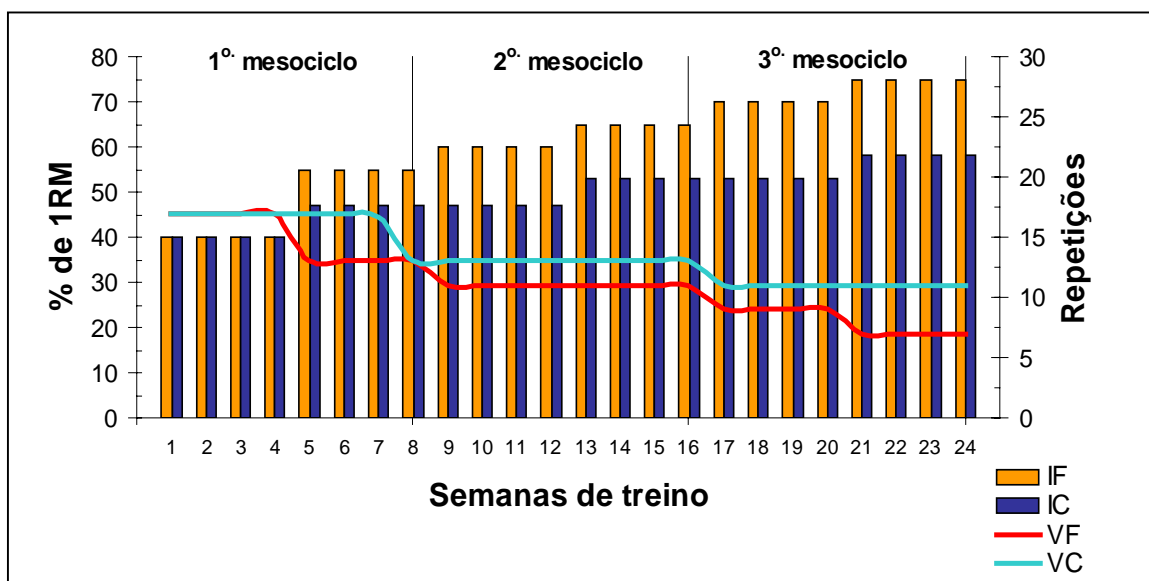


Figura 1 – Periodização das 24 semanas de treinamento dos grupos GF e GC. O gráfico ilustra os 3 mesociclos de treinamento em que são visualizadas as intensidades (IF e IC) e volumes (VF e VC) utilizados nos grupos GF e GC, em cada semana de treino.

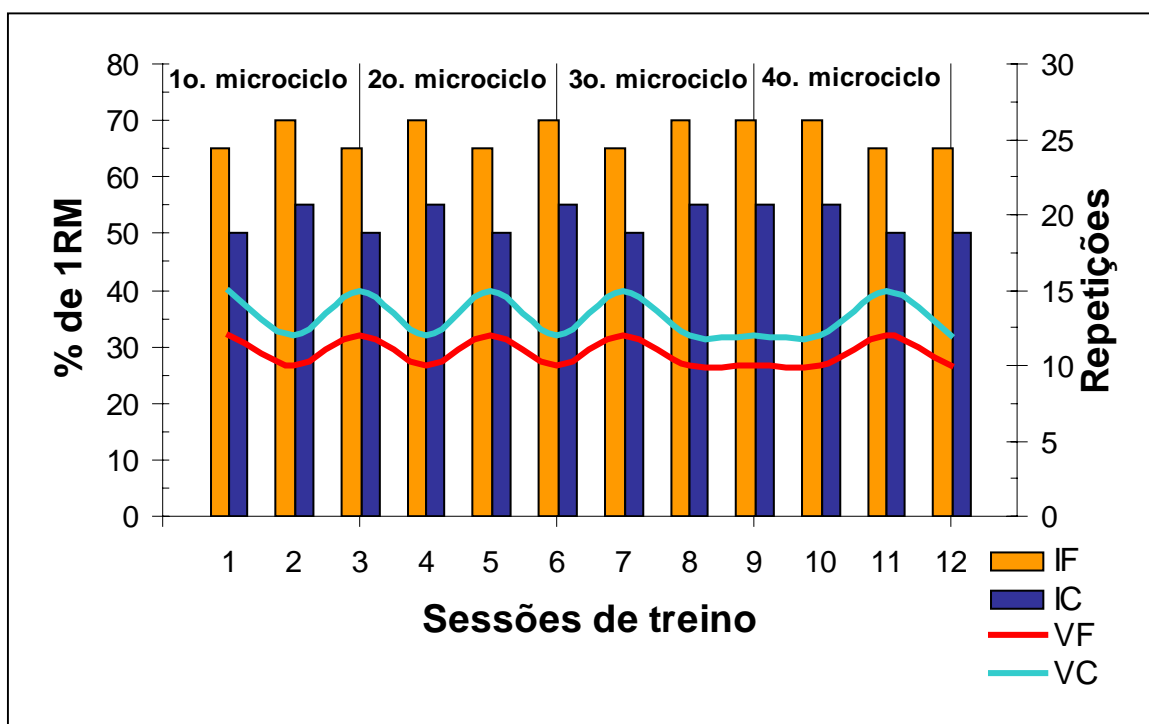


Figura 2 – Exemplo da periodização ondulada utilizada em cada microciclo. O gráfico ilustra 4 microciclos do 2º. mesociclo de treinamento em que são visualizadas as intensidades (IF e IC) e volumes (VF e VC) utilizados nos grupos GF e GC, em cada sessão de treino.



### 3.4.1 Sessões de Treino

As sessões de treino tiveram a duração de 1 hora. No início de cada sessão, os indivíduos realizaram um aquecimento geral em esteira rolante ou cicloergômetro, durante 5 minutos, seguido de exercícios de flexibilidade para membros inferiores e superiores (Anexo B). Como observado na figura 2 (item 6.4), a intensidade e o volume utilizados variavam em cada sessão de treino. Dessa forma, cada indivíduo utilizava uma planilha contendo os dois treinos (treino A e B) com os volumes e intensidades do mesociclo (Anexo D).

#### 3.4.1.1. Exercícios utilizados

Após o aquecimento, cada indivíduo realizou o treinamento propriamente dito, que teve a escolha dos exercícios e sua execução, baseada nas seguintes recomendações, propostas por Evans (1999):

1. *exercícios*: direcionados para os grandes grupos musculares, envolvendo as regiões dos ombros, braços, coluna, quadris e pernas;
2. *execução*: cada repetição deve ser executada lentamente, visando a amplitude completa do movimento, com as fases concêntrica e excêntrica durando aproximadamente 2-3 segundos e 4-6 segundos, respectivamente;
3. *respiração*: ativa, caracterizada pela inspiração durante a fase concêntrica e expiração durante a fase excêntrica, com o cuidado de evitar a execução da manobra de vasalva.

Foram então selecionados dez exercícios que envolvessem os principais grupos musculares e articulações dos indivíduos, e são listados abaixo:

#### - **Exercício para membros inferiores**

1. *leg-press* (pressão de pernas)

- grupos musculares envolvidos: músculos extensores do joelho e extensores do quadril<sup>3</sup>;
- articulações envolvidas: joelho e quadril.

#### 2. *adução do quadril* (cadeira adutora)

- grupos musculares envolvidos: músculos adutores e rotadores internos do quadril;
- articulação envolvida: quadril.

#### 3. *abdução do quadril* (cadeira abduutora)

- grupos musculares envolvidos: músculos abdutores e rotadores externos do quadril;
- articulação envolvida: quadril.

#### 4. *extensão do joelho*

- grupo muscular envolvido: músculos extensores do joelho;
- articulação envolvida: joelho.

### - **Exercícios para membros superiores**

#### 5. *voador*

- grupos musculares envolvidos: músculos flexores horizontais do ombro.
- articulação envolvida: ombro.

#### 6. *voador invertido*

- grupo muscular envolvido: músculos extensores horizontais dos ombros;
- articulação envolvida: ombro.

#### 7. *rosca bíceps*

- grupo muscular envolvido: músculos flexores do cotovelo;
- articulação envolvida: cotovelo.

---

<sup>3</sup> Em exercícios de cadeia cinética fechada os isquiotibiais atuam como extensores do quadril e não como flexores do joelho (Smith, 1997).

8. *rosca tríceps.*

- grupo muscular envolvido: músculos extensores do cotovelo;
- articulação envolvida: cotovelo.

9. *flexão do tronco*

- grupo muscular envolvido: músculos flexores da coluna;
- articulação envolvida: coluna.

10. *extensão do tronco*

- grupo muscular envolvido: músculos extensores da coluna;
- articulação envolvida: coluna.

### 3.4.1.2. Tipos de treino

Em cada grupo experimental, a ordem de execução dos exercícios foi a mesma, alternada por segmento<sup>6</sup>, porém, o método foi diferenciado: treinamento de força ou treinamento em circuito.

**Treinamento de força** – os exercícios foram executados isoladamente, ou seja, após a realização de todas as séries do mesmo exercício, o indivíduo passava ao próximo, e assim sucessivamente (figura 3). Entre cada série, o indivíduo descansava aproximadamente 2 minutos. No entanto, ao término da última série do exercício, ele poderia passar para o seguinte sem intervalos.

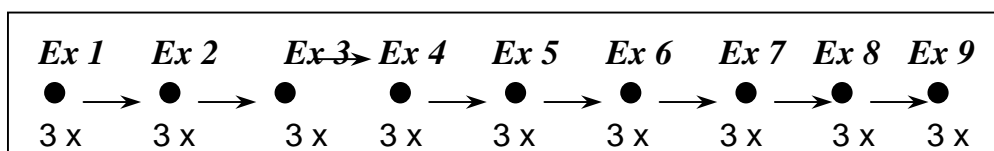


Figura 3 – Esboço da transição dos exercícios no grupo de treinamento de força.

Foram compostas duas turmas de alunos, cada uma, com seis indivíduos. Os exercícios anteriormente citados foram executados em uma ordem diferente

<sup>6</sup> Exercícios executados alternando membros inferiores e membros superiores (Fleck & Kraemer, 1999).

por cada indivíduo e, em cada mudança de mesociclo, a ordem era alterada. Sendo assim, inicialmente, cada indivíduo realizou os exercícios na seguinte seqüência:

**Indivíduo 1**

1. Leg-Press
2. Voador
3. Abdução do quadril
4. Rosca bíceps
5. Extensão do joelho
6. Voador invertido
7. Adução do quadril
8. Rosca tríceps
9. Flexão do tronco
10. Extensão do tronco

**Indivíduo 2**

1. Extensão do tronco
2. Leg-Press
3. Voador
4. Abdução do quadril
5. Rosca bíceps
6. Extensão do joelho
7. Voador invertido
8. Adução do quadril
9. Rosca tríceps
10. Flexão do tronco

**Indivíduo 3**

1. Flexão do tronco
2. Extensão do tronco
3. Leg-Press
4. Voador
5. Abdução do quadril
6. Rosca bíceps
7. Extensão do joelho
8. Voador invertido
9. Adução do quadril
10. Rosca tríceps

**Indivíduo 4**

1. Adução do quadril
2. Rosca tríceps
3. Flexão do tronco
4. Extensão do tronco
5. Leg-Press
6. Voador
7. Abdução do quadril
8. Rosca bíceps
9. Extensão do joelho
10. Voador invertido

**Indivíduo 5**

1. Voador invertido
2. Adução do quadril
3. Rosca tríceps
4. Flexão do tronco
5. Extensão do tronco
6. Leg-Press
7. Voador
8. Abdução do quadril
9. Rosca bíceps
10. Extensão do joelho

**Indivíduo 6**

1. Extensão do joelho
2. Voador invertido
3. Adução do quadril
4. Rosca tríceps
5. Flexão do tronco
6. Extensão do tronco
7. Leg-Press
8. Voador
9. Abdução do quadril
10. Rosca bíceps

**Treinamento em circuito** – Os exercícios foram executados através de estações com dois exercícios alternando membros inferiores e superiores. O tempo de intervalo entre cada série e entre cada exercício foi apenas o necessário para o deslocamento de um aparelho para o outro. Após a realização das séries da primeira estação, o indivíduo passava para a segunda estação e assim, sucessivamente (figura 4).

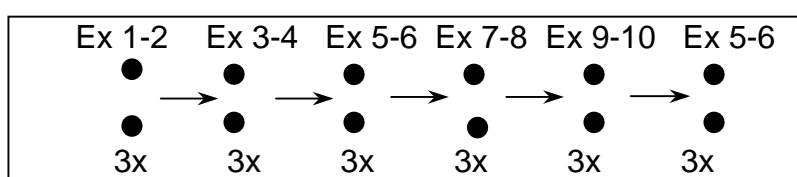


Figura 4 – Esboço da transição dos exercícios no grupo de treinamento em circuito.

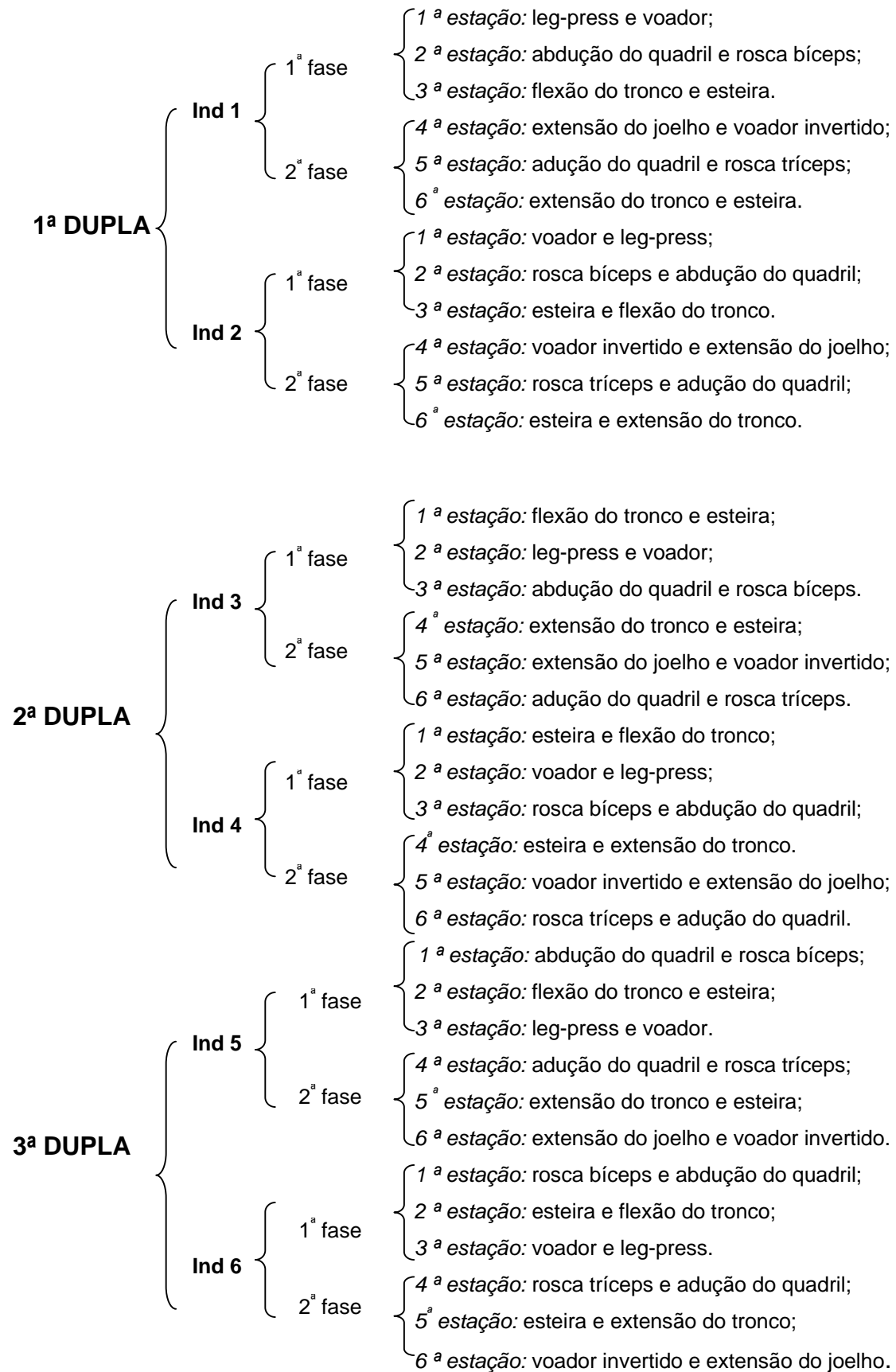
Em cada estação, dois indivíduos se revezavam nos exercícios, formando uma dupla que passava pelas mesmas estações, ao mesmo tempo. Cada turma foi composta por 6 indivíduos, sendo então formadas 3 duplas que trocavam de estações simultaneamente. Caso alguma dupla finalizasse uma estação antes da próxima estar disponível, ela participava de um repouso ativo em esteira, com a mesma intensidade utilizada na estação em que esse exercício era realizado, até que a estação seguinte pudesse ser ocupada.

Devido ao fato dos exercícios de abdução do quadril e adução do quadril, assim como, voador e voador invertido, serem realizados em um mesmo equipamento, cada sessão de treino teve que ser dividida em duas fases, com as seguintes estações:

1ª fase { 1ª estação: leg-press e voador;  
2ª estação: abdução do quadril e rosca bíceps;  
3ª estação: flexão do tronco e esteira.

2ª fase { 4ª estação: extensão do joelho e voador invertido;  
5ª estação: adução do quadril e rosca tríceps;  
6ª estação: extensão do tronco e esteira.

Sendo assim, em cada sessão de treino, as duplas e exercícios estavam dispostos da seguinte forma:



### **3.5. INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

Foram utilizados os seguintes instrumentos do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da UFRGS. Os instrumentos serão citados e descritos, de acordo com sua aplicação.

#### **3.5.1. Composição corporal**

Foi utilizado um plicômetro da marca LANGE, com resolução de 1mm.

#### **3.5.2. Perímetros**

Foi utilizada uma fita métrica metálica flexível da marca SANNY (2 metros), com resolução de 1 mm.

#### **3.5.3. Massa corporal**

Foi utilizada uma balança analógica da marca FILIZOLA, com resolução de 0,1 kg.

#### **3.5.4. Estatura**

Foi utilizado um estadiômetro da marca FILIZOLA, com resolução de 1mm.

#### **3.5.5. Força muscular dinâmica (1RM)**

*Extensão do joelho:* foi utilizado o equipamento de musculação “cadeira extensora” da marca SCULPTOR light, com resolução de 1 kg.

*Flexão do cotovelo:* foram utilizados halteres com variação de 0,5 kg.

Para o controle da velocidade de movimento durante o teste, foi utilizado um metrônomo da marca QUARTZ com resolução de 1Hz.

#### **3.5.6. Força muscular isométrica**

Foi utilizado um dinamômetro isocinético da marca CYBEX, modelo NORM (Lumex & Co., Ronkonkoma, Nova Iorque, EUA).

### 3.5.7. Treinamento

Todos os equipamentos de musculação que foram utilizados nas sessões de treino são da marca SCULPTOR light e tinham a resolução de 1kg. Os exercícios selecionados são descritos no item 3.4.1.1.

### 3.5.8. Consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx.}}$ )

#### 3.5.7.1. Esteira Rolante

Foi utilizada uma esteira rolante da marca INBRAMED, modelo 10200 ATL, com resolução de velocidade e inclinação de  $0,1 \text{ km.h}^{-1}$  e 1%, respectivamente.

#### 3.5.7.2. Ergoespirômetro

Foi utilizado um ergoespirômetro (analisador de gases) da marca MEDICAL GRAPHICS CORPORATION, modelo *Cardiopulmonary Exercise System Cpx* (St. Paul, EUA). Este aparelho coleta amostras do gás expirado com a possibilidade de armazenamento dos dados adquiridos em cada respiração (*breath-by-breath*).

### 3.5.9. Frequência cardíaca

Foi utilizado um freqüencímetro da marca POLAR, modelo S610, com as seguintes funções:

- mensuração da frequência cardíaca online, com determinação das frequências cardíacas máxima e média de cada volta;
- cronômetro com indicador de tempo parcial e por volta;
- limites de zona-alvo ajustáveis com alarme sonoro e luminoso;
- resistente à água até 20 metros.

### 3.5.10. Densidade mineral óssea (DMO)

Foi utilizado um equipamento DXA da marca HOLOGIC, modelo QDR-4500A. Esse equipamento tem as seguintes especificações:

*Erro de medida:* < 1%.

*Calibração:* automática, realizada através de dados de referência pré-estabelecidos (*HOLOGIC Internal Reference System*).



*Hardware:* Computador Desktop Pentium III 800Mhz, 128Mb RAM, 4Mb de vídeo (onboard), monitor 17" com resolução de 1280 x 1024.

*Software:* QDR para o sistema operacional Windows.

### 3.5.11. Ativação muscular

Foi utilizado um eletromiógrafo BORTEC (Canadá), acoplado a um computador desktop pentium 200Mhz, 32Mb RAM, 2Mb de vídeo e um monitor da marca SONY, modelo TRINITRON (figura 5). Para a coleta, foram utilizados eletrodos de superfície da marca NORAXON modelo 272 (figura 6) com as seguintes características:

Comprimento geral: 4 cm

Largura: 2,2 cm

Diâmetro da área condutora de cada eletrodo: 1 cm.

Distância entre-eletrodos: 2 cm.



Figura 5 – Eletromiógrafo e CPU.



Figura 6 – Eletrodos de superfície NORAXON #272.

## 3.6 TESTES

No início do treinamento e ao final de cada mesociclo de 8 semanas (semanas 0, 8, 16 e 24), foram realizadas as avaliações da força muscular dinâmica e estática, e da ativação muscular (itens 3.7.3, 3.7.4, respectivamente).

As avaliações da composição corporal, do  $VO_{2\text{máx}}$  e da DMO (itens 3.7.1, 3.7.5, e 3.7.6) foram realizadas apenas antes e ao final do treinamento (semanas 0 e 24).

### 3.6.1 Composição corporal

A fim de verificar possíveis alterações na composição corporal da amostra durante o período de treinamento, foram utilizados os protocolos de dobras cutâneas propostos por Jackson & Pollock (1978) e Jackson *et al.* (1980) que possibilitam o cálculo da densidade corporal (DC) de cada indivíduo. Posteriormente, a composição corporal de cada indivíduo foi estimada através da fórmula de Siri apud Heyward & Stolarczyk (2000).

### 3.6.2 Força muscular dinâmica (1RM)

Para a mensuração de possíveis incrementos na força muscular dinâmica durante o período de treinamento, os grupos GF e GC foram submetidos a um teste de força máxima (1RM) nos exercícios extensão do joelho (Ploutz-Snyder & Giamis, 2001) e flexão do cotovelo (Moritani & De Vries, 1979) no início e no final de cada mesociclo, enquanto o GC realizou esse teste apenas antes e após o período de treino (semanas 0 e 24). O teste de 1RM caracteriza-se pela maior carga que pode ser suportada em uma repetição de um determinado exercício (Ploutz-Snyder & Giamis, 2001). Nos grupos GF e GC, essa avaliação teve como objetivo adicional a modulação da carga de treino. Esse teste foi escolhido devido a sua utilização em diversas populações (Ploutz-Snyder & Giamis, 2001).

A modulação da carga dos grupos GF e GC nos demais exercícios foi realizada através do teste de 1RM estimado, de acordo com o protocolo proposto por Lombardi (1989) (Quadro 2).

