

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

**COMPARAÇÃO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO DE
FORÇA NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA
MUSCULAR, ANTROPOMETRIA E LESÃO MUSCULAR EM
MULHERES PRÉ-MENOPÁUSICAS**

Dissertação de Mestrado

Adriane Carla Vanni

Porto Alegre

2008

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

Adriane Carla Vanni

**COMPARAÇÃO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA
NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA MUSCULAR,
ANTROPOMETRIA E LESÃO MUSCULAR EM MULHERES PRÉ-
MENOPÁUSICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau acadêmico de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Prof^a. Dra. Flávia Meyer

Porto Alegre

2008

Adriane Carla Vanni

**COMPARAÇÃO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA NA
DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA MUSCULAR, ANTROPOMETRIA E
LESÃO MUSCULAR EM MULHERES PRÉ-MENOPÁUSICAS**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Educação Física
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Porto Alegre
2008

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

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A DISSERTAÇÃO

**COMPARAÇÃO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA NA
DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA MUSCULAR, ANTROPOMETRIA E
LESÃO MUSCULAR EM MULHERES PRÉ-MENOPÁUSICAS**

ELABORADA POR
ADRIANE CARLA VANNI

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU ACADÊMICO DE
MESTRE EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr. Álvaro Reischak de Oliveira - UFRGS

Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl - UFRGS

Dra. Carla Maria De Martini Vanin - UFCSPA

Porto Alegre, abril de 2008

DEDICATÓRIA

À minha família que, quando choro ou dou risada, sempre me apóia e me fortalece, principalmente, meu esposo, minha mãe e meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às pessoas que, direta ou indiretamente, participaram deste trabalho.

Em primeiro lugar, à minha orientadora, Prof^a. Dra. Flávia Meyer, pela confiança na realização desta tarefa e pela orientação incansável.

Aos professores, Prof. Dr. Álvaro, Prof. Dr. Krueel e Prof. Dr. Ronei, pelas contribuições e sugestões para o desempenho deste compromisso. À Prof^a. Dra. Carla Vanin, por aceitar participar da banca examinadora, o que me deixou muito honrada.

Aos meus familiares, especialmente à minha amada mãe Carmencita, meus adoráveis irmãos Marcos e André, minha cunhada Luciana e minha tia Leny, pelo apoio incondicional, agora e sempre!

Ao meu esposo Jorge, pela paciência, compreensão, apoio, dedicação, amizade e muito amor. Esta etapa de nossas vidas nos fortaleceu ainda mais!

À minha colega e amiga do coração, Prof^a. Alessandra, pelas conversas (de manhã, de tarde e de noite), pelos debates e pelo apoio e auxílio imprescindíveis durante todo o percurso do processo.

Aos alunos do Curso de Educação Física da URI – Campus Erechim, e ao Prof. Felipe Orso, que me ajudaram, como voluntários, muito disponíveis, na aplicação prática dos treinamentos.

À URI – Campus Erechim, que viabilizou a realização do meu Mestrado e disponibilizou o espaço físico necessário para a realização das coletas.

À UNIMED – Erechim, à Clínica Radisom e à academia Top Training, por disponibilizarem seus equipamentos e seus funcionários nos horários e datas oportunas para as coletas e treinamentos.

Aos médicos Paulo e Carla Dall’Agnol, Clarice Campos, Marcos Busetto, Paulo Jaskulski, e à nutricionista Vivian Skzypek Zanardo, pelos encontros, atendimentos, artigos, conselhos e troca de idéias.

Aos meus alunos de “personal”, pela ENORME compreensão sobre minhas ausências.

Às voluntárias deste estudo, sempre muito disponíveis.

RESUMO

COMPARAÇÃO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, FORÇA MUSCULAR, ANTROPOMETRIA E LESÃO MUSCULAR EM MULHERES PRÉ-MENOPÁUSICAS

Autora: Adriane Carla Vanni

Orientadora: Prof^a. Dra. Flávia Meyer

O objetivo geral deste estudo foi avaliar e comparar os efeitos de dois modelos de periodização de treinamento de força na densidade mineral óssea (DMO), na força muscular dinâmica máxima (1-RM) e submáxima (20-RM), parâmetros de lesão muscular e parâmetros antropométricos de mulheres na pré-menopausa. Vinte e sete mulheres, sem osteopenia ou osteoporose, foram divididas aleatoriamente em dois grupos experimentais: (1) treinamento de força com periodização linear (GPL – n=14), com intensidades de 18 – 8 repetições máximas (RM); e (2) treinamento de força com periodização ondulada (GPO – n=13), com intensidades de 12 – 8-RM. Ambos os grupos treinaram 3 vezes por semana, durante 28 semanas. O treinamento foi dividido em 4 mesociclos: no 1º mesociclo (primeiras 4 semanas), ambos os grupos executaram 3 séries de 20-RM, em todos os 8 exercícios selecionados, para adaptação. Os parâmetros de lesão muscular, avaliados em vários momentos do treinamento, foram as concentrações sanguíneas de creatina quinase (CK) e a dor muscular tardia (DMT). Os parâmetros antropométricos mensurados foram o somatório de 3 dobras cutâneas (Σ DC) e a perimetria (PE). A análise dos dados, no decorrer do tempo, foi feita, utilizando-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas, e 4 estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando-se o procedimento MIXED do software estatístico SAS. Para a análise da variável CK, considerando-se os diferentes momentos de coleta, utilizaram-se estruturas de matrizes de variância e covariância do tipo produto direto entre uma matriz sem-estrutura. O teste de Bonferroni foi realizado para o detalhamento dessa análise. A regressão logística foi utilizada para avaliar a variável DMT. Em todas as análises, o nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Após 28 semanas de treinamento, não foram mostrados efeitos positivos na DMO para ambos os grupos. Mas foram observados aumentos significativos na força muscular dinâmica máxima e submáxima, em ambos os grupos, sendo que os parâmetros de lesão muscular foram significativamente superiores no 1º mesociclo, em comparação com os outros mesociclos. Os valores basais da concentração de CK (pré) mostraram-se superiores às coletas realizadas 24 horas após a primeira sessão de treinamento de cada mesociclo (pós24h) e 48 horas após a primeira

sessão de treinamento de cada mesociclo (pós48h), em todos os mesociclos. Foram mostrados incrementos no PE da coxa distal tanto para o GPL quanto para o GPO. Os resultados deste estudo sugerem que tanto o treinamento de força, com periodização linear, como o treinamento de força, com periodização ondulada, promovem incrementos na força muscular dinâmica e apresentam respostas similares em relação aos parâmetros de lesão muscular analisados. No entanto, nenhum dos modelos de periodização utilizados mostra efeitos positivos na DMO, após 28 semanas de treinamento.

Palavras-chave: Treinamento de força. Densitometria óssea. Periodização. Pré-menopausa. Dor muscular. Creatina quinase.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Autor: Adriane Carla Vanni

Orientadora: Prof^a. Dra. Flávia Meyer

Título: Comparação de dois modelos de treinamento de força na densidade mineral óssea, força muscular, antropometria e lesão muscular em mulheres pré-menopáusicas.

Dissertação de Mestrado em Ciências do Movimento Humano

Porto Alegre, abril de 2008.

ABSTRACT

COMPARISON OF TWO MODELS OF STRENGTH TRAINING ON BONE MINERAL DENSITY, MUSCULAR STRENGTH, ANTHROPOMETRY AND MUSCULAR DAMAGE IN PREMENOPAUSAL WOMEN

Author: Adriane Carla Vanni

Advisor: Flávia Meyer, PhD

The general purpose of this study was to evaluate and to compare the effects of two models of strength training periodization on bone mineral density (BMD), on maximal dynamic muscular strength (1-RM) and on the submaximal (20-RM), parameters of muscle damage and anthropometrics parameters of premenopausal women. Twenty-seven women without osteopenia or osteoporosis were randomly divided into two experimental groups: (1) strength training with linear periodization (LPG – n=14) with intensity of 18 – 8 repetition maximum (RM), and (2) strength training with undulating periodization (OPG – n=13), with intensity of 12 – 8-RM. Both groups trained three times a week for 28 weeks. The training was divided into four mesocycles. In the first mesocycle (the first four weeks), both groups performed 3 sets of 20-RM in every eight selected exercises, in order to adapt for the exercise. The parameters of muscle damage assessed in several moments of the training were blood concentrations of creatine kinase (CK) and the delayed-onset muscle soreness (DOMS); the measured anthropometrics parameters were the sum of 3 skinfolds (\sum SKF) and the perimeters (PE). The data analysis along the time was performed using the theory of mixed models for repeated measurements and four structures of variances and co-variances matrix, using MIXED procedure from SAS statistical software. For the analysis of variable CK, considering the different moments of collection, the structures of variances and c-variances matrix of the kind of direct product in a non-structured matrix was used. Bonferroni's test was performed for analysis detailing. The logistic regression was used to evaluate the DOMS variable. In every analysis, the level of significance adopted was $p < 0,05$. After 28 weeks of training BMD did not show positive effects in any of the groups; but significant increasing was observed on maximal and submaximal dynamic muscular strength on both groups and the parameters of muscle damage were significantly higher in the first mesocycle, compared to other mesocycles. The basal values of CK concentrations (pre) were higher than the values taken 24 hours after the first training session of each mesocycle (after24h) and 48 hours after the first training session of each mesocycle (after48h), in every mesocycle. Increases were showed in PE of the distal thigh as much for LPG and for OPG. The results of this study suggest that both strength training with linear periodization and strength training with undulating

periodization promote an increasing on dynamic muscular strength and present similar responses regarding the parameters of muscle damage analysis. However, none of the periodization models showed positive effects on BMD after 28 weeks of training.

Key Words: Strength training. Bone densitometry. Periodization. Premenopausa. Muscle soreness. Creatine kinasis.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

HUMAN MOVEMENT SCIENCE PÓS-GRADUATION PROGRAM

Author: Adriane Carla Vanni

Advisor: Flávia Meyer, PhD

Title: Comparison of two models of strength training on bone mineral density, muscular strength, anthropometry and muscular damage in premenopausal women.

Master Dissertation in Human Movement Science

Porto Alegre, april, 2008.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 OBJETIVOS.....	25
1.1.1 Objetivo geral.....	25
1.1.2 Objetivos específicos.....	25
1.2 HIPÓTESES.....	26
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	28
2.1 FORÇA MUSCULAR.....	28
2.1.1 Modalidades de força.....	28
2.1.1.1 Força máxima.....	28
2.1.1.2 Força absoluta.....	29
2.1.1.3 Força relativa.....	29
2.1.1.4 Força rápida.....	29
2.1.1.5 Força de resistência.....	29
2.1.2 Treinamento de força.....	29
2.1.3 Tipos de treinamento de força.....	31
2.1.3.1 Métodos de avaliação da força dinâmica.....	33
2.1.4 Sistemas e técnicas de treinamento de força.....	33
2.1.5 Variáveis do treinamento de força.....	35
2.1.5.1 Intensidade.....	35
2.1.5.2 Volume.....	36
2.1.5.3 Carga de treinamento.....	38
2.1.6 Periodização.....	39
2.1.7 Adaptações neurais e morfológicas decorrentes do treinamento de força.....	41
2.2 FISIOLOGIA ÓSSEA.....	42
2.2.1 Remodelação óssea.....	43

2.2.2	Deposição óssea e estresse compressivo	45
2.2.3	Tipos de ossos	45
2.3	MASSA ÓSSEA E DENSIDADE MINERAL ÓSSEA	46
2.4	DENSITOMETRIA ÓSSEA	48
2.5	OSTEOPENIA E OSTEOPOROSE	49
2.5.1	Efeitos do treinamento de força na densidade mineral óssea	51
2.6	LESÃO MUSCULAR	53
2.6.1	Dor muscular tardia (DMT)	56
2.6.1.1	Métodos de avaliação da DMT	57
2.6.2	Creatina quinase (CK)	57
2.6.2.1	Função e estrutura	58
2.6.2.2	Tempo de curso e mecanismo de efluxo	59
2.6.2.3	Mensuração da CK pós-exercício	59
2.6.2.4	Método de avaliação da CK	60
2.7	PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS	60
3	MÉTODOS	62
3.1	POPULAÇÃO E AMOSTRA	62
3.1.1	Procedimentos para seleção da amostra	62
3.1.2	Cálculo do tamanho da amostra	63
3.1.3	Crítérios de exclusão	63
3.2	VARIÁVEIS	64
3.2.1	Variáveis dependentes	64
3.2.2	Variáveis independentes	65
3.2.3	Variáveis para caracterização da amostra	65
3.2.4	Variável interveniente	65
3.2.5	Variável de controle	65
3.3	PROCEDIMENTOS	65
3.3.1	Parâmetros antropométricos	66
3.3.2	Consultas	66
3.3.3	Densitometria óssea	67
3.3.4	Testes de 1-RM e 20-RM	68
3.4	TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES	72

3.4.1 Sessões de treino	72
3.4.1.1 Tipos de exercícios.....	73
3.4.1.2 Execução dos exercícios.....	74
3.4.1.3 Predição dos pesos.....	76
3.4.2 Periodização	76
3.5 PROCEDIMENTOS PARA OS PARÂMETROS DE LESÃO MUSCULAR.....	80
3.5.1 Creatina quinase (CK)	80
3.5.2 Dor muscular tardia (DMT)	81
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	82
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	83
4 RESULTADOS	85
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	85
4.2 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA.....	86
4.3 FORÇA MUSCULAR DINÂMICA.....	86
4.4 PARÂMETROS DE LESÃO MUSCULAR.....	89
4.5 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS.....	93
4.6 HÁBITOS ALIMENTARES.....	94
5 DISCUSSÃO	96
5.1 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA.....	96
5.2 FORÇA MUSCULAR DINÂMICA.....	98
5.3 PARÂMETROS DE LESÃO MUSCULAR.....	99
5.4 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS.....	102
6 CONCLUSÕES, SUGESTÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS	104
6.1 CONCLUSÕES.....	104
6.2 SUGESTÕES.....	105
6.3 APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	105
REFERÊNCIAS	106
APÊNDICES	119

ANEXOS.....	128
--------------------	------------

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Periodização das 28 semanas de treinamento do GPL e GPO. O gráfico ilustra o número de repetições realizadas por voluntária, e os volumes da periodização linear (VL) e da periodização ondulada (VO), utilizados por mesociclo e microciclo dos grupos, relativo aos exercícios de membros inferiores, abdominal e cintura.....78
- Figura 2 - Médias da carga total (CT) de treinamento em função dos grupos.....80
- Figura 3 - Esquema das coletas de sangue para análise de creatina quinase (CK), nos momentos anteriores e posteriores da sessão e do treinamento.....81
- Figura 4 - Médias de creatina quinase (CK) em função do mesociclo e da coleta, para cada grupo. Mesociclos acompanhados de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$). Coletas acompanhadas de letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$).....92
- Figura 5 - Porcentagens de avaliações positivas da DMT em função dos grupos e dos mesociclos. Mesociclos acompanhados de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$).....93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Constantes para estimativa de 1-RM, a partir do número de repetições executadas, proposta por Lombardi (1989).....	70
Tabela 2 - Tempo total (minutos) do mesociclo de treinamento de cada indivíduo e somatório (Σ) total das 28 semanas de treinamento.....	73
Tabela 3 - Número de repetições, somando todos os exercícios executados em cada sessão, total de repetições por mesociclo e representação do somatório (Σ) para cada voluntária do GPL e GPO.....	79
Tabela 4 - Delineamento experimental.....	82
Tabela 5 - Características de idade e antropometria pré-treinamento por grupo.....	85
Tabela 6 - Densidade mineral óssea (DMO) pré e pós-treinamento nas diferentes regiões corporais por grupo.....	86
Tabela 7 - Força máxima (1-RM) e força submáxima (20-RM) pré e pós-treinamento por grupo.....	87
Tabela 8 - Intensidade relativa (%1-RM) pré e pós-treinamento por grupo.....	88
Tabela 9 - Diferença entre os pesos (Δ de pesos) obtidos nos testes de 1-RM e 20-RM pré e pós-treinamento, nos exercícios supino e remada, respectivamente, e diferença entre o número de repetições máximas (Δ de RM) pré e pós-treinamento, nos testes de 1-RM e 20-RM dos exercícios abdominal e remada, respectivamente, em função dos grupos.....	89
Tabela 10-Valores de creatina quinase (CK) para todas as coletas (pré, pós24h e pós48h) em cada mesociclo por grupo.....	90
Tabela 11-Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas para a variável CK transformada em $1/\sqrt{y}$ ($p<0,05$).....	91

Tabela 12-Níveis descritivos de probabilidade do teste de χ^2 da análise de regressão logística para dor muscular tardia (DMT) ($p < 0,05$).....	93
Tabela 13 -Somatório das dobras cutâneas (Σ DC) e perímetros (PE) da cintura, do abdômen, quadril, coxa proximal, coxa meso-femoral e coxa distal pré e pós-treinamento por grupo.....	94
Tabela 14-Nutrientes e micronutrientes avaliados pré e pós-treinamento por grupo.....	95
Tabela 15- Tonelagem total de cada mesociclo por grupo.....	119
Tabela 16 - Médias e EP do Δ de pesos, Δ de RM e CT em função dos grupos.....	120
Tabela 17-Características de antropometria pré e pós-treinamento por grupo e a interação período x grupo.....	121
Tabela 18-Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas ($p < 0,05$).....	122
Tabela 19- Médias e erros padrão (EP) das variáveis avaliadas em função do grupo e do período.....	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Coeficientes para determinação de pesos nos testes de 1-RM pré-treino.....	70
Quadro 2 -Coeficientes para determinação de pesos nos testes de 20-RM pré-treino.....	71
Quadro 3 - Ordem dos exercícios para todas as sessões das 14 primeiras semanas de treino para o GPL e GPO.....	74
Quadro 4 - Ordem dos exercícios para todas as sessões das 14 últimas semanas de treino para o GPL e GPO.....	75
Quadro 5 -Testes para alteração de pesos, no programa de treino, para o grupo periodização linear (GPL) e grupo periodização ondulada (GPO).....	76
Quadro 6 -Periodização das 28 semanas de treino para o GPL (membros inferiores, abdominal e cintura).....	77
Quadro 7 -Periodização das 28 semanas de treino para o GPO (membros inferiores, abdominal e cintura).....	77
Quadro 8 - Periodização das 28 semanas de treino para GPL e GPO (membros superiores).....	79

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Δ	Delta
Σ DC	Somatório das dobras cutâneas
%1-RM	Intensidade relativa
1-RM	Uma repetição máxima
20-RM	Vinte repetições máximas
ACSM	American College of Sports Medicine
CK	Creatina quinase
cm	Centímetros
CT	Carga total
DMO	Densidade mineral óssea
DMO _{colo}	Densidade mineral óssea do colo do fêmur
DMO _{L1L4}	Densidade mineral óssea de L1 a L4
DMO _{Ward}	Densidade mineral óssea do triângulo de Ward
DMO _{troc}	Densidade mineral óssea do trocânter do fêmur
DMT	Dor muscular tardia
DXA	Absorimetria de raio-x de dupla energia
EP	Erro padrão
g·cm ⁻²	Gramas de mineral ósseo por centímetro quadrado de área analisada
GH	Hormônio do Crescimento
GPL	Grupo periodização linear
GPO	Grupo periodização ondulada
IMC	Índice de massa corporal
kcal	Quilocalorias
kg	Quilogramas
MC	Massa corporal
mg·dia ⁻¹	Miligramas por dia
mm	Milímetros
MO	Massa óssea

n	Tamanho amostral
PE	Perímetros
r	Correlação de Pearson
RM	Repetições máximas
RML	Resistência Muscular Localizada
SBME	Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte
t	Tonelada
U·L ⁻¹	Unidades por litro
URI	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

DEFINIÇÃO OPERACIONAL DE TERMOS

Densidade Mineral Óssea (DMO) – É a relação entre o peso ósseo e seu volume, podendo (o peso ósseo) ser mensurado através do exame de densitometria óssea (DXA) que se expressa em gramas por centímetro quadrado.

Massa Óssea (MO) – É o peso ósseo que pode ser expresso em gramas, quilogramas ou libras.

Lesão Muscular – É o dano causado pela ruptura do tecido conjuntivo e contrátil (WHITING e ZERNICKE, 2001), podendo causar a liberação da enzima creatina quinase (CK) para o sangue, em decorrência do rompimento de fibras musculares.

1 INTRODUÇÃO

Durante as primeiras décadas da vida, predominam a formação óssea e, mais tarde, a atividade de absorção óssea, de tal forma que a densidade mineral óssea (DMO) começa a declinar vagarosamente a partir dos 45-50 anos de idade, principalmente em mulheres. O homem típico, com aproximadamente 50 anos de idade, experimenta uma perda óssea de 0,4% a cada ano, enquanto a mulher começa a perder duas vezes essa quantidade por volta dos 35 anos (McARDLE et al., 2003). Na fase pós-menopáusicas, os ossos têm sua homeostase alterada, com predomínio da absorção no constante processo de remodelamento, podendo ocorrer, então, graus variados de diminuição da DMO (SBME, 2000) que podem chegar a 18% de perda nos primeiros cinco anos (BANDEIRA et al., 2000). A falta de estrogênio, que ocorre na menopausa, e o sedentarismo tornam a osteopenia e a osteoporose mais freqüentes em mulheres de 50 anos de idade (TUCCI, 2006).

A osteoporose é definida como uma desordem esquelética caracterizada por comprometer a força óssea, através de uma diminuição da DMO e deterioração na microarquitetura do tecido ósseo, predispondo o indivíduo a um aumento no risco de fraturas (ACSM, 1995; JAMA, 2001). Sendo responsável por mais de 1,5 milhão de fraturas a cada ano (LEWIECKI, 2004), essa doença tornou-se um problema de Saúde Pública (KELLEY e KELLEY, 2004; TUCCI, 2006; WINZENBERG et al., 2006) devido à mobilidade, incapacidade física, diminuição de qualidade de vida e mortalidade. Por isso, a principal forma de manejo da osteopenia e da osteoporose é a prevenção (HAWKER et al., 2002; CHAN et al., 2003), focalizada na preservação ou incremento da DMO (ACSM, 1995; WINZENBERG et al., 2006). Numa revisão (MARTIN e HOUSTON, 1987) foi relatado que o exercício físico vem alterando o quadro negativo da causa dessas doenças, comprovando que exercícios localizados e específicos são benéficos nas regiões mais propensas à perda óssea (POLLOCK e WILMORE, 1993).

O ACSM (2004), em posicionamento oficial, relata existirem evidências de que a prática de exercícios que induzem o aumento de DMO em crianças, são mantidos na idade adulta, o que nos sugere que a prevenção é muito eficaz. Nesse caso, deve-se dar atenção ao hábito de exercitar-se durante toda a vida (MARTIN e HOUSTON, 1987; FRISCHENBRUDE e ROSE, 1996; KANNUS, 1999; ACSM, 2004), esse hábito, quando associado a uma ingestão alimentar adequada, é capaz de fazer a prevenção primária da osteoporose pós-menopáusia (SBME, 2000; BLOOMFIELD, 2001).

Principalmente para as mulheres, a diminuição nas concentrações hormonais de estrogênio, que ocorre na fase pós-menopáusia, aumenta a perda de DMO (ACSM, 2004). Segundo Kraemer et al. (2004) e Fleck e Kraemer (2006), o incremento ou a manutenção da DMO é um dos benefícios fisiológicos de um programa de treinamento de força planejado adequadamente.

Tradicionalmente, o treinamento de força era realizado por poucos indivíduos: atletas de força e pessoas que tinham como objetivo a hipertrofia muscular. Mas, atualmente, devido ao avanço científico e com um melhor entendimento dos profissionais da Área da Saúde, recomenda-se tal exercício para adolescentes, adultos saudáveis, idosos, indivíduos que apresentam doenças cardiovasculares e neuromusculares (KRAEMER e RATAMESS, 2004).

Vários modelos de treinamento de força, executados por mulheres, têm sido examinados com o intuito de verificar se produzem aumentos significativos de força (PETERSON et al., 1991; HUMPHRIES et al., 2000; VINCENT e BRAITH, 2002; CALDWELL, 2004) ou se causam alterações na composição corporal (STARKEY et al., 1996; AHTIAINEN et al., 2005) e na DMO (RYAN et al., 1994; DORNEMANN et al., 1997; BRENTANO et al., 2008), ou ainda, se provocam lesão muscular e/ou dor muscular tardia (DMT) (ROTH et al., 2000; KAURANEN et al., 2001).

Treinamentos de força de alta intensidade, podem significar um efetivo aumento da DMO regional, possibilitando um efeito osteogênico local (HUMPHRIES et al., 2000; BANDEIRA et al., 2000; VINCENT e BRAITH, 2002). São, portanto, mais efetivos que exercícios de baixa e moderada intensidades (VINCENT e BRAITH, 2002).

Modelos de treinamentos de força têm sido testados (MENKES et al., 1993; ADAMIS et al., 1999; CHENG et al., 2002; STENGEL et al., 2005) com o objetivo de encontrar respostas adequadas para atenuar o declínio da DMO, pois atividades comuns na vida diária, como caminhadas (HUMPHRIES et al., 2000), têm sido pouco efetivos. Alguns estudos (HUMPHRIES et al., 2000; VINCENT e BRAITH, 2002; CHUBAK et al., 2006) utilizando treinamentos em esteira rolante, cicloergômetro e força em moderada intensidade como, também, sessões de alongamento, não têm demonstrado resultados positivos na DMO.

Um treinamento de força executado em, aproximadamente, 90% de 3 repetições máximas (RM) realizado por homens durante 16 semanas, mostrou aumento de DMO do colo do fêmur (RYAN et al., 1994). Dornemann et al. (1997) avaliaram mulheres pré-menopáusicas que faziam suplementação com 500 mg de cálcio por dia ($\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$) e, que treinaram em intensidades variadas em cada sessão de exercícios por 24 semanas. Os resultados sugeriram aumento de DMO no colo do fêmur e vértebras lombares. Maddalozzo e Snow (2000), avaliando homens e mulheres, entre 50 e 60 anos de idade, e comparando treinamento de moderada intensidade (40 a 60% de uma repetição máxima [1-RM]) com treinamento de alta intensidade (70% de 1-RM) durante 24 semanas, demonstraram aumento de DMO de vértebras lombares nos homens que treinaram em alta intensidade como, também, aumento de DMO do trocânter do fêmur, tanto nos homens quanto nas mulheres, em ambos os treinamentos. Homens e mulheres também foram avaliados por Vincent e Braith (2002), na faixa etária de 60 a 83 anos. Esses autores compararam exercícios de força de baixa (50% de 1-RM) e alta (80% de 1-RM) intensidade. Houve um aumento significativo de DMO no treinamento de força de alta intensidade.

Os resultados das pesquisas são animadores, embora insuficientes para efeito positivo em relação à DMO (BEMBEN et al., 2000). Desconhecemos, ainda, um modelo ideal de treinamento (periodização, volume e intensidade), já que, os exercícios avaliados utilizam a musculatura de praticamente todo o corpo.

Um outro aspecto é a prevenção relacionada à faixa etária estudada (COX et al., 1991; TUDOR-LOCKE e McCOLL, 2000). Existe a necessidade de serem realizados estudos com mulheres pré-menopáusicas, sem perda óssea, treinando força sem

nenhum tipo de suplementação ou reposição hormonal (MARTYN-St JAMES e CARROL, 2006), para o aumento de DMO e conseqüente prevenção da osteopenia e osteoporose.

O treinamento de força pode promover, além de alterações na DMO, o aumento muscular. Esse aumento pode ser proveniente da lesão repetida da fibra muscular, que é seguida por uma supercompensação protéica, produzindo, assim, um efeito anabólico global (McARDLE et al., 2003; BARROSO et al., 2005).

Também, a magnitude da sobrecarga imposta à fibra muscular, durante um treinamento de força, pode induzir lesão muscular acompanhada de dor. Essa dor, resultante da lesão muscular, é conhecida como DMT. Um dos fatores que pode produzir a DMT são as lacerações minúsculas no tecido muscular, ou dano de seus componentes com liberação concomitante da enzima creatina quinase (CK) (KAURANEN et al., 2001; McARDLE et al., 2003).

Assim, a lesão muscular, que é o dano causado pela ruptura do tecido conjuntivo e contrátil (WHITING e ZERNICKE, 2001), é um fator relacionado ao treinamento de força de alta intensidade que pode apresentar efeito benéfico e/ou deletério. O efeito benéfico pode ser exemplificado pelo aumento muscular, já mencionado anteriormente, e o efeito deletério pode ser exemplificado pela DMT acompanhada de custos emocionais e econômicos.

Entre os mecanismos da lesão muscular encontra-se a sobrecarga dinâmica, presente em treinamentos de força. A probabilidade de uma lesão aumenta quando as cargas de treinamento ultrapassam a tolerância máxima do tecido conjuntivo e contrátil, envolvidos nas ações musculares executadas (HARTMANN e MESTER, 2000; WHITING e ZERNICKE, 2001). Apesar de existirem evidências, em relação aos benefícios do treinamento de força (KRAEMER e RATAMESS, 2004), existem ainda limitações sobre o controle da intensidade do estímulo necessário para determinados objetivos. Exemplo disso é a hipertrofia. Dentre as variáveis fisiológicas comumente utilizadas como indicador indireto de lesão muscular encontra-se a CK como sendo uma das mais utilizadas (BARBOSA et al., 2003; LEE e CLARKSON, 2003; OVERGAARD et al., 2004).

Sem um consenso sobre qual método de treinamento de força exerce mais efeitos positivos na DMO (RYAN et al., 2004; MARTIN-St JAMES e CARROL, 2006)

com menor probabilidade da ocorrência dos efeitos deletérios da lesão muscular, ainda se realizam pesquisas para esclarecer as características do treinamento para otimizar a saúde óssea, com menor risco para a musculatura. Segundo Fleck e Kraemer (2006), o osso é muito sensível à compressão, tração e velocidade de tração. Tais forças são comuns nesse tipo de treinamento e estão relacionadas ao tipo de exercício utilizado, à intensidade da força e ao número de séries. Também, existe a necessidade de examinar os resultados (aumento de força e alterações em parâmetros antropométricos) da comparação entre modelos de periodização em crianças, idosos e mulheres (FLECK, 1999; KOK, 2006).

Dessa forma, justifica-se o seguinte problema: Existem diferenças entre os efeitos produzidos por dois modelos de periodização de treinamento de força, realizados em 28 semanas, na DMO, na força muscular dinâmica, nos parâmetros de lesão muscular e nos parâmetros antropométricos em mulheres pré-menopáusicas?

O esclarecimento dessas questões poderá ajudar nas recomendações de treinamento de força para otimizar os efeitos ósseos e musculares nessa população.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar e comparar os efeitos de dois modelos de treinamento de força, de 28 semanas, na DMO, na força muscular dinâmica, parâmetros de lesão muscular e parâmetros antropométricos de mulheres caucasianas na pré-menopausa.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar os efeitos de um treinamento de força, com periodização linear, e de um treinamento de força, com periodização ondulada, sobre a DMO;

- Analisar as possíveis alterações na força dinâmica máxima e submáxima, após 28 semanas de um treinamento de força, com periodização linear;
- Analisar as possíveis alterações na força dinâmica máxima e submáxima, após 28 semanas um treinamento de força, com periodização ondulada;
- Analisar os efeitos de um treinamento de força, com periodização linear, e de um treinamento de força, com periodização ondulada, nos parâmetros de lesão muscular (CK e DMT);
- Realizar e correlacionar as possíveis alterações nas concentrações de CK com a DMT;
- Analisar os efeitos de um treinamento de força, com periodização linear, e de um treinamento de força, com periodização ondulada, nos parâmetros antropométricos (dobras cutâneas e perímetros);
- Comparar os efeitos (DMO, força muscular dinâmica, parâmetros de lesão muscular, parâmetros antropométricos) produzidos pelo treinamento de força, com periodização linear, com os obtidos através do treinamento de força, com periodização ondulada.

1.2 HIPÓTESES

Hipótese 1

Partindo-se do pressuposto de que um treinamento que já inicie com alta intensidade, promova maiores incrementos na força muscular, espera-se que:

1. O treinamento de força, com periodização ondulada, proporcione aumentos na força dinâmica maiores que o treinamento de força, com periodização linear.

Hipótese 2

A DMO é influenciada pela sobrecarga mecânica da musculatura imposta aos respectivos ossos que se inserem. Assume-se que um treinamento de força que utiliza alta tensão muscular, durante todo o período, promova esse efeito. Espera-se, então, que:

2. O treinamento de força, com periodização ondulada, promova um maior efeito na DMO do que o treinamento de força, com periodização linear.

Hipótese 3

Partindo-se do pressuposto de que maiores intensidades de treinamento oferecem riscos de lesão muscular, espera-se que:

3. O treinamento de força, com periodização ondulada, cause um maior efeito nos parâmetros de lesão muscular que o treinamento de força, com periodização linear.

Hipótese 4

Partindo-se do pressuposto de que treinamentos de força produzem alterações em parâmetros antropométricos, espera-se que:

4. Tanto o treinamento de força, com periodização linear, como o treinamento de força, com periodização ondulada, promovam alterações nos parâmetros antropométricos analisados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FORÇA MUSCULAR

A força, do ponto de vista físico, é o produto de uma massa por sua aceleração e, nesse caso, a força é medida em newtons (N). Portanto, no treinamento físico, a força é normalmente expressa pela massa que pode ser deslocada pela contração muscular (WHITING e ZERNICKE, 2001), sendo mensurada em quilos ou libras e referida como “peso”. O músculo esquelético humano gera um máximo entre 16 a 30 N de força por centímetro quadrado de corte transversal do músculo. Mas isso pode variar de acordo com o arranjo das alavancas ósseas e da arquitetura muscular (McARDLE et al., 2003).