Quadro 2 – Constantes para a estimativa de 1RM a partir do número de repetições executadas, propostas por Lombardi (1989).

Repetições	constantes
1	1
2	1,07
3	1,1
4	1,13
5	1,16
6	1,2
7	1,23
8	1,27
9	1,32
10	1,36

### **3.6.3. Força muscular isométrica**

A força muscular isométrica foi representada pelos valores de torque (N.m) coletados no dinamômetro isocinético. Paralelamente, a ativação muscular foi avaliada através o sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos vasto lateral e vasto medial da coxa direita.

### **3.6.4. Consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ) e tempo de exaustão (TE)**

O  $VO_{2m\acute{a}x.}$  e o TE foram obtidos no mesmo teste, que foi realizado em esteira rolante, com característica progressiva, e semelhante ao protocolo utilizado por De Vito *et al.* (1997), em indivíduos idosos ( $63,5 \pm 3$  anos).

### **3.6.5. Densidade mineral óssea (DMO)**

A DMO das vértebras lombares (L2-L4), quadril direito, trocânter e colo do fêmur direito) foi analisada através de densitometria óssea.

## **3.7 PROTOCOLOS**

### **3.7.1 Composição corporal**

Cada indivíduo foi instruído a comparecer no local da avaliação com trajes de banho (duas peças). Inicialmente, cada indivíduo teve sua massa corporal e estatura mensuradas. Posteriormente, as dobras cutâneas selecionadas foram marcadas de acordo com o posicionamento proposto por Heyward & Stolarczyk (2000). As dobras foram medidas em forma de circuito, totalizando, no máximo, 3 medidas de cada dobra cutânea. No entanto, se as duas primeiras medidas fossem iguais, a terceira medida não era efetuada.

### 3.7.2 Reprodutibilidade do sinal EMG

Alguns autores questionam a utilização da EMG de superfície para a análise de sua amplitude em aquisições realizadas em diferentes ocasiões (Enoka, 1988; De Luca, 1997). Isso porque existem dificuldades metodológicas que, se não controladas, acarretam em erros de medida, impossibilitando a análise dessa variável. Com a finalidade de verificar a reprodutibilidade do sinal EMG com a metodologia proposta, inicialmente, três indivíduos realizaram um protocolo isométrico (item 3.7.3) com diferentes percentuais da força máxima (20, 40, 60, 80 e 100%) em dias diferentes, sendo o músculo vasto lateral analisado nessas avaliações. Após a análise dos dados (item 3.8.1), verificou-se uma correlação altamente significativa ( $r = 0,972$ ,  $p < 0,01$ ) nos valores de teste e re-teste (figura 7), ou seja, os valores obtidos nas duas avaliações foram semelhantes, sugerindo a possibilidade da utilização da metodologia proposta para a análise da ativação muscular no decorrer do treinamento.

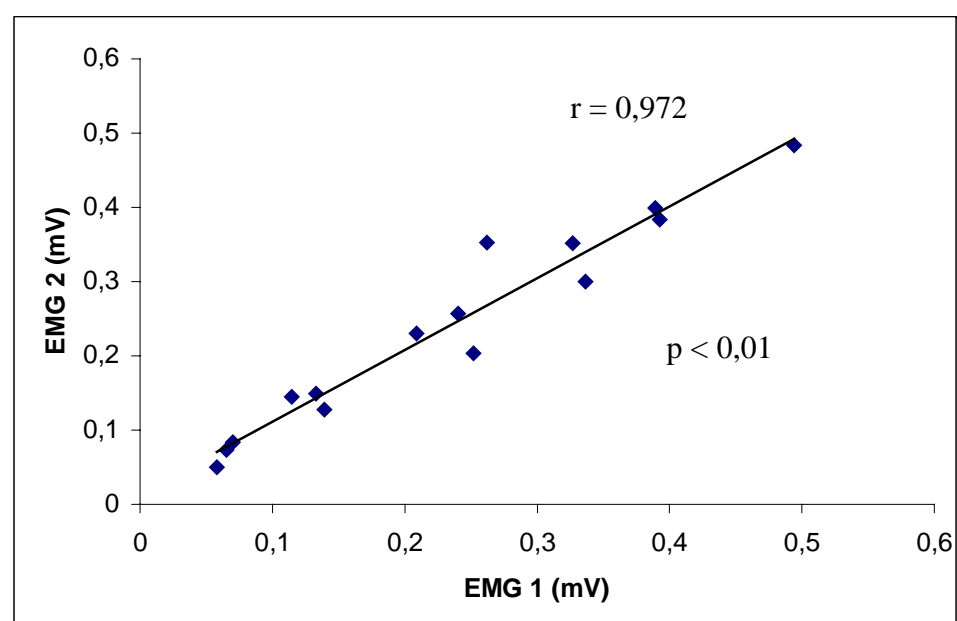


Figura 7 – Valores *root mean square* (mV) do sinal eletromiográfico do músculo VL, obtidos na primeira (EMG1) e na segunda (EMG2) avaliação.

### 3.7.3 Força isométrica e ativação muscular

Após a mensuração da massa corporal, da estatura e das dobras cutâneas, o indivíduo foi submetido à preparação para a aquisição do sinal EMG. Em um primeiro momento, foi feita a raspagem dos pêlos e limpeza da pele onde os eletrodos seriam

colocados, por abrasão com algodão umedecido em álcool em gel. Os eletrodos de superfície foram então posicionados, em configuração bipolar, longitudinalmente à direção das fibras musculares, no ventre dos músculos vasto lateral e vasto medial, de acordo com as recomendações propostas por Basmajian & De Luca (1997) e Pincivero *et al.* (2001). A distância entre os eletrodos é fixa em 2 cm, característica do modelo de eletrodo utilizado (NORAXON, modelo #242) e, em cada coleta, o nível de resistência entre os eletrodos foi medido, controlado e mantido abaixo de 3000 Ohms (Narici *et al.*, 1989), através de verificação feita por um multímetro. Um eletrodo de referência foi colocado na tuberosidade da tíbia da perna direita. O posicionamento dos eletrodos foi marcado na pele com caneta tipo “marcador para retroprojektor” (figuras 8, 9, 10 e 11) a fim de certificar o mesmo posicionamento dos eletrodos durante todo o período de treinamento (Hakkinen & Komi, 1983). Para isso, as marcas foram refeitas semanalmente.



Figura 8 – Marcação do posicionamento do eletrodo bipolar no músculo vasto medial da coxa direita.

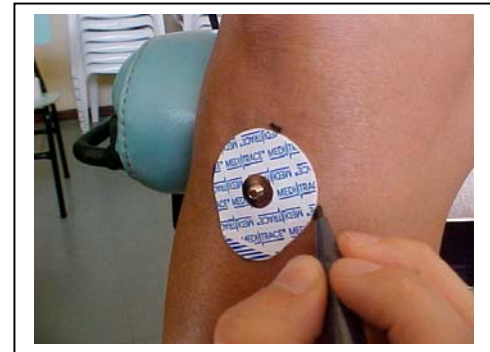


Figura 9 – Marcação do posicionamento do eletrodo de referência na tuberosidade da tíbia da perna direita.



Figura 10 – Marcas do posicionamento do eletrodo bipolar no músculo vasto medial.



Figura 11 – Marcas do posicionamento do eletrodo de referência na tuberosidade da tíbia da perna direita.

Após a preparação e posicionamento dos eletrodos, cada indivíduo foi posicionado na cadeira do dinamômetro isocinético e fixado através de faixas que

passavam pelo tórax e pelve. Os quadris e os joelhos permaneceram nos ângulos de 110° e 107°, respectivamente (Hakkinen *et al.*, 1996) e a articulação do joelho foi alinhada com o eixo de rotação do dinamômetro. No protocolo propriamente dito, semelhante ao utilizado por Moritani & De Vries (1979) e Rabita *et al.*, (2000), foram realizadas 3 contrações voluntárias máximas (CVMs), tendo cada uma, a duração de 3 segundos. A CVM com maior pico de torque foi utilizada para o cálculo dos diferentes percentuais da força isométrica máxima (20, 40, 60 e 80% da CVM) que, posteriormente, foram executadas durante 4 segundos e mantidas através de *feedback* visual proporcionado por um osciloscópio. Entre cada CVM e entre as quatro contrações sub-máximas, foram ministrados períodos de intervalo de 2 minutos para evitar os efeitos da fadiga muscular.

O torque (Nm) dos músculos extensores do joelho foi obtido através dos valores registrados pelo dinamômetro e transmitidos, simultaneamente ao sinal EMG coletado pelo eletromiógrafo, para um conversor analógico/digital (A/D) e para o osciloscópio. O conversor A/D transmitia os dados (sinal eletromiográfico e torque) para uma única placa de aquisição, possibilitando o armazenamento dos dados obtidos em diferentes instrumentos e medida em um mesmo arquivo. O programa CODAS de aquisição de dados, possibilitou a visualização online das avaliações, assim como a gravação dos arquivos de cada indivíduo avaliado. A aquisição das curvas de torque,  $EMG_{Vlat}$  e  $EMG_{Vmed}$  foi efetuada com uma frequência de amostragem de 2000Hz (De Luca, 1997) e, especificamente para o sinal EMG, foram utilizados “ganhos” variando entre 1000 e 2000.

#### **3.7.4 Força muscular dinâmica (1RM)**

Para minimizar os efeitos do aprendizado dos exercícios, antes dos testes, cada indivíduo participou de 3 sessões de familiarização com os exercícios propostos para o treinamento (item 3.4.1.1), e com o tempo de execução de cada fase do exercício (concêntrica e excêntrica), conforme as recomendações propostas por Ploutz-snider & Giamis (2001) e Campos *et al.*(2002). Posteriormente, foram realizados, em uma única sessão, os testes de 1RM para os flexores do cotovelo e os extensores do joelho, nos exercícios rosca bíceps e extensão do joelho, respectivamente. Em cada um dos testes, foi utilizado um percentual da massa corporal para o cálculo da carga teste, percentuais propostos por Baechle & Groves (2000). No exercício rosca bíceps a carga teste correspondeu a 20% da massa

corporal, enquanto na extensão do joelho, a carga correspondeu a 25%. Após a seleção da carga, cada indivíduo deveria realizar o maior número possível de repetições de cada exercício. Após a execução do teste, conforme o número de repetições realizadas, a carga era redimensionada através dos valores propostos por Lombardi (1989) (Quadro 2), a fim de estimar a carga de 1RM. O teste era novamente realizado para a verificação do número de repetições realizadas com a carga redimensionada e, se esta não fosse equivalente ao máximo do indivíduo, uma terceira, e última, tentativa era executada. Entre cada tentativa, foi ministrado um intervalo de 2 minutos, tempo adequado para que as reservas energéticas de creatina-fosfato sejam restauradas (Smith *et al.*, 1998). Caso o 1RM não fosse encontrado nessa ocasião, um novo teste era realizado com um intervalo de 48 horas (Ploutz-snider & Giamis, 2001). Em cada tentativa, as fases concêntrica e excêntrica tiveram a duração de 2 segundos, cada uma, controladas com o auxílio de um metrônomo.

O teste de 1RM estimado, utilizado nos outros exercícios, seguiu os mesmos procedimentos do teste de 1RM, em relação à modulação da carga inicial e redimensionamento das mesmas. No entanto, quando o número de repetições máximas ficasse abaixo de 10, o valor da carga utilizada era corrigida pela respectiva constante da tabela de Lombardi (1989) e a carga redimensionada era assumida como o valor de 1RM naquele exercício, sem que uma nova tentativa fosse realizada.

### **3.7.5 Consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx.}$ ) e tempo de exaustão (TE)**

Além do protocolo, serão apresentados todos os procedimentos realizados, que consistiram em:

- Familiarização com o protocolo;
- Calibração do ergoespirômetro;
- Teste máximo.

#### **3.7.5.1 Familiarização com o protocolo**

Antes dos testes, cada indivíduo participou de apenas uma sessão de familiarização com o protocolo e com a máscara (ou bocal) utilizada para a coleta dos gases, uma vez que, como no processo de seleção da amostra, todos os participantes realizaram um teste semelhante (item 3.2.2), esse foi assumido como a 1ª sessão de familiarização com esteira rolante.

A sessão de familiarização consistiu na execução dos seguintes procedimentos:

- a. Explicação do protocolo, salientando o seu caráter máximo, além da impossibilidade de falar durante o teste;
- b. Estabelecimento de sinais convencionados para a interrupção do teste, por iniciativa do indivíduo;
- c. Colocação da máscara;
- d. Execução dos 3 primeiros estágios do protocolo.

Ao final da familiarização, o teste máximo era agendado com um intervalo de, no mínimo, 48 horas.

#### **3.7.5.2 Calibração do ergoespirômetro**

Uma hora antes do início do primeiro teste de cada dia, o equipamento de ergoespirometria era ligado para aquecimento e estabilização das células de análise de gases para que, então, a calibração do equipamento fosse efetuada.

O procedimento de calibração foi adotado em todos os dias de teste. A calibração do ergoespirômetro incluiu procedimentos de calibração do pneumotacógrafo e do analisador de gases. Se, por qualquer razão, as condições do teste fossem alteradas durante o dia (por exemplo, alterações consideráveis na temperatura ou falta de energia elétrica), o procedimento completo era repetido.

#### **Procedimentos para calibração:**

a) *Informação das condições ambientais:* antes do início do processo de calibração eram informadas a temperatura ambiente, a pressão atmosférica e a umidade relativa do ar.

b) *Calibração do volume no pneumotacógrafo:* inicialmente, a calibração do volume zero no pneumotacógrafo era feita eletronicamente pelo sistema. Em seguida, era feita a calibração do volume com a execução de cinco injeções e ejeções de ar, em diferentes velocidades através do pneumotacógrafo, utilizando-se de uma seringa de 3 litros.

c) *Calibração do analisador de gases:* consistia no ajuste das concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> de acordo com as concentrações dos cilindros de referência (21% O<sub>2</sub> e nitrogênio para balanço) e de calibração (12% O<sub>2</sub>, 5,09% CO<sub>2</sub>, e nitrogênio para balanço), da empresa *Air Products*. Por último, foi realizada a medida da *phase delay*, ou seja, a diferença de tempo entre a detecção do fluxo pelo pneumotacógrafo,



praticamente instantânea, e as medidas das concentrações dos gases pelo analisador.

### 3.7.5.3. Teste máximo

Ao chegar no laboratório, cada indivíduo tinha sua pressão arterial mensurada. Logo após, ele era colocado na posição sentada, em uma cadeira posicionada sobre a esteira, para a colocação da máscara (ou bocal) e do freqüencímetro para a mensuração da sua FC. Após a colocação da máscara, a coleta do  $VO_2$  e  $VCO_2$  de repouso era iniciada, e o teste era iniciado somente quando o quociente respiratório (QR) estivesse com um valor abaixo de 0,95.

Satisfeitas as condições anteriormente citadas, o teste máximo transcorria da seguinte maneira:

Inicialmente era feito um aquecimento de 2 minutos com uma velocidade de 3,0 km/h e inclinação de 0%. Posteriormente, eram ministrados estágios de 1 minuto com aumentos na velocidade ou na inclinação da esteira, que são apresentados no quadro 3.

Quadro 3 - Protocolo de avaliação do  $VO_{2max}$ . Protocolo tipo rampa semelhante ao proposto por De Vito *et al.*, (1997), utilizado em indivíduos idosos.

Estágio	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)	Duração (minutos)
1 (aquecimento)	3,0	0	2
2	4,0	2,5	1
3	4,0	5	1
4	4,0	7,5	1
5	4,0	10	1
6	5,0	10	1
7	5,0	12,5	1
8	5,0	15	1
9	5,0	17,5	1
10	6,0	17,5	1
11	6,0	20	1
12	7,0	20	1
13	8,0	20	1
14 (volta à calma)	3,0	0	2

Durante os testes foram registrados os seguintes parâmetros  $VO_2$ , e TE no protocolo.

O teste era interrompido quando ocorresse exaustão voluntária do indivíduo, determinada pela execução, por parte do executante, de um sinal convencional que indicava a impossibilidade de continuar caminhando ou correndo na esteira. A avaliação era considerada válida, se algum dos seguintes critérios fosse alcançado ao final do teste (Ryan *et al.*, 1994; De Vito *et al.*, 1997; Campos *et al.*, 2002):

1. A obtenção da frequência cardíaca máxima estimada ( $220 - \text{idade}$ );
2. A ocorrência de um platô no  $VO_2$  com o aumento da velocidade de caminhada e/ou da inclinação da esteira;
3. A obtenção de um QR maior do que 1,10 ( $QR > 1,10$ );

Se, ao final do teste, não fosse observado um platô no  $VO_2$ , o pico de  $VO_2$  ( $VO_{2\text{pico}}$ ) era considerado como o  $VO_{2\text{máx}}$ . O TE assumido foi cronometrado. Após a execução do protocolo, cada indivíduo realizou exercícios alguns de flexibilidade para membros inferiores (Anexo C).

#### **3.7.6. Densidade Mineral Óssea**

Os exames foram realizados no setor de densitometria óssea (Laboratório LabDens) do Hospital São Lucas da PUC. Nessa avaliação, foram obtidos os dados de DMO. Ao chegar no laboratório, era solicitado ao indivíduo que retirasse qualquer peça de metal do corpo (anéis, pulseiras, etc). Posteriormente, ele trocava de roupas, e vestia um avental apropriado para a realização do exame, fornecido pelo laboratório. No exame propriamente dito, o indivíduo ficava deitado em decúbito dorsal, com os braços ao longo do corpo e palmas das mãos voltadas para trás (posição anatômica). Durante o exame, o indivíduo deveria permanecer imóvel e respirar normalmente, enquanto o equipamento efetuava análises através dos planos sagital e frontal de cada sujeito, procedimento que levava aproximadamente 1 minuto.

### **3.8 TRATAMENTO DOS DADOS**

### 3.8.1 Força isométrica

Em cada avaliação, as curvas de torque e o sinal EMG dos dois músculos de interesse foram armazenados em um arquivo contínuo. Após as coletas, os diferentes percentuais da força isométrica foram identificados através dos platôs produzidos durante o protocolo. Em seguida, cada percentual foi “janelado”, a fim de produzir arquivos independentes (Ex: 20%, 40%, 60%, 80% e CVM) para a posterior análise no sistema de aquisição de dados SAD2 (32 bits) 2.61.05mp, elaborado no Laboratório de Medições Mecânicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Após a realização dos “janelamentos”, os cinco arquivos de cada indivíduo foram “importados” no sistema de aquisição de dados SAD2 para a o processamento das curvas. As curvas de torque foram então filtradas com um filtro do tipo *butterworth* de 9ª ordem com frequências de corte entre 0 e 9 Hz.

As curvas de torque tiveram preservada a unidade utilizada na sua aquisição, no caso, volts (V). Sendo assim, após o processo de filtragem, no arquivo com torque máximo, foi identificado o ponto de maior produção de torque, a fim de calcular os valores das curvas que deveriam ser utilizados como referência para o “janelamento” dos sinais EMG dos músculos VL e VM, nos respectivos percentuais da CVM (20%, 40%, 60 e 80%).

### 3.8.2 Sinal EMG

Os procedimentos de aquisição e “janelamento” dos sinais EMG foram os mesmos utilizados para as curvas de torque. Após essa fase, com as curvas já “importadas” no sistema de aquisição de dados SAD2, foi realizado o seguinte tratamento: (1) remoção dos componentes contínuos do sinal EMG, (2) remoção dos ganhos utilizados no processo de aquisição do sinal EMG, (3) filtragem do sinal com um filtro tipo passa-banda *butterworth* de 5ª ordem e frequências de corte entre 20 e 500 Hz, (4) filtragem do sinal com um filtro via FFT do tipo “remove picos automático”, com “largura da média” e “razão” de 30 e 2, respectivamente, (5) identificação, no sinal EMG, do local correspondente ao da curva de torque equivalente ao nível de esforço executado, (6) criação de “janelas” de 1 segundo no sinal EMG no ponto anteriormente identificado, (7) criação de “envelopes” *root mean square* (RMS) com intervalos de 50ms, nas janelas anteriormente criadas e (8) identificação dos valores médios de cada “envelope” RMS, que foram utilizados como valores representativos

de cada curva EMG, nos diferentes níveis de esforço voluntário. Os procedimentos de filtragem seguem as recomendações propostas por De Luca (1997), enquanto que os processos de “janelamento” e quantificação do sinal EMG foram semelhantes aos utilizados por Pincivero *et al.* (2001).

### 3.8.3 Consumo máximo de oxigênio

Na coleta dos gases inspirados e expirados durante a avaliação, existe a possibilidade de serem obtidos valores a cada respiração (breath-by-breath). No entanto, para a análise dos dados, as curvas dos valores dos gases expirados e inspirados foi “suavizada” com a obtenção das médias desses valores a cada 30 segundos (De Vito *et al.*, 1997; Arngrímsson *et al.*, 2003), proporcionada pelo *Cardiorespiratory Diagnostic Software Breeze Ex* versão 3.06. Após a “suavização”, os valores de cada teste foram “exportados” e visualizados através de tabelas formatadas no programa Excel XP, pertencente ao pacote Microsoft Office XP. Através dessas tabelas foram então identificados os valores correspondentes ao  $VO_{2máx.}$  de cada indivíduo.

## 3.9 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Foi utilizada estatística descritiva. A partir dos dados iniciais e finais coletados e tabulados, foram executados testes estatísticos para observar se os treinamentos ministrados aos grupos experimentais interferiram nas variáveis analisadas, comparados ao grupo controle. Para a comparação das variáveis foi utilizado o pacote estatístico SPSS versão 11.0. A normalidade e a homogeneidade foram analisadas através dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Algumas variáveis foram avaliadas em 2 ocasiões (pré/pós) enquanto outras foram avaliadas em 4 ocasiões (semanas 0, 8, 16 e 24), apenas nos grupos de treino (GF e GC). Dessa forma, uma análise de variância (ANOVA) de dois caminhos 3x2 (3 grupos experimentais x 2 medidas) com medidas repetidas foi realizada para a verificação da existência de interação das variáveis independentes “grupo” e “tempo”.

Posteriormente, a análise intra-grupo das variáveis avaliadas em quatro ocasiões, foi realizada através ANOVA 1x4 com medidas repetidas (1 grupo x 4 medidas). Para a verificação de possíveis alterações dessas variáveis em períodos inferiores às 24 semanas de treino, as 4 medidas foram comparadas através de um teste *post-hoc* Bonferroni. Nas variáveis avaliadas em duas ocasiões foi executada uma ANOVA 1x2 com medidas repetidas (1 grupo x 2 medidas). Nas ANOVAs, a reposição hormonal foi assumida como uma covariante. Nos resultados pré e pós-treinamento, foram realizadas ANOVAs de um caminho, com a finalidade de visualizar possíveis diferenças inter-grupos, em cada ocasião. Em caso de diferenças significativas, utilizou-se o teste *post-hoc* de Bonferroni, a fim de identificar o local das diferenças observadas. Para a verificação de possíveis correlações entre as variáveis analisadas e entre diferentes avaliações, foi utilizado o teste de *Pearson*. Para todas as análises foi considerado um erro inferior a 5% ( $p < 0,05$ ).