A força é diretamente proporcional à capacidade contrátil dos músculos, dependendo da quantidade de proteínas contráteis contidas nas fibras musculares e da capacidade de recrutamento das unidades motoras (BARROSO et al., 2005; FLECK e KRAEMER, 2006). Dentre os fatores determinantes da força, destacam-se a composição das fibras, o volume muscular, a coordenação intramuscular e intermuscular (ACSM, 2002).

2.1.1 Modalidades de força

2.1.1.1 Força máxima

Forteza de la Rosa (2006) define força máxima como a capacidade de vencer uma magnitude considerável de resistência externa, através de grandes esforços musculares, principalmente em movimentos lentos e estáticos. A força máxima é refletida pela contração voluntária máxima e pelo pico isométrico de força (TAN, 1999) representando a maior força que o sistema neuromuscular pode mobilizar (WEINECK, 2003).

2.1.1.2 Força absoluta

Refere-se à quantidade máxima de força ou de tensão gerada em um movimento ou exercício (FLECK e KRAEMER, 2006). É ainda maior do que a força máxima, pois representa a soma da força máxima com a força-reserva (WEINECK, 2003).

2.1.1.3 Força relativa

A força relativa refere-se à força absoluta dividida por ou expressa em relação ao peso corporal total ou à massa corporal magra (FLECK e KRAEMER, 2006).

2.1.1.4 Força rápida

A força rápida, também conhecida como força de velocidade, é a capacidade de superar, com alta velocidade de contração, uma resistência (FORTEZA de la ROSA, 2006).

2.1.1.5 Força de resistência

É a capacidade que o músculo tem de trabalhar repetidamente por um período relativamente longo de tempo, com um peso moderado (BAECHLE e GROVES, 2000), resistindo à fadiga (FORTEZA de la ROSA, 2006).

2.1.2 Treinamento de força

Os termos carga, peso e treinamento de força são utilizados para descrever exercícios que requerem uma ação do músculo contra uma força de oposição, representada, geralmente, por algum tipo de equipamento. O treinamento de força, quando planejado e executado adequadamente, pode produzir benefícios como, por exemplo, aumento de força e tamanho dos músculos, melhoria de desempenho, alterações na composição corporal e aumento de DMO. Nesse tipo de treinamento, devem-se observar a técnica e respiração correta como, também, o uso correto dos

equipamentos, o objetivo a ser alcançado, o método de progressão do treino e uma prescrição correta (KRAEMER e RATAMESS, 2004; FLECK e KRAEMER, 2006).

Segundo recomendações do ACSM (2002), um programa de treinamento de força deve incluir características específicas, tais como: ações concêntrica e excêntrica dos músculos, utilização de pequenos e grandes grupos musculares, exercícios de alta e baixa intensidades e envolvimento de uma e/ou múltiplas articulações.

No planejamento do treinamento de força, pode-se partir da determinação do esforço máximo do indivíduo na execução do treinamento de força, o que faz ser necessária a determinação das diferentes porcentagens de trabalho, a partir do máximo (100% - 1-RM), a fixação da quantidade de repetições, a serem realizadas, e a classificação das cargas para o treinamento (KRAEMER, 2003; FORTEZA de la ROSA, 2006). Entretanto, vários estudos (BAKER et al., 1994; CAMPOS et al., 2002; KRAEMER et al., 2004) incorporam ações voluntárias máximas em que uma série é realizada até a falha concêntrica momentânea, utilizando, assim, as repetições máximas (RM), ou seja, uma resistência específica que permite que um número determinado de repetições seja realizado (KRAEMER, 2003; FLECK e KRAEMER, 2006), para prescrever a carga em um programa de treinamento. Tan (1999) define RM como o maior peso, ou resistência, que pode ser levantado para um número específico de vezes. Prescrevendo o treinamento por RM, à medida que o nível de força do indivíduo é alterado, o peso (resistência) é ajustado para que continue a empregar um verdadeiro número de RM pré-determinado (TAN, 1999; KRAEMER, 2003).

Uma das desvantagens da prescrição para o treinamento de força, através de percentuais de 1-RM, é que esse método requer que a força máxima seja avaliada regularmente para que o percentual utilizado no treinamento não diminua, e, conseqüentemente, a intensidade do treinamento seja reduzida. Também o número de repetições, realizadas para um determinado percentual de 1-RM, é influenciado pela quantidade de massa muscular envolvida no exercício (SHIMANO et al., 2006). Por exemplo, se o objetivo do treinamento for o aumento de força muscular, a utilização de percentuais de 1-RM poderá resultar em uma carga menor do que aquela necessária para aumentar a força. Um percentual alto de 1-RM (por exemplo,

80%) em um exercício que utilize grandes grupos musculares, como o “leg press”, pode resultar em um maior número de repetições, desenvolvendo, nesse caso, a resistência muscular localizada. Já, esse mesmo percentual de 1-RM, para exercícios que utilizem pequenos grupos musculares, como o rosca-bíceps, a carga pode ser alta o suficiente para incrementos de força e potência (FLECK e KRAEMER, 2006).

Para incrementos na força muscular, recomenda-se uma intensidade relativamente alta de treinamento (1 a 8-RM), combinada com a execução de contrações concêntricas e excêntricas, a execução de 3 a 6 séries de cada exercício por sessão, com um período para a recuperação completa entre as séries, a divisão do volume diário de treino em 2 sessões, uma frequência semanal de treinamento de 3 a 5 dias, e variações no volume e na intensidade da carga de trabalho durante o período de treinamento (TAN, 1999). Um aumento considerável de força muscular foi observado por Kraemer et al. (2004) em mulheres jovens que participaram de um treinamento de força que seguiu o modelo clássico de periodização (aumento de intensidade e diminuição do volume ao longo do período de treinamento) por 24 semanas, com frequência de 3 vezes por semana. Esse aumento de força ocorreu, principalmente, nas mulheres que treinaram com 3 séries de 8-3 RM (início do treinamento com 8 repetições, diminuindo ao longo do treinamento até chegar em 3 repetições), ou seja, em alta intensidade quando comparadas às mulheres que treinaram com 3 séries de 12-8 RM (início do treinamento com 12 repetições, diminuindo ao longo do treinamento até chegar a 8 repetições).

2.1.3 Tipos de treinamento de força

Para atingir objetivos pré-determinados, vários tipos de treinamento de força são utilizados; dentre eles, o treinamento isométrico, o isocinético, o excêntrico, o pliométrico e o dinâmico (WEINECK, 2003; FLECK e KRAEMER, 2006).

No treinamento isométrico, nem um movimento visível acontece na articulação. Portanto, esse tipo de treinamento refere-se a uma ação muscular em que não ocorre alteração alguma no comprimento total do músculo. É realizado, geralmente, contra um objeto imóvel, ou em um equipamento com um peso maior do que a força máxima excêntrica do indivíduo. No treinamento isocinético, a ação muscular é

realizada em velocidade angular constante, sem um peso específico a ser alcançado. É realizado em equipamentos isocinéticos em que, em cada fase de movimento a resistência é constante. O treinamento excêntrico refere-se a uma ação muscular na qual o músculo encurta de maneira controlada. Pode ser realizado em muitos equipamentos de treinamento de força (FLECK e KRAEMER, 2006). No treinamento pliométrico, ocorre uma mistura complexa de efeitos do treinamento dinâmico concêntrico e excêntrico, aproveitando-se os momentos da pré-inervação, do reflexo tendinoso e do comprimento elástico do músculo (WEINECK, 2003).

O treinamento dinâmico é subdividido em: treinamento de força dinâmica positiva (concêntrica) e treinamento de força dinâmica negativa (excêntrica) (WEINECK, 2003). Caracteriza-se por uma resistência externa fixa no decorrer das repetições (BROWN e WEIR, 2001), tanto na fase concêntrica quanto na fase excêntrica. No entanto, é observada uma variação de força com a vantagem mecânica da articulação envolvida no movimento e com o comprimento do músculo em cada ponto determinado no movimento (FLECK e KRAEMER, 2006).

A maioria dos treinamentos de força, ou com máquinas ou com pesos livres, inclui, primeiramente, a força classificada como dinâmica (BROWN e WEIR, 2001; ACSM, 2002; KRAEMER e RATAMESS, 2004) que conduz a uma melhora acentuada na força e função muscular como, também, na capacidade funcional (FLECK e KRAEMER, 2006). No treinamento dinâmico, paralelamente ao aumento de força, existe uma melhora na coordenação neuromuscular, e a força máxima, rápida e de resistência, pode ser especificamente treinada de acordo com o número de repetições e com a maneira de execução dos exercícios (WEINECK, 2003). Alterações na composição corporal também são observadas como resultado de um programa de treinamento de força dinâmica, como pequenos aumentos de massa magra e pequenas diminuições no percentual de gordura corporal simultaneamente, revelando pouca ou nenhuma alteração na massa corporal total (FLECK e KRAEMER, 2006).

2.1.3.1 Métodos de avaliação da força dinâmica

O conhecimento do nível de força muscular de um indivíduo é necessário para a avaliação da capacidade funcional ocupacional como, também, para uma adequada prescrição de exercícios atléticos e de reabilitação (BROWN e WEIR, 2001).

Também, os métodos de avaliação da força dinâmica têm sua aplicação principal em estudos científicos que mensuram os níveis de força dos sujeitos antes e após a execução de um treinamento proposto (PEREIRA e GOMES, 2003). Os testes são realizados, geralmente, em máquinas com pesos ajustáveis, ou com pesos livres.

A força dinâmica máxima é, freqüentemente, medida pelo teste de 1-RM. Segundo Brown e Weir (2001); Kraemer (2003) e Pereira e Gomes (2003), 1-RM é o maior peso que pode ser movido em uma repetição completa de um exercício, usando-se a técnica correta.

A força de resistência muscular dinâmica é avaliada através de testes de RM, pelo qual são realizadas diversas contrações com cargas submáximas (PEREIRA e GOMES, 2003).

O aumento do recrutamento de unidades motoras, a melhoria da coordenação dos grupos musculares antagonistas, o aumento da freqüência de estimulação, a melhoria na sincronização das unidades motoras estimuladas como, também, as adaptações neurais são os mecanismos responsáveis pelo aumento de força muscular em testes repetitivos de 1-RM e resistência muscular, embora ainda não existam evidências conclusivas (KOMI, 1986; NARICI et al., 1989, apud DIAS et al., 2005). Assim, para uma avaliação mais acurada da força muscular, através dos testes supracitados, é de extrema importância a realização de sessões de familiarização.

2.1.4 Sistemas e técnicas de treinamento de força

Diferentes sistemas e técnicas de treinamento de força podem ser utilizados para suprir necessidades e objetivos específicos, como o aumento de força e resistência muscular e alterações em parâmetros antropométricos. Dentre esses sistemas e técnicas, encontram-se o sistema de circuito, o sistema de pirâmide, o sistema de supersérie, o sistema de série única, o sistema de múltiplas séries, a técnica da

queimação, a técnica da repetição forçada e a técnica da série de exaustão (ALLSEN et al., 2001; WEINECK, 2003; FLECK e KRAEMER, 2006).

O sistema de circuito consiste em séries de treinamento de força executadas, sucessivamente, com intervalos curtos (15 a 30 segundos) entre os exercícios. Esse sistema sugere incrementos no condicionamento cardiovascular. O sistema de pirâmide consiste na elevação sistêmica da carga até que o indivíduo consiga completar apenas uma repetição. Já o sistema de superséries envolve dois diferentes sistemas: um utiliza várias séries de 2 exercícios para grupos musculares agonistas e antagonistas de uma parte do corpo, e o outro consiste na execução de 2 ou 3 exercícios, sucessiva e rapidamente, para o mesmo grupo muscular ou parte do corpo. No sistema de série única, um dos sistemas mais antigos, executa-se uma só série em cada exercício do treino, em alta intensidade, com poucas repetições, e 5 minutos de intervalo entre os exercícios (FLECK e KRAEMER, 2006).

No sistema de múltiplas séries, por sua vez, podem-se desenvolver várias séries com a mesma resistência, ou com resistência variável, como também, podem-se utilizar variações no número de repetições, ou o mesmo número de repetições por séries, e as séries podem ser realizadas até a fadiga ou não. Um dos métodos originais desse sistema consiste em 2 ou 3 séries de aquecimento com cargas sucessivamente maiores e, em seguida, a execução de várias séries com a mesma carga. Para maiores ganhos de condicionamento, força muscular e alterações em parâmetros antropométricos, o sistema de múltiplas séries deve ser periodizado, ou seja, proporcionar mudanças de volume e intensidade para que não ocorram platôs de força (FLECK e KRAEMER, 2006).

Quanto às técnicas, estas podem ser utilizadas no desempenho de alguns sistemas de treinamento. A técnica da queimação, por exemplo, pode ser incorporada a qualquer sistema de treinamento. Após ter sido executada uma série até a exaustão, o indivíduo continua com meias-repetições, ou repetições parciais. Já, para a técnica de repetições forçadas, é necessária a presença de um auxiliar que possa fazer com que o indivíduo ultrapasse o ponto normal de fadiga, através de estímulos. E a técnica da série de exaustão consiste em séries executadas, até que nenhuma repetição a mais possa ser completada com a técnica correta do exercício. Acredita-se que, com essa técnica, mais unidades motoras são

recrutadas, recebendo um estímulo maior e, conseqüentemente, levando a maiores ganhos de força e hipertrofia. Nessa técnica de treinamento, utilizam-se as RM (FLECK e KRAEMER, 2006).

2.1.5 Variáveis do treinamento de força

As alterações anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e psicológicas resultantes, de um programa de treinamento de força, dependem de algumas variáveis: duração, amplitude, frequência, número de repetições, número de séries, velocidade e carga (FLECK, 1999; BOMPA, 2002).

Para Tan (1999), um programa de treinamento de força também pode ser descrito por muitas variáveis, sendo, a intensidade e o volume, as principais. Essas variáveis podem e devem ser manipuladas para otimizar os resultados esperados, dependendo do objetivo proposto (TAN, 1999; BOMPA, 2002).

2.1.5.1 Intensidade

A intensidade é o componente qualitativo do treinamento de força (BOMPA, 2002; GOMES, 2002) sendo um dos componentes mais importantes do treinamento. É definida por Winett e Carpineli (2001) e por Fleck e Kraemer (2006) como a porcentagem do grau momentâneo de esforço, que é requerida.

Fleck (1999) define a variável intensidade, referindo-se ao peso utilizado para um determinado número de repetições realizadas até a fadiga, ou seja: RM. Já, Gomes (2002) descreve intensidade como a força de estímulo que o indivíduo manifesta durante o esforço. Assim, a intensidade está diretamente relacionada ao nível de condicionamento de cada indivíduo.

Também a velocidade de execução da contração, o tempo de recuperação, a ordem dos exercícios, o número de sessões e fatores psicológicos são características relacionadas à intensidade (TAN, 1999).

Pode-se medir a intensidade de acordo com o tipo de exercício. A intensidade absoluta das atividades, realizadas contra uma resistência, pode ser expressa em quilogramas (kg), quando se utilizam RM, e a intensidade relativa, em percentuais

de 1-RM (TAN, 1999). O número máximo de repetições por série varia de um exercício para outro e de um grupo muscular para outro (FLECK e KRAEMER, 2006).

O aumento da ativação neural e, conseqüentemente, o aumento de força muscular, bem como aumentos na DMO são obtidos através de treinamentos de força de alta intensidade (TAN, 1999). Alta intensidade é considerada como um alto percentual de 1-RM (> 80% de 1-RM) (BAKER et al., 1994; TAN, 1999; HUMPHRIES et al., 2000; WILLOUGHBY e PELSUE, 2000; VINCENT et al., 2002; KRAEMER e RATAMESS, 2004; TANIMOTO e ISHII, 2006), ou quando o número de repetições por série, de cada exercício, varia de 1 a 8-RM (TAN, 1999; MADDALOZZO E SNOW, 2000; WILLOUGHBY E PELSUE, 2000; VINCENT E BRAITH, 2002). Para Gomes (2002), os resultados obtidos, na relação entre as repetições com que se trabalha a intensidade máxima, refletem uma melhora dos resultados esperados em um programa de treinamento de força.

Aumentos significativos na DMO foram observados na comparação entre um grupo de homens jovens, que participou de um treinamento de força de alta intensidade (5 séries de 4 a 8 repetições com 80-90% de 1-RM) e outro grupo de homens jovens, que treinou em baixa intensidade (30-RM) (TSUZUKU et al., 2001). Esses aumentos foram registrados em todas as regiões do corpo analisadas pela DXA (DMO total, região lombar e fêmur proximal).

Os estímulos osteogênicos, resultantes do exercício físico, aparentam, portanto, necessitar de um alto nível de treinamento, ou seja: grande volume e intensidade. Então, além da intensidade, o número de séries por exercício, ou seja, o volume de treinamento é extremamente importante de ser considerado quando um protocolo para treinamento de força é proposto (PAULSEN et al., 2003). Mas, apesar do possível efeito benéfico na DMO, é importante salientar que volumes muito grandes de treinamento podem revelar-se prejudiciais (CADORE et al., 2005).

2.1.5.2 Volume

O volume é o componente quantitativo do estímulo utilizado no processo do treinamento de força (BOMPA, 2002; GOMES, 2002) e, como a intensidade, é um

importante estímulo para incrementos de força muscular (TAN, 1999). É definido pelo ACSM (2002) e por Kraemer e Ratamess (2004) como a soma do número total de repetições realizadas durante uma sessão de treinamento multiplicada pela resistência utilizada.

No entanto, para Fleck (1999) e Tan (1999), uma das formas mais comumente usadas, para medir o volume de treinamento, é o total de repetições (séries x repetições), podendo ser prescrito em termos de número de repetições por série, número de séries por sessão e número de sessões por semana (frequência). Um grande número de repetições implica um alto volume de treinamento.

Alterações no volume de treinamento podem ser realizadas através de mudanças no número de exercícios executados por sessão, ou no número de repetições realizadas por série como, também, no número de séries por exercício (ACSM, 2002). Muitas pesquisas têm confirmado que os sistemas nervoso (TRAN et al., 2006), metabólico (CAMPOS et al., 2002; VINCENT e BRAITH, 2002), hormonal (PAULSEN et al., 2003) e muscular (KRAEMER et al., 2004) são influenciados pelo volume de treinamento.

Um aspecto do volume que, nos últimos anos, tem recebido atenção, é a comparação de única e múltiplas séries no treinamento de força. Paulsen et al. (2003), compararam um treinamento de força, de série simples, com um treinamento de força, com execução de 3 séries, durante a fase de adaptação (6 meses) de homens sedentários, entre 20 e 30 anos de idade. Foram, também, comparados exercícios de membros inferiores com exercícios de membros superiores. Os autores encontraram um resultado superior de adaptação e aumento de força máxima no treinamento que utilizava 3 séries com os membros inferiores, quando comparado com 1 série, o que não foi encontrado nos membros superiores.

As respostas de diferentes volumes de treinamento também vêm sendo observadas em estudos como o de Campos et al. (2002), que avaliaram homens jovens e sedentários que treinaram por 8 semanas. Eles foram divididos em 4 grupos: (1) baixa repetição (3 - 5 RM), para 4 séries de cada exercício, com 3 minutos de descanso entre as séries e os exercícios; (2) intermediário (9 - 11 RM), para 3 séries de cada exercício, com 2 minutos de descanso entre as séries e os exercícios; (3) alta repetição (20 - 28 RM), para 2 séries de cada exercício, com 1

minuto de descanso entre as séries e os exercícios; e (4) grupo controle que permaneceu inativo. Foi demonstrado um aumento significativo de força máxima no grupo de baixa repetição, quando comparado com os outros grupos. Já, um aumento maior de resistência muscular localizada (RML), que foi avaliada pelo máximo de repetições executadas a 60% de 1-RM, foi encontrado no grupo de alta repetição em comparação com os outros grupos. Foi observado, também, um aumento de potência aeróbia máxima e de tempo de exaustão somente para o grupo de alta repetição. Concluiu-se que os treinamentos de baixa e intermediária repetições têm similares adaptações musculares; no entanto, quando o objetivo é o aumento da força máxima, um treino com baixas repetições seria o ideal e, quando o objetivo for o aumento da RML, um treino com altas repetições seria o mais indicado. É importante que esses achados sejam conhecidos por profissionais que trabalham com a elaboração de programas de treinamento.

2.1.5.3 Carga de treinamento

Um dos aspectos mais importantes a serem considerados, na programação de um treinamento de força, é a carga. Carga compreende a medida fisiológica do organismo estimulado por um trabalho muscular específico, apresentando respostas funcionais de uma certa intensidade e duração. Por carga de treinamento, compreende-se a medida quantitativa do trabalho de treinamento, ou seja, o resultado da relação entre o volume total de trabalho e a intensidade. Fatores psicológicos, a especificidade motora, a intensidade do trabalho muscular, a recuperação e fatores ambientais fazem parte do controle da carga de trabalho de um treinamento (GOMES, 2002).

Para programar a carga, deve-se levar em conta o conteúdo da carga, sua magnitude, sua organização e distribuição para, então, obter-se um efeito acumulativo de treinamento (FORTEZA de la ROSA, 2006). O aumento progressivo da carga é importante por estimular uma contínua adaptação e melhora na produção de força (KRAEMER, 2003).

2.1.6 Periodização

A periodização é a variação planejada no volume e na intensidade do treinamento, organizada em ciclos (FORTEZA de la ROSA, 2006), devendo ser considerada na elaboração de programas de treinamento de força. Essas variáveis (volume e intensidade) podem ser manipuladas, em muitos modelos de periodização, de todas as maneiras imagináveis (FLECK e KRAEMER, 2006).

A forma clássica de periodização divide o programa de treinamento em períodos (ciclos) de tempo: (1) macrociclo, o período mais longo que, por sua vez, é dividido em (2) mesociclos (2 a 4 meses), que são novamente subdivididos em (3) microciclos (1 a 4 semanas) (TAN, 1999).

Baker et al. (1994) citaram 3 modelos de treinamento de força: o modelo não-periodizado, o modelo com periodização linear, e o modelo com periodização ondulada. O modelo de treinamento não-periodizado é normalmente caracterizado por 3 séries de 6-RM, em que a intensidade e o volume relativo não variam, ou, conforme Schiotz et al. (1998), 3 séries de intensidade constante, sem determinar o número de RM. O modelo linear caracteriza-se por iniciar o treinamento com alto volume e moderada intensidade, seguido de aumentos progressivos na intensidade e diminuição no volume, até atingir um pico de intensidade. O modelo ondulado caracteriza-se por alternar períodos curtos, de alto volume e baixa intensidade, com períodos curtos, de baixo volume e alta intensidade.

Tradicionalmente, tem sido usado um modelo de treinamento de força/potência periodizado, com diminuição do volume e aumento da intensidade, como um programa progressivo, que é característica da periodização linear, o que pode resultar em grandes mudanças na força, desempenho motor, peso corporal, massa magra e percentual de gordura, quando comparado com programas não-periodizados (FLECK, 1999). Cada fase desse tipo de treinamento enfatiza uma adaptação fisiológica em particular. Por exemplo, na primeira fase que é caracterizada por um alto volume, a hipertrofia é estimulada; já, na fase posterior, onde há um aumento de intensidade, a força é maximamente desenvolvida (ACSM, 2002).

Segundo Fleck (1999), os treinamentos de força periodizados, com mudanças no volume, produzem ganhos de força maiores do que programas não-periodizados. No entanto, Baker et al. (1994) mostraram similaridades na melhoria de desempenho entre modelos, periodizados e não-periodizados, de séries múltiplas. Neste estudo, foram examinados os efeitos da manipulação do volume e da intensidade na força e potência de homens atletas. Estes treinaram 3 vezes por semana, durante 12 semanas, e foram divididos em 3 grupos conforme modelos de treinamento: (1) periodização linear, inicialmente com alto volume e moderada intensidade – 5 séries de 10 RM – e, após, progressivo aumento na intensidade e diminuição de volume – 3 séries de 1-3 RM; (2) periodização ondulada; e (3) não-periodizado, com execução de 5 séries de 6 RM. O treinamento de curto período não mostrou diferenças no aumento da força máxima entre os modelos de treinamento utilizados, ou seja, quando a intensidade relativa e o volume são comparados. Assim, um treinamento não-periodizado também pode ser efetivo, mas, quando se trata de períodos longos, podem ser necessárias as variações no treinamento.

A força máxima, como resultado da comparação entre um treinamento de força, com periodização linear, e outro, com periodização ondulada, foi avaliada por Caldwell (2004), em 6 semanas. A frequência do treinamento foi de 3 vezes por semana. A periodização linear consistiu em 2 semanas executando os exercícios propostos com 3 séries de 8-RM, 2 semanas com 3 séries de 6-RM e 2 semanas com 3 séries de 4-RM. A periodização ondulada consistiu em alterações de volume e intensidade dentro de cada semana de treinamento, seguindo 3 séries de 8, 6 e 4-RM, respectivamente. Apesar do aumento de força máxima, encontrado nos 2 grupos, não foi observada diferença entre os testes, pré e pós-treinamento, nos dois modelos de periodização. Sugere-se, assim, que tanto a periodização linear quanto a ondulada são eficientes para incrementos na força muscular.

Entretanto, o que se observa na literatura é a deficiência de estudos que utilizem mulheres como sujeitos na comparação entre diferentes modelos de periodização de treinamento de força.

2.1.7 Adaptações neurais e morfológicas decorrentes do treinamento de força

Alterações fisiológicas agudas e crônicas ocorrem em resposta ao treinamento de força. Esse processo, no qual o corpo reage ao exercício, denomina-se adaptação ao treinamento. Essa adaptação tende a ser maior no início do treinamento, seguida de uma diminuição com a continuidade do mesmo. Portanto, não acontece em uma velocidade constante (FLECK e KRAEMER, 2006).

O desenvolvimento da força motora envolve, principalmente, adaptações neurais e morfológicas. Nas etapas iniciais do treinamento (4-6 semanas), os incrementos na força são obtidos, preferencialmente, por adaptações neurais. A partir desse período, a contribuição das adaptações morfológicas aumenta, enquanto as neurais tendem a diminuir (BARROSO et al., 2005).

Muitos elementos do sistema nervoso exibem um potencial para a adaptação em resposta ao treinamento de força, contribuindo para o aumento de força pela melhora efetiva na coordenação muscular. As adaptações do sistema nervoso podem influenciar a maneira como os músculos serão recrutados, pelo Sistema Nervoso Central, durante seu trabalho funcional, contribuindo para alterações na execução e no controle do movimento (CARROLL et al., 2001). Entre as adaptações neurais ao treinamento de força, encontram-se: o desenvolvimento da capacidade de recrutar todas as unidades motoras em um exercício específico; a ativação reduzida dos antagonistas durante alguns movimentos, resultando no aumento de força dos agonistas; a coordenação e otimização na ativação de todas as unidades motoras em um músculo, em determinado movimento, para resultar em força e potência máximas; possíveis alterações na ordem de recrutamento de fibras dos músculos agonistas e antagonistas e redução na ação dos mecanismos inibitórios, auxiliando no desempenho de determinadas ações musculares (CARROLL et al., 2001; FLECK e KRAEMER, 2006).

As adaptações morfológicas relacionadas ao treinamento de força resultam em aumento da área de secção transversa do músculo (hipertrofia) e alterações nas características contráteis das fibras musculares (BARROSO et al., 2005). Assim, à medida que aumenta a área de secção transversa do músculo esquelético, pelo treinamento de força, destaca-se, como uma das adaptações mais importantes, o aumento do volume das fibras musculares, que, por sua vez, ocorre devido às

mudanças na quantidade e qualidade das proteínas contráteis (actina e miosina). As unidades motoras e, conseqüentemente, as fibras musculares são ativadas para satisfazerem as demandas de produção de força (FLECK e KRAEMER, 2006). A magnitude do aumento do volume das fibras musculares depende do tipo de fibra e do padrão de recrutamento. A hipertrofia pode ocorrer nas fibras de contração rápida (tipo IIa e IIb) e de contração lenta (tipo I). Mas uma maior hipertrofia é observada nas fibras tipo II (CAMPOS et al., 2002).

A hipertrofia muscular propicia uma vantagem potencial para produção de força em maiores taxas. Ahtiainen et al. (2003) observaram um aumento de 5,6% na área de secção transversa muscular e, conseqüentemente, 20,9% na força máxima em homens sedentários que participaram de um treinamento de força, por um período de 21 semanas.

Muitas adaptações decorrentes do treinamento de força ocorrem nas conexões entre as partes do sistema neuromuscular, que podem ajudar a modificar a produção de força, comunicando-se com outros sistemas fisiológicos como, por exemplo, o sistema endócrino (FLECK e KRAEMER, 2006).

2.2 FISILOGIA ÓSSEA

O osso é uma matriz tecidual dinâmica de colágeno e minerais, consistindo em, aproximadamente, 50% de água (McARDLE et al., 2003) e possuindo funções estruturais e metabólicas (STREWLER, 2001). O osso compacto contém em média, por peso, cerca de 30% de matriz e 70% de sais (minerais). Porém o osso, recém-formado, pode ter porcentagem consideravelmente maior de matriz do que de sais (LEWIECKI, 2004). Na sua função estrutural, o osso é fundamental para a locomoção, respiração e proteção dos órgãos internos e, na função metabólica, é um reservatório de cálcio e fósforo.

A matriz orgânica do osso contém 90 a 95% de fibras de colágeno, que se estendem ao longo das linhas de força tensional (dando ao osso sua grande força tênsil), sendo, o restante, um meio homogêneo conhecido como substância fundamental que é composta de líquidos extracelulares e proteoglicanos. Os sais

ósseos estão depositados na matriz do osso e são compostos principalmente de cálcio e fósforo. O principal sal cristalino é a hidroxiapatita (BANDEIRA et al., 2000).

Cada fibra de colágeno é composta de segmentos que se repetem ao longo de sua extensão, e os cristais de hidroxiapatita localizam-se adjacentes a cada segmento da fibra de colágeno, firmemente aderidos à mesma (FUKADA e YASUDA, 1957; MANOLAGAS, 2000). Essa íntima ligação impede que as fibras e os cristais se desloquem, dando, assim, resistência ao osso. As fibras de colágeno têm grande força tênsil, e os sais de cálcio têm grande força compressiva. Essas propriedades combinadas, juntamente com o grau de ligação entre as fibras e os cristais, resultam em uma estrutura óssea com extrema força tênsil e compressiva (MANOLAGAS, 2000; LEWIECKI, 2004; McGARRY et al., 2004).

A secreção de colágeno e de substância fundamental pelos osteoblastos (células osteogênicas que sintetizam matriz óssea) é o estágio inicial da produção de osso (BANDEIRA et al., 2000). Rapidamente, o colágeno se polimeriza, formando as fibras de colágeno, e o tecido resultante torna-se osteóide (material cartilaginiforme) (MANOLAGAS, 2000). Ao ser formado o osteóide, alguns osteoblastos ficam presos nele, sendo denominados de osteócitos. Após alguns dias, sais de cálcio se precipitam sobre a superfície das fibras de colágeno, em intervalos periódicos ao longo de cada fibra, formando pequenos ninhos que, gradualmente, em um período de dias a semanas, crescem formando os cristais de hidroxiapatita (BANDEIRA et al., 2000).

2.2.1 Remodelação óssea

Ocorre, no osso, um contínuo processo de remodelação (HUNTER e SAMBROOK, 2000), em que os osteoclastos (células responsáveis pela absorção do osso), acarretam o fracionamento do mesmo. Já, as células osteoblásticas, formadoras de osso, induzem a síntese óssea (McGARRY et al., 2004) e se encontram nas superfícies externas dos ossos e nas cavidades ósseas. Durante o crescimento e o desenvolvimento dos ossos, existe, normalmente, um equilíbrio entre a absorção e a formação óssea, pois suas taxas são iguais (VÄÄNÄNEN, 2005), ou seja: a massa total de osso permanece constante. No entanto, os processos de formação e absorção ósseas são fenômenos acoplados e

dependentes. Sendo assim, o predomínio de um sobre o outro resulta em ganho ou perda de massa óssea (MO) (HUNTER e SAMBROOK, 2000; MANOLAGAS, 2000; SARAIVA e LAZARETTI-CASTRO, 2002).

A absorção óssea ocorre nas áreas imediatamente adjacentes aos osteoclastos e necessita de muita energia. Acredita-se, que no mecanismo da absorção, os osteoclastos enviam em direção às lacunas de absorção, prolongamentos vilosiformes que secretam grandes quantidades de enzimas proteolíticas e vários ácidos (VAES, 1968; BARON et al., 1985; VÄÄNÄNEN, 2005). As enzimas, possivelmente, digerem ou dissolvem a matriz orgânica, enquanto os ácidos causam a dissolução dos sais ósseos (VAES, 1968; INAOKA et al., 1995; BANDEIRA et al., 2000; JAMA, 2006).

Existem várias funções, fisiologicamente importantes, referentes ao processo de remodelação contínua do osso. Uma das funções está no fato de que o osso, normalmente, ajusta sua força em proporção ao grau do estresse ósseo, e, então, os ossos ficam mais espessos quando submetidos a cargas pesadas. Portanto, a forma do osso pode ser remodelada para poder sustentar as forças mecânicas através da formação e da absorção, dependendo do padrão de estresse (McGARRY et al., 2004). Outra função refere-se à necessidade que o osso velho tem, por tornar-se quebradiço, de uma nova matriz orgânica quando a antiga se degenera, mantendo a resistência normal do osso.

Um exemplo de que o osso pode sofrer remodelação, para poder sustentar cargas mais pesadas, está nos indivíduos obesos. Bener et al. (2005) realizaram um estudo com 649 mulheres, entre 20 e 70 anos de idade, com o objetivo de determinar a relação entre obesidade e DMO da coluna e do fêmur como um fator de risco para osteoporose na pré-menopausa, menopausa e pós-menopausa. Foram avaliados os status menopausal e sócio-demográfico, a obesidade e estilo de vida como, também, as medidas de DMO. Os autores observaram que a obesidade avaliada, nesse estudo, como índice de massa corporal maior que 30 (IMC > 30), é um fator de proteção para a osteoporose, sendo um forte indicador positivo para a DMO da coluna e do fêmur, pois foi maior entre as mulheres obesas.