## 4. RESULTADOS

Vinte e oito mulheres completaram as 24 semanas de treinamento. Houve duas desistências no GF por motivos de saúde e uma, pela necessidade do sujeito retirar-se da cidade por um período superior a um mês, durante o período de treino. No GC, um sujeito desistiu do treinamento e outro se mudou de Porto Alegre. No GCON, houve duas desistências e um indivíduo teve problemas de saúde (fratura), impedindo a realização das avaliações. Sendo assim, ao final de 24 semanas o GF contou com nove indivíduos (n=9), enquanto os grupos GC e GCON estavam compostos por dez (n=10) e nove (n=9) indivíduos, respectivamente.

O capítulo dos resultados está dividido em três sub-capítulos: 1) Normalidade da distribuição dos dados, 2) Caracterização da amostra e 3) Apresentação dos resultados.

### 4.1 NORMALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS

A verificação da normalidade dos dados em relação à distribuição dos valores em função da frequência de casos é um passo importante na análise dos resultados e um subsídio necessário na decisão dos procedimentos estatísticos mais apropriados de um estudo.

As variáveis dependentes  $VO_{2máx}$ , TE, FI, FMS, FMI,  $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$ ,  $EMG_{Quad}$ ,  $DMO_{L2-L4}$ ,  $DMO_{colo}$ ,  $DMO_{inter}$ ,  $DMO_{troc}$  e  $DMO_{ward}$  dentro de cada fase (pré e pós-teste) para cada grupo experimental (GF, GC e GCON), foram testadas em relação a sua normalidade, ou seja, a semelhança de suas distribuições em relação à distribuição Gaussiana com um teste de Shapiro-Wilks. Esse teste foi escolhido por ser o mais indicado para estudos com um número inferior à 50 amostras. A homogeneidade das variâncias foi avaliada através do teste de Levene. Os resultados estão expressos acerca da significância do determinado teste (Tabela 1).

Tabela 1 – Testes de normalidade (Shapiro-wilks) e homogeneidade das variâncias (Levene) para cada GE e fase do estudo ( $p > 0,05$ ).

Variáveis	Normalidade			Homogeneidade
	força	circuito	controle	
<b>VO<sub>2</sub>máx pré</b>	0,695	0,532	0,937	0,125
<b>VO<sub>2</sub>máx pós</b>	0,971	0,577	1,000	0,621
<b>TE pré</b>	0,336	0,910	0,123	0,059
<b>TE pós</b>	0,616	0,320	0,511	0,088
<b>FI pré</b>	0,821	0,974	0,111	0,958
<b>FI 2</b>	0,566	0,664	-	0,981
<b>FI 3</b>	0,280	0,350	-	0,309
<b>FI pós</b>	0,981	0,069	0,205	0,933
<b>FMS pré</b>	0,447	0,394	0,424	0,147
<b>FMS 2</b>	0,712	0,70	-	0,260
<b>FMS 3</b>	0,430	0,700	-	0,336
<b>FMS pós</b>	0,083	0,519	0,607	0,469
<b>FMI pré</b>	0,284	0,665	0,171	0,344
<b>FMI 2</b>	0,324	0,064	-	0,227
<b>FMI 3</b>	0,362	0,237	-	0,416
<b>FMI pós</b>	0,218	0,998	0,254	0,744
<b>EMG<sub>Vlat</sub> pré</b>	0,077	0,678	0,280	0,615
<b>EMG<sub>Vlat</sub> 2</b>	0,112	0,212	-	0,824
<b>EMG<sub>Vlat</sub> 3</b>	0,087	0,391	-	0,744
<b>EMG<sub>Vlat</sub> pós</b>	0,099	0,455	0,131	0,665
<b>EMG<sub>Vmed</sub> pré</b>	0,449	0,691	0,833	0,009
<b>EMG<sub>Vmed</sub> 2</b>	0,346	0,442	-	0,143
<b>EMG<sub>Vmed</sub> 3</b>	0,610	0,242	-	0,030
<b>EMG<sub>Vmed</sub> pós</b>	0,290	0,445	768	0,064
<b>EMG<sub>Quad</sub> pré</b>	0,222	0,626	0,093	0,192
<b>EMG<sub>Quad</sub> 2</b>	0,078	0,664	-	0,400
<b>EMG<sub>Quad</sub> 3</b>	0,192	0,550	-	0,513
<b>EMG<sub>Quad</sub> pós</b>	0,198	0,939	0,421	0,587
<b>DMO<sub>L2L4</sub> pré</b>	0,961	0,668	0,494	0,224
<b>DMO<sub>L2L4</sub> pós</b>	0,821	0,751	0,498	0,270
<b>DMO<sub>colo</sub> pré</b>	0,537	0,179	0,140	0,055
<b>DMO<sub>colo</sub> pós</b>	0,160	0,499	0,270	0,082
<b>DMO<sub>troc</sub> pré</b>	0,829	0,202	0,633	0,332
<b>DMO<sub>troc</sub> pós</b>	0,454	0,937	0,746	0,609
<b>DMO<sub>inter</sub> pré</b>	0,381	0,333	0,089	0,449
<b>DMO<sub>inter</sub> pós</b>	0,204	0,758	0,327	0,281
<b>DMO<sub>ward</sub> pré</b>	0,082	0,578	0,825	0,026
<b>DMO<sub>ward</sub> pós</b>	0,150	0,230	0,843	0,019

Os resultados apresentados na Tabela 1 apontam para uma distribuição normal. Apesar de algumas variáveis apresentarem um índice de significância abaixo de 0,05, nenhuma variável obteve, nos dois testes, uma significância abaixo do proposto, portanto oferecendo uma possibilidade segura de utilização de testes paramétricos (Pestana & Gageiro, 2003).

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A fim de caracterizar a amostra do estudo, são apresentadas as tabelas 2, 3 e 4, com as informações de tendência central (média) e variabilidade (desvio-padrão ( $\sigma$ ), coeficiente de variação (CV) e valores mínimo e máximo) das variáveis idade, EST, MC, MM, MG e DC.

Na tabela 2 os dados são de toda a amostra (28 indivíduos). A idade apresentou um valor médio de  $62,3 \pm 5,2$  anos, enquanto a EST média foi de  $156 \pm 6,1$ cm. Em relação as variáveis relacionadas à composição corporal, a MC da amostra foi de  $59,6 \pm 7,1$ kg, a MM geral foi de  $39,4 \pm 3,8$ kg e a MG média foi de  $39,4 \pm 3,8$ kg. Por fim, a média do somatório das dobras cutâneas dos indivíduos desse estudo foi de  $168,8 \pm 38,8$ mm.

Tabela 2 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV), valores mínimos e máximos das variáveis idade, estatura (EST), massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e somatório de dobras cutâneas (DC) de toda amostra.

	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Idade (anos)</b>	62,3	$\pm 5,2$	8,3	52	74
<b>EST (cm)</b>	156	$\pm 6,1$	3,9	140	168
<b>MC (kg)</b>	59,6	$\pm 7,1$	11,9	50,4	74,9
<b>MM (kg)</b>	39,4	$\pm 3,8$	9,6	33,2	46,4
<b>MG (kg)</b>	20,2	$\pm 4,8$	23,8	12,0	32,5
<b>DC (mm)</b>	168,8	$\pm 38,8$	23,0	103	269

Além da estatística descritiva, foi realizada uma análise de variância (ANOVA-oneway) das variáveis para caracterização da amostra com o propósito de verificar se estas variáveis eram semelhantes entre os grupos, antes do treinamento (Tabela 3).



Os resultados mostraram uma semelhança entre os grupos analisados, antes do treinamento.

Tabela 3 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e ANOVA dos valores pré-treinamento das variáveis idade, estatura (EST), massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e somatório de dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).

	Força			Circuito			Controle			F	p
	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)		
<b>Idade (anos)</b>	61,8	$\pm 5,6$	9,1	62,2	$\pm 4,2$	6,8	62,9	$\pm 6,2$	9,9	0,099	0,906
<b>EST (cm)</b>	154	$\pm 6,0$	3,9	156	$\pm 8,0$	5,1	159	$\pm 2,1$	1,3	1,639	0,214
<b>MC (kg)</b>	56,7	$\pm 5,8$	10,2	60,5	$\pm 8,8$	14,5	61,4	$\pm 6,0$	9,8	1,160	0,330
<b>MM (kg)</b>	38,5	$\pm 3,5$	9,1	39,4	$\pm 4,3$	10,9	40,4	$\pm 3,7$	9,2	0,611	0,551
<b>MG (kg)</b>	18,3	$\pm 3,2$	17,5	21,1	$\pm 5,7$	27	21	$\pm 4,8$	22,9	1,060	0,361
<b>DC (mm)</b>	156,3	$\pm 23,4$	15	176,1	$\pm 42,5$	24,1	173,2	$\pm 47,4$	27,4	0,683	0,514

Na tabela 3, observa-se que os parâmetros idade, EST, MC, MM, MG e DC eram semelhantes antes do treinamento ( $p > 0,05$ ). O GF apresentou uma idade média de  $61,8 \pm 5,6$  anos, o GC de  $62,2 \pm 4,2$  anos e o GCON, teve média de  $62,9 \pm 6,2$  anos. A EST média para o GF foi de  $154 \pm 6$ cm, para o GC foi de  $156 \pm 2,1$ cm e para o GCON, de  $159 \pm 2,1$ cm. As médias de MC em GF, GC e GCON foram de  $56,7 \pm 5,8$ kg,  $60,5 \pm 8,8$ kg e  $61,4 \pm 6$ , respectivamente. Já a MM teve valores médios de GF foi de  $38,5 \pm 3,5$ kg,  $39,4 \pm 4,3$ kg e  $40,4 \pm 3,7$ kg nos grupos GF, GC e GCON, respectivamente. Em relação a MG, o GF apresentou valores médios de  $18,3 \pm 3,2$ kg, enquanto o GC e o GCON apresentaram as médias de  $21,1 \pm 5,7$ kg e  $21 \pm 4,8$ kg, respectivamente. Um DC médio de  $156,3 \pm 23,4$ mm foi observado no GF,  $176,1 \pm 42,5$ mm no GC e  $173,2 \pm 47,4$ mm no GCON.

Na tabela 4, observa-se o comportamento da composição corporal, ou seja, os valores médios e de dispersão de MC, MM, MG e DC, e a análise univariada com medidas repetidas. Observa-se a inexistência de interação tempo x grupo. O único grupo que apresentou alterações na composição corporal foi o GF. Nesse grupo, houve um aumento significativo nos valores percentuais de MM e diminuição dos valores percentuais da MG, assim como do somatório de dobras cutâneas (apêndice A). Esses resultados podem sugerir uma diminuição da gordura corporal em GF, uma vez que não foram observadas alterações na MC desse grupo.

Tabela 4 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).

<b>Análise univariada (pré/pós versus tipo de treinamento)</b>											
variável	Força			Circuito			Controle			Teste F	P
	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)		
MC-pré (kg)	56,7	± 5,8	10,2	60,6	± 8,8	14,5	61,4	± 5,9	9,6	2,085	0,145
MC-pós (kg)	56,3	± 4,5	8	59,4	± 7,6	12,8	62,8	± 5,3	8,4		
MM-pré (kg)	38,5	± 3,5	9,1	39,4	± 4,3	10,9	40,4	± 3,7	9,2	0,095	0,914
MM-pós (kg)	39,2	± 3,3	8,4	40,4	± 4,3	10,6	40,8	± 2,8	6,9		
MG-pré (kg)	18,3	± 3,2	17,5	21,1	± 5,7	27	21	± 4,8	22,9	2,455	0,106
MG-pós (kg)	17,1	± 2,9	17	20,2	± 4,7	23,3	22	± 4,6	20,9		
DC-pré (mm)	156,3	± 23,4	15	176,1	± 42,5	24,1	173,2	± 47,4	27,4	1,860	0,177
DC-pós (mm)	143,7	± 27,5	19,1	164,9	± 33,7	20,4	179	± 43,6	24,4		

### 4.3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este sub-capítulo contém os dados descritivos e comparativos de cada variável dependente, apresentados em tabelas e gráficos. As análises univariadas (3 x 2) verificarão a possibilidade de interação da variável independente “tipo de treinamento” (GF e GC) sobre a variável independente “tempo” (pré/pós). Nesse capítulo, os resultados das análises das variáveis dependentes, intra e intergrupos, durante as 24 semanas, serão explicitadas apenas através de gráficos com as respectivas diferenças estatísticas, quando ocorrerem. As tabelas com os testes estatísticos de cada variável estão presentes mais detalhadamente nos anexos A e B.

#### 4.3.1 ANÁLISE UNIVARIADA INTERGRUPOS (pré)

Antes do treinamento, foi realizada uma análise de variância (ANOVA-oneway) de algumas variáveis dependentes, com o propósito de verificar se estas eram semelhantes entre os grupos. Dessa forma pode-se verificar a possibilidade de diferenças no nível de aptidão física inicial dos sujeitos, devido à importância da semelhança dos indivíduos no início do treinamento (Saltin, 1969). A tabela 5 mostra as médias, desvios-padrões e coeficientes de variação de cada grupo experimental, além do resultado da ANOVA, que não mostrou diferenças estatísticas entre os GEs.

Tabela 5 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e ANOVA dos valores pré-treinamento das variáveis consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ), ativação do músculo vasto lateral ( $EMG_{Vlat}$ ), ativação do músculo vasto medial ( $EMG_{Vmed}$ ), ativação média do quadríceps ( $EMG_{Quad}$ ), força isométrica (FI), força muscular de membros inferiores (FMI) e força muscular de membros superiores (FMS), ( $p < 0,05$ ).

Análise de variância intergrupos (pré-treinamento)											
Variável	Força			Circuito			Controle			F	p
	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)		
$VO_{2m\acute{a}x.}$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	21,6	$\pm 2,2$	10,2	22,1	$\pm 2,3$	10,4	21	$\pm 1,5$	7,1	0,962	0,396
$EMG_{Vlat}$ ( $\mu V$ )	170	$\pm 70$	41,2	160	$\pm 55$	34,4	145	$\pm 42$	29	0,445	0,646
$EMG_{Vmed}$ ( $\mu V$ )	106	$\pm 36$	34	84	$\pm 7$	8,3	98	$\pm 14$	14,3	2,171	0,136
$EMG_{Quad}$ ( $\mu V$ )	138	$\pm 36$	26,1	123	$\pm 30$	24,4	121	$\pm 19$	15,7	0,929	0,409
FI (Nm)	112	$\pm 18,4$	16,4	124,1	$\pm 23,2$	20,5	110,7	$\pm 21,1$	19,1	1,119	0,343
FMI (kg)	46,6	$\pm 5,5$	11,8	41,4	$\pm 7,8$	18,8	41,9	$\pm 7,3$	17,4	1,580	0,227
FMS (kg)	7,3	$\pm 0,75$	10,3	6,8	$\pm 1,3$	19,1	7	$\pm 0,93$	13,3	0,557	0,580

Antes do treinamento, em relação ao  $VO_{2m\acute{a}x.}$  o GF teve uma média de  $21,6 \pm 2,2$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ , enquanto as médias dos grupos GC e GCON foram de  $22,1 \pm 2,3$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  e  $21 \pm 1,5$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ , respectivamente. O  $EMG_{Vlat}$  teve média de  $170 \pm 70\mu V$  no GF,  $160 \pm 55\mu V$  no GC e  $145 \pm 42\mu V$  no GCON. Já o  $EMG_{Vmed}$  teve médias de  $106 \pm 36\mu V$ ,  $84 \pm 7\mu V$  e  $98 \pm 14\mu V$ , nos grupos GF, GC e GCON, respectivamente. A média da amplitude do sinal EMG dos músculos VL e VM ( $EMG_{Quad}$ ) foi de  $138 \pm 36\mu V$  no grupo GF,  $123 \pm 30\mu V$  no GC e  $121 \pm 19\mu V$  no GCON. No GF, as médias da FI, FMI e da FMS foram de  $112 \pm 18,4Nm$ ,  $46,6 \pm 5,5kg$  e  $7,3 \pm 0,75kg$ , respectivamente; para o GC as mesmas variáveis foram de  $124,1 \pm 23,2Nm$ ,  $41,4 \pm 7,8kg$  e  $6,8 \pm 1,3kg$ . Por fim, o GCON apresentou uma média de  $110,7 \pm 21,1Nm$  na FI,  $41,9 \pm 7,3kg$  na FMI e  $7 \pm 0,93kg$  na FMS.

### 4.3.2 ANÁLISE UNIVARIADA (pré/pós)

#### 7.3.2.1 FI, FMI, FMS, EMG<sub>Vlat</sub>, EMG<sub>Vmed</sub> e EMG<sub>Quad</sub>

Os resultados da análise univariada com medidas repetidas 3 x 2 (3 grupos x 2 medidas), mostram que ocorreram alterações estatisticamente significativas nas variáveis FI, FMI, FMS, EMG<sub>Vlat</sub>, EMG<sub>Vmed</sub>, EMG<sub>Quad</sub>, após o período de 24 semanas (Apêndice A). A tabela 6 mostra a existência de interação grupo x tempo, sugerindo comportamentos diferenciados nos grupos experimentais. Isso se confirma após as análises univariadas realizadas nos grupos separadamente, que apontaram diferenças estatísticas nessas variáveis nos grupos GC e GF, (figura 12 e Apêndice A), diferentemente do GCON que não apresentou modificações significativas.

Tabela 6 – Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis força isométrica (FI), força muscular de membros inferiores (FMI), força muscular de membros superiores (FMS), ativação do músculo vasto lateral (EMG<sub>Vlat</sub>), ativação do músculo vasto medial (EMG<sub>Vmed</sub>) e ativação média do quadríceps (EMG<sub>Quad</sub>) ( $p < 0,05$ ).

Análise univariada (pré/pós versus tipo de treinamento)											
variável	Força			Circuito			Controle			Teste F	P
	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)		
FI-pré (Nm)	112	± 18,4	16,4	124,1	± 23,2	18,7	110,7	± 21,1	19,1	27,316	0,000
FI-pós (Nm)	149,8	± 23,4	15,6	146,7	± 22,3	15,2	113,4	± 22,1	19,5		
FMI-pré (kg)	46,7	± 5,5	11,8	41,4	± 7,8	18,8	41,9	± 7,3	17,4	31,839	0,000
FMI-pós (kg)	65,2	± 8,9	13,7	60,1	± 9,5	15,8	42,6	± 7,0	16,4		
FMS-pré (kg)	7,3	± 0,75	10,3	6,8	± 1,3	19,1	7,0	± 0,93	13,3	29,617	0,000
FMS-pós(kg)	9,4	± 0,96	10,2	8,5	± 1,2	14,1	7,1	± 0,88	12,4		
EMG <sub>Vlat</sub> – pré ( $\mu$ V)	170	± 70	41,2	160	± 55	34,4	145	± 42	29	6,028	0,008
EMG <sub>Vlat</sub> – pós ( $\mu$ V)	242	± 91	37,6	190	± 82	43,2	122	± 51	41,8		
EMG <sub>Vmed</sub> – pré ( $\mu$ V)	107	± 36	33,6	85	± 7	8,2	99	± 14	14,1	17,335	0,000
EMG <sub>Vmed</sub> – pós ( $\mu$ V)	175	± 55	31,4	104	± 35	33,7	80	± 32	40		
EMG <sub>Quad</sub> – pré ( $\mu$ V)	138	± 35	25,8	122	± 30	24,6	122	± 19	15,6	14,784	0,000
EMG <sub>Quad</sub> – pós ( $\mu$ V)	208	± 51	24,5	147	± 52	35,4	101	± 40	39,6		

No pré-teste, a FI média no GF era de  $112 \pm 18,4$ Nm, aumentando significativamente para  $149,8 \pm 23,4$ Nm, após 6 meses de treinamento ( $p < 0,00$ ). No GC, a média inicial de FI era de  $124,1 \pm 23,2$ Nm, passando para  $146,7 \pm 22,3$ Nm ( $p < 0,00$ ), enquanto que as médias inicial e final do grupo GCON foram de  $110,7 \pm 21,1$ Nm e  $113,4 \pm 22,1$ Nm, respectivamente, não sofrendo modificação estatisticamente significativa. Em relação a FMI, a média do GF era de  $46,7 \pm 5,5$ kg e, após o período de treino, houve um aumento significativo nessa variável, passando para  $65,2 \pm 8,9$ kg ( $p < 0,00$ ). Um comportamento semelhante ocorreu em GC uma vez

que houve um aumento de  $41,4 \pm 7,8\text{kg}$  para  $60,1 \pm 9,5\text{kg}$  ( $p < 0,00$ ). No entanto, não foram encontradas alterações estatisticamente significativas no GCON, cujas médias pré e pós-treinamento foram de  $41,9 \pm 7,3\text{kg}$  e  $42,3 \pm 7\text{kg}$ , respectivamente. Da mesma forma que na FMI, apenas os dois grupos de treino tiveram a FMS modificada. O GF, cuja média inicial era de  $7,3 \pm 0,75\text{kg}$ , apresentou uma média de  $9,4 \pm 0,96\text{kg}$  após as 24 semanas ( $p < 0,00$ ); assim como o GC que apresentou as médias de  $6,8 \pm 1,3\text{kg}$  e  $8,5 \pm 1,2\text{kg}$ , antes e após o treinamento, respectivamente ( $p < 0,00$ ). O GCON não apresentou alterações nessa variável, permanecendo com médias semelhantes durante o período de 24 semanas ( $7 \pm 0,93$  vs.  $7,1 \pm 0,88\text{kg}$ ).

Em relação à ativação muscular de membros inferiores, considerando apenas as avaliações pré e pós-treinamento, apenas o GF apresentou aumentos significativos nas variáveis  $\text{EMG}_{\text{Vlat}}$ ,  $\text{EMG}_{\text{Vmed}}$  e  $\text{EMG}_{\text{Quad}}$ . No GF, as médias do  $\text{EMG}_{\text{Vlat}}$  pré e pós-treinamento foram de  $170 \pm 70\mu\text{V}$  e  $242 \pm 91\mu\text{V}$  ( $p < 0,00$ ), respectivamente, enquanto que em GC essas médias foram de  $160 \pm 55\mu\text{V}$  e  $190 \pm 82\mu\text{V}$ . No GCON, as médias pré e pós-treinamento foram semelhantes, sendo que a primeira foi de  $145 \pm 42\mu\text{V}$  e a última,  $122 \pm 51\mu\text{V}$ . No  $\text{EMG}_{\text{Vmed}}$ , a média inicial observada em GF foi de  $107 \pm 36\mu\text{V}$  e a final foi de  $175 \pm 55\mu\text{V}$  ( $p < 0,00$ ). No GC, as médias pré e pós-treinamento foram de  $85 \pm 7\mu\text{V}$  e  $104 \pm 35\mu\text{V}$ , enquanto que as médias inicial e final  $\text{EMG}_{\text{Vmed}}$  do GCON foram de  $99 \pm 14\mu\text{V}$  e  $80 \pm 32\mu\text{V}$ , respectivamente. Os resultados obtidos em  $\text{EMG}_{\text{Vlat}}$  e  $\text{EMG}_{\text{Vmed}}$  acarretaram em alterações significativas no  $\text{EMG}_{\text{Quad}}$  do GF (pré:  $138 \pm 35\mu\text{V}$ , pós:  $208 \pm 51\mu\text{V}$ ;  $p < 0,00$ ), diferentemente do GC (pré:  $122 \pm 30\mu\text{V}$ , pós:  $147 \pm 52\mu\text{V}$ ;  $p = 0,052$ ) e GCON (pré:  $122 \pm 19\mu\text{V}$ , pós:  $101 \pm 40\mu\text{V}$ ) que não apresentaram alterações nessa variável.