2.2.2 Deposição óssea e estresse compressivo

A formação do osso é proporcional à carga compressiva suportada pelos ossos; portanto, o estresse físico estimula a formação de osso novo pelos osteoblastos (MARTIN e HOUSTON, 1987). Fukada e Yasuda (1957), Brighton et al. (1985) e sugerem que a formação em pontos de estresse compressivo seja causada por um efeito piezoelétrico: a compressão do osso produz um potencial negativo no local comprimido e um potencial positivo nos demais pontos do osso e, como as pequenas quantidades de corrente que fluem pelo osso causam atividade osteoblástica na extremidade negativa do fluxo de corrente, poderia ser explicada a maior formação óssea nos locais de compressão.

Mecanismos sistêmicos e locais regulam a função das células ósseas, sendo que os principais reguladores sistêmicos são os hormônios reguladores do metabolismo do cálcio: hormônio paratiroidiano (PTH) (MANOLAGAS, 2000; STREWLER, 2001; CASTRO et al., 2005) e vitamina D, além da calcitonina (SUZUKI et al., 1996; SAMBROOK e COOPER, 2006). Outros hormônios sistêmicos interferem no funcionamento do esqueleto como, por exemplo, o hormônio do crescimento (GH), glicocorticóides, hormônios tireoidianos e sexuais (MANOLAGAS, 2000).

2.2.3 Tipos de ossos

Existem dois tipos de ossos no esqueleto adulto: o cortical e o trabecular. O cortical constitui a parte externa da estrutura esquelética; é denso, compacto e compõe, aproximadamente, 80% do esqueleto, tendo como principal função fornecer força mecânica e proteção. O trabecular, que é esponjoso, está na parte interna dos ossos longos, corpos vertebrais e pelve, fornecendo o suprimento inicial nos estados de deficiência mineral (JAMA, 2006). É o osso trabecular que se perde mais rapidamente na osteoporose (MANOLAGAS, 2000; TUCCI, 2006).

2.3 MASSA ÓSSEA E DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

A MO é a quantidade de matéria que o osso contém, ou seja: sua massa mineral (BLOOMFIELD, 2001). Portanto, se a MO é o peso ósseo, esta pode ser enunciada, então, em gramas, quilogramas ou libras. Sua medida tem sido o método mais utilizado para diagnosticar a osteopenia e a osteoporose, pois pesquisas revelam elevada correlação entre resistência óssea e quantidade de matriz mineralizada que é uma característica avaliada por esta medida (SARAIVA e LAZARETTI-CASTRO, 2002).

A DMO é a relação existente entre a massa e o volume ósseo, geralmente, enunciada em gramas por centímetro quadrado ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$; gramas de mineral ósseo por cm^2 de área analisada). Sendo uma medida pontual estática, não avalia as alterações dinâmicas que determinado tecido ósseo sofre durante um exame de densitometria óssea (DXA) (SARAIVA e LAZARETTI-CASTRO, 2002).

A qualidade da MO é o resultado de uma variedade de fatores, tais como: genéticos, atividade física e hormonais (BANDEIRA et al., 2000). Gradualmente durante a infância e, de forma acelerada, durante a adolescência, a MO aumenta (GILSANZ et al., 1988) e, após cessar o crescimento do indivíduo, continua a aumentar até alcançar um pico. Esse pico de MO mantém-se por alguns anos (LEWIN et al., 1997), sendo que, entre os 30 e os 40 anos de idade, é de, aproximadamente, 20 a 30% maior nos homens do que nas mulheres (MOREIRA, 2001). A partir daí, o ser humano começa a sofrer uma perda gradual de MO (HUMPHRIES et al., 2000). Essa é uma das conseqüências do envelhecimento, em que a perda óssea é generalizada, e as áreas de erosão aumentam para compensar as perdas minerais que ocorrem na senilidade (BANDEIRA et al., 2000). Essas áreas de erosão podem corresponder à osteopenia ou à osteoporose e significam um aumento do risco de fraturas.

A raça é um dos fatores que podem aumentar o risco para as fraturas relacionadas à osteoporose (ACHESON, 2005). Vários estudos (HENRY e EASTELL, 2000; ACHESON, 2005; BARRET-CONNOR et al., 2005) demonstraram existir uma DMO maior para a raça negra, quando comparada com a raça branca, e da branca, quando comparada com a raça amarela (MARQUEZ et al., 2001; BARRET-CONNOR et al., 2005; GREENDALE et al., 2006). Os hábitos alimentares

também afetam a DMO (NEW et al., 1997; MERRILEES et al., 2000; OKUBO et al., 2006). A quantidade de cálcio, magnésio ou fósforo, presente nos alimentos ingeridos diariamente, pode influenciar na preservação ou na perda de DMO (TUCKER et al., 1999), sendo que a determinação da necessidade média do adulto é de $1.000 \text{ mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de cálcio, de 310 a $400 \text{ mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de magnésio e $700 \text{ mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ de fósforo (CUPPARI, 2005). Além da raça e dos hábitos alimentares, muitos outros fatores influenciam a DMO (sexo, hereditariedade, peso corporal, atividade física e status hormonal). Nas mulheres varia, primeiramente, em função da idade e dos níveis de estrogênio (LEWIN et al., 1997; DELMAS et al., 2002).

A DMO mostra uma evolução paralela com a massa muscular, durante o crescimento, e uma involução com a idade (FRISCHENBRUDER e ROSE, 1996). Por esse fato, é importante não somente maximizar a DMO em jovens, como também minimizar a perda da DMO (ACSM, 2004) e da massa muscular em pessoas com idade avançada (RYAN et al., 2004). A diminuição da massa muscular e da força muscular, com o avançar da idade, foi analisada por Frontera et al. (2000) em homens sedentários, depois de 12 anos, observando-se uma diminuição da área de secção transversa muscular de até 16%. E a redução na perda óssea, com a prática de exercícios físicos, foi demonstrada por Kemmler et al. (2004) que avaliaram mulheres pós-menopáusicas com osteopenia, por 2 anos. Um grupo de mulheres se exercitou 4 vezes por semana, com exercícios de resistência, força, flexibilidade e jump, e o outro grupo permaneceu inativo. Houve aumento de força muscular e DMO para as mulheres que se exercitaram em comparação com aquelas que permaneceram inativas, sugerindo, assim, que a prática regular de exercícios físicos pode prevenir os efeitos negativos da diminuição da massa muscular e da DMO.

Já, Brentano et al. (2008) ao analisarem os efeitos do treinamento de força com intensidades entre 35% e 80% de 1-RM e do treinamento em circuito com intensidades entre 35% e 60% de 1-RM, realizados por 24 semanas, não observaram qualquer modificação na DMO em nenhum dos tipos de treinamento aplicados durante o estudo. Mas tanto o treinamento de força quanto o treinamento em circuito interferiram positivamente no condicionamento cardiorrespiratório e na força e ativação muscular. A amostra foi composta por mulheres pós-menopáusicas

com perda óssea (com e sem reposição hormonal). Nesse estudo, a intensidade mais alta do treinamento de força (70 – 80% de 1-RM), somente foi utilizada nas últimas 4 semanas do treinamento. Entretanto, treinamentos de força, com duração de 16 semanas até um ano, e com séries a 80% ou mais de 1-RM, têm apresentado acréscimo na DMO (RYAN et al., 1994; KEMMLER et al., 2004).

2.4 DENSITOMETRIA ÓSSEA

O DXA constitui um método moderno para a quantificação precisa da densidade e do conteúdo mineral ósseo do esqueleto humano, tendo como principal finalidade o diagnóstico da osteoporose.

Para a medida da DMO, por densitometria óssea, utiliza-se a técnica DXA (absorimetria de raio-x de dupla energia), em que dois fótons de raios-X são emitidos por uma fonte externa e passam pelos segmentos corpóreos de interesse, no sentido pósterio-anterior, sendo captados por um detector, seguido de uma análise computadorizada que calcula a densidade de cada segmento a partir da radiação que o detector alcança em cada pico de energia (BRANDÃO, 2005). O tecido mole (gordura, água, músculos, órgãos viscerais) atenua a energia de forma diferente do tecido ósseo, permitindo a construção de uma imagem nos locais de interesse (BRANDÃO, 2005). A partir desse exame, foram estabelecidos padrões de normalidade distintos para as diferentes raças (LEWIN et al., 1997).

O DXA fornece o valor absoluto da DMO do local analisado, sendo expresso em $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$. O laudo é fornecido pelo programa computadorizado que inclui o número de desvios-padrão do resultado obtido em relação à média de adultos jovens (população que representa o pico de MO) (BRANDÃO, 2005). O desvio-padrão, ou T-score, é utilizado para definir o diagnóstico de osteoporose. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1994), a osteoporose é identificada com T-score menor ou igual a -2,5. Já, a osteopenia é definida com T-score entre -1 e -2,5. E o T-score, com valor maior ou igual a -1, considera-se normal. Kanis e Glüer (2000) demonstraram que um desvio-padrão abaixo na DMO, medida por DXA, está associado com, aproximadamente, um aumento de duas vezes no risco de fraturas.

A ISCD (2005), em posicionamento oficial, indica que a classificação da OMS (1994) deve ser usada somente para mulheres pós-menopáusicas e homens com 50 anos de idade ou mais e, para mulheres pré-menopáusicas, homens com menos de 50 anos de idade e crianças, deve-se usar o Z-score, que é o padrão da DMO média na mesma faixa etária. Nesta classificação, um Z-score de -2,0 ou inferior é definido como “abaixo da faixa esperada para a idade”, e um Z-score acima de -2,0 é definido como “dentro dos limites esperados para a idade” (ISCD, 2005).

O propósito clínico da mensuração da DMO é o diagnóstico de declínio da MO, a predição de fraturas e o monitoramento (BARAN et al., 1997). As medidas de DMO, feitas por DXA, servem como um marcador da eficácia de tratamentos para a osteoporose, e têm sido muito utilizadas no julgamento clínico (DELMAS et al., 2000; LESLIE et al., 2005).

2.5 OSTEOPENIA E OSTEOPOROSE

Como o tecido ósseo tem sua principal função na sustentação do esqueleto, o mesmo é passível de fraturas quando sua resistência sofre colapso frente a uma força maior. Existem situações patológicas em que esse risco, por fragilidade, é aumentado, como no caso da osteopenia e da osteoporose (BLOOMFIELD, 2001; SARAIVA e LAZARETTI-CASTRO, 2002).

A osteopenia, que significa “pobreza de osso”, é uma condição anterior à osteoporose, pela qual os ossos enfraquecem e, como na osteoporose, sofrem também riscos de fratura (BLOOMFIELD, 2001).

A osteoporose que, literalmente, significa “ossos porosos”, é uma das mais comuns doenças ósseas em adultos, sobretudo na velhice. Esta resulta em diminuição da matriz óssea orgânica (BANDEIRA et al., 2000).

Como qualquer material que recebe cargas repetitivas, também os ossos, através dessas cargas, podem sofrer fadiga e microfraturas estruturais que, somadas, transformam-se em lesões macroscópicas (BANDEIRA et al., 2000). Na osteopenia e na osteoporose, a atividade osteoblástica no osso geralmente é menor que o normal e, assim sendo, a taxa de deposição de osteóide é deprimida.

Ocasionalmente, a causa do osso diminuído é o excesso da atividade osteoclástica (DELMAS et al., 2000; MANOLAGAS, 2000). A maior consequência da osteoporose é um aumento no risco de fraturas que resultam da combinação da força reduzida do osso com o aumento de quedas (SAMBROOK e COOPER, 2006). A fratura de quadril é um dos resultados comprometedores da osteoporose.

Uma diminuição nas concentrações dos hormônios estrogênio e progesterona, que ocorre na pós-menopausa, é o fator hormonal mais freqüentemente associado à osteoporose. O estrogênio pode reduzir a absorção óssea; no entanto, tem pouca influência na deposição óssea, ocasionando uma perda real de osso (SAMBROOK e COOPER, 2006). A progesterona promove a deposição óssea, principalmente no osso cortical; por isso, sua diminuição pode resultar em diminuição da DMO (MORRIS et al., 1999). Uma ingestão inadequada de cálcio ou baixos níveis de hormônios reguladores desse mineral acarretam a utilização das reservas de cálcio do osso para manter um equilíbrio. O prolongamento de um desequilíbrio restaurativo promove tanto a osteopenia quanto a osteoporose (MARTIN e HOUSTON, 1987; BLOOMFIELD, 2001). Então, progressivamente a doença se instala à medida que o osso perde seu conteúdo mineral e sua concentração de cálcio, tornando-se poroso e quebradiço.

A prevenção para a osteoporose vem sendo estudada por autores como Kontulainen et al. (2004) que avaliaram a manutenção dos benefícios músculo-esqueléticos (DMO e desempenho neuromotor) obtidos durante 18 meses de um treinamento, de alto impacto, executado por mulheres sedentárias pré-menopáusicas, com idades entre 35 e 45 anos. Esses benefícios foram medidos antes e depois dos 18 meses, como também 3,5 anos após o término do treinamento. Os aumentos na DMO, obtidos durante o treinamento, em comparação com o grupo controle (inativo), foram mantidos até 3,5 anos depois. As voluntárias relataram, aos pesquisadores, suas atividades físicas praticadas durante esses anos, ou sua inatividade e, mesmo assim, mantiveram-se os resultados, o que pode ser um fator para motivação à prática de exercícios.

O treinamento de força também tem sido muito explorado em estudos que buscam esclarecimentos sobre a prevenção, a manutenção e o tratamento da perda óssea. As alterações na DMO e na força muscular foram analisadas por Ryan et al.

(2004) durante 6 meses, em homens e mulheres que executaram um programa de treinamento de força progressivo. Foram encontrados aumentos tanto de força muscular como de DMO da região femoral.

A DMO de mulheres pós-menopáusicas, com osteopenia e osteoporose, foi avaliada após 1 ano de um programa de exercícios, que incluía 3 sessões de 30 minutos de caminhada, por semana, e mais 2 sessões, de 1 hora cada, de treinamento de força. Todas as mulheres faziam suplementação com vitamina D e cálcio. Houve um aumento da DMO da região femoral, enquanto o grupo controle que permaneceu inativo, apresentou um decréscimo na DMO (BERGSTRÖM, et al., 2008).

Winters-Stone e Snow (2003) realizaram um estudo com mulheres pré-menopáusicas que treinaram força e jump por 1 ano. Observaram um aumento, na DMO do trocânter do fêmur, de 3,8% para as mulheres que iniciaram o treinamento com menor DMO, *versus* um aumento de 1,7% para aquelas que iniciaram com maior DMO. Pode-se concluir que, apesar dos resultados mais significativos para as mulheres com menor DMO, sugerindo o tratamento da perda óssea, o treinamento também se mostrou eficaz em relação à prevenção da perda óssea. Esses resultados demonstram a importância dos exercícios no tratamento e na manutenção da perda óssea.

2.5.1 Efeitos do treinamento de força na densidade mineral óssea

Treinamento de força é conhecido como um estímulo eficaz para o aumento da DMO, pelo qual tendões e ligamentos tornam-se mais resistentes (RYAN et al., 1994; VINCENT e BRAITH, 2002; FLECK e KRAEMER, 2006). Dinç et al. (1996) mediram a DMO de atletas levantadores de pesos, jogadores de futebol, lutadores e um grupo de homens sedentários. Observou-se que os atletas levantadores de pesos apresentaram uma maior DMO quando comparados com indivíduos sedentários.

A sobrecarga mecânica do osso, através do exercício, proporciona um aumento do estímulo capaz de manter ou aumentar a DMO em adultos, e os efeitos desse exercício são específicos para cada local dos músculos ativos e dos ossos nos quais

se inserem (FUKADA e YASUDA, 1957; WINETT e CARPINELLI, 2001; ACSM, 2004). O esqueleto humano é uma estrutura dinâmica que responde a mudanças nos níveis de demanda mecânica (GOODSHIP et al., 1998), e a ação direta do impacto sobre o esqueleto durante a atividade física, como também a ação indireta do aumento da massa muscular preserva a DMO, existindo, ainda, uma tendência de a mesma ser proporcional à força muscular, pois a maior tração exercida por músculos mais fortes é um estímulo à mineralização dos ossos (SBME, 2000).

Existem evidências que treinamentos de força de alta intensidade, que, conseqüentemente, aumentam a força muscular, promovem a manutenção óssea, prevenindo a diminuição da DMO relacionada com a idade (MADDALOZZO e SNOW, 2000). Segundo Cadore et al. (2005), aumentos de DMO são normalmente relacionados a aumentos de massa magra e de força muscular.