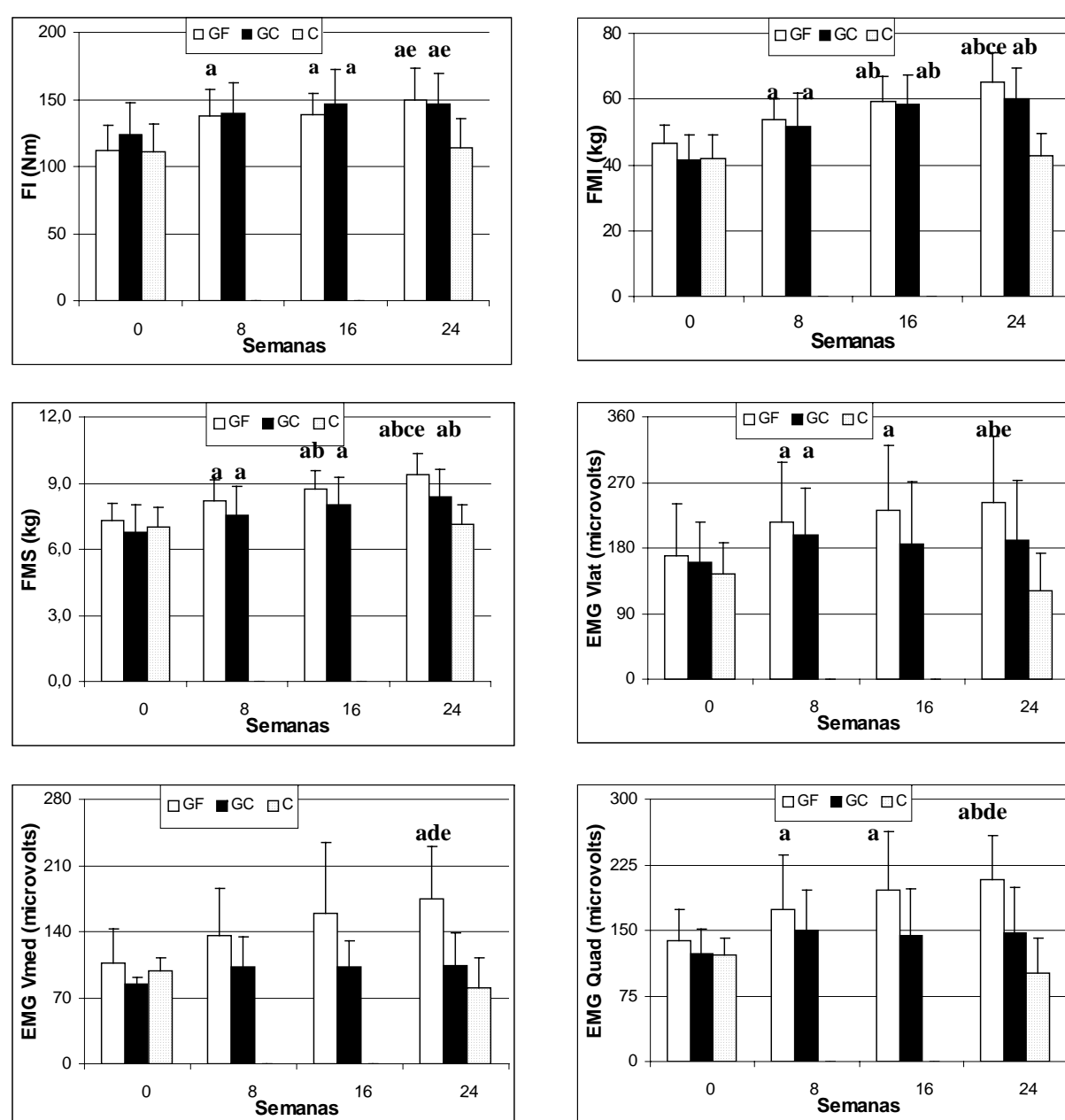


Figura 12 – Médias, desvios-padrões e comparações intra e inter-grupos das variáveis força isométrica (FI), força de membros inferiores (FMI), força de membros superiores (FMS), ativação do músculo vasto lateral ( $EMG_{Vlat}$ ), ativação do músculo vasto medial ( $EMG_{Vmed}$ ) e ativação do músculo quadríceps ( $EMG_{Quad}$ ).

a-diferente da primeira avaliação ( $p < 0,05$ ).

b-diferente da segunda avaliação ( $p < 0,05$ ).

c-diferente da terceira avaliação ( $p < 0,05$ ).

d-diferente do GC ( $p < 0,05$ ).

e-diferente do GCON ( $p < 0,05$ ).

Os testes *post-hoc*, posteriores à ANOVA com medidas repetidas, que compararam as avaliações intermediárias, mostraram que as variáveis FMI, FMS e  $EMG_{Vlat}$  foram modificadas já nas primeiras 8 semanas de treinamento, nos dois

grupos de treino (Figura 12 e Apêndice A), concordando com os resultados de outros estudos que mostram rápidas adaptações em indivíduos destreinados (Hakkinen & Komi, 1983; Hakkinen *et al.*, 2001; Izquierdo *et al.*, 2003).

Após as oito semanas iniciais de treino, a FI aumentou significativamente apenas no GF ( $p < 0,00$ ). No entanto, essa variável não sofreu qualquer alteração posterior. No GC, a FI aumentou significativamente apenas da primeira para a terceira avaliação ( $p < 0,00$ ), não sofrendo alterações posteriores. Em relação à FMI, o GF teve aumentos significativos da segunda para a terceira ( $53,9 \pm 6,3\text{kg}$  vs.  $59,3 \pm 7,4\text{kg}$ ;  $p < 0,00$ ) e dessa para a última avaliação ( $59,3 \pm 7,4\text{kg}$  vs.  $65,2 \pm 8,9\text{kg}$ ;  $p < 0,00$ ). Já no GC, houve uma modificação da segunda para a terceira avaliação ( $51,7 \pm 9,9\text{kg}$  vs.  $58,6 \pm 8,6\text{kg}$ ;  $p < 0,01$ ), não ocorrendo alterações estatisticamente significativas posteriormente. A FMS do GF modificou-se da segunda para terceira avaliação ( $8,2 \pm 0,90\text{kg}$  vs.  $8,7 \pm 0,87\text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ) e dessa para a última avaliação ( $8,7 \pm 0,87\text{kg}$  vs.  $9,4 \pm 0,96\text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ). No GC, após as primeiras 8 semanas de treinamento, a FMS aumentou significativamente somente ao término das 24 semanas de treino ( $7,7 \pm 1,3\text{kg}$  vs.  $8,6 \pm 1,2\text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ).

Em relação as variáveis relacionadas com a ativação muscular de membros inferiores ( $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$ ,  $EMG_{Quad}$ ), após as primeiras 8 semanas de treino houve alterações estatisticamente significativas no GF e GC. No GF, as variáveis  $EMG_{Vlat}$  e  $EMG_{Quad}$  aumentaram significativamente. Nesse grupo, o  $EMG_{Vlat}$  aumentou significativamente da segunda para a última avaliação ( $215 \pm 83\mu\text{V}$  vs.  $241 \pm 91\mu\text{V}$ ;  $p = 0,01$ ), assim como o  $EMG_{Quad}$  que modificou-se nas mesmas avaliações ( $174 \pm 62\mu\text{V}$  vs.  $207 \pm 51\mu\text{V}$ ;  $p < 0,05$ ). No GC, apenas a variável  $EMG_{Vlat}$  foi modificada, após as primeiras 8 semanas de treino ( $160 \pm 55\mu\text{V}$  vs.  $198 \pm 65\mu\text{V}$ ;  $p = 0,05$ ).

#### 4.3.2.2. $VO_{2m\acute{a}x.}$ , TE, $DMO_{L2L4}$ , $DMO_{colo}$ , $DMO_{inter}$ , $DMO_{troc}$ e $DMO_{ward}$

Os resultados da análise univariada com medidas repetidas 3 x 2 (3 grupos x 2 medidas), mostram que ocorreram alterações estatisticamente significativas apenas nas variáveis  $VO_{2m\acute{a}x.}$  e TE, diferentemente das variáveis  $DMO_{L2L4}$ ,  $DMO_{colo}$ ,  $DMO_{inter}$ ,  $DMO_{troc}$  e  $DMO_{ward}$ , que não foram modificadas estatisticamente, após o período de 24 semanas (figura 13 e Apêndice A). A tabela 7 mostra a existência de interação grupo

x tempo, nas variáveis  $VO_{2m\acute{a}x}$  e TE sugerindo comportamentos diferenciados nos grupos experimentais. Essa sugestão é confirmada pelo fato de haver diferenças estatísticas intra e inter-grupos (Apêndices A e B, respectivamente) tanto no  $VO_{2m\acute{a}x}$  (GF – pré:  $21,7 \pm 2,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $26,6 \pm 2,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ; GC – pré:  $22,1 \pm 2,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $26,2 \pm 2,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) como no TE (GF – pré:  $562,6 \pm 98,3\text{s}$ , pós:  $671,7 \pm 72,7\text{s}$ ; GC – pré:  $573,2 \pm 66,5\text{s}$ , pós:  $669 \pm 75,3\text{s}$ ), diferentemente do grupo GCON, que não apresentou nenhuma modificação nessas variáveis ( $VO_{2m\acute{a}x}$  - pré:  $21 \pm 1,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , pós:  $21,6 \pm 1,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ; TE – pré:  $508,9 \pm 49,3\text{s}$ , pós:  $517,9 \pm 40,6\text{s}$ ).

Em relação às variáveis  $DMO_{L2L4}$ ,  $DMO_{colo}$ ,  $DMO_{inter}$ ,  $DMO_{troc}$  e  $DMO_{ward}$  não foi observada interação entre o tipo de treinamento sobre tempo. Além disso, essas variáveis não foram alteradas em nenhum grupo experimental. Na amostra analisada, o fato de haver indivíduos que faziam RH não influenciou nos resultados, uma vez que, considerando a RH como covariante, não foi encontrada interação entre RH e o tempo (tabela 8). No GF, foram observadas as seguintes médias:  $DMO_{L2-L4}$  – pré:  $0,846 \pm 0,087 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,847 \pm 0,089 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{colo}$  – pré:  $0,681 \pm 0,083 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,690 \pm 0,067 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{troc}$  – pré:  $0,609 \pm 0,092 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,610 \pm 0,088 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{inter}$  – pré:  $0,932 \pm 0,103 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,939 \pm 0,114 \text{ g/cm}^2$  e  $DMO_{ward}$  – pré:  $0,559 \pm 0,153 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,579 \pm 0,145 \text{ g/cm}^2$ . No GC foram observados os seguintes valores médios:  $DMO_{L2-L4}$  – pré:  $0,823 \pm 0,082 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,813 \pm 0,084 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{colo}$  – pré:  $0,650 \pm 0,033 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,645 \pm 0,032 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{troc}$  – pré:  $0,525 \pm 0,043 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,531 \pm 0,049 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{inter}$  – pré:  $0,909 \pm 0,061 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,921 \pm 0,061 \text{ g/cm}^2$  e  $DMO_{ward}$  – pré:  $0,441 \pm 0,038 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,441 \pm 0,043 \text{ g/cm}^2$ . Finalmente, no GCON foram observadas as seguintes médias:  $DMO_{L2-L4}$  – pré:  $0,854 \pm 0,133 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,860 \pm 0,133 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{colo}$  – pré:  $0,691 \pm 0,076 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,697 \pm 0,076 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{troc}$  – pré:  $0,570 \pm 0,066 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,573 \pm 0,066 \text{ g/cm}^2$  /  $DMO_{inter}$  – pré:  $0,945 \pm 0,084 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,949 \pm 0,081 \text{ g/cm}^2$  e  $DMO_{ward}$  – pré:  $0,474 \pm 0,072 \text{ g/cm}^2$ ; pós:  $0,483 \pm 0,072 \text{ g/cm}^2$ .

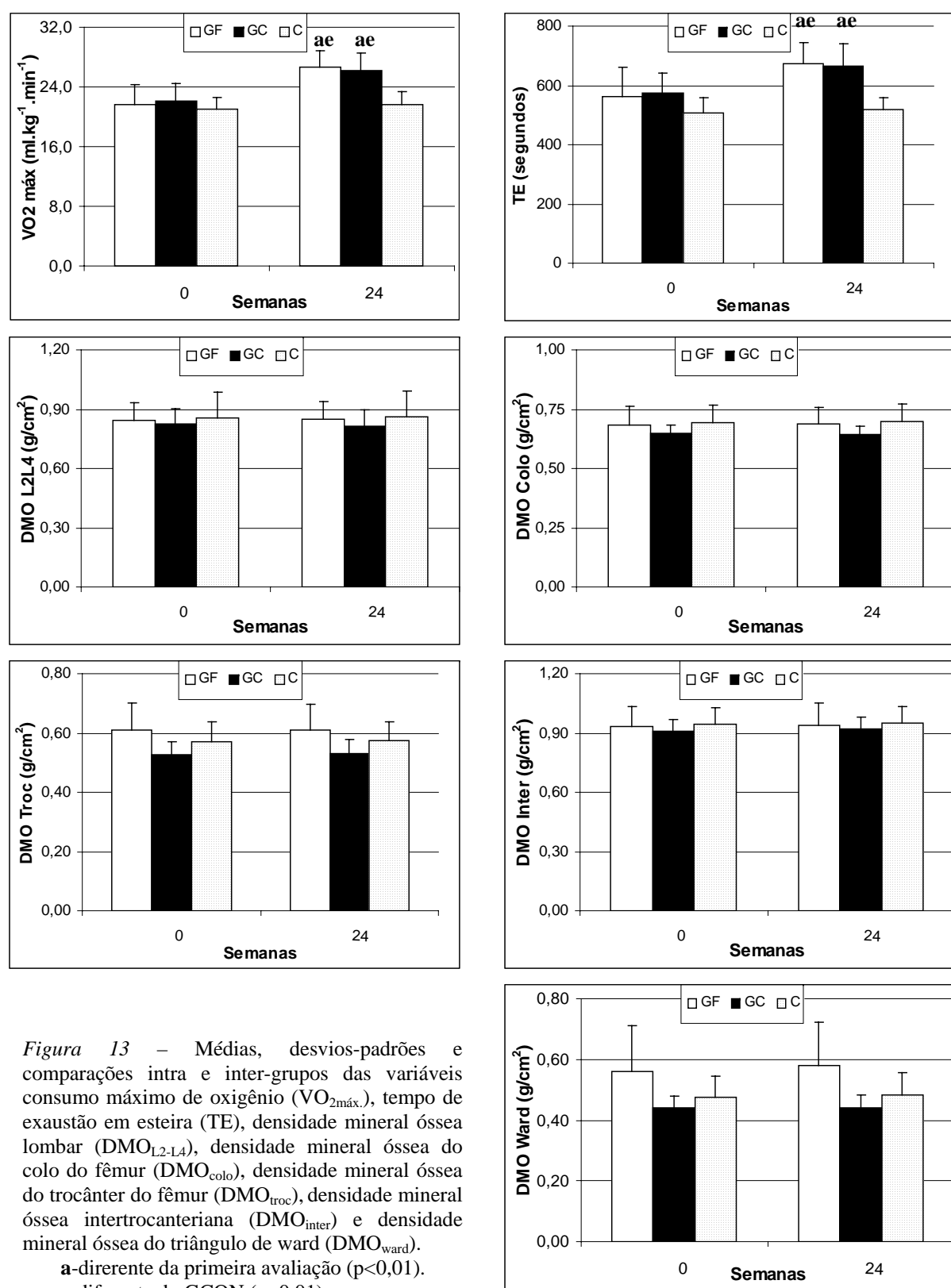


Tabela 7 - Médias, desvios-padrões ( $\sigma$ ), coeficientes de variação (CV) e análise univariada com medidas repetidas, das variáveis consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ), tempo de exaustão em esteira (TE), densidade mineral óssea lombar ( $DMO_{L2L4}$ ), densidade mineral óssea do colo do fêmur ( $DMO_{colo}$ ), densidade mineral óssea do trocânter do fêmur ( $DMO_{troc}$ ), densidade mineral óssea intertrocanteriana ( $DMO_{inter}$ ) e densidade mineral óssea do triângulo de ward ( $DMO_{ward}$ ) ( $p < 0,05$ ).

Análise univariada (pré/pós versus tipo de treinamento)											
variável	Força			Circuito			Controle			Teste F	P
	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)	Média	$\sigma$	CV (%)		
$VO_{2m\acute{a}x.}$ - pré (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	21,7	± 2,7	12,4	22,1	± 2,3	10,4	21	± 1,5	7,1	12,560	0,000
$VO_{2m\acute{a}x.}$ - pós (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	26,6	± 2,2	8,3	26,2	± 2,3	8,8	21,6	± 1,7	7,9		
TE - pré (s)	562,6	± 98,3	17,5	573,2	± 66,5	11,6	508,9	± 49,3	9,7	11,433	0,000
TE - pós (s)	671,7	± 72,7	10,8	666,9	± 75,3	11,3	517,9	± 40,6	7,8		
$DMO_{L2L4}$ pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,846	± 0,087	10,3	0,823	± 0,082	10	0,854	± 0,133	15,6	2,716	0,086
$DMO_{L2L4}$ pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,847	± 0,089	10,5	0,813	± 0,084	10,3	0,860	± 0,133	15,5		
$DMO_{colo}$ pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,681	± 0,083	12,2	0,650	± 0,033	5,1	0,691	± 0,076	11	1,418	0,261
$DMO_{colo}$ pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,690	± 0,067	9,7	0,645	± 0,032	5	0,697	± 0,076	10,9		
$DMO_{troc}$ pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,609	± 0,092	15,1	0,525	± 0,043	8,2	0,570	± 0,066	11,6	0,342	0,714
$DMO_{troc}$ pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,610	± 0,088	14,4	0,531	± 0,049	9,2	0,573	± 0,066	11,5		
$DMO_{inter}$ pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,932	± 0,103	11,1	0,909	± 0,061	6,7	0,945	± 0,084	8,9	0,312	0,735
$DMO_{inter}$ pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,939	± 0,114	12,1	0,921	± 0,061	6,6	0,949	± 0,081	8,5		
$DMO_{ward}$ pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,559	± 0,153	27,4	0,441	± 0,038	8,6	0,474	± 0,072	15,2	0,963	0,395
$DMO_{ward}$ pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,579	± 0,145	25	0,441	± 0,043	9,8	0,483	± 0,072	14,9		

Tabela 8 - Análise univariada das variáveis densidade mineral óssea lombar ( $DMO_{L2L4}$ ), densidade mineral óssea do colo do fêmur ( $DMO_{colo}$ ), densidade mineral óssea do trocânter do fêmur ( $DMO_{troc}$ ), densidade mineral óssea intertrocanteriana ( $DMO_{inter}$ ) e densidade mineral óssea do triângulo de ward ( $DMO_{ward}$ ), do fator intragrupos das variáveis dependentes x reposição hormonal ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA (PRÉ/PÓS VERSUS REPOSIÇÃO HORMONAL)</b>		
<b>variável</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>
DMO <sub>L2L4</sub>	3,543	0,072
DMO <sub>colo</sub>	0,709	0,408
DMO <sub>trac</sub>	1,859	0,185
DMO <sub>inter</sub>	0,050	0,824
DMO <sub>ward</sub>	0,061	0,807



#### 4.3.1 ANÁLISE UNIVARIADA INTERGRUPOS (pós)

Após o período de 24 semanas, os testes univariados inter-grupos (figuras 7 e 8, e Apêndice B) mostraram poucas diferenças entre os grupos GF e GC, sendo estas resumidas apenas nas variáveis relacionadas à ativação muscular de membros inferiores, mais especificamente  $EMG_{Vmed}$  e  $EMG_{Quad}$ , que foram estatisticamente superiores no GF ( $EMG_{Vmed} - p < 0,01$ ;  $EMG_{Quad} - p < 0,05$ ).

Embora tenham ocorrido poucas diferenças estatísticas entre os grupos de treino, esses, especialmente o GF, tiveram valores estatisticamente superiores aos do GCON nas variáveis FI, FMI, FMS,  $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$ ,  $EMG_{Quad}$ ,  $VO_{2máx}$  e TE, após 6 meses de treinamento.

No caso das variáveis relacionadas à força muscular dinâmica (FMI e FMS) apenas o GF foi estatisticamente maior que o GCON (FMI –  $p < 0,05$ ; FMS –  $p < 0,01$ ) enquanto que na FI, os dois grupos de treino alcançaram níveis superiores aos obtidos pelo GCON (GF –  $p < 0,01$ ; GC –  $p < 0,05$ ). Em relação as variáveis  $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$ ,  $EMG_{Quad}$  apenas o GF obteve valores superiores aos do GCON ( $EMG_{Vlat} - p < 0,01$ ;  $EMG_{Vmed} - p < 0,00$ ;  $EMG_{Quad} - p < 0,00$ ). Nas variáveis relacionadas ao condicionamento cardiorespiratório ( $VO_{2máx}$  e TE) os dois grupos de treino apresentaram valores superiores ao do grupo inativo ( $VO_{2máx}$ : GF –  $p < 0,00$ ; GC –  $p < 0,00$  / TE: GF –  $p < 0,00$ ; GC –  $p < 0,00$ ).

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 FMI, FMS, FI e EMG

Foram observados aumentos significativos na FI, FMS e FMI dos dois grupos de treino, diferentemente do grupo GCON, que não apresentou diferenças estatísticas. A hipótese desse estudo consistia em um aumento da FI, FMS e FMI superior em GF, comparado aos grupos GC e GCON. No entanto, não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos de treino. Esses resultados corroboram com os achados de Vincent *et al.*, (2002) que, ao dividirem indivíduos com idades entre 60 e 83 anos em dois treinamentos com diferentes intensidades (50 e 80% de 1RM) durante 6 meses, observaram aumentos significativos na força muscular nessas duas intensidades, porém sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Esses resultados podem ser explicados pela característica dos indivíduos que participaram desse estudo que, embora ativos fisicamente, não tinham experiência com o treinamento de força. Esses tipos de indivíduos, segundo Kraemer *et al.* (2002), apresentam um grande aumento na força muscular em diferentes tipos de treinamento, inclusive com diferentes intensidades de treino.

Em relação às variáveis relacionadas à ativação muscular dos extensores do joelho,  $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$  e  $EMG_{Quad}$ , foram observados resultados diferenciados entre os grupos de treino. Ao final das 24 semanas foi observado um aumento significativo na amplitude do sinal EMG apenas no GF, que foi estatisticamente superior ao GC e GCON, sustentando a hipótese de que o treinamento com maior intensidade resulta em uma maior ativação dos grupos musculares envolvidos, comparado a treinamentos com um menor nível de esforço. No entanto, essa diferença deveria refletir em uma maior produção de força dos indivíduos do GF, fato que não ocorreu. Esse paradoxo poderia ser explicado por um fenômeno que, embora não analisado no presente estudo, tem sido sugerido como responsável pelo aumento da força muscular: a diminuição da co-ativação da musculatura antagonista (Garfinkel & Cafarelli, 1992; Hakkinen *et al.*, 1998b). Garfinkel & Cafarelli (1992) ao submeterem jovens a um treinamento isométrico, observaram aumentos significativos na força muscular isométrica dos extensores do joelho, após 12 semanas de treinamento. No entanto, a ativação muscular da musculatura agonista permaneceu inalterada, resultados que corroboram com os encontrados no GC. São escassos os

estudos que analisam os efeitos do treinamento na co-ativação da musculatura antagonista em indivíduos idosos. Todavia, essa adaptação parece ocorrer nessa população (Hakkinen *et al.*, 1998b, Hakkinen *et al.*, 2000, Hakkinen *et al.*, 2001), justificando o aumento significativo da FI.

Embora não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas nas variáveis  $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$  e  $EMG_{Quad}$  do GC, considerando o início e o final do treinamento; os resultados demonstram um comportamento semelhante dos grupos GC e GF, nas primeiras 8 semanas de treinamento (Apêndice A). Nesse período, ambos os grupos apresentaram aumentos significativos nas variáveis FMS, FMI e  $EMG_{Vlat}$ , fase em que ocorrem adaptações mais significativas em indivíduos sedentários.

Existem diversos estudos utilizando o treinamento em circuito com a finalidade de avaliar seus efeitos na força muscular e no desempenho aeróbio (Wilmore *et al.*, 1978; Gettman *et al.*, 1980; Maiorana *et al.*, 2000; Jacobs *et al.*, 2001; Marx *et al.*, 2001). Porém, nenhum analisou o comportamento do sinal EMG, tampouco teve uma duração superior a 12 semanas, com exceção do estudo de Gettman *et al.* (1980), com duração de 20 semanas, o que dificulta a comparação dos resultados desses trabalhos com os obtidos nesse estudo. Uma possível explicação para a inexistência de alterações em  $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$  e  $EMG_{Quad}$  após às 8 semanas iniciais de treino, no GC, poderiam ser atribuídas à intensidade de treino inferior, utilizada nesse grupo, que poderia impossibilitar o recrutamento das UMs de limiar superior (Tesch *et al.*, 1998), responsáveis por um incremento da amplitude do sinal EMG mais importante, devido à maior frequência de ativação dessas fibras (Hakkinen *et al.*, 2001b). A justificativa para a pouca utilização das fibras de maior limiar, com baixas intensidades, fundamenta-se nos resultados obtidos por Tesch *et al.* (1998). Nesse estudo, a depleção de glicogênio das fibras I, IIa, IIab e IIb do músculo vasto lateral de nove indivíduos destreinados, foi analisada após a realização de 3 protocolos de treino com intensidades diferentes, para os extensores do joelho. Todos os protocolos consistiam na execução de 5 séries de 10 repetições no exercício “extensão do joelho”, porém, com diferentes percentuais de 1RM (30, 45 e 60%). Foi verificado que as fibras I e IIa tiveram uma redução significativa de glicogênio nas 3 intensidades de exercício, contrapondo os resultados obtidos com as fibras IIab e IIb, que tiveram depleção significativa apenas na intensidade de 60%. Isso sugere uma utilização importante das fibras IIab e IIb apenas com percentuais superiores a 60% de 1RM. No

presente estudo, o GC foi submetido a porcentagens variando entre 35 e 60% da força máxima, o que justificaria a ocorrência de um recrutamento limitado das fibras de maior limiar e, conseqüentemente, a inexistência de modificações na amplitude das variáveis  $EMG_{Vlat}$ ,  $EMG_{Vmed}$  e  $EMG_{Quad}$  desse grupo. Deve ser salientado que são necessários outros estudos que analisem o comportamento do sinal EMG em treinamentos de baixa intensidade e que a mantenham durante um período prolongado, a fim de verificar a possibilidade de resultados diferenciados. Vale salientar, no entanto, que ao observarmos as médias dessas 3 variáveis, nos grupos GC e GCON, percebe-se que existe um comportamento diferenciado nesses grupos uma vez que o GC apresentou uma tendência de aumento dessas variáveis enquanto o GCON, uma tendência de diminuição. Com o envelhecimento, pessoas sedentárias (representadas nesse estudo pelo GCON) apresentam uma diminuição da capacidade de produção de força devido a 3 principais fatores: (1) redução da massa magra, principalmente pela perda de fibras do tipo II, (2) redução da velocidade de condução nervosa e (3) menor capacidade de recrutamento unidades motoras para um determinado esforço. Os dois últimos fatores interferem no sinal EMG e justificam a tendência observada no GCON. Dessa forma, o treinamento em circuito, embora pareça não interferir significativamente na ativação da musculatura treinada, poderia auxiliar na manutenção do condicionamento neuromuscular de mulheres pós-menopáusicas.

Com o decorrer do treinamento, o processo morfológico (hipertrofia muscular) parece assumir um papel relevante no processo de aumento da força muscular em indivíduos mais jovens (Moritani & De Vries, 1979). Os resultados observados nesse estudo sugerem uma alteração modesta na composição corporal de indivíduos idosos, uma vez que houve uma diminuição significativa do DC apenas no GF. Embora não tenham ocorrido alterações significativas nos valores absolutos (kg) de MM e MG, suas médias tiveram uma alteração que sugerem a possibilidade de hipertrofia muscular nos indivíduos do GF. Esses resultados corroboram com outros estudos que mostram uma limitação na capacidade hipertrófica dessa população (Hakkinen *et al.*, 1998b). Tal limitação parece estar relacionada à baixa concentração sanguínea de hormônios anabólicos e fatores de crescimento (i.e. testosterona, hormônio do crescimento, IGF-1), principalmente em mulheres, acarretando em uma diminuição dos efeitos anabólicos no músculo, o que estaria associado à atrofia muscular e a diminuição da força (Hakkinen *et al.*, 1993).

Os achados desse estudo reforçam a idéia de que, durante a fase inicial de treino, ajustes no sistema neuromuscular tem grande contribuição no incremento da força muscular. Isso é visualizado pelo aumento da amplitude do sinal EMG dos extensores do joelho que indicam um aumento do recrutamento e da freqüência de disparo das UMs recrutadas (Hakkinen *et al.*, 1998b).

*Em resumo*, os dois tipos de treinamento, força e circuito, mostraram-se eficazes no aumento da força muscular dinâmica e estática, efeitos que parecem ser mediados por adaptações neuromusculares diferentes em cada método de treinamento. A maior intensidade utilizada no treinamento de força parece enfatizar adaptações na musculatura agonista, enquanto o aumento da força observado no treinamento em circuito poderia ser mediado por uma inibição da musculatura antagonista.

## 5.2 $VO_{2máx.}$ e TE

Após seis meses de treinamento, foram observados incrementos estatisticamente significativos no  $VO_{2máx.}$  e no TE dos indivíduos pertencentes aos grupos GF e GC, diferentemente do grupo GCON que não teve nenhuma alteração significativa nessas variáveis. Esses resultados suportam parcialmente a hipótese formulada sobre esses aspectos, uma vez que não eram esperados aumentos significativos no GF. Na maioria dos trabalhos envolvendo o TF tradicional (alta intensidade com poucas repetições e intervalos longos), parece não existir uma influência positiva no  $VO_{2máx.}$ , quando administrado em indivíduos jovens (Kraemer *et al.*, 1995). No entanto, o TE parece ser influenciado por uma maior economia de corrida, decorrente do TF (Millet *et al.*, 2002). Indivíduos idosos podem ter uma resposta diferenciada, uma vez que alguns trabalhos verificaram uma melhora significativa tanto nos níveis de  $VO_{2máx.}$ , como no TE (Frontera *et al.*, 1990; Vincent *et al.*, 2002) com o treinamento o TF. O aumento da força muscular parece interferir positivamente nessas variáveis, em pessoas com idades entre 60 e 83 anos (Vincent *et al.*, 2002) e pode ser um dos fatores responsáveis pelo incremento do  $VO_{2máx.}$  e do TE nos indivíduos desse estudo.

A medida “real” do  $VO_{2máx.}$  em pessoas destreinadas, particularmente idosos, pode ser dificultada devido a níveis limitados da força muscular de membros inferiores. Os protocolos de esforço máximo, normalmente caracterizados pelo incremento do esforço sendo alterado pela inclinação da esteira, exige um alto nível



de força nos membros inferiores. Conseqüentemente, pessoas destreinadas seriam incapazes de alcançar o máximo “real”, devido à falta de força nas pernas (Vincent *et al.*, 2002). De acordo com os resultados de Vincent *et al.*, (2002), indivíduos idosos com maior capacidade de produção de força no exercício extensão de joelho (EJ) (treinados) mostram-se mais resistentes à fadiga, do que pessoas destreinadas. Além disso, foi observada uma correlação significativa da força desse exercício com o TE ( $r=0,43$ ,  $p<0,01$ ) e com o  $VO_{2\text{pico}}$  ( $r=0,54$ ,  $p<0,01$ ). O presente estudo apresenta resultados semelhantes aos de Vincent *et al.*, (2002), uma vez que foi observada uma correção significativa da FMI pós-treinamento tanto com o TE ( $r=0,715$ ,  $p=0,000$ ) como com o  $VO_{2\text{máx.}}$  ( $r=0,730$ ,  $p=0,000$ ). Não obstante, a FI também teve uma correlação significativa com essas variáveis ( $VO_{2\text{máx.}}$  –  $r=0,594$ ,  $p < 0,01$ ; TE –  $r=0,539$ ,  $p<0,01$ ).

Como observado no parágrafo anterior, pode-se dizer que houve uma forte correlação (Filho, 1999) entre a FMI e os valores de  $VO_{2\text{máx.}}$  e TE. No entanto, os valores de “r” dão margem para que outros aspectos possam ter interferido nessas variáveis. Por exemplo, em indivíduos jovens, parece consensual que o TF promove alterações nas isoformas de cadeia pesada de miosina (MHC), havendo uma conversão das isoformas tipo IIb para IIa (Staron *et al.*, 1989; Staron *et al.*, 1991; Adams *et al.*, 1993; Staron *et al.*, 1994; Jurimae *et al.*, 1996) o que sugere a habilidade de um “pool” de fibras do tipo IIb em transformarem-se em fibras metabolicamente mais oxidativas. Tem sido apontado que os altos níveis de lactato encontrados ao final das séries desse tipo de treino seriam a principal razão para a ocorrência dessas modificações. Recentemente, esse fenômeno também foi observado em mulheres idosas (Sharman *et al.*, 2001), fato que também poderia influenciar na melhora das variáveis  $VO_{2\text{máx.}}$  e TE, uma vez que esses indivíduos poderiam apresentar uma maior tolerância a níveis elevados de lactato.

Adaptações vasculares e bioquímicas periféricas, que possibilitariam o maior fornecimento e utilização de oxigênio no músculo, também podem explicar o melhor desempenho aeróbio de pessoas idosas, após serem submetidas ao TF. Os achados de Frontera *et al.* (1990) suportam a idéia acima explicitada. Esses pesquisadores submeteram 12 indivíduos com idades entre 60 a 72 a um treinamento de alta intensidade (80% de 1RM) para os extensores e flexores do joelho, durante 12 semanas e foram analisados o  $VO_{2\text{máx.}}$  absoluto e relativo (corrigido pela massa magra), obtidos em cicloergômetro e em ergômetro para braços, além da atividade da

enzima citrato sintase (CS) e a capilarização relativa (número de capilares por área da fibra muscular) do músculo vasto lateral. Ao final do período de treino, observou-se um aumento significativo no  $VO_{2\text{máx}}$  absoluto ( $2,07 \pm 0,07$  vs.  $2,19 \pm 0,08$  l/min,  $p=0,05$ ) e relativo ( $38,6 \pm 1,2$  vs.  $40,5 \pm 1,6$  ml.kgMM<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>,  $p<0,05$ ) obtido somente no protocolo executado em cicloergômetro, diferentemente do protocolo para braços que não verificou alteração decorrente do treino, enfatizando a especificidade do treinamento. Esses resultados foram justificados pelos autores pelo aumento concomitante da capilarização relativa (15,1%,  $p=0,042$ ), e da atividade da CS (38%,  $p=0,018$ ) desses indivíduos.

No presente estudo, a capilarização relativa e a atividade da CS não foram avaliadas, mas poderiam justificar o aumento significativo do  $VO_{2\text{máx}}$  dos indivíduos pertencentes ao TF. Estudos em humanos relatam que uma sessão de treinamento de alta intensidade além de aumentar a velocidade de quebra dos fosfagênios e glicogênio musculares, diminui os estoques de triglicerídeos do músculo (Tesch, 1987). Em ratos, a estimulação tetânica visando simular o exercício intenso, diminui a concentração endógena de triglicerídeos. Sob essas condições, até 62% da energia liberada pode ser resultante da oxidação dos estoques de triglicerídeos musculares (Spriet *et al.*, 1986). A maior utilização local de triglicerídeos é associada ao aumento das enzimas envolvidas com a lipólise, oxidação das gorduras e enzimas do ciclo de Krebs como a CS e a succinato desidrogenase. O treinamento com pesos parece aumentar a atividade da succinato desidrogenase em animais (Kowalski *et al.*, apud Frontera *et al.*, 1990). Em homens jovens, Grimby e colaboradores apud Frontera *et al.*, (1990) demonstraram que o treinamento isométrico aumentou a força muscular em 26%, além de aumentar a atividade da enzima succinato desidrogenase em aproximadamente 50%. Por não observarem qualquer modificação no fluxo sanguíneo, utilização muscular de ATP, creatina-fostato ou glicogênio muscular induzida pelo treinamento; atribuíram a melhora do desempenho à maior utilização de substrato oriundo de vias oxidativas. Especularam ainda que o treinamento isométrico proporciona adaptações musculares específicas, sugeridas pelo aumento da atividade da succinato desidrogenase, fato decorrente da maior atividade do metabolismo aeróbio nos períodos de descanso entre as contrações. Dessa forma, seria razoável assumir que o aumento do  $VO_{2\text{máx}}$  encontrado no GF desse estudo seria decorrente de adaptações “periféricas” induzidas pelo treinamento.

Em relação ao GC, os trabalhos envolvendo o treinamento de circuito tradicional (baixa intensidade com um número relativamente alto de repetições e períodos de repouso reduzidos) administrado em indivíduos jovens, relatam incrementos moderados no  $VO_{2\text{pico}}$ , variando entre 3 e 11% (Wilmore *et al.*, 1978; Gettman *et al.*, 1980; Gettman *et al.*, 1982) ou inexistência de alterações significativas nessa variável, quando os valores são normalizados pela massa corporal (Gettman *et al.*, 1978; Marcinick *et al.*, 1991). Como citado na revisão de literatura, não foram encontrados trabalhos que submetessem indivíduos idosos à essa metodologia de treino. Porém, os incrementos no  $VO_{2\text{máx}}$  encontrados nesse estudo foram consideravelmente maiores (GF-22,6% e GC-18,6%) do que os encontrados nos estudos de Gettman *et al.*, (1982) e Frontera *et al.*, (1990), cujas metodologias foram semelhantes às utilizadas nos grupos GC e GF, respectivamente. Esses estudos submeteram os sujeitos à um treinamento por um período de 12 semanas, o que pode ter interferido nos incrementos modestos no  $VO_{2\text{máx}}$  (5 e 12%, respectivamente). No estudo de Gettman *et al.* (1982) foram utilizados apenas os exercícios de flexão e extensão do joelho, diferentemente do presente estudo que proporcionou pelo menos um exercício para cada um dos principais grupos musculares, o que também pode ter interferido nos resultados obtidos.

*Em resumo*, tanto o treinamento de força como o treinamento em circuito proporcionaram aumentos significativos no  $VO_{2\text{máx}}$  e no TE dos indivíduos treinados. Esses resultados provavelmente devem-se não somente à maior capacidade de produção de força dos indivíduos treinados, que resultam em uma maior economia de movimento, mas também à adaptações vasculares e bioquímicas responsáveis pelo maior fornecimento e velocidade de utilização de oxigênio nos grupos musculares ativos.

### 5.3 Densidade Mineral Óssea

Não foram observadas alterações significativas nas variáveis relacionadas à saúde óssea ( $DMO_{L2-L4}$ ,  $DMO_{\text{colo}}$ ,  $DMO_{\text{inter}}$ ,  $DMO_{\text{troc}}$  e  $DMO_{\text{ward}}$ ), nos grupos experimentais analisados. Esses resultados corroboram com outros estudos com períodos de tempo semelhantes (Pruitt *et al.*, 1992; Humphries *et al.*, 2000). No estudo de Humphries *et al.*, (2000) os grupos inclusive foram divididos de acordo a administração de reposição hormonal, o que, na ocasião, não interferiu nos

resultados. No entanto, outros trabalhos verificaram que, em indivíduos saudáveis, aumentos significativos na DMO de regiões específicas podem ser observados em treinamentos com uma duração relativamente curta (Menkes *et al.*, 1993; Ryan *et al.*, 1994; Vincent & Braith, 2002). Na revisão desse estudo, não foram encontrados trabalhos envolvendo mulheres com perda óssea, submetidas ao treinamento de alta intensidade, somente mulheres saudáveis. Vincent & Braith (2002) sugerem que mulheres com perda óssea poderiam ter uma resposta osteogênica mais importante, se submetidas a um treinamento de força, fato que não foi observado nesse estudo. Esses resultados podem ser explicados pelo período de tempo necessário para que a remodelação óssea seja evidente. Whitting & Zernicke (2001) comentam que a remodelação óssea, ou seja, o processo de estimulação, reabsorção óssea e posterior formação desse tecido, tem uma duração elevada. A reabsorção óssea, proporcionada pelos osteoclastos, tem uma duração aproximada de duas semanas. No entanto, a formação de tecido ósseo pode levar até quatro meses. É praticamente consensual que, para que o treinamento de força exerça uma função osteogênica, a intensidade do exercício deva proporcionar um alto grau de deformação (estímulo) desse material, o que necessariamente acarreta na utilização de cargas elevadas. No presente estudo, o GF, embora com maior intensidade que o GC, foi submetido a cargas consideradas elevadas durante aproximadamente 3 meses, o que poderia ser um período curto para que pudessem ser observadas alterações significativas na DMO das regiões analisadas.

No trabalho de Vincent & Braith (2002), embora a duração do treinamento tenha sido semelhante ao desse estudo, a metodologia de treino foi diferenciada, uma vez que, desde o início, foram administradas cargas equivalentes à 80% de 1RM, intensidade que pode ter sido determinante para que, em um período de 6 meses, fosse observado um aumento significativo na DMO de L2-L4. Nos estudos de Menkes *et al.* (1993) e Ryan *et al.*, (1994) a metodologia de treino utilizada foi exatamente a mesma. Desde as primeiras sessões de treino eram utilizadas séries de exaustão; ou seja, eram realizadas 5 repetições máximas (cargas equivalentes à 90% de 3RM) com posterior redução da carga até que 15 repetições pudessem ser executadas. Tal metodologia, embora diferente da utilizada no presente estudo, assemelha-se à abordada no estudo de Vincent & Braith (2002), uma vez que, em linhas gerais, durante todo o período de treinamento, a intensidade relativa foi a mesma.

O tipo de treinamento mencionado no parágrafo anterior poderia ser classificado como um treinamento não-periodizado, caracterizado pela manutenção de uma intensidade e um volume constante durante um longo período de tempo (Baker *et al.*, 1994). Outros trabalhos utilizam-se dessa metodologia de treino (Frontera *et al.*, 1988; Frontera *et al.*, 1990) e apresentam resultados positivos em relação à força muscular dessa população. Em relação às variáveis relacionadas à saúde óssea, com a possibilidade de haver um maior estímulo osteogênico com o treinamento de alta intensidade, efeitos positivos na densidade óssea dos locais estressados poderiam ser observados de forma mais precoce em treinamentos que se utilizem de altas cargas, desde as primeiras sessões.

Visando observar possíveis respostas osteogênicas anteriores às encontradas através de exames densitométricos, alguns trabalhos tentam analisar o processo de remodelação óssea medindo alguns marcadores de formação (fosfatase alcalina e osteocalcina sérica) e reabsorção óssea (fosfatase ácida tartarato-resistente, cálcio e pontes de colágeno excretados na urina), a fim de verificar o efeito de diferentes tratamentos. Trabalhos com treinamento de força também tem sido realizados, utilizando-se desses marcadores para a observação da resposta óssea (Menkes *et al.*, 1993; Creighton *et al.*, 2001). Embora existam resultados controversos em relação à confiabilidade desses marcadores, existe uma tendência de elevação da concentração sanguínea de marcadores de formação óssea (entre eles, a calcitonina) e manutenção ou diminuição da concentração de marcadores de reabsorção (Menkes *et al.*, 1993; Andreoli *et al.*, 2001). Nesse estudo, tais marcadores não foram analisados, no entanto, poderiam indicar respostas mais “agudas” aos treinamentos administrados, antes que respostas na DMO fossem observadas. Diversos autores (Rikly & McManis, 1990; Peterson *et al.*, 1991; Pruitt *et al.*, 1992; Menkes *et al.*, 1993; Frontera *et al.*, 2001) sugerem que o treinamento de força, mesmo não provocando aumentos significativos na massa óssea pode afetar positivamente essa variável, atenuando o seu grau de redução em relação ao envelhecimento. Não foi possível realizar exames densitométricos com a amostra utilizada em um período anterior ao treinamento. Com avaliações densitométricas realizadas seis meses antes do início do treinamento, poderia ser realizada uma comparação do grau de redução dessa variável nesses dois períodos de tempo (6 meses x 6 meses), o que poderia mostrar alguma influência dos treinamentos utilizados.

*Em resumo*, os treinamentos de força e em circuito parecem não ter interferido nas variáveis  $DMO_{L2L4}$ ,  $DMO_{colo}$ ,  $DMO_{inter}$ ,  $DMO_{troc}$  e  $DMO_{ward}$  dos indivíduos analisados. Esses resultados podem ser justificados pelo tempo de treinamento relativamente curto, considerando o ciclo de remodelação óssea. Além disso, o curto período em que altas intensidades foram administradas nesse estudo podem ter minimizado os possíveis efeitos osteogênicos proporcionados pelo treinamento de força. A maioria dos estudos com curta duração (4 a 9 meses) que encontraram aumentos significativos na densidade óssea de indivíduos idosos, utilizaram-se de treinamentos cujas intensidades permaneceram altas desde as primeiras sessões de treino, o que pode ter sido determinante para os resultados diferenciados.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo sugerem que, em mulheres pós-menopáusicas com perda óssea, tanto o treinamento de força como o treinamento em circuito promovem aumentos na força muscular dinâmica e isométrica. Esses efeitos parecem ser da mesma magnitude nesses dois tipos de treinamento, o que provavelmente deve-se à amostra utilizada, composta por pessoas destreinadas e que, tratando-se da variável força muscular, respondem de forma semelhante com protocolos de treinamento utilizando diferentes intensidades.

Os incrementos na força muscular provavelmente devem-se a ajustes no sistema neuromuscular dos grupos de treino. O treinamento de força parece enfatizar um aumento do recrutamento de unidades motoras e/ou aumento da frequência de disparo das unidades motoras ativas da musculatura agonista, sugeridos pelo aumento significativo da amplitude do sinal EMG dos músculos extensores do joelho do GF. Entretanto o GC, por apresentar alterações no sinal EMG apenas nas primeiras semanas de treino, poderia ter a musculatura antagonista ao movimento inibida (inibição da co-ativação) nas semanas posteriores, proporcionando um aumento da força semelhante ao GF.