Reid et al. (1995), avaliando mulheres pré-menopáusicas sedentárias e não-sedentárias, encontraram uma correlação muito significativa entre massa magra e DMO nas mulheres não-sedentárias e, nas sedentárias, uma correlação significativa entre a massa gorda e a DMO. Já, Sinaki et al. (1998) avaliaram somente mulheres pré-menopáusicas ativas, mas não-atletas, e, como no estudo relacionado anteriormente, observou-se correlação significativa entre força muscular, massa magra e DMO. Também Yarashesky et al. (1997), em estudo que avaliou homens de 64 a 75 anos de idade, divididos em dois grupos (um com suplementação diária de GH e outro com placebo), e que realizaram um programa de treinamento de força com intensidades de 75% a 90% de 1-RM e execução de 5 a 10 repetições, por 16 semanas, encontraram aumento de massa magra e aumento regional de DMO, inclusive nos homens que faziam suplementação com placebo.

Kelley et al. (2001), através de uma meta-análise sobre treinamento de força e DMO, em mulheres pré-menopáusicas e pós-menopáusicas, concluíram que esse tipo de treinamento tem efeito positivo na DMO da coluna lombar de todas as mulheres e na região femoral e radial nas mulheres pós-menopáusicas. Observou-se, também, que, em grande parte dos estudos analisados por esses autores, o treinamento induz um aumento de, aproximadamente, 1% na DMO.

Portanto, para a manutenção da DMO, bem como para o incremento da mesma, faz-se necessária a prática de exercícios físicos que focalizem o aumento de força e

de massa magra ao longo da vida. A redução na força muscular pode iniciar a partir dos 30 anos de idade, mas tem sua maior redução a partir de 70 anos (HARRIES e BASSEY, 1990; LINDLE et al., 1997). Isso ocorre de forma mais acentuada pela redução da massa muscular do que pela deterioração da capacidade contrátil do músculo (FRONTERA et al., 2000). O declínio da massa muscular, com o avanço da idade, causa enfraquecimento para locomoção, incapacidade e quedas, podendo aumentar o risco de fraturas, principalmente, em mulheres osteoporóticas (WALSH et al., 2006). O aumento de DMO, paralelo com um aumento na força muscular dinâmica, foi observado por Rhodes et al. (2000) quando avaliaram mulheres idosas sedentárias (média de 68,8 anos) que treinaram força em 75% de 1-RM, por 1 ano. Para a obtenção do sucesso na modulação do envelhecimento, é necessário reverter a degradação da complexidade fisiológica aplicando múltiplos estímulos fisiológicos como, por exemplo, os exercícios físicos (PEREIRA e SOUZA JÚNIOR, 2005).

2.6 LESÃO MUSCULAR

A sobrecarga de um treinamento de força sobre o músculo esquelético, além de ocasionar uma maior síntese protéica, faz aumentar a força e o espessamento das miofibrilas, reduz o fracionamento das proteínas, ajudando na formação de novos sarcômeros, e aumenta as reservas de trifosfato de adenosina (ATP), creatina-fosfato (PCr) e de glicogênio intramuscular (McARDLE et al., 2003; BARROSO, et al., 2005). O treinamento de força pode, então, aumentar a área de secção transversa das fibras musculares, aumentando a síntese protéica. Quando isso acontece, a quantidade de proteína, no interior do sarcoplasma, aumenta. Mas, cada núcleo da fibra muscular é responsável por determinado volume do sarcoplasma, e o aumento desse volume, ocasionado pelo aumento das proteínas, provoca um desequilíbrio no que se conhece como “razão núcleo/sarcoplasma”. Então, surge a necessidade de um maior número de núcleos, conseguidos através da incorporação de células-satélite pela fibra muscular. As células-satélite encontram-se entre o sarcolema e a membrana basal das fibras musculares e são consideradas uma população de células-reserva que podem ser ativadas pela ocorrência de lesão

(dano) muscular ou aumento do nível de exercícios físicos. Essas células auxiliam no processo de reparo às lesões sofridas (BARTON-DAVIS et al., 1999; BARROSO et al., 2005). O grau de lesão muscular é uma das hipóteses que tenta explicar a hipertrofia muscular (FARTHING e CHILIBECK, 2003). No entanto, foi observado em estudos (FOLLAND et al., 2001; NOSAKA e NEWTON, 2002) que o grau de lesão muscular diminui com a repetição das sessões de treinamento, sugerindo que, talvez, outros mecanismos estejam ligados ao início do processo de hipertrofia.

O benefício do treinamento de força está na exigência do organismo para adaptar-se ao estresse provocado pelo esforço. Se o estresse é intolerável, podem ocorrer lesões (BOMPA, 2002). A principal consequência da lesão muscular é o dano físico sofrido pelos tecidos corporais, que acompanha custos físicos, emocionais e econômicos, gerando um transtorno para o indivíduo (WHITING e ZERNICKE, 2001).

As capacidades mecânica, hormonal, bioquímica e molecular dos tecidos conjuntivos (osso, cartilagem, tendão, ligamento e músculo), em se adaptarem às influências ambientais, são um atributo primário de tecidos saudáveis. Mas, a incapacidade em se adaptar aos excessos é o principal fator relacionado à lesão. A resposta mecânica do tecido biológico depende, principalmente, de sua organização estrutural não-celular, ou seja, seu material componente: orientação, densidade e substâncias conectoras (WHITING e ZERNICKE, 2001).

O músculo esquelético é um tecido dinâmico com grande capacidade de adaptação, pelo qual as fibras musculares sofrem regeneração e remodelagem em resposta a algumas demandas funcionais. O tipo de treinamento físico influencia o tipo de adaptação muscular. Esta é específica às demandas impostas como, por exemplo, o treinamento de força (TAN, 1999; BARROSO et al., 2005). Porém, é importante salientar que a condição física de cada indivíduo pode ser um fator determinante em relação à probabilidade de ocorrerem lesões, pois é possível que, quanto mais apto for o indivíduo, menor a probabilidade de se lesionar. No caso de ocorrer uma lesão em um indivíduo melhor condicionado, a lesão será menos grave, e a recuperação mais rápida. A lesão no músculo esquelético é comum, assumindo várias formas e implicando vários mecanismos, como a lesão muscular induzida pelo

exercício físico, que resulta da ruptura do tecido conjuntivo e contrátil, após o exercício (WHITING e ZERNICKE, 2001).

Exercícios físicos de alta intensidade podem levar à lesão muscular, dependendo da faixa etária. Roth et al. (2000) avaliaram os efeitos de um treinamento de força, de alta intensidade, na lesão muscular entre mulheres sedentárias jovens (20 a 30 anos) e idosas (entre 65 e 75 anos de idade). O treinamento foi de 9 semanas, 3 vezes, por semana, de extensão unilateral do joelho da perna dominante; a outra serviu como controle. A avaliação da lesão muscular foi feita através de biópsia muscular bilateral do vasto lateral, antes e depois do treinamento. Foi verificado que tanto as mulheres jovens quanto as mulheres idosas apresentaram lesão nas fibras musculares; no entanto, nas mulheres idosas foram observados maiores níveis de lesão muscular.

Em atividades com um alto componente excêntrico (treinamentos de força, pliométricos e corridas), é comum ocorrerem lesões na musculatura. O resultado primário de uma lesão do tecido musculoesquelético é a inflamação que, por sua vez, resulta em dor (WHITING e ZERNICKE, 2001). Os sinais e sintomas que acompanham essas lesões, incluem, além da dor, aumento na concentração sanguínea de proteínas das miofibrilas, hipersensibilidade local, inchaço, rigidez, restrição na amplitude do movimento e a elevação da atividade da enzima CK que, após uma sessão de exercícios intensos, pode permanecer na circulação sanguínea, em níveis altos, por 3-5 dias. Mas o fator mais significativo é o longo tempo de prejuízo na função muscular como, por exemplo, a incapacidade de o músculo gerar força e potência (KAURANEN et al., 2001; TWIST e ESTON, 2005).

Uma sessão de treinamento de força intenso, realizada por indivíduos destreinados, pode causar dor nos músculos exercitados (KAURANEN et al., 2001). Geralmente, o pico da dor acontece 24 - 48 horas depois do exercício (GLEESON et al., 1998).

Kauranen et al. (2001) examinaram os efeitos de uma sessão de treinamento de força, sobre a DMT, em homens e mulheres entre 19 e 47 anos de idade. O treinamento consistiu em 1 hora de exercícios de força, em circuito, com os membros superiores, usando pesos livres e executando 3 séries de 30 segundos em cada exercício. Para avaliar a lesão muscular, entre outras variáveis, foi mensurada

a atividade da enzima CK, após 48 horas do final da sessão. Todos os indivíduos apresentaram dor muscular, e os valores da CK, que antes da sessão tiveram a média de 115 unidades por litro ($U \cdot L^{-1}$), aumentaram, significativamente, para 1259 $U \cdot L^{-1}$ após a sessão, o que foi evidenciado pela fadiga muscular, relatada pelos indivíduos, após a sessão de treinamento.

2.6.1 Dor muscular tardia (DMT)

A DMT é causada pelo dano das fibras musculares que, por sua vez, são suscetíveis a exercícios que induzem a catabolização muscular. As fibras de contração rápida sofrem maior avaria, durante a produção de força por contrações excêntrica e concêntrica máxima, do que as fibras de contração lenta (BOMPA, 2002).

Um grande dano estrutural ocorre quando o músculo executa cargas excêntricas e concêntricas, alternadamente. Para isso, é necessário que seja realizada uma força de tração suficiente, em repetidas contrações, para causar a resistência à tração da fibra muscular. Então, haverá a ruptura dos componentes estruturais da fibra muscular. O rompimento desses componentes estruturais musculares, normalmente, leva a microtraumas. O desconforto, relacionado ao dano estrutural, alcança seu ponto máximo de 24 a 72 horas, após as contrações (BOMPA, 2002; TWIST e ESTON, 2005). Esse desconforto é a DMT. O indivíduo sente dor entorpecente, combinada com inchaço e rigidez.

Nosaka e Newton (2002), com o objetivo de verificar se o treinamento excêntrico seria mais efetivo do que o concêntrico, em reduzir a suscetibilidade aos danos musculares relacionados ao exercício, compararam, entre outras variáveis, a DMT por palpação, depois de 24 contrações excêntricas máximas dos flexores do cotovelo de sujeitos que haviam previamente treinado um braço, excêntrica, e o outro braço, concêntrica, por 8 semanas. Durante o treinamento, foi utilizada uma carga de 50% da força isométrica máxima de cada sujeito. O pico de DMT ocorreu em 48 horas, e não foram encontradas diferenças nas respostas, após as contrações excêntricas, entre o treinamento excêntrico e o concêntrico, mostrando que, para minimizar os efeitos de lesão muscular, após um treinamento excêntrico,

não, necessariamente, tem que ser realizado um treinamento prévio, com contrações excêntricas.

2.6.1.1 Métodos de avaliação da DMT

O nível de percepção da intensidade da DMT tem sido mensurado em alguns estudos científicos (GLEESON et al., 1998; KAURANEN et al., 2001; NOSAKA e NEWTON, 2002; TWIST e ESTON, 2005) através de escalas visuais: a escala analógica visual (VAS) e a escala de Categoria e Razão (CR10) de Borg.

A CR10 (ANEXO G) é uma escala de razão e categorias e, para cada categoria, existe um valor numérico para exprimir uma avaliação em relação à sensação de dor. Consiste em um método para mensurar a dor nas categorias ordinal e nominal, demonstrando a facilidade de aplicação e a popularidade dos métodos escalares. Pode ser utilizada como um complemento para analisar algumas variáveis fisiológicas em várias áreas como: a medicina, a ergonomia e os esportes (BORG e KAIJSER, 2006).

2.6.2 Creatina quinase (CK)

A CK tem sido, por anos, mensurada e analisada, no âmbito das Ciências do exercício, como um marcador bioquímico na determinação da lesão muscular (HARTMANN e MESTER, 2000; BARBOSA et al., 2003). O aumento na atividade da enzima intracelular CK pode ser usado como um indicador da perda da integridade do sarcolema, e a magnitude dessa resposta muscular pode ser relacionada a vários fatores como, por exemplo, o tipo de exercício físico realizado (OVERGAARD et al., 2004). Os exercícios, com predominância de contrações excêntricas, são os mais utilizados como fonte de estudo, para avaliar as alterações nos níveis de CK, por apresentarem maiores probabilidades de lesão muscular (GLEESON et al., 1998; NOSAKA et al., 2001a; NOSAKA e NEWTON, 2002; LEE e CLARKSON, 2003).

Barbosa et al. (2003) avaliaram a atividade plasmática da CK em homens, jovens e sedentários, que realizaram dois protocolos experimentais distintos de exercícios. Os homens foram divididos em 2 grupos: (1) 8 homens realizaram um exercício de contração concêntrica – flexão de cotovelo; e (2) 7 homens realizaram um exercício

de contração excêntrica – extensão do cotovelo. Foram executadas 3 séries consecutivas de cada exercício até a exaustão, com uma resistência de 70% de 1-RM. Foi analisada a concentração de CK antes e após a aplicação de cada protocolo, bem como após 1, 3, 24, 48 e 72 horas do fim do protocolo. O grupo que realizou o exercício concêntrico, mostrou valores significativamente superiores após o protocolo, assim como 1, 3 e 24 horas do término, quando comparados com as coletas feitas antes do início do protocolo, evidenciando o pico de CK em 24 horas. Já, o grupo que realizou o exercício excêntrico, os valores, em comparação com aqueles coletados antes do início do protocolo, foram significativamente superiores em 1, 48 e 72 horas, sendo que o pico de CK se deu em 72 horas, que comprova uma liberação tardia da CK para a corrente sangüínea. Esses resultados sugerem uma forte evidência, nos dois grupos, de lesão muscular induzida pelo exercício físico exaustivo e inabitual, com maiores valores observados para o exercício excêntrico.

Quando ocorre a lesão do tecido muscular, a enzima CK é liberada para o espaço extracelular (aumentando seus níveis no sangue), resultado do aumento do efluxo do tecido muscular (GAWLITTA, 2003).

2.6.2.1 Função e estrutura

A CK é uma enzima localizada na célula muscular que está envolvida no metabolismo energético celular, por catalisar a transferência reversível de energia de um grupo fosfato de alta energia da ATP para a creatina, resultando em adenosina difosfato (ADP) e PCr. Essa enzima tem uma estrutura dímera que consiste em duas diferentes subunidades: M e B. Então, 3 composições de CK podem ocorrer: as isoenzimas CKMM, CKMB e CKBB. A CKMM é a isoenzima mais abundante no músculo esquelético (97-99%) e no miocárdio (cerca de 80%), podendo ser fracionada em subtipos ou isoformas que são CKMM₁, CKMM₂ e CKMM₃. A CKMB faz parte no miocárdio em, aproximadamente, 20% e, no músculo esquelético de 1-3%. Já, a CKBB é mais abundante nos tecidos do cérebro e dos intestinos (GAWLITTA, 2003).

Segundo Ebbeling e Clarkson (1989) apud Vendrusculo (2005), a CKMM é a principal responsável pela atividade da CK no sangue, após o exercício. Nesse caso,

a CK é liberada na lesão muscular como CKMM₁, indicando nova lesão tecidual. Subseqüentemente, a CKMM₁ é transformada no sangue em CKMM₂ e, depois, em CKMM₃.

2.6.2.2 Tempo de curso e mecanismo de efluxo

O aumento na atividade da CK pode ser observado até 2 horas após a realização de exercícios intensos, isométricos ou excêntricos, e o pico pode ocorrer após 24 horas, mas os valores podem retornar ao normal dentro de 1 a 2 dias (STUPKA et al., 2000; GAWLITTA, 2003). Dependendo do grau da lesão, no músculo esquelético, essa atividade acentuada pode estar acima dos níveis basais, por 48 horas, e permanecer por até 6 dias (STUPKA, et al., 2000).

Depois de ocorrer a lesão, a CK entra na circulação sangüínea e é removida, fundamentalmente, pelo sistema linfático. A remoção e a inativação da enzima CK pela linfa poderia explicar o aparecimento retardado da CK no sangue, pois o sistema linfático é mais lento (BARBOSA et al., 2003; GAWLITTA, 2003). No entanto, é importante salientar que existe uma forte variabilidade inter-individual na capacidade de remoção da CK (NOSAKA et al., 2001a; BARBOSA et al., 2003).

2.6.2.3 Mensuração da CK pós-exercício

A magnitude das alterações enzimáticas da CK, após uma sessão de treinamento de força, é relacionada à intensidade, à duração das séries e ao tipo de protocolo de treinamento utilizado (FLECK e KRAEMER, 2006).

Uma consideração, em relação à interpretação dos valores da CK no setor dos exercícios físicos, é a dependência de parâmetros na natureza do estresse. Segundo Hartmann e Mester (2000), aumentos consideráveis nos valores da CK, em um grande número de atletas avaliados, foram registrados após treinamentos de endurance e força máxima, com intensidades de moderada para alta. Entretanto, o aumento na atividade da enzima CK pode-se dar não somente pela lesão causada pela intensidade dos exercícios, mas também pela duração das sessões de exercícios. Assim, tanto a intensidade quanto o volume dos exercícios são fatores

determinantes, já que acarretam uma redução dos fosfatos de alta energia das células musculares.