Tanto o treinamento de força como o treinamento em circuito parecem aumentar o consumo máximo de oxigênio e o tempo de exaustão dessa população, efeitos que podem ser mediados pelo aumento da força muscular de membros inferiores, que possibilitaria uma maior resistência ao aumento da intensidade do exercício. No entanto, outros fatores poderiam interferir nessas variáveis ( $VO_{2máx}$  e TE), como um aumento da atividade de algumas enzimas ligadas ao metabolismo aeróbio (i.e. citrato sintase) além de uma provável alteração na capilarização relativa dos músculos treinados e alteração nas isoformas de cadeia pesada de miosina (tipo IIb para IIa), adaptações que otimizariam o fornecimento e a velocidade de utilização do oxigênio disponível no músculo ativo. Evidentemente que as últimas sugestões são baseadas em outros estudos e tratando-se desse, caracterizam-se apenas como suposições, uma vez que tais variáveis não foram analisadas.

A densidade mineral óssea das mulheres pós-menopáusicas parece não ser afetada pelos treinamentos de força e em circuito, em um curto período de treinamento. A ausência de modificações poderiam advir do longo ciclo de remodelação óssea, além da estrutura de treinamento utilizada. Treinamentos com

altas intensidades, administradas desde as primeiras sessões de treino poderiam proporcionar efeitos significativos com períodos de treinamento mais curtos.

*Em resumo*, os resultados desse estudo sugerem que tanto o treinamento de força como o treinamento em circuito interferem positivamente na força e ativação muscular, e no condicionamento cardiorrespiratório de mulheres pós-menopáusicas. No entanto a DMO parece não ser alterada com esses tipos de treinamento, em um período de 24 semanas. No entanto, o treinamento de força parece promover adaptações neuromusculares mais importantes que o treinamento em circuito.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADAMS, G.R.; HATHER, B.M.; BALDWIN, K.M.; DUDLEY, G.A. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *J Appl Physiol* (1993) 74: 911 – 915.
2. ADES, P.; BALLOR, D.; ASHIKAGA, T.; Weigh training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Am Intern Med* (1996) 124: 568 – 72.
3. ALKNER, B.A.; TESCH, P.A. BERG, H.E. Quadriceps EMG/force in knee extension and leg press. *Med Sci Sports Exerc* (2000) 32: 459 – 462.
4. ANDERSON, J.; ERIKSSON, C. Piezoelectric properties of dry and wet bone. *Nature* (1970) 227: 491-492.
5. ANDREOLI, A.; MONTELEONI, M.; VAN LOAN, M.; PROMENZIO, L.; TARANTINO, U.; DE LORENZO, A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* (2001) 33(4): 507 – 511.
6. ANIANSSON, A.; GRIMBY, G.; NYGAARD, E. Muscle fiber composition and fiber area in various age groups. *Muscle Nerve* (1980) 2: 271 – 272.
7. ARNGRÍMSSON, S.A.; STEWART, D.J.; BORRANI, F.; SKINNER, K.A.; CURETON, K.J. Relation of heart rate to percent  $VO_{2peak}$  during submaximal exercise in the heat. *J Appl Physiol* (2003) 94: 1162 – 1168.
8. BASMAJIAN; DE LUCA. *Muscle Alive*, 1985.
9. BABCOCK, M.A.; PATERSON, D.H.; CUNNINGHAM, D.A.; DICKINSON, J.R. Exercise on-transient gas exchange kinetics are slowed as a function of age. *Med Sci Sports Exerc* (1994) 26: 440 - 446.

10. BARNARD, R.J.; LAWANI, L.O.; MARTIN, D.A. Effects of maturation and aging on the skeletal muscle glucose transport system. *Am J Physiol* (1992) 262: E619 – E626.
11. BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Cond Res* (1994) 8(4): 235 – 242.
12. BEACHLE, T.R. ; GROVES, B.R. *Treinamento de força: passos para o sucesso*. Porto Alegre. Artmed, 2000.
13. BEMBEN, M.G. Age-related alterations in muscular endurance. *Sports Med* (1998) 25(4): 259 – 269.
14. BEMBEN, D.A.; FETTERS, N.L.; BEMBEN, M.G.; NABAVI, N.; KOH, E.T. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* (2000) 32: 1949 – 1957.
15. BOMPA, T.O. *A periodização no treinamento desportivo*. São Paulo. Manole, 2001.
16. BOSCO, C.; KOMI, P.V. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol* (1980) 45: 209 – 215.
17. BOSCO, C.; COLLI, R.; BONOMI, R.; VON DUVILLARD, S.P.; VIRU, A. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med Sci Sports Exerc* (2000) 32(1): 202 – 208.
18. BUA, E.A.; MCKIERNAN, S.H.; WANAGAT, J.; MCKENKIE, AIKEN, J.M. Mitochondrial abnormalities are more frequent in muscles undergoing sarcopenia. *J Appl Physiol* (2002) 92: 2617 – 2624.
19. CAMPBELL, W.W.; CRIM, M.C.; YOUNG, V.R. EVANS, W.J.; Increased energy requirements and body composition changes with resistance training in older adults. *Am J Clin Nutr* (1994) 60: 167 – 175.

20. CAMPOS, G.E.R.; LUECKE, T.J.; WENDELN, H.K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F.C.; MURRAY, T.F.; RAGG, K.E.; RATAMESS, N.A.; STARON, R.S. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol* (2002) 88: 50 – 60.
21. CANNON, R.J.; CAFARELLI, E. Neuromuscular adaptation to training. *J Appl Physiol* (1987) 63(3): 2396 – 2402.
22. CARROL, T.J.; ABERNETHY, P.J.; LOGAN, P.A.; BARBER, M.; McENIERY, M.T. Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week. *Eur J Appl Physiol* (1998) 78: 270 – 275.
23. CARPINELLI, R.N.; OTTO, R.M. Strength training: single versus multiple sets. *Sports Med* (1998) 26(2): 73 – 84.
24. CLARKSON, P.M. KROLL, W.; MELCHIONDA, A.M.; Age, isometric strength, rate of tension development and fiber type composition. *J Gerontol* (1981) 36: 648 – 653.
25. COLLIANDER, E.B.; TESCH, P.A. Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta Physiol Scand* (1990) 140: 31 – 39.
26. COLLINS, M.A.; CURETON, K.J.; HILL, D.W. Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Med Sci Sports Exerc* (1991) 23(5): 636 – 640.
27. COGGAN, A.R.; SPINA, R.J.; KING, D.S. Histochemical and enzymatic comparison of the gastrocnemius muscle of young and elderly men and women. *J Gerontol* (1992): 47(3): B71 – B76.
28. COGGAN, A.R.; ABDULJALIL, A.M.; SWANSON, S.C. Muscle metabolism during exercise in young and older untrained and endurance-trained men. *J Appl Physiol* (1993) 75: 2125 – 2133.

29. CUMMINGS, S.; KELSEY, J.; NEVITT, M. Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. *Epidemiol Rev* (1985) 7: 178 – 205.
30. CUSSLER, E.C.; LOHMAN, T.G.; GOING, S.T.; HOUTKOOPER, L.B.; METCALFE, L.L.; FLINT-WAGNER, H.G.; HARRIS, R.B.; TEIXEIRA, P.J. Weight lifted in strength training predicts bone change in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* (2003) 35(1): 10 – 17.
31. DALSKY, G.P. Effect of exercise on bone: permissive influence of estrogen and calcium. *Med Sci Sports Exerc* (1990) 22: 281 – 285.
32. DAW, C.K.; STARNES, J.W.; WHITE, T.P. Muscle atrophy and hypoplasia with aging: impact of training and food restriction. *J Appl Physiol* (1998) 64: 2428 – 2432.
33. DEHN, M.M.; BRUCE, R.A. Longitudinal variations in maximal oxygen intake with age and activity. *J Appl Physiol* (1972) 33: 805 – 807.
34. DE LUCA, C.J.; The use of electromyography in biomechanics. *J Appl Biomec* (1997) 13: 135 – 163.
35. DE VITO, G.; HERNANDEZ, R.; GONZALES, V.; FELICI, F.; FIGURA, F. Low intensity physical training in older subjects. *J Sports Med Phys Fitness* (1997) 37: 72 – 77.
36. DUNCAN, R.L.; TURNER, C.H. Mechanotransduction and the functional response of bone to mechanical strain. *Calcif Tissue Int* (1995) 57: 344 – 358.
37. EBBELING, C.B.; CLARKSON, P.M. Muscle adaptation prior to recovery following eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol* (1990) 60: 26 – 31.

38. EDDINGER, T.J.; CASSENS, R.G.; MOSS, R.L. Mechanical and histochemical characterization of skeletal muscles from senescent rats. *Am J Physiol* (1986) 251: C421 – 430.
39. ENOKA, R.M. Muscle strength and its development: New perspectives. *Sports Med* (1988) 6: 146 – 168.
40. ENOKA, R.M.; STUART, D.G. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol* (1992) 72: 1631 – 1648.
41. ESSEN-GUSTAVSSON, B.; BORGES, O. Histochemical and metabolic characteristics of human skeletal muscle in relation to age. *Acta Physiol Scand* (1986) 126: 107 – 114.
42. EVANS, W.J. Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc* (1999) 31(1): 12 – 17.
43. FILHO, U.D. *Introdução à Bioestatística: para simples mortais*, 3ª ed. São Paulo, Negócio, 1999.
44. FLECK, S. Periodized training: A critical review. *J Strength Con Res* (1999).
45. FLECK, J.F.; KRAEMER, W.J. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*, 2ª ed. Porto Alegre. ArtMed, 1999.
46. FONSECA, J.C.P. Osso: um desafio à biologia. *Anais do VIII CBB* (1999) págs:67 – 71.
47. FRONTERA, W.R. MEREDITH, C.N.; O'REILLY, K.P.; EVANS, W.J. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* (1988) 64(3):1038-1044.

48. FRONTERA, W.R.; MEREDITH, C.N.; O'REILLY, K.P.; EVANS, W.J. Strength training and determinants of  $VO_{2max}$  in older men. *J Appl Physiol* (1990) 68(1): 329 – 333.
49. FRONTERA, W.R.; DAWSON, D.M.; SLOVIK, D.M. *Exercício Físico e Reabilitação*. Porto Alegre. ArtMed, 2001.
50. FUKADA, .E; YASUDA, I. Piezoelectric effects in collagen. *Jap J Appl Physiol* (1964) 3: 117 – 121.
51. GARFINKEL, S.; CAFARELLI, E. Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional area after isometric training. *Med Sci Sports Exerc* (1992) 24(11): 1220 – 1227.
52. GETTMAN, L.R.; AYERS, J.J.; POLLOCK, M.L.; JACKSON, A. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med Sci Sports Exerc* (1978) 10: 171-176.
53. GETTMAN, L.R.; CULTER, L.A.; STRATHMAN, T.A. Physiologic changes after 20 weeks of isotonic vs isokinetic circuit training. *J Sports Med* (1980) 20: 264 – 274.
54. GETTMAN, L.R.; WARD, P.; HAGAN, R.D. A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med Sci Sports Exerc* (1982) 14: 229-234.
55. GREEN, S.B.; SALKIND, N.J. *Using SPSS for windows and machintosh: analyzing and understanding data*, 3<sup>rd</sup> edition. New Jersey. Pearson Education, 2003.
56. GREGORY, L.W. Some observations on strength training and assessment. *J Sports Med* (1981) 21: 432 – 436.

57. GREIGHTON, D.L.; MORGAN, A.L.; BOARDLEY, D.; BROLINSON, P.G. Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. *J Appl Physiol* (2001) 90: 565 – 570.
58. HAGBERG, J.M. A hemodynamic comparison of young and old endurance athletes during exercise. *J Appl Physiol* (1985) (58)6: 2041 – 2046.
59. HAGERMAM, F.; WALSH, S.; STARON, R. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men I: strength, cardiovascular and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* (2000) 55(7): B336 – 46.
60. HAKKINEN, K.; KOMI, P.V. Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* (1983) 15(6): 455 – 460.
61. HAKKINEN, K.; ALÉN, M.; KOMI, P.V. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand* (1985a) 125: 573 – 585.
62. HAKKINEN, K.; KOMI, P.V.; ALÉN, M. Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiol Scand* (1985b) 125: 587 – 600.
63. HAKKINEN, K.; PARAKINEN, A.; ALÉN, M.; KOMI, P.V. Serum hormones during prolonged training of neuromuscular performance. *Eur J Appl Physiol* (1985c) 53: 287 – 293.
64. HAKKINEN, K.; PAKARINEN, A. Muscle strength and serum hormones in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand* (1993) 148: 199 – 207.
65. HAKKINEN, K.; HAKKINEN, A. neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyogr Clin Neurophysiol* (1995) 35: 137 – 147.

66. HAKKINEN, K.; KALLINEN, M.; LINNAMO, V.; PASTINEN, U.M.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand* (1996) 158: 77 – 88.
67. HAKKINEN, K.; ALEN, M. KALLINEN, M. Muscle CSA- force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and older people. *JAPA* (1998a) 6: 232 – 247.
68. HAKKINEN, K.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K; LASSILA, H.; MÄLKIÄ, E.; KRAEMER, W.J. NEWTON, R.U.; ALEN, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol* (1998b) 84(4): 1341 – 1349.
69. HAKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; GORDON, S.; McCORNICK, M.; VOLEK, J.; NINDL, B.; GOTSHALK, L.; CAMPBELL, W.; EVANS W.J.; HAKKINEN, A.; HUMPHRIES, B.; KRAEMER, W.J. Changes in muscle morphology, electromyographic activity and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol Biol Sci Med Sci* (1998c) 53: B415 – B423.
70. HAKKINEN, K.; ALEN, 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* (2000) 83: 51 – 62.
71. HAKKINEN, K.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U.; ALEN, 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* (2001a) 171: 51-62.
72. HAKKINEN, K.; PARAKINEN, A.; KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; ALEN, M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum



- hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* (2001b) 91: 569 – 580.
73. HANSEN, R.D.; RAJA, C.; ASLANI, A.; SMITH, R.C.; ALLEN, D.J. Determination of skeletal muscle and fat-free mass by nuclear and dual-energy X-ray absorptiometry methods in men and women aged 51-84. *Am J Clin Nutr* (1999) 70: 228 – 233.
74. HARRIS, K.A.; HOLLY, R.G. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc* (1987) 19(3): 246 – 252.
75. HASS, C.J.; GARZARELLA, L.; DE HOYOS, D.; POLLOCK, M.L. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* (2000) 32(1): 235 – 242.
76. HAWKINS, S.A.; SCHROEDER, E.T.; WISWELL, R.A.; JAQUE, S.V.; MARCELL, T.J.; COSTA, K. Eccentric muscle action increases site-specific osteogenic response. *Med Sci Sports Exerc* (1999) 31(9): 1287 – 1292.
77. HEPPLER, R.T.; MACKINNON S.L.M.; THOMAS, S.G.; GOODMAN, J.M.; PLYLEY, M.J. Quantitating the capillary supply and response to resistance training in older men. *Pflügers Arch – Eur J Physiol* (1997) 433: 238 – 244.
78. HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo. Manole, 2000.
79. HICKSON, R.; ROSENKOETTER, M.; BROWN, M. Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med Sci Sports Exerc* (1980) 12: 336 – 339.
80. HOLLOSZY, J.O. Health benefits of exercise in the elderly. *Med Sci Sports Exerc* (1992) 37: 91 -

81. HORTOBÁGYI, T.; HILL, J.P.; HOUMARD, J.A.; FRASER, D.D.; LAMBERT, N.J.; ISRAEL, R.G. Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Appl Physiol* (1996) 80(3): 765 – 772.
82. HUGHES, V.; FRONTERA, W., DALLAL, G. Muscle strength and body composition: associations with bone density in older subjects. *Med Sci Sports Exerc* (1995) 27: 967 – 974.
83. HUMPHRIES, B.; NEWTON, R.U.; BRONKS, R.; MARSHALL, S.; McBRIDE, J.; TRIPLETT-McBRIDE, T.; HAKKINEN, K.; KRAEMER, W.J.; HUMPHRIES, N. Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. *Med Sci Sports Exerc* (2000) 32(6): 1043-1050.
84. HUNTER, G.R. changes in body composition, body build and performance in association with different weight training frequencies in males and females. *Natl strength Cond Assoc J* (1985) 7: 26 – 28.
85. HUNTER, G.R.; WETZSTEIN, C.J.; FIELDS, D.A.; BROWN, A. BAMMAN, M.M. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol* (2000) 89: 977 – 984.
86. HURLEY, B.F.; SEALS, D.R.; EHSANI, A.A.; CARTIER, L.J.; DALSKY, G.P.; HAGBERG, J.M.; HOLLOSZY, J.O. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc* (1984) 16(5): 483 – 488.
87. HURLEY, B.F.; HAGBERG, J.; GOLDBERG, A. Resistive training can reduce coronary risk factors without altering  $VO_2$ max or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc* (1988) 20: 150 – 154.
88. HURLEY, B.F.; ROTH, S.M. Strength training in the elderly. *Sports Med* (2000) 30(4): 249-268.
89. IOSSIFIDOU, A.N.; BALTZOPOULOS, V. Peak power assessment in isokinetic dynamometry. *Eur J Appl Physiol* (2000) 82: 158 – 160.

90. IRION, G.L.; VASTHARE, V.S.; TUMA, R.F.; Age-related changes in skeletal muscle blood flow in the rat. *J Gerontol* (1987) 42: 660 – 665.
91. IZQUIERDO, M.; HAKKINEN, K., IBANES, J., ANTÓN, A.; GARRUÉS, M.; RUESTA, M.; GOROSTIAGA, E.M. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J Strength Cond Res* (2003) 17(1): 129 – 139.
92. JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *Brit J Nutr* (1978) 40: 497 - 504.
93. JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* (1980) 12: 175 - 182.
94. JACKSON, C.G.; DICKINSON, A.L.; RINGEL, S.P. Skeletal muscle fiber area alterations in two opposing mode resistance-exercise training in the same individual. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* (1990) 61(1-2): 37 – 1.
95. JACKSON, A.S. BEARD, A.F.; WIER, L.T.; ROSS, R.M.; STUTEVILLE, J.E.; BLAIR, S.N. Changes in aerobic power of men, ages 25-70 yr. *Med Sci Sports Exerc* (1995) 27: 113 – 120.
96. JACOBS, P.L.; NASH, M.S.; RUSINOWSKI, J.W. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc* (2001) 33(5): 711 – 717.
97. JONES, D.A.; RUTHERFORD, O.M. Human muscle strength training: the effects of three different regimes and the nature of the resultant changes. *J Physiol* (1987) 391: 1 -11.
98. JUBRIAS, S. A.; ESSELMAN, P.C.; PRICE, L.B.; CRESS, M.E.; CONLEY, K. E. Large energetic adaptations of elderly muscle to resistance and endurance training. *J Appl Physiol* (2001) 90: 1663 – 1670.

99. JURIMAE, J.; ABERNETHY, P.J.; BLAKE, K.; McENIERY, M.T. Changes in the myosin heavy chain isoform profile of the triceps brachii muscle following 12 weeks of resistance training. *Eur J Appl Physiol* (1996) 74: 287 – 292.
100. KAMEN, G.; SISON, S.; DUKE DU, C.; PATTEN, C. Motor unit discharge behavior in older adults during maximal effort contractions. *J Appl Physiol* (1995) 79: 1908 – 1913.
101. KANNUS, P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med* (1994) 15: S11 – S18.
102. KRAEMER, W.J.; PATTON, J.F.; GORDON, S.E.; HARMAN, E.A.; DESCHENES, M.R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R.U.; TRIPPLET, N.T.; DZIADOS, J.E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol* (1995) 78(3): 976 – 989.
103. KRAEMER, W.J.; FLECK, S.J.; EVANS, W.J. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* (1996) 24: 363 – 397.
104. KOMI, P.V.; VIITASALO, J.T. Changes in motor unit activity and metabolism in human skeletal muscle during and after repeated eccentric and concentric contractions. *Acta Physiol Scand* (1977) 100: 246 – 254.
105. KOMI, P.V.; TESCH, T. EMG frequency spectrum, muscle structure, and fatigue during dynamic contractions in man. *Eur J Appl Physiol* (1979) 42: 41 – 50.
106. KOMI, P.V. Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int J Sports Med Suppl* (1986) 7: 10 – 15.
107. KOMI, P.V.; LINNAMO, V.; SILVENTOINEN, P.; SILLANPÄÄ, M. Force and EMG power during eccentric and concentric actions. *Med Sci Sports Exerc* (2000) 32: 1757 – 1762.

108. KRAEMER, W.J. NEWTON, R.V.; BUSH, J. Varied multiple set resistance training programs produce greater gains than single set programs [abstract]. **Med Sci Sports Exerc** (1995) 7(5): S195.
109. KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A.; 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 tennis players. **Am J Sports Med** (2000) 28: 626 – 633.
110. KRAEMER, W.J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E.; DUDLEY, G.A.; DOOLY, C.; FEIGENBAUN, M.S.; FLECK, S.J.; FRANKLIN, B.; FRY, A.C.; HOFFMAN, J.R.; NEWTON, R.U.; POTTEIGER, J. STONE, M.H.; RATAMESS, N.A.; McBRIDE, T.T. Progression models in resistance training for healthy adults: American College of Sports Medicine Position Stand. **Med Sci Sports Exerc** (2002) 34: 364 – 380.
111. LAKATTA, E.G. Cardiovascular regulatory mechanisms in advanced age. **Physiol Rev** (1993) 73: 413 – 467.
112. LANYON, L.E.; GOODSHIP, A.E.; PYE, C.J.; MACFIE, J.H. Mechanically Adaptive Bone Remodelling. **J Biomech** (1982) 15(3): 141 – 154.
113. LARSSON, L. morphological and functional characteristics of the aging skeletal muscle in man. A cross-over study. **Acta Physiol Scand** (1978) 457: 1 – 36.
114. LARSSON, L.; KARLSSON, J. Isometric and dynamic endurance as a function of age and skeletal muscle characteristics. **Acta Physiol Scand** (1978) 104: 129 – 136.
115. LARSSON, L.; SJODIN, B.; KARLSSON, J.; Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-65 years. **Acta Physiol Scand** (1978) 103: 31-39.

116. LEXELL, J.; HENDRIKSSON-LARSSON, K.; WINBLAD, B.; Distribution of different fiber types in human skeletal muscle: effects of aging in whole muscle cross section. *Muscle Nerve* (1983) 6: 588 – 595.
117. LEXELL, J.; TAYLOR, C.; SJOSTROM, M. What is the cause of the aging atrophy? Total number, size and proportions of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year old men. *J Neurol Sci* (1988) 84: 275 – 294.
118. LOMBARDI, V.P. *Beggining weight training: the safe and effective way*. Dubuque, 1989.
119. MADSEN, K.L.; ADAMS, W.C.; VAN LOAN, M.D. Effects of physical activity, body weight and composition, and musular strength on bone density in young women. *Med Sci Sports Exerc* (1998) 30(1): 114 - 120.
120. MAIORANA, A.; O`DRISCOLL, G.; CHEETAM, G.; COLLIS, J.; GOODMAN, C.; RANKIN, S.; TAYLOR, R.; GREEN, D. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. *J Appl Physiol* (2000) 88: 1565 – 1570.
121. MAIR, J.; MAYR, M.; MULLER, E.; KOLLER, A.; HAID, C.;ARTNER-DWORZAK, E.;CALZORALI, C.; LARUE, C.; PUSCHENDORF, B. Rapid adaptation to eccentric exercise-induced muscle damage. *Int J Sports Med* (1995) 16(6): 352 – 356.
122. MARCINICK E.; POTTS, J.; SCHLABACH, G. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* (1991) 23:739 – 743.
123. 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.; HAKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. Low-volume circuit versus high-volume

- periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc* (2001) 33(4): 635 – 643
124. MAZZEO, R.S.; TANAKA, H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med* (2001) 31 (11): 809 – 818.
125. MAYHEW, T.; ROTHSTEIN, J. Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. *Med Sci Sports Exerc* (1995) 27(6): 868 – 873.
126. McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*, 4ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1998.
127. McCALL, G.E.; BYRNES, W.C.; DICKINSON, P.M.; PATTANY, P.M.; FLECK, S.J. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *J Appl Physiol* (1996) 81(5): 2004 – 2012.
128. MENKES, A.; MAZEL, S.; REDMOND, R.A.; KOFFLER, K.; LIBANATI, C.R.; GUNDBERG, C.M.; ZIZIC, T.M.; HAGBERG, J.M.; PRATLEY, R.E.; HURLEY, B.F. Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* (1993) 74(5): 2478 – 2484.
129. MILLET, G.P.; JAQUEN, B.; BORRANI, F.; CANDAU, R. Effects of concurrent endurance training on running economy and VO<sub>2</sub> kinetics. *Med Sci Sports Exerc* (2002) 34(8): 1351-1359.
130. MORITANI, T.; DE VRIES, H.A.; Reexamination of the relationship between the surface IEMG and force of isometric contraction. *Am J Phys Med* (1978) 57: 263 – 277.
131. MORITANI, M.A.; DE VRIES, H.A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med* (1979) 58(3): 115 – 130.

132. MURPHY, A.J.; WILSON, G. Poor correlations between isometric testes and dynamic performance: relationship to muscle activation. *Eur J Appl Physiol* (1996a) 73: 353 – 357.
133. 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* (1989) 59: 310 – 319.
134. NARICI, M.V.; HOPPELER, H.; KAYSER, B.; LANDONI, L.; CLAASSEN H.; GAVARDI, C.; CONTO, M.; CERRETELLI, P. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiol Scand* (1996) 157: 175 – 186.
135. NELSON, M.E.; FIATATORE, M.A.; MORGANTI, C.M.; TRICE, I.; GREENBERG, R.A.; EVANS, W.J. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: a randomized controlled trial. *JAMA* (1994) 272:1909 -1914.
136. NOTELOVITZ, M.; MARTIN, D.; PROBART, C. Estrogen therapy and variable-resistance weight training increase bone mineral in surgically menopausal women. *J Bone Min Res* (1991) 6: 583 – 590.
137. ORLANDER, J.; KIESLING, K.H.; LARSSON, L. Skeletal muscle metabolism and ultrastructure in relation to age in sedentary men. *Acta Physiol Scand* (1978) 104: 249 – 261.
138. OSTERNING, L.R. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exerc Sports Sci Rev* (1986) 14: 45 – 80.
139. OZMUN, J.C.; MIKESKY, A.E.; SURBURG, P.R. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc* (1994) 26(4): 510-514.



140. PARIZKOVA, J.; EISELT, J.; SPRYNAROVA, S.; Body composition, aerobic capacity, and density of muscle capillaries in young and old men. *J Appl Physiol* (1971) 31: 323 –325.
141. PAULSEN, G.; MYKLESTAD, D.; RAASTAD, T.; The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *J Strength Cond Res* (2003) 17(1): 115 – 120.
142. PEARSON, D.; FAIGENBAUN, A.; CONLEY, M.; KRAEMER, J.W. The national strength and conditioning association's basic guidelines for the resistance training of athletes. *Strength Cond J* (2000) 22: 14 – 27.
143. PESTANA, M. H; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. Edições Sílabo: Lisboa, 2003.
144. PETERSON, S.E.; PETERSON, M.D.; RAYMOND, G.; GILLIGAN, C.; CHECOVICH, M.M.; SMITH, E.L. Muscular strength and bone density with weight training in middle-aged women. *Med Sci Sport Exerc* (1991) 23(4): 499 – 5044.
145. PINCIVERO, D.M.; CAMPY, R.M.; SALFETNIKOV, Y.; BRIGHT, A. COELHO, A.J. Influence of contraction intensity muscle, and gender on median frequency of the quadriceps femoris. *J Appl Physiol* (2001) 90(3): 804 – 810.
146. PLOUTZ-SNYDER, L.L.; GIAMIS, E.L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and Young women. *J Strength and Cond Res* (2001) 15(4): 519 – 523.
147. POLLITZER, W.S.; ANDERSON, J.B. Ethnic and genetic differences in bone mass: a review with a hereditary vs environmental perspective. *Am J Clin Nutr* (1989) 50: 1244 - 1259.
148. POLLOCK, M.L. FOSTER, C.; KNAPP, D.; ROD. J.L.; SCHMIDT, D.H. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *J Appl Physiol* (1987) 62: 725 – 731.

149. POLLOCK, M.L.; GAESSER, G.A.; BUTCHER, J.D.; DESPRÉS, J.P.; DISHMAN, J.K.; FRANKLIN, B.A.; GARBER, C.E. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults: American College of Sports Medicine Position Stand. *Med Sci Sports Exerc* (1998) 30: 975 – 991.
150. PRUITT, L.A. JACKSON, R.D.; BARTELS, R.L. Weight training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *J Bone Min Res* (1992) 7: 179 – 185.
151. RABITA, G.; PÉROT, C.; LENSEL-CORBEIL, G. Differential effect of knee extension isometric training on the different muscles of the quadriceps femoris in humans. *Eur J Appl Physiol* (2000) 83: 531 – 538.
152. RASO, V. ANDRADE, E.L.; MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R. Exercícios com pesos para mulheres idosas. *Rev Bra At Fis Saúde* (1997) 2(4): 17 – 26.
153. RIKLI, R.E.; McMANIS, B.G. Effects of exercise on bone mineral content in postmenopausal women. *Res Q* (1990) 61(3): 243 – 249.
154. RIVERA, A.M. PELS, A.E.; SADY, M.A. CULLINANE, E.M. THOMPSON, P.D. Physiological factors associated with lower maximal oxygen consumption of master runners. *J Appl Physiol* (1989) 66: 949 – 954.
155. RODENHEFFER, R.J. GERTENLITH, G.; BECKER, L.C.; FLEG, J.L.; WEISFELDT, M.L.; LAKATTA, E.G. Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects: cardiac dilatation and increased stroke volume compensate for diminished heart rate. *Circulation* (1984) 69: 203 - 213.
156. ROGERS M.A. HAGBERG, J.M.; MARTIN, W.H.; EHSANI, A.A.; HOLLOSZY, J.O. Decline in  $VO_2$ max. with aging in master athletes and sedentary men. *J Appl Physiol* (1990) 68: 2195 – 2199.

157. RUTHERFORD, O.M.; JONES, D.A. The role of learning and coordination in strength training. *Eur J Appl Physiol* (1986) 55: 100 – 105.
158. RYAN, A.S. TREUTH, M.S.; RUBIN, J.P.; MILLER, B.J.; NICKLAS, B.J.; LANDIS, D.M.; PRATLEY, R.E.; LIBANATI, C.R.; GUNDBERG, C.M.; HURLEY, B.F. Effects of strength training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. *J Appl Physiol* (1994) 77(4): 1678 – 1684.
159. SALE, D.G. Neural adaptations to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* (1988) 20(5): S135 – S145.
160. SALE, D.G. MARTIN, J.E.; MOROZ, D.E. Hypertrophy without increased isometric strength after weight training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* (1989) 64(1): 51 – 5.
161. SALTIN, B. Physiological effects of physical conditioning. *Med Sci Sports* (1969) 1(1): 50-56.
162. SAPEGA, A.A.; SOKOLOW, N.D.; SARANITI, A. The nature of torque overshoot in cybex isokinetic dynamometry. *Med Sci Sports Exerc* (1982) 14: 368 – 375.
163. SEALS, D.R. TAYLOR, J.A. NG, A.V.; ESLER, M.D. Exercise and aging: autonomic control of the circulation. *Med Sci Sports Exerc* (1994) 26: 568 – 576.
164. SERRATRICE, G.; ROUX, H.; AQUARON, R. Proximal muscle weakness in elderly subjects: reports of 12 cases. *J Neurol Sci* (1968) 7: 275 – 299.
165. SHARMAN, M.J.; NEWTON, R.U.; TRIPLETT-McBRIDE, T.; McGUIGAN, M.R.M.; McBRIDE, J.M.; HAKKINEN, A.; HAKKINEN, K., KRAEMER, W.M. Changes in myosin chain composition with heavy resistance training in 60- to 75-year old men and women. *Eur J Appl Physiol* (2001) 84: 127 – 132.

166. SMITH, L.F. *Cinesiologia Clínica de Brunnstron*, 5<sup>a</sup> ed. São Paulo. Manole, 1997.
167. SMITH, S.; MONTAIN, S.; MATLORR, R.; ZIENTARA, G. JOLEZS, F.; FIELDING, R. Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *J Appl Physiol* (1998) 85: 1349 – 1356.
168. SORICHTER, S.; MAIR, J.; KOLLER, A.; SECNIC, P.; PARRAK, V.; HAIS, C.; MULLER, E.; PUSCHENDORF, B. Muscular adaptation and strength during the early phase of eccentric training: influence of the training frequency. *Med Sci Sports Med* (1997) 19(12): 1646 – 1652.
169. SPRIET, L.L.; HEIGENHAUSER, G.J.; JONES, N.L. Endogenous triacylglycerol utilization of rat skeletal muscle during tetanic stimulation. *J Appl Physiol* (1986) 61: 410 – 415.
170. STARKEY, D.B.; POLLOCK, M.L.; ISHIDA, Y.; WELSCH, M.A.; BRECHUE, W.F.; GRAVES, J.E.; FEIGENBAUM, M.S. Effect os resistance training volume on strength and muscle tickness. *Med Sci Sports Exerc* (1996) 28(10): 1311 – 1320.
171. 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* (1989) 60: 71 – 79.
172. STARON, R.S.; LEONARDI, M.J.; KARAPONDO, D.L. MALICKY, E.S. FALKEL, J.E.; HAGERMAN, F.C.; HIKIDA, R.S. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *J Appl Physiol* (1991) 70: 631 – 640.
173. STARON, R.S.; KARAPONDO, D.L.; KRAEMER, W.J.; FRY, A.C.; GORDON, S.E.; FALKEL, J.E.; HAGERMAN, F.C.; HIKIDA, R.S. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol* (1994) 76: 1247 – 1255.

174. TATE, C.A.; HYEK, M.F.; TAFFET, G.E. Mechanism for the responses of cardiac muscle to physical activity in old age. *Med Sci Sports Exerc* (1994) 26: 561 – 567.
175. TEIXEIRA, P.J.; GOING, S.B.; HOUTKOOPER, L.B.; METCALFE, L.L.; BLEW, R.M.; FLINT-WAGNER, H.G.; CUSSLER, E.C.; SARDINHA, L.B.; LOHMAN, T.G. Resistance training in postmenopausal women with and without hormone therapy. *Med Sci Sports Exerc* (2003) 35(4): 555 – 562.
176. TESCH, P.; SJODIN, B.; THORSTENSSON, A. Muscle fatigue and its relation to lactate accumulation and LDH activity in man. *Acta Physiol Scand* (1978) 103: 413 – 420.
177. TESCH, P.A. Acute and long-term metabolic changes consequent to heavy-exercise. *Med Sports Sci* (1987) 26: 67-89.
178. TESCH, P.A. Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exer* (1988) 20: S132-134.
179. TESCH, P.A.; PLOUTZ-SNYDER, L.L.; YSTROM, L.; CASTRO, M.J.; DUDLEY, G.A. Skeletal muscle glycogen loss evoked by resistance exercise. *J Strength Con Res* (1998) 12(2): 67 – 73.
180. VINCENT, K.R.; BRAITH, R.W. Resistance and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exer* (2002) 34(1): 17- 22.
181. VINCENT, K.R.; BRAITH, R,W.; FELDMAN, R.A.; KALLAS, H.E.; LOWENTHAL, D.T. Improved cardiorespiratory endurance following 6 mounths of resistance exercise in elderly men and women. *Arch Intern Med* (2002) 162: 673 – 678.
182. ZIMMERMAN, C.L.; SMIDT, G.L.; BROOKS, J.S. Relationship of extremity muscle torque and bone mineral density in postmenopausal women. *Phys Ther* (1990) 70: 302 – 309.

183. WHITTING, W.C.; ZERNICKE, R.F. **Biomecânica da lesão musculoesquelética**. São Paulo. Guanabara Koogan, 2001.
184. WILLOUGHBY, D.S. The effects of mesocycle-length weight training programs involving periodization and partially equated volumes on upper and lower body strength. **J Strength Cond Res** (1993) 7: 2 – 8.
185. WILMORE, J.H. PARR, R.B.; GIRANDOLA, R.N.; WARD, P.; VODAK, P.; BARSTOW, T.J.; PIPES, T.; ROMERO, G.T.; LESLIE, P. Physiological alterations consequent to circuit weight training. **Med Sci Sports** (1978) 10: 79 – 84.
186. WOOD, R.H.; REYES, R.; WELSCH, M.A.; FAVAROLO-SABATIER, J.; SABATIER, M., LEE, C.M.; JOHNSON, L.G.; HOOPER, P.F. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Med Sci Sports Exerc** (2001) 33(10): 1751 – 1758.

## APÊNDICES

Primeiramente serão apresentadas as análises univariadas para dados repetidos intra-grupos. Posteriormente, serão apresentados os testes-t que comparam os resultados das variáveis FI, FMI, FMS, EMG<sub>Vlat</sub>, EMG<sub>Vmed</sub> e EMG<sub>Quad</sub>, obtidos nas 4 avaliações (semanas 0, 8, 16 e 24), a fim de verificar possíveis alterações nessas variáveis em períodos de tempo inferiores às 24 semanas de treinamento. Em relação as variáveis VO<sub>2máx.</sub>, TE, DMO<sub>L2-L4</sub>, DMO<sub>colo</sub>, DMO<sub>inter</sub>, DMO<sub>troc</sub> e DMO<sub>ward</sub>, serão apresentadas apenas as análises univariadas para dados repetidos (Apêndice A).

Finalmente, as diferenças inter-grupos após o treinamento, verificada pela ANOVA-oneway, serão apresentados, seguidos dos testes *post-hoc*, visualizados apenas nas variáveis em que a ANOVA verificou diferenças estatisticamente significativas (Apêndice B).

### APÊNDICE A - Testes univariados intra-grupos

TESTES INTRAGRUPOS – Estes testes possibilitam a visualização das modificações ocorridas nos comportamentos das variáveis dependentes, entre o pré e pós-teste, independente do grupo experimental.

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator intragrupos da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).

ANÁLISE UNIVARIADA (PRÉ/PÓS)		
variável	Teste F	P
MC	0,016	0,899
MM	2,555	0,123
MG	0,748	0,395
%MM	2,050	0,165
%MG	1,516	0,230
DC	1,970	0,173

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0 e 24) das variáveis: massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica do GF ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (PRÉ/PÓS) - GF</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
MC-pré (kg)	56,7	± 5,8	10,2	0,291	0,604	0,035
MC-pós (kg)	56,3	± 4,5	8			
MM-pré (kg)	38,5	± 3,5	9,1	5,003	0,056	0,385
MM-pós (kg)	39,2	± 3,3	8,4			
MG-pré (kg)	18,3	± 3,2	17,5	3,372	0,104	0,297
MG-pós (kg)	17,1	± 2,9	17			
MM-pré (%)	67,9	± 3,5	5,2	6,130	0,038	0,434
MM-pós (%)	69,7	± 4,1	5,9			
MG-pré (%)	32,1	± 3,5	10,9	6,289	0,036	0,440
MG-pós (%)	30,3	± 4,0	13,2			
DC-pré (mm)	156,3	± 23,4	15	6,549	0,034	0,450
DC-pós (mm)	143,7	± 27,5	19,1			



Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0 e 24) das variáveis: massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica do GC ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (PRÉ/PÓS) - GC</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
MC-pré (kg)	60,6	± 8,8	14,5	1,343	0,276	0,130
MC-pós (kg)	59,4	± 7,6	12,8			
MM-pré (kg)	39,4	± 4,3	10,9	1,362	0,273	0,131
MM-pós (kg)	40,4	± 4,3	10,6			
MG-pré (kg)	21,1	± 5,7	27	1,004	0,342	0,100
MG-pós (kg)	20,2	± 4,7	23,3			
MM-pré (%)	65,6	± 4,8	7,3	1,389	0,269	0,134
MM-pós (%)	66,8	± 4,3	6,4			
MG-pré (%)	34,4	± 4,8	14	1,375	0,271	0,133
MG-pós (%)	33,1	± 4,3	13			
DC-pré (mm)	176,1	± 42,5	24,1	1,416	0,265	0,136
DC-pós (mm)	164,9	± 33,7	20,4			

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0 e 24) das variáveis: massa corporal (MC), massa magra (MM), massa gorda (MG) e dobras cutâneas (DC) da avaliação antropométrica do GCON ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (PRÉ/PÓS) - GCON</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
MC-pré (kg)	61,4	± 5,9	9,6	2,326	0,166	0,225
MC-pós (kg)	62,8	± 5,3	8,4			
MM-pré (kg)	40,4	± 3,7	9,2	0,175	0,687	0,021
MM-pós (kg)	40,8	± 2,8	6,9			
MG-pré (kg)	21	± 4,8	22,9	3,558	0,96	0,308
MG-pós (kg)	22	± 4,6	20,9			
MM-pré (%)	66,0	± 5,4	8,2	1,018	0,343	0,113
MM-pós (%)	65,2	± 5,1	7,8			
MG-pré (%)	33,7	± 5,3	15,7	2,208	0,176	0,216
MG-pós (%)	34,8	± 5,1	14,7			
DC-pré (mm)	173,2	± 47,4	27,4	0,764	0,408	0,087
DC-pós (mm)	179	± 43,6	24,4			

Tabela - Análise univariada com medidas repetidas, do fator intragrupos das variáveis dependentes ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA (PRÉ/PÓS)</b>		
<b>variável</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>
VO <sub>2máx.</sub>	70,613	0,000
TE	58,840	0,000
DMO <sub>L2L4</sub>	0,068	0,797
DMO <sub>colo</sub>	0,777	0,386
DMO <sub>troc</sub>	1,247	0,275
DMO <sub>inter</sub>	2,903	0,101
DMO <sub>ward</sub>	3,117	0,090
FI	117,757	0,000
FMI	153,058	0,000
FMS	142,669	0,000
EMG <sub>Vlat</sub>	5,478	0,028
EMG <sub>Vmed</sub>	14,131	0,001
EMG <sub>Quad</sub>	12,757	0,002

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0 e 24) das variáveis: consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx.</sub>), tempo de exaustão em esteira (TE), densidade mineral óssea lombar (DMO<sub>L2L4</sub>), densidade mineral óssea do colo do fêmur(DMO<sub>colo</sub>), densidade mineral óssea do trocânter do fêmur (DMO<sub>troc</sub>), densidade mineral óssea intertrocanteriana (DMO<sub>inter</sub>) e densidade mineral óssea do triângulo de ward (DMO<sub>ward</sub>) do GF (p < 0,05).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (PRÉ/PÓS) - GF</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
VO <sub>2máx.</sub> - pré (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	21,7	± 2,7	12,4	81,850	0,000	0,911
VO <sub>2máx.</sub> - pós (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	26,6	± 2,2	8,3			
TE – pré (s)	562,6	± 98,3	17,5	59,276	0,000	0,881
TE – pós (s)	671,7	± 72,7	10,8			
DMO <sub>L2L4</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,846	± 0,087	10,3	0,037	0,851	0,005
DMO <sub>L2L4</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,847	± 0,089	10,5			
DMO <sub>colo</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,681	± 0,083	12,2	1,225	0,301	0,133
DMO <sub>colo</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,690	± 0,067	9,7			
DMO <sub>troç</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,609	± 0,092	15,1	0,003	0,960	0,000
DMO <sub>troç</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,610	± 0,088	14,4			
DMO <sub>inter</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,932	± 0,103	11,1	0,424	0,533	0,050
DMO <sub>inter</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,939	± 0,114	12,1			
DMO <sub>ward</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,559	± 0,153	27,4	1,738	0,224	0,178
DMO <sub>ward</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,579	± 0,145	25			

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0 e 24) das variáveis: consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx.</sub>), tempo de exaustão em esteira (TE), densidade mineral óssea lombar (DMO<sub>L2L4</sub>), densidade mineral óssea do colo do fêmur (DMO<sub>colo</sub>), densidade mineral óssea do trocânter do fêmur (DMO<sub>troç</sub>), densidade mineral óssea intertrocanteriana (DMO<sub>inter</sub>) e densidade mineral óssea do triângulo de ward (DMO<sub>ward</sub>) do GC (p < 0,05).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (PRÉ/PÓS) – GC</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
VO <sub>2máx.</sub> - pré (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	22,1	± 2,3	10,4	19,280	0,002	0,707
VO <sub>2máx.</sub> - pós (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	26,2	± 2,3	8,8			
TE – pré (s)	573,2	± 66,5	11,6	30,724	0,001	0,793
TE – pós (s)	666,9	± 75,3	11,3			
DMO <sub>L2L4</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,823	± 0,082	10	3,185	0,108	0,206
DMO <sub>L2L4</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,813	± 0,084	10,3			
DMO <sub>colo</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,650	± 0,033	5,1	0,843	0,382	0,086
DMO <sub>colo</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,645	± 0,032	5			
DMO <sub>troç</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,525	± 0,043	8,2	1,456	0,258	0,139
DMO <sub>troç</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,531	± 0,049	9,2			
DMO <sub>inter</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,909	± 0,061	6,7	2,899	0,123	0,244
DMO <sub>inter</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,921	± 0,061	6,6			
DMO <sub>ward</sub> pré (g/cm <sup>2</sup> )	0,441	± 0,038	8,6	0,005	0,943	0,001
DMO <sub>ward</sub> pós (g/cm <sup>2</sup> )	0,441	± 0,043	9,8			

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0 e 24) das variáveis: consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx.</sub>), tempo de exaustão em esteira (TE), densidade

mineral óssea lombar ( $DMO_{L2L4}$ ), densidade mineral óssea do colo do fêmur ( $DMO_{colo}$ ), densidade mineral óssea do trocânter do fêmur ( $DMO_{troc}$ ), densidade mineral óssea intertrocanteriana ( $DMO_{inter}$ ) e densidade mineral óssea do triângulo de ward ( $DMO_{ward}$ ) do GCON ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (PRÉ/PÓS) - GCON</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
$VO_{2m\acute{a}x}$ - pré ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ )	21	$\pm 1,5$	7,1	2,314	0,167	0,224
$VO_{2m\acute{a}x}$ - pós ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ )	21,6	$\pm 1,7$	7,9			
TE – pré (s)	508,9	$\pm 49,3$	9,7	0,294	0,603	0,035
TE – pós (s)	517,9	$\pm 40,6$	7,8			
$DMO_{L2L4}$ pré ( $g/cm^2$ )	0,854	$\pm 0,133$	15,6	1,842	0,212	0,187
$DMO_{L2L4}$ pós ( $g/cm^2$ )	0,860	$\pm 0,133$	15,5			
$DMO_{colo}$ pré ( $g/cm^2$ )	0,691	$\pm 0,076$	11	1,395	0,272	0,148
$DMO_{colo}$ pós ( $g/cm^2$ )	0,697	$\pm 0,076$	10,9			
$DMO_{troc}$ pré ( $g/cm^2$ )	0,570	$\pm 0,066$	11,6	4,000	0,081	0,333
$DMO_{troc}$ pós ( $g/cm^2$ )	0,573	$\pm 0,066$	11,5			
$DMO_{inter}$ pré ( $g/cm^2$ )	0,945	$\pm 0,084$	8,9	0,853	0,383	0,096
$DMO_{inter}$ pós ( $g/cm^2$ )	0,949	$\pm 0,081$	8,5			
$DMO_{ward}$ pré ( $g/cm^2$ )	0,474	$\pm 0,072$	15,2	2,799	0,133	0,259
$DMO_{ward}$ pós ( $g/cm^2$ )	0,483	$\pm 0,072$	14,9			