Os efeitos da lesão muscular pós-exercício, através das alterações nas concentrações de CK, foram analisadas por Twist e Eston (2005), em homens que executaram uma série de exercícios máximos intermitentes (sprints). Houve aumento considerável das concentrações de CK, 48 horas pós-exercício, como também houve redução na habilidade do músculo em gerar potência. Isso foi avaliado através de um teste pliométrico.

Diagnósticos, baseados na determinação da CK, parecem ser um sensível e útil meio para avaliar qualquer aumento de estresse muscular e/ou a tolerância individual ao esforço muscular. Os valores, considerados normais para a CK, em atletas são de, aproximadamente, 100-200 U·L⁻¹ para mulheres e 200-400 U·L⁻¹ para homens. Porém, nenhuma definição, ou relação estatisticamente significativa, entre determinadas cargas de treinamento e o comportamento da CK, foi estabelecida. Esse conhecimento poderá ajudar na determinação das concentrações sanguíneas de CK dentro da estrutura de um programa de medidas, planejado para acompanhar e dar suporte a treinamentos físicos (HARTMANN e MESTER, 2000).

2.6.2.4 Método de avaliação da CK

A CK é avaliada no sangue venoso em momentos pré-determinados, dependendo do objetivo. Após a coleta, o sangue é colocado em “banho-maria” para ocorrer coagulação; em seguida, é centrifugado e analisado. Para a análise da concentração sanguínea de CK, são utilizados Kits comerciais, em que já estão estipulados os valores de referência para os níveis considerados normais.

2.7 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS

A antropometria estuda e avalia, através de medidas de rápida e fácil execução, o tamanho, o peso e as proporções do corpo humano. Através dessas medidas, pode-se estudar a composição corporal dos indivíduos (FERNANDES FILHO, 2003).

Segundo Tritschler (2003), treinadores esportistas, especialistas em força e condicionamento, e fisiologistas do exercício conduzem a maioria das pesquisas em andamento na área da antropometria, enfocando as características corporais dos indivíduos, e incluindo medidas de estatura, peso, comprimento dos membros e composição corporal.

Parâmetros antropométricos, como as dobras cutâneas e os perímetros (PE) corporais, podem revelar possíveis alterações decorrentes da aplicação de um determinado protocolo de treinamento na composição corporal (TRITSHLER, 2003). Kraemer et al. (2004) avaliaram a composição corporal de mulheres, após um período de 24 semanas de treinamento de força. Foram mensuradas 7 dobras cutâneas que serviram para estimar o percentual de gordura e a sua massa magra. Foram observados aumentos de 2 a 4% na massa magra; porém, não foram observadas alterações no percentual de gordura.

3 MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como sendo do tipo quase experimental, no modelo comparativo, visando à análise e à comparação entre um grupo de mulheres que realizou um treinamento de força, com periodização linear, e outro grupo, também de mulheres, que realizou um treinamento de força, com periodização ondulada.

3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população foi constituída de mulheres pré-menopáusicas e caucasianas das diversas etnias presentes na cidade de Erechim/RS.

A amostra, extraída dessa população, era composta por 30 mulheres voluntárias, com idade entre 35 e 44 anos, que foram aleatoriamente divididas em um grupo de treinamento, com periodização linear (GPL), e um grupo de treinamento, com periodização ondulada (GPO). A divisão aleatória dos grupos foi feita através de um sorteio, delineamento inteiramente ao acaso, realizado pela autora do estudo, na presença de uma professora e de um estagiário do Curso de Educação Física da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) – Campus Erechim.

3.1.1 Procedimentos para seleção da amostra

A amostra foi selecionada por voluntariedade. As voluntárias foram convidadas, através de comunicação oral, por cartazes fixados em pontos estratégicos da cidade de Erechim/RS, como também através de contato com médicos ginecologistas, dispostos a auxiliarem na busca por voluntárias para participação no estudo.

Anteriormente à coleta de dados, as voluntárias foram informadas sobre os procedimentos metodológicos do estudo, através de entrevista individual, e então, leram e assinaram um Termo de Consentimento Informado (ANEXO A), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), processo nº 2007697.

3.1.2 Cálculo do tamanho da amostra

Para calcular o tamanho mínimo amostral, foi utilizada a expressão (1) proposta por COCHRAN (1965)

$$n = \frac{t^2 s^2}{e^2} , \quad (1)$$

onde: **e** é o erro máximo cometido em relação à média; no caso, foi usado $e = 0,05$, representando 5% da média dos valores da DMO ($1,0 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$) da coluna lombar, obtida nos estudos realizados por Dornemann et al. (1997), Maddalozzo e Snow (2000) e Ryan et al. (2004);

n é o número de indivíduos de cada grupo;

t é a estatística que define o nível de risco (α), sendo usado o valor de $t = 2$, para um nível de risco de 5%;

s é o desvio-padrão amostral; no caso, foi usado $s = 0,1$, sendo, esse valor, o desvio padrão médio obtido dos valores da DMO da coluna lombar dos estudos acima citados.

Foi estimado um tamanho amostral (n) de 15 indivíduos por grupo. Então, tanto o GPL quanto o GPO foram compostos por 15 mulheres.

3.1.3 Critérios de exclusão

- ser fumantes ou consumir álcool com regularidade (2 a 3 doses por dia);
- estar fazendo terapia de reposição hormonal;
- apresentar DMO abaixo da faixa esperada para a idade, ou seja, Z-score de $-2,0$ ou inferior, conforme classificação da ISCD (2005);
- estar fazendo algum tipo de treinamento sistemático nos últimos 6 meses;

- apresentar problemas físicos específicos que impedissem o treinamento;
- apresentar dor muscular;
- apresentar índice de massa corporal (IMC), que é a razão entre o peso corporal (kg) e a estatura elevada ao quadrado (m^2), menor que $18,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ou maior que $25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, segundo classificação proposta pela OMS (1998).

3.2 VARIÁVEIS

3.2.1 Variáveis dependentes

- **DMO**

- Densidade mineral óssea L1-L4 (DMO_{L1L4})
- Densidade mineral óssea do trocânter do fêmur (DMO_{troc})
- Densidade mineral óssea do triângulo de Ward (DMO_{Ward})
- Densidade mineral óssea do colo do fêmur (DMO_{colo})

- **Força muscular dinâmica**

- 1-RM
- 20-RM

- **Parâmetros de lesão muscular**

- Creatina quinase (CK)
- Dor muscular tardia (DMT)

- **Parâmetros antropométricos**

- Dobras cutâneas
- Perímetros

3.2.2 Variáveis independentes

- Treinamento de força com periodização linear
- Treinamento de força com periodização ondulada

3.2.3 Variáveis para caracterização da amostra

- Idade
- Estatura
- Massa corporal

3.2.4 Variável interveniente

- Hábitos alimentares

3.2.5 Variável de controle

- Ciclo menstrual

3.3 PROCEDIMENTOS

No primeiro encontro com cada voluntária, que aconteceu no Laboratório de Avaliação Cineantropométrica e Postural da URI – Campus Erechim, realizou-se a entrevista com preenchimento de dados individuais (ANEXO B) e a aplicação do questionário PAR-Q (ANEXO C), bem como apresentou-se às voluntárias o Termo de Consentimento Informado para que fosse lido e assinado. Sendo, o ciclo menstrual, a variável de controle deste estudo, foi questionada a regularidade desse ciclo durante a coleta de dados iniciais. E, para garantir que, durante o estudo, nenhuma das mulheres tivesse entrado na fase menopáusicas, três meses após o início do treinamento e no final do mesmo, foi novamente questionada essa regularidade. Nesse encontro, também foram agendadas as consultas com o médico cardiologista e com a nutricionista.

Tanto no primeiro encontro, que aconteceu no período de 10 dias antes do início do treinamento, como nos 5 dias após o término das 28 semanas de treinamento, entre 7h15 e 9h15 da manhã, tanto para o GPL quanto para o GPO, foram realizadas as coletas de dados dos parâmetros antropométricos e foi realizada a mensuração dos dados de massa corporal (balança) e estatura (estadiômetro). Para determinar a massa corporal, foi utilizada uma balança da marca ARJA, com resolução de 0,1 kg, e, para a determinação da estatura, foi utilizado um estadiômetro da marca ARJA, constituído de uma escala métrica, com resolução de 1 mm.

3.3.1 Parâmetros antropométricos

Os parâmetros antropométricos mensurados incluíram o somatório da espessura de 3 dobras cutâneas (tríceps, suprailíaca e abdômen) e a perimetria (cintura, abdômen, quadril, coxa proximal, coxa meso-femoral e coxa distal). Para isso, foi solicitado que as voluntárias comparecessem com trajes de banho em duas peças.

As dobras foram marcadas com lápis dermográfico, sempre do lado direito do corpo, sendo realizada uma série de 3 medidas sucessivas de cada dobra, considerando a média das 3 como o valor adotado para esse ponto (BOTTARO et al., 2002; FERNANDES FILHO, 2003). Para a medida das dobras cutâneas, foi utilizado um adipômetro científico da marca SANNY, com resolução de 0,5 mm.

A perimetria foi realizada segundo recomendações de Fernandes Filho (2003): marcação dos pontos dos perímetros, utilizando-se lápis dermográfico, pele nua, realização de 3 medidas para calcular a média, e não avaliar após qualquer tipo de atividade física. As medidas de coxa foram executadas somente no lado direito do corpo. Foi utilizada uma fita métrica metálica flexível da marca SANNY (2 metros), com resolução de 1 mm, para a medida dos PE.

3.3.2 Consultas

As voluntárias responderam a um registro alimentar de 3 dias (ANEXO D), aplicado por uma nutricionista, antes do início e após o término do programa de treinamento. Em consulta individual, a nutricionista disponibilizou informações e

orientações para que as voluntárias mantivessem, durante todo o estudo, a ingestão habitual de alimentos para que, assim, a dieta alimentar não interferisse nos resultados do estudo.

Para a análise dos dados coletados, referentes ao registro alimentar, utilizou-se o software de análise nutricional “NutWin – Programa de Apoio à Nutrição”, versão 1.5, em CD-Rom, da Editora Metha Ltda. Esse software tem a capacidade de avaliar a quantidade de energia, macronutriente e micronutriente consumida.

Foram lançados no programa os três dias de registro alimentar, pré e pós-treinamento, de cada voluntária. Optou-se, devido à proposta do estudo, pela análise da média dos três dias de ingestão de carboidratos, proteínas, lipídios, cálcio, fósforo e magnésio, como também da energia consumida em quilocalorias (kcal).

Na consulta com o médico cardiologista, foi realizado um eletrocardiograma de repouso, e fornecido um atestado de liberação para prática de exercícios físicos, para garantir a segurança.

3.3.3 Densitometria óssea

As voluntárias de ambos os grupos (acompanhados pela autora deste estudo) foram até uma clínica especializada para realizar o exame DXA que avaliou a DMO_{L1-L4} e a DMO do fêmur proximal, que envolve a DMO_{troc} , a DMO_{Ward} e a DMO_{colo} . Isso ocorreu em, no máximo, 10 dias antes do início do treinamento de força e até 10 dias após o término das 28 semanas de treinamento.

Esse exame fez a mensuração da DMO do triângulo de Ward, trocânter e colo do fêmur direito, como também das vértebras lombares (L1-L4). O sistema utilizado (DXA) é calibrado para expressar os resultados em $g\cdot cm^{-2}$ (HARRISON et al., 1995) e, segundo LEWIN et al. (1997), esses dados permitem a quantificação precisa da DMO pela construção de uma imagem que permite a identificação e a análise das regiões de interesse.

Para a realização do exame, foi-lhes solicitado que retirassem qualquer peça de metal do corpo (brincos, colares, etc). Em seguida, em local adequado, as voluntárias trocavam suas roupas por um avental apropriado para a realização do exame. Durante o exame, elas permaneciam deitadas em decúbito dorsal, com os

braços ao longo do corpo e palmas das mãos voltadas para trás (posição anatômica). Para a realização da análise da região da coluna lombar, era colocada sobre a mesa do aparelho uma grande almofada quadrada, para que as voluntárias apoiassem suas pernas, ficando com o quadril e os joelhos flexionados em 90°, retificando, dessa forma, as vértebras lombares. Já, para a análise da região do fêmur proximal, as voluntárias permaneciam deitadas em decúbito dorsal, sendo-lhes solicitado que executassem uma rotação interna do quadril direito. Nas duas posições examinadas, era-lhes solicitado que permanecessem imóveis. Cada uma das etapas do exame durava cerca de 10 minutos.

Para esse exame, foi utilizado um equipamento DXA da marca LUNAR, modelo DPX- alpha (ANEXO E), com as seguintes especificações:

Erro de medida: < 1%

Calibração: automática

Hardware: Computador Dell 466/LE, 4,0" (H) x 16,6" (W) x 17" (D); 270 MB hard disk; monitor Dell SVGA 1024i, 13,3" (H) x 13,1" (W) x 16" (D); keyboard Dell Keyboard 1,9" (H) x 18,9" (W) x 8,1" (D)

Software: Lunar Software para sistema PC-DOS (IBM PC-DOS)

No DXA foram analisadas a DMO das vértebras lombares L1 – L4 (DMO_{L1-L4}) e a DMO do fêmur proximal, que envolve a DMO do triângulo de Ward direito (DMO_{Ward}), a DMO do trocânter do fêmur direito (DMO_{troc}) e a DMO do colo do fêmur direito (DMO_{colo}).

Esse equipamento foi disponibilizado por Radisom – Clínica de Diagnóstico por Imagem. O controle de qualidade do sistema de medição é realizado a cada 48 horas, e a calibração é realizada uma vez por mês.

3.3.4 Testes de 1-RM e 20-RM

Para avaliar a força muscular dinâmica máxima, antes do início do período de treinamento, os grupos GPL e GPO foram submetidos ao teste de 1-RM, em todos os exercícios propostos. Os mesmos exercícios foram utilizados para testar 20 repetições máximas (20-RM).

Como já mencionado, a maioria dos programas de treinamento de força enfatizam o treinamento dinâmico. Por isso, para avaliar os prováveis aumentos na força muscular dinâmica, ao final do período de treinamento, as voluntárias de ambos os grupos foram submetidas aos testes.

Uma série de 6 a 10 repetições, com 50% do peso a ser utilizado na primeira tentativa de cada teste de 1-RM, foi executada como aquecimento. Dois minutos após, iniciou-se o teste propriamente dito (DIAS et al., 2005). As fases concêntrica e excêntrica de cada tentativa tiveram a duração de 2 segundos e foram controladas por um metrônomo da marca SEIKO, com resolução de 1 Hz. O tempo de recuperação entre cada tentativa (máximo de três) foi de, aproximadamente, 4 – 5 minutos, controlado por um cronômetro digital da marca Technos, modelo YP2151, para que as reservas de PCr fossem restauradas, conforme recomendações propostas por Brown e Weir (2001) e por Campos et al. (2002). Caso as três tentativas não fossem suficientes, para atestarem o peso correto, o teste era realizado 48 horas depois. Isso ocorreu com 9 voluntárias, nos exercícios leg-press, hack, cintura e abdominal.

As voluntárias realizaram 3 sessões de familiarização com os testes de 1-RM e 20-RM, bem como a familiarização com os aparelhos de musculação, utilizados e seus respectivos exercícios, uma vez que a falta desta “experiência” poderia comprometer a avaliação da força muscular (DIAS et al., 2005). Nas sessões de familiarização, as voluntárias praticaram a execução da técnica correta, exigida em cada exercício. Nessa ocasião, foi dada a oportunidade de questionamentos por parte das voluntárias, relacionados ao programa de treinamento e à execução dos exercícios.

Para estimar os pesos, utilizados por cada voluntária nos testes de 1-RM, optou-se por usar coeficientes (percentuais da massa corporal) como pontos de partida para determinar os pesos adequados. Os coeficientes são estimativas, porque as diferenças entre os indivíduos e as variações nos desenhos dos equipamentos, fazem com que seja difícil estabelecer coeficientes sem erro (BAECHLE e GROVES, 2000).

Para a primeira tentativa nos testes de 1-RM, realizados antes do início do período de treinamento, os pesos foram baseados nos coeficientes propostos por Baechle e Groves, 2000 e por Tritschler, 2003 (Quadro 1).

EXERCÍCIO	COEFICIENTE
LEG PRESS	2,5
ABDOMINAL	0,7
HACK	2,5
CINTURA	1,0
ABDUTOR	1,0
SUPINO	0,5
ADUTOR	0,7
REMADA	0,7

Quadro 1 – Coeficientes para determinação de pesos nos testes de 1-RM pré-treinamento.

Para facilitar a modulação dos pesos, durante a realização dos testes, foi utilizado o protocolo proposto por Lombardi (1989 apud BAECHLE e GROVES, 2000) (Tabela 1).

Tabela 1 – Constantes para estimativa de 1-RM, a partir do número de repetições executadas, proposta por Lombardi (1989).

Repetições completadas	Fator de predição
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

Fonte: Baechle e Groves (2000).