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0, 8, 16 e 24) das variáveis: força isométrica (FI), força muscular de membros superiores (FMS), força muscular de membros inferiores (FMI), ativação do músculo vasto lateral (EMG<sub>Vlat</sub>), ativação do músculo vasto medial (EMG<sub>Vmed</sub>) e ativação média do quadríceps (EMG<sub>Vmed</sub>) do GF (p<0,05).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (SEMANAS 0, 8, 16 E 24) - GF</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
FI pré (Nm)	112	± 18,4	16,4	26,716	0,000	0,770
FI 2 (Nm)	137,4	± 20,5	14,9			
FI 3 (Nm)	138,3	± 16,2	11,7			
FI pós (Nm)	149,8	± 23,4	15,6			
FMS pré (kg)	7,3	± 0,75	10,3	74,309	0,000	0,903
FMS 2 (kg)	8,2	± 0,90	11,0			
FMS 3 (kg)	8,7	± 0,87	10,0			
FMS pós (kg)	9,4	± 0,96	10,2			
FMI pré (kg)	46,7	± 5,5	11,8	43,200	0,000	0,844
FMI 2 (kg)	53,9	± 6,3	11,7			
FMI 3 (kg)	59,3	± 7,4	12,5			
FMI pós (kg)	65,2	± 8,9	13,7			
EMG <sub>Vlat</sub> pré ( $\mu$ V)	170	± 70	41,2	14,803	0,000	0,649
EMG <sub>Vlat</sub> 2 ( $\mu$ V)	215	± 83	38,6			
EMG <sub>Vlat</sub> 3 ( $\mu$ V)	230	± 91	39,6			
EMG <sub>Vlat</sub> pós ( $\mu$ V)	241	± 91	37,8			
EMG <sub>Vmed</sub> pré ( $\mu$ V)	107	± 36	33,6	5,958	0,003	0,427
EMG <sub>Vmed</sub> 2 ( $\mu$ V)	136	± 50	36,8			
EMG <sub>Vmed</sub> 3 ( $\mu$ V)	160	± 74	46,3			
EMG <sub>Vmed</sub> pós ( $\mu$ V)	175	± 55	31,4			
EMG <sub>Quad</sub> pré ( $\mu$ V)	138	± 36	26,1	18,116	0,000	0,694
EMG <sub>Quad</sub> 2 ( $\mu$ V)	174	± 62	35,6			
EMG <sub>Quad</sub> 3 ( $\mu$ V)	195	± 68	34,9			
EMG <sub>Quad</sub> pós ( $\mu$ V)	207	± 51	24,6			

Tabela – Post-hoc bonferroni das variáveis em que a ANOVA com medidas repetidas encontrou diferenças estatisticamente significativas entre as avaliações realizadas nas semanas 0, 8, 16 e 24, no GF (p < 0,05).

<b>Post hoc - Bonferroni</b>				
<b>Variável</b>	<b>(I) Grupo</b>	<b>(J) Grupo</b>	<b>Diferença média (I-J)</b>	<b>P</b>
<b>FMI</b>	1	2	-7,222*	0,010
		3	-12,667*	0,000
		4	-18,556*	0,000
	2	1	7,222*	0,010
		3	-5,444*	0,002
		4	-11,333*	0,000
	3	1	12,667*	0,000

		2	5,444*	0,002
		4	-5,889*	0,000
	4	1	18,556*	0,000
		2	11,333*	0,000
		3	5,889*	0,000
<b>FMS</b>	1	2	-0,889*	0,021
		3	-1,389*	0,001
		4	-2,056*	0,000
	2	1	0,889*	0,021
		3	-0,500*	0,017
		4	-1,167*	0,024
	3	1	1,389*	0,001
		2	0,500*	0,017
		4	-0,667	0,024
	4	1	2,056*	0,000
		2	1,167*	0,004
		3	0,667*	0,024
<b>FI</b>	1	2	-25,444*	0,004
		3	-26,333*	0,004
		4	-37,778*	0,000
	2	1	25,444*	0,004
		3	-0,889	1,000
		4	-12,333	0,061
	3	1	26,333*	0,004
		2	0,889	1,000
		4	-11,444	0,61
	4	1	37,778*	0,000
		2	12,333	0,061
		3	11,444	0,360
<b>EMG<sub>Vlat</sub></b>	1	2	-45,444*	0,008
		3	-60,911	0,053
		4	-71,911*	0,001
	2	1	45,444*	0,008
		3	-15,467	1,000
		4	-26,467*	0,010
	3	1	60,911	0,053
		2	15,467	1,000
		4	-11,000	1,000
	4	1	71,911*	0,001
		2	26,497*	0,010
		3	11,000	1,000
<b>EMG<sub>Vmed</sub></b>	1	2	-29,178	0,266
		3	-52,811	0,128
		4	-68,100*	0,002
	2	1	29,178	0,266
		3	-23,633	1,000
		4	-38,922	0,644
	3	1	52,811	0,128
		2	23,633	1,000
		4	-15,289	1,000
	4	1	68,100*	0,002
		2	38,922	0,644
		3	15,289	1,000
<b>EMG<sub>Quad</sub></b>	1	2	-35,439*	0,036
		3	-56,961*	0,017
		4	-69,494*	0,000
	2	1	35,439*	0,036
		3	-21,522	0,504
		4	-34,056*	0,044

3	1	56,961*	0,017
	2	21,522	0,504
	4	-12,533	0,852
4	1	69,494*	0,000
	2	34,056*	0,044
	3	12,533	0,852

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0, 8, 16 e 24) das variáveis: força isométrica (FI), força muscular de membros superiores (FMS), força muscular de membros inferiores (FMI), ativação do músculo vasto lateral (EMG<sub>Vlat</sub>), ativação do músculo vasto medial (EMG<sub>Vmed</sub>) e ativação média do quadríceps (EMG<sub>Quad</sub>) do GC (p < 0,05).

**ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (SEMANAS 0, 8, 16 E 24) - GC**

variável	Média	$\sigma$	CV(%)	Teste F	P	$\eta^2$
FI pré (Nm)	124,1	± 23,2	18,7	17,918	0,000	0,691
FI 2 (Nm)	139,7	± 23	16,5			
FI 3 (Nm)	146,6	± 25,6	17,5			
FI pós (Nm)	146,7	± 22,3	15,2			
FMS pré (kg)	6,8	± 1,3	19,1	39,982	0,000	0,851
FMS 2 (kg)	7,7	± 1,3	16,9			
FMS 3 (kg)	8,2	± 1,2	14,6			
FMS pós (kg)	8,6	± 1,2	14			
FMI pré (kg)	41,4	± 7,8	18,8	22,647	0,000	0,764
FMI 2 (kg)	51,7	± 9,9	19,1			
FMI 3 (kg)	58,6	± 8,6	14,7			
FMI pós (kg)	60,1	± 9,5	15,8			
EMG <sub>Vlat</sub> pré ( $\mu$ V)	160	± 55	34,4	1,966	0,146	0,197
EMG <sub>Vlat</sub> 2 ( $\mu$ V)	198	± 65	32,8			
EMG <sub>Vlat</sub> 3 ( $\mu$ V)	185	± 86	46,5			
EMG <sub>Vlat</sub> pós ( $\mu$ V)	190	± 8	4,2			
EMG <sub>Vmed</sub> pré ( $\mu$ V)	85	± 7	8,2	2,172	0,118	0,214
EMG <sub>Vmed</sub> 2 ( $\mu$ V)	103	± 32	31,1			
EMG <sub>Vmed</sub> 3 ( $\mu$ V)	103	± 29	28,2			
EMG <sub>Vmed</sub> pós ( $\mu$ V)	104	± 35	33,7			
EMG <sub>Quad</sub> pré ( $\mu$ V)	123	± 30	24,4	2,978	0,052	0,271
EMG <sub>Quad</sub> 2 ( $\mu$ V)	150	± 46	30,7			
EMG <sub>Quad</sub> 3 ( $\mu$ V)	144	± 54	37,5			
EMG <sub>Quad</sub> pós ( $\mu$ V)	147	± 52	35,4			

Tabela - Tabela – Post-hoc bonferroni das variáveis em que a ANOVA com medidas repetidas encontrou diferenças estatisticamente significativas entre as avaliações realizadas nas semanas 0, 8, 16 e 24, no GC (p < 0,05).

Post hoc – Bonferroni				
Variável	(I) Grupo	(J) Grupo	Diferença média (I-J)	P
FMI	1	2	-9,175*	0,020



		3	-16,300*	0,000
		4	-18,675*	0,001
2		1	9,175*	0,020
		3	-7,125*	0,001
		4	-2,375	1,000
3		1	16,300*	0,000
		2	7,125*	0,001
		4	-2,375	1,000
4		1	18,675*	0,001
		2	9,500*	0,008
		3	2,375	1,000
<b>FMS</b>	1	2	-0,875*	0,037
		3	-1,375*	0,003
		4	-1,750*	0,001
	2	1	0,875*	0,037
		3	-0,500	0,621
		4	-0,875*	0,120
	3	1	1,375*	0,003
		2	0,500	0,621
		4	-0,375	0,120
	4	1	1,750*	0,001
		2	0,875*	0,037
		3	0,375	0,120
<b>FI</b>	1	2	-15,556	0,063
		3	-22,444*	0,007
		4	-22,556*	0,004
	2	1	15,556	0,063
		3	-6,889	0,137
		4	-7,000*	0,031
	3	1	22,444*	0,007
		2	6,889	0,137
		4	-0,111	1,000
	4	1	22,556*	0,004
		2	7,000*	0,031
		3	0,111	1,000
<b>EMG<sub>Vlat</sub></b>	1	2	-37,552*	0,050
		3	-24,633	1,000
		4	-29,556	1,000
	2	1	37,522	0,050
		3	12,889	1,000
		4	7,976	1,000
	3	1	24,633	1,000
		2	-12,889	1,000
		4	-4,922	1,000
	4	1	29,556	1,000
		2	-7,967	1,000
		3	4,922	1,000
<b>EMG<sub>Vmed</sub></b>	1	2	-17,978	0,486
		3	-17,578	0,590
		4	-19,267	0,568
	2	1	17,978	0,486
		3	0,400	1,000
		4	-1,289	1,000
	3	1	17,578	0,590
		2	-0,400	1,000
		4	-1,689	1,000
	4	1	19,267	0,568
		2	1,289	1,000
		3	1,689	1,000

<b>EMG<sub>Quad</sub></b>	1	2	-27,694	0,052
		3	-21,050	0,937
		4	-24,356	0,451
	2	1	27,694	0,052
		3	6,644	1,000
		4	3,339	1,000
	3	1	21,050	0,937
		2	-6,644	1,000
		4	-3,306	1,000
	4	1	24,356	0,451
		2	-3,339	1,000
		3	3,306	1,000

Tabela – Análise univariada com medidas repetidas (semanas 0, e 24) das variáveis: força isométrica (FI), força muscular de membros superiores (FMS), força muscular de membros inferiores (FMI), ativação do músculo vasto lateral (EMG<sub>Vlat</sub>), ativação do músculo vasto medial (EMG<sub>Vmed</sub>) e ativação média do quadríceps (EMG<sub>Quad</sub>) do GCON ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA COM MEDIDAS REPETIDAS (PRÉ/PÓS) - GCON</b>						
<b>variável</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>CV(%)</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
FI pré (Nm)	110,7	$\pm 21,1$	19,1	3,094	0,117	0,279
FI pós (Nm)	113,4	$\pm 22,1$	19,5			
FMS pré (kg)	7,0	$\pm 0,93$	13,3	1,403	0,275	0,167
FMS pós (kg)	7,1	$\pm 0,88$	12,4			
FMI pré (kg)	41,9	$\pm 7,3$	17,4	1,000	0,351	0,125
FMI pós (kg)	42,6	$\pm 7,0$	16,4			
EMG <sub>Vlat</sub> pré ( $\mu V$ )	145	$\pm 42$	29	1,009	0,345	0,112
EMG <sub>Vlat</sub> pós ( $\mu V$ )	122	$\pm 51$	41,8			
EMG <sub>Vmed</sub> pré ( $\mu V$ )	99	$\pm 14$	14,1	3,718	0,090	0,317
EMG <sub>Vmed</sub> pós ( $\mu V$ )	80	$\pm 32$	40			
EMG <sub>Quad</sub> pré ( $\mu V$ )	122	$\pm 19$	15,6	2,206	0,176	0,216
EMG <sub>Quad</sub> pós ( $\mu V$ )	101	$\pm 40$	39,6			

## APÊNDICE B - Testes univariados inter-grupos

TESTES INTERGRUPOS – Estes testes possibilitam a visualização das modificações ocorridas nas variáveis dependentes, entre os grupos GF, GC e GCON, independente da fase pré/pós.

Tabela – ANOVA-oneway dos resultados pós-treinamento da avaliação antropométrica ( $p < 0,05$ ).

<b>ANÁLISE UNIVARIADA (TIPO DE TREINAMENTO)</b>		
<b>variável</b>	<b>Teste F</b>	<b>P</b>
MC	2,665	0,089
MM	0,471	0,630
MG	3,108	0,062
%MM	2,259	0,125
%MG	2,274	0,124
DC	2,264	0,125

Tabela - ANOVA-oneway dos resultados pós-treinamento das variáveis dependentes ( $p < 0,05$ ).

ANÁLISE UNIVARIADA (TIPO DE TREINAMENTO)		
variável	Teste F	P
VO <sub>2</sub> máx.	15,885	0,000
TE	16,388	0,000
DMO <sub>L2L4</sub>	0,230	0,796
DMO <sub>colo</sub>	0,959	0,397
DMO <sub>troc</sub>	3,541	0,044
DMO <sub>inter</sub>	0,456	0,639
DMO <sub>ward</sub>	3,601	0,042
FI	7,135	0,004
FMI	17,362	0,000
FMS	10,784	0,000
EMG <sub>Vlat</sub>	5,498	0,011
EMG <sub>Vmed</sub>	12,539	0,000
EMG <sub>Quad</sub>	11,191	0,000

Tabela – Post-hoc bonferroni das variáveis em que a ANOVA-oneway encontrou diferenças estatisticamente significativas pós-treinamento (\*P<0,05).

Post hoc - Bonferroni				
Variável	(I) Grupo	(J) Grupo	Diferença média (I-J)	P
VO <sub>2</sub> máx.	força	circuito	0,389	1,000
		controle	5,044*	0,000
	circuito	força	-0,389	1,000

		controle	4,656*	0,000
	controle	força	-5,044*	0,000
		circuito	-4,656*	0,000
<b>TE</b>	força	circuito	4,78	1,000
		controle	153,78*	0,000
	circuito	força	-4,78	1,000
		controle	149,00*	0,000
	controle	força	-153,78*	0,000
		circuito	-149,00*	0,000
<b>FI</b>	força	circuito	3,11	1,000
		controle	36,33*	0,007
	circuito	força	-3,11	1,000
		controle	33,22*	0,014
	controle	força	-36,33*	0,007
		circuito	-33,22*	0,014
<b>FMI</b>	força	circuito	0,486	0,907
		controle	1,299*	0,030
	circuito	força	-0,486	0,907
		controle	0,813	0,301
	controle	força	-1,299*	0,030
		circuito	-0,813	0,301
<b>FMS</b>	força	circuito	4,532	0,691
		controle	13,188*	0,005
	circuito	força	-4,532	0,691
		controle	8,656	0,096
	controle	força	-13,188*	0,005
		circuito	-8,656	0,096
<b>EMG<sub>Vlat</sub></b>	força	circuito	52,078	0,492
		controle	119,978*	0,009
	circuito	força	-52,078	0,492
		controle	67,900	0,221
	controle	força	-119,978*	0,009
		circuito	-67,900	0,221
<b>EMG<sub>Vmed</sub></b>	força	circuito	71,000*	0,004
		controle	95,156*	0,000
	circuito	força	-71,000*	0,004
		controle	24,156	0,700
	controle	força	-95,156*	0,000
		circuito	-24,156	0,700
<b>EMG<sub>Quad</sub></b>	força	circuito	60,928*	0,039
		controle	106,967*	0,000
	circuito	força	-60,928*	0,039
		controle	46,039	0,161
	controle	força	-106,967*	0,000
		circuito	-46,039	0,161

## ANEXOS

### ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

#### Termo de consentimento informado

Eu entendo que participarei como sujeito do estudo intitulado “OS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA E DO TREINAMENTO EM CIRCUITO NA ATIVAÇÃO E NA FORÇA MUSCULAR, NO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO E NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS COM PERDA ÓSSEA”, que envolverá treinamento com pesos e terá a duração de 6 meses. Entendo que os testes que realizarei são parte desse estudo e terão a finalidade de possibilitar a análise dos efeitos de dois treinamentos de força diferenciados, em algumas variáveis relacionadas à saúde da população idosa, tais como, força, ativação muscular, consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e densidade mineral óssea (DMO).

Eu, por meio desta, autorizo Luiz Fernando Martins Kruei, Michel Arias Brentano, bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- a. Fazer-me exercitar duas vezes em esteira rolante, com a intensidade de esforço aumentando a cada minuto até que eu não possa continuar mais;
- b. Aplicar-me quatro testes de força isométrica máxima, envolvendo o grupo muscular extensor do joelho, seguido de esforços sub-máximos, ordenados aleatoriamente;
- c. Aplicar-me quatro testes de força dinâmica máxima, envolvendo os grupos musculares extensor do joelho e flexor do cotovelo;
- d. Treinar-me por 24 semanas em um dos programas de treinamento: Treinamento de força (TF) ou treinamento em circuito (TC).

**Eu entendo que no teste de esforço máximo (teste de esteira):**

1. Eu estarei respirando através de uma máscara, na qual estará anexado um analisador de gases.
2. Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário. Há a possibilidade de mudanças anormais da minha frequência cardíaca e pressão sanguínea ou mesmo um ataque do coração durante os testes. Porém, eu entendo que minha frequência cardíaca será monitorada durante todos os testes de laboratório através de um eletrocardiógrafo, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob meu critério.

3. Estará presente um médico responsável, além de estar disponível, no laboratório, uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência (3331-0212).

**Eu entendo que, no teste de força isométrica:**

1. Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.
2. Terei parte da região da coxa direita depilada com gilete descartável, e a pele limpa por abrasão feita com algodão com álcool, com a finalidade de colocar os eletrodos de medida da ativação muscular.
3. Serão realizadas algumas marcas com tinta na coxa e na tíbia, onde os eletrodos serão posicionados, que deverão permanecer durante todo o período de treinamento (24 semanas).

**Eu entendo que, no teste de força dinâmica:**

1. Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.
  - a. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Michel Arias Brentano e bolsistas selecionados;
  - b. Eu entendo que Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Michel Arias Brentano e bolsistas, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos;
  - c. Eu entendo que todos os dados relativos a minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;
  - d. Eu entendo que não há compensação financeira pela minha participação neste estudo;
  - e. Eu entendo que posso fazer contato com o orientador do estudo Professor Doutor Luiz Fernando Martins Krueel, e seu orientando, Professor Michel Arias Brentano, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, através do telefone (051) 3316-5820.

Porto Alegre \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2003.

Nome em letra de forma: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**ANEXO B****Exercícios de flexibilidade utilizados nas sessões de treinamento**

1. Grupos musculares envolvidos: flexores horizontais do ombro.  
Extensão horizontal do ombro;
2. Grupos musculares envolvidos: adutores de escápulas.  
Abdução de escápulas associada à flexão horizontal dos ombros;
3. Grupos musculares envolvidos: extensores do cotovelo.  
Abdução do ombro associada à máxima flexão do cotovelo;
4. Grupos musculares envolvidos: flexores plantares do tornozelo  
Dorso-flexão do tornozelo;
5. Grupos musculares envolvidos: extensores do joelho.  
Flexão completa do joelho associada a hiperextensão do quadril;
6. Grupos musculares envolvidos: extensores do quadril.  
Em pé, com um dos membros inferiores em paralelo com o plano horizontal, execução de uma retroversão do quadril, associada à flexão da coluna.
7. Grupos musculares envolvidos: rotadores externos e abdutores do quadril.  
Sentado, com um dos membros inferiores em paralelo com o plano horizontal e joelho estendido, execução de uma adução da outra articulação coxo-femoral, associada à retroversão do quadril.
8. Grupos musculares envolvidos: rotadores internos e adutores do quadril.  
Sentado, com as articulações coxo-femorais abduzidas, joelhos flexionados e pé região plantar dos pés unidas, ênfase na abdução das articulações coxo-femorais, com o auxílio das mãos.



**ANEXO C****Exercícios de flexibilidade utilizados após o teste de consumo máximo de oxigênio**

1. Grupos musculares envolvidos: flexores plantares do tornozelo  
Dorso-flexão do tornozelo;
2. Grupos musculares envolvidos: extensores do joelho.  
Flexão completa do joelho associada a hiperextensão do quadril;
3. Grupos musculares envolvidos: extensores do quadril.  
Em pé, com um dos membros inferiores em paralelo com o plano horizontal, execução de uma retroversão do quadril, associada à flexão da coluna.
4. Grupos musculares envolvidos: rotadores externos e abdutores do quadril.  
Sentado, com um dos membros inferiores em paralelo com o plano horizontal e joelho estendido, execução de uma adução da outra articulação coxo-femoral, associada à retroversão do quadril.
5. Grupos musculares envolvidos: rotadores internos e adutores do quadril.  
Sentado, com as articulações coxo-femorais abduzidas, joelhos flexionados e pé região plantar dos pés unidas, ênfase na abdução das articulações coxo-femorais, com o auxílio das mãos.

## ANEXO D

### Modelo da planilha contendo os dois treinos utilizados em um mesociclo<sup>7</sup>

Nome:						
Exercício	TREINO A			TREINO B		
	séries	repetições	carga	séries	repetições	carga
Leg-press	3	12	55%	3	10	65%
Voador	3	12	55%	3	10	65%
Abdução do quadril	3	12	55%	3	10	65%
Rosca Bíceps	3	12	55%	3	10	65%
Extensão do joelho	3	12	55%	3	10	65%
Voador invertido	3	12	55%	3	10	65%
Adução do quadril	3	12	55%	3	10	65%
Rosca tríceps	3	12	55%	3	10	65%
Flexão do tronco	3	20	-	3	10	-
Extensão do tronco	3	20	-	3	10	-

<sup>7</sup> Planilha representativa do GF no 1º. mês do 2º. mesociclo, contendo os valores absolutos do volume e relativos da intensidade utilizada.