Os pesos, utilizados para a primeira tentativa nos testes de 20-RM (força submáxima) foram estimados através de coeficientes baseados nos pesos obtidos nos testes de 1-RM (Quadro 2). Por exemplo, se a voluntária executou 1-RM no exercício leg press, com 200 kg, foi utilizado 50% desse peso (200 kg x 0,5) como ponto de partida para o teste de 20-RM.

EXERCÍCIO	COEFICIENTE
LEG PRESS	0,5
ABDOMINAL	0,5
HACK	0,5
CINTURA	0,5
ABDUTOR	0,5
SUPINO	0,5
ADUTOR	0,5
REMADA	0,25

Quadro 2 – Coeficientes para determinação de pesos nos testes de 20-RM pré treinamento.

No final das 28 semanas de treinamento, foi avaliado o número de repetições realizadas, usando-se o peso correspondente a cada exercício do pré-treinamento dos testes de 1-RM e 20-RM. O aumento no número de repetições foi expresso como Δ de RM. Por exemplo, se uma voluntária, nos testes iniciais do exercício leg press, realizou 1-RM, com o peso de 200 kg, testaram-se, no final, quantas repetições faria com o mesmo peso (Δ de RM = número de repetições realizadas pós-treinamento - 1).

Após, os testes de 1-RM e 20-RM pós-treinamento foram realizados; dessa vez, utilizando-se os pesos dos testes realizados, no início do 2º microciclo do 4º mesociclo, como parâmetro para a primeira tentativa e, nesse caso, avaliou-se,

também, a diferença entre os pesos obtidos nos testes de 1-RM e 20-RM, pré e pós-treinamento, em cada exercício (Δ de pesos). Por exemplo, se uma voluntária, nos testes iniciais do exercício leg press, realizou 20-RM, com o peso de 100 kg, e nos testes finais 200 kg, calculou-se: Δ de pesos = (200 kg x 20 repetições) – (100 kg x 20 repetições).

Os testes de 1-RM e 20-RM foram realizados até 10 dias antes do início do treinamento, após as 3 sessões propostas de familiarização com o teste, bem como imediatamente após o término das 28 semanas de treinamento, e tiveram a duração de 4 a 5 sessões. Utilizaram-se, para esses testes, os equipamentos de musculação da marca GERVASPORT, com resolução de 1 kg.

3.4 TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Os treinamentos de força tiveram a duração de 28 semanas e foram executados 3 vezes por semana, em dias alternados. Para o GPL: segundas, quartas e sextas-feiras; e para o GPO: terças, quintas e sábados. Os equipamentos de musculação, utilizados nos exercícios dos treinamentos de força, têm a resolução de 1 kg. Os mesmos foram disponibilizados pela academia TOP TRAINING.

3.4.1 Sessões de treino

A duração de cada sessão do treinamento de força variou, dependendo do mesociclo, de 1h 10 a 1h 30 (Tabela 2). As voluntárias, tanto do GPL quanto do GPO, no início das sessões, realizaram um aquecimento de 10 minutos na esteira rolante, seguidos de 5 minutos de exercícios de alongamento dos principais grupos musculares exercitados no treinamento e, posteriormente, em cada aparelho de musculação, antes das séries propostas para o treinamento, desenvolveram uma série de 15 repetições com 50% do peso proposto para o treinamento (SBME, 2000).

Tabela 2 – Tempo total (minutos) do mesociclo de treinamento de cada indivíduo e somatório (Σ) total das 28 semanas de treinamento.

Tempo total do mesociclo (minutos)		
Mesociclo	GPL	GPO
1	870:00	870:00
2	1920:54	1728:00
3	1803:36	2100:00
4	1702:48	2100:00
Σ	6297:18	6798:00

Cada voluntária foi acompanhada, em todas as sessões de treinamento, pela autora do estudo e/ou por estagiários treinados para garantirem a segurança e para que o treino fosse realizado corretamente. Foram elaboradas fichas de acompanhamento, individualizadas, que continham os pesos, número de séries e repetições para cada voluntária (ANEXO F).

No final de cada sessão de treinamento, as voluntárias executavam 10 minutos de exercícios de alongamento para os grupos musculares exercitados durante a sessão, sempre acompanhadas pela autora do estudo ou por estagiários.

3.4.1.1 Tipos de exercícios

Após o aquecimento, as voluntárias iniciavam a sessão de treinamento. Como, neste estudo, foi dada ênfase à especificidade da musculatura utilizada em relação ao osso no qual se insere, a escolha dos exercícios baseou-se principalmente nos locais examinados pelo DXA (região lombar e fêmur proximal). Mesmo assim, foram realizados os exercícios supino e remada, que envolvem os membros superiores, em menor intensidade (ver Quadro 8) para complementar o treinamento.

Nas primeiras 14 semanas de treinamento, os exercícios, tanto para o treinamento de força do GPL quanto do GPO, seguiram a mesma ordem (Quadro 3).

EXERCÍCIO	GRUPOS MUSCULARES ENVOLVIDOS	ARTICULAÇÕES ENVOLVIDAS
1. leg press 45° (pressão de pernas - articulado)	extensores do joelho e do quadril e flexores plantares	joelho, quadril e tornozelo
2. abdominal (cadeira de contração abdominal - polia)	flexores da coluna	coluna (articulações intervertebrais)
3. hack 45° (agachamento - articulado)	extensores do joelho e do quadril e flexores plantares	joelho, quadril e tornozelo
4. cintura (cross over - polia)	flexores laterais da coluna	coluna (articulações intervertebrais)
5. abdução de quadril (cadeira abdução - polia)	abdutores do quadril	Quadril
6. supino (supino reto - articulado)	flexores horizontais do ombro e extensores do cotovelo	ombro e cotovelo
7. adução de quadril (cadeira adutora - polia)	adutores do quadril	Quadril
8. remada (banco para remada dorsal - articulado)	extensores do ombro, flexores do cotovelo e rotadores inferiores	ombro, cotovelo e cintura escapular

Quadro 3 – Ordem dos exercícios para todas as sessões das 14 primeiras semanas de treinamento para o GPL e GPO.

Já, nas últimas 14 semanas de treinamento, a ordem dos exercícios foi alterada para os 2 grupos, com o objetivo de motivar as voluntárias (Quadro 4).

3.4.1.2 Execução dos exercícios

A ordem dos exercícios foi alternada por segmento, ou seja, os exercícios de abdominal, cintura e membros superiores, foram executados entre os exercícios realizados com os membros inferiores.

Os exercícios foram realizados isoladamente: a voluntária somente passava para o próximo exercício, após a execução de todas as séries do exercício anterior. O programa de treinamento seguiu o sistema de múltiplas séries, com a técnica da série de exaustão, sendo que o tempo de recuperação entre as séries de um mesmo exercício foi de 2 minutos, com exceção dos exercícios de membros superiores, que

tiveram um tempo de recuperação, entre as séries, de 1 minuto. Também, no 1º mesociclo, em que foi realizada a fase de adaptação, o intervalo de recuperação, entre as séries de cada exercício, foi de 1 minuto. Entre um exercício e outro, não houve intervalo (ACSM, 2002; AHTIAINEN et al., 2005).

EXERCÍCIOS
1. hack 45° (agachamento)
2. cintura (cross over)
3. leg press 45° (pressão de pernas)
4. abdominal (cadeira de contração abdominal)
5. adução de quadril (cadeira adutora)
6. remada (banco para remada dorsal)
7. abdução de quadril (cadeira abduutora)
8. supino (supino reto)

Quadro 4 - Ordem dos exercícios para todas as sessões das 14 últimas semanas de treinamento para o GPL e GPO.

A execução dos exercícios foi baseada nas recomendações propostas pelo ACSM (2002):

- grandes grupos musculares exercitados anteriormente aos pequenos grupos musculares;
- a velocidade de cada repetição foi executada com duração de 1 segundo/fase concêntrica, e 2 segundos fase/excêntrica, controlado por um metrônomo;
- exercício na amplitude completa do movimento;
- na respiração, evitou-se a manobra de Valsalva.

3.4.1.3 Predição dos pesos

Para a predição dos pesos (quilagem), a serem utilizados em cada microciclo dos dois modelos de treinamentos, realizaram-se testes de peso por repetições máximas (KRAEMER, 2003) - peso máximo deslocado para um determinado número de repetições - sempre que o treinamento proposto fosse alterado. Isto é, no início de cada microciclo do treinamento, em todos os exercícios utilizados (Quadro 5), foram feitos testes. Os pesos, obtidos nos testes dos microciclos anteriores, serviram como pontos de partida para os testes subseqüentes.

Para que essa sessão de testes não influenciasse nas concentrações de CK basais (pré), que seriam avaliadas a partir da sessão subseqüente de treinamento, as voluntárias permaneceram sem treinar por, aproximadamente, 90 horas.

		GPL	GPO
1° Mesociclo		Pesos obtidos nos testes de 20-RM das coletas iniciais.	
2° Mesociclo	1° Microciclo	Teste de 18-RM	Teste de 12-RM
	2° Microciclo	Teste de 16-RM	Teste de 8-RM
3° Mesociclo	1° Microciclo	Teste de 14-RM	Teste de 12-RM
	2° Microciclo	Teste de 12-RM	Teste de 8-RM
4° Mesociclo	1° Microciclo	Teste de 10-RM	Teste de 12-RM
	2° Microciclo	Teste de 8-RM	Teste de 8-RM

Quadro 5 – Testes para alteração de pesos, no programa de treinamento, para o grupo periodização linear (GPL) e grupo periodização ondulada (GPO).

3.4.2 Periodização

Através dos dados obtidos pelos testes supracitados, foram feitas as adaptações, nos pesos e no número de repetições, ao objetivo de cada treinamento para GPL e GPO.

Dois modelos de periodização foram utilizados neste estudo, segundo Baker et al. (1994): (1) o modelo de periodização linear foi realizado pelo GPL em que, no decorrer do treinamento, houve aumento da intensidade e redução do volume

(número de repetições) de treinamento, caracterizando um treinamento progressivo (Quadro 6); e (2) o modelo de periodização ondulada foi realizado pelo GPO em que, no decorrer do treinamento, foram alternados períodos curtos, de alto volume, com períodos curtos, de alta intensidade (Quadro 7). As variações no volume (Figura 1) e na intensidade, tanto para GPL quanto para GPO, ocorreram na troca de cada microciclo do treinamento.

	SEMANAS	VOLUME / INTENSIDADE	
1° Mesociclo	Semanas 1 - 4	3 séries	20 - 18 RM
2° Mesociclo	Semanas 5 - 8	3 séries	18 - 16 RM
	Semanas 9 - 12	3 séries	16 - 14 RM
3° Mesociclo	Semanas 13-16	3 séries	14 - 12 RM
	Semanas 17 - 20	3 séries	12 - 10 RM
4° Mesociclo	Semanas 21 - 24	3 séries	10 - 8 RM
	Semanas 25 - 28	3 séries	8 - 6 RM

Quadro 6 – Periodização das 28 semanas de treinamento para o GPL (membros inferiores, abdominal e cintura).

	SEMANAS	VOLUME / INTENSIDADE	
1° Mesociclo	Semanas 1 – 4	3 séries	20 - 18 RM
2° Mesociclo	Semanas 5 – 8	3 séries	12 - 10 RM
	Semanas 9 - 12	3 séries	8 - 6 RM
3° Mesociclo	Semanas 13- 16	4 séries	12 – 10 RM
	Semanas 17 - 20	4 séries	8 - 6 RM
4° Mesociclo	Semanas 21 - 24	4 séries	12 - 10 RM
	Semanas 25 - 28	4 séries	8 - 6 RM

Quadro 7 – Periodização das 28 semanas de treinamento para o GPO (membros inferiores, abdominal e cintura).

Nos exercícios com membros inferiores, abdominal e cintura, para que houvesse uma adaptação, nas 4 semanas do 1º mesociclo, as voluntárias do GPL e GPO se exercitaram em menor intensidade (20-RM). Após, a intensidade foi modificada em função do treinamento proposto.

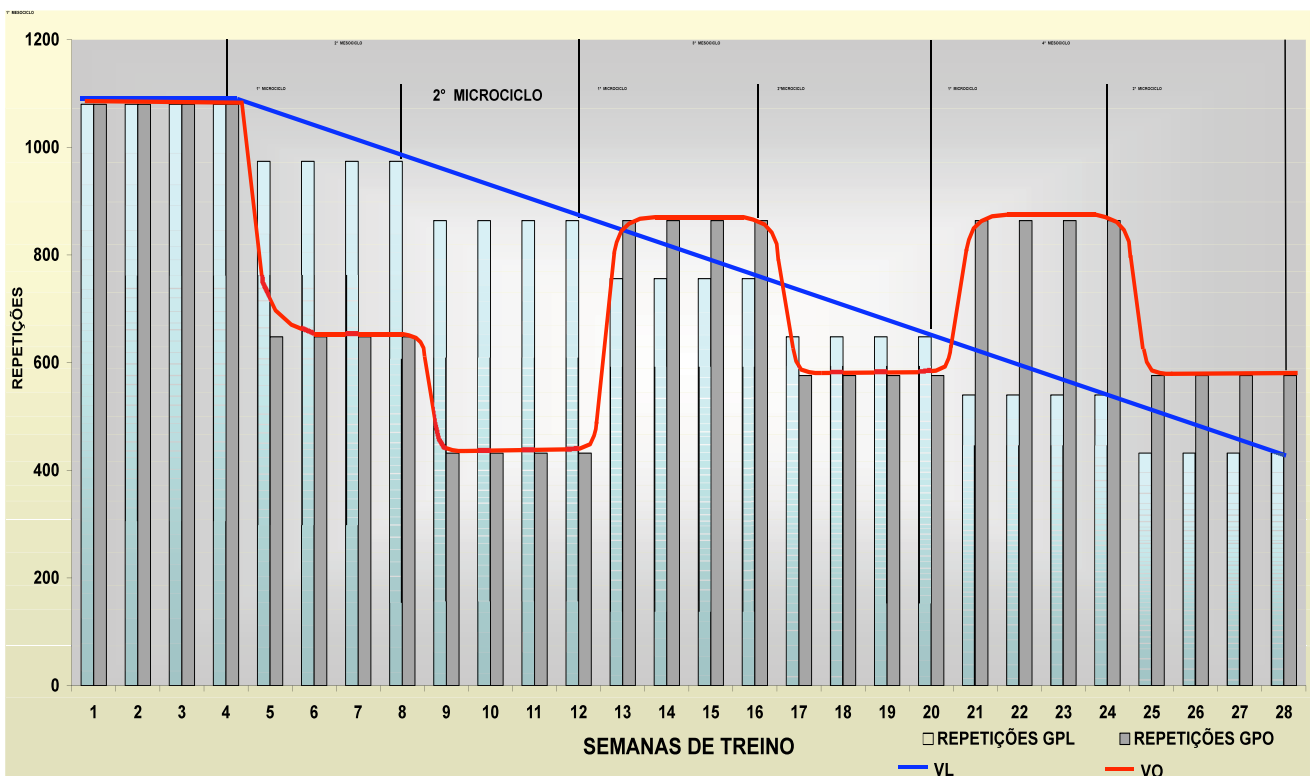


Figura 1 – Periodização das 28 semanas de treinamento do GPL e GPO. O gráfico ilustra o número de repetições realizadas por voluntária, e os volumes da periodização linear (VL) e da periodização ondulada (VO), utilizados por mesociclo e microciclo dos grupos, relativo aos exercícios de membros inferiores, abdominal e cintura.

Para os exercícios de membros superiores dos grupos GPL e GPO, utilizou-se um treinamento não-periodizado (Quadro 8), que foi realizado com 3 séries de uma intensidade constante, como sugerido por Schiotz et al. (1998), durante todo o período de treinamento.

	SEMANAS	VOLUME / INTENSIDADE	
Macroциclo	Semanas 1 – 28	3 séries	20 - 18 RM

Quadro 8 – Periodização das 28 semanas de treinamento para GPL e GPO (membros superiores).

O número de repetições e o número de séries executadas em cada mesociclo (volume) pelo GPL e GPO (Tabela 3) foram alterados conforme o treinamento proposto. O volume total de treinamento foi similar entre os grupos, não ultrapassando em 3,23% no número de repetições.

Tabela 3 – Número de repetições, somando todos os exercícios executados em cada sessão, total de repetições por mesociclo e representação do somatório (Σ) para cada voluntária do GPL e GPO.

MESOCICLO	MICROCICLO	Total repetições por sessão		Total repetições por mesociclo	
		GPL	GPO	GPL	GPO
1	1	480	480	5760	5760
2	1	444	336	10224	7200
	2	408	264		
3	1	372	408	8496	8640
	2	336	312		
4	1	300	408	6768	8640
	2	264	312		
Σ		2604	2520	31248	30240

A Figura 2 mostra a comparação entre os dados da CT de treinamento, avaliada através do somatório dos pesos x séries x repetições x sessões (de todas as voluntárias de cada grupo) em toneladas (t). Para o GPL, a média da CT foi de 1.713 ± 93 t e, para o GPO, a média foi de 1.690 ± 81 t. O teste t não detectou diferença significativa ($p > 0,05$) entre GPL e GPO no final das 28 semanas de treinamento. Os valores de tonelage encontram-se no Apêndice A e B.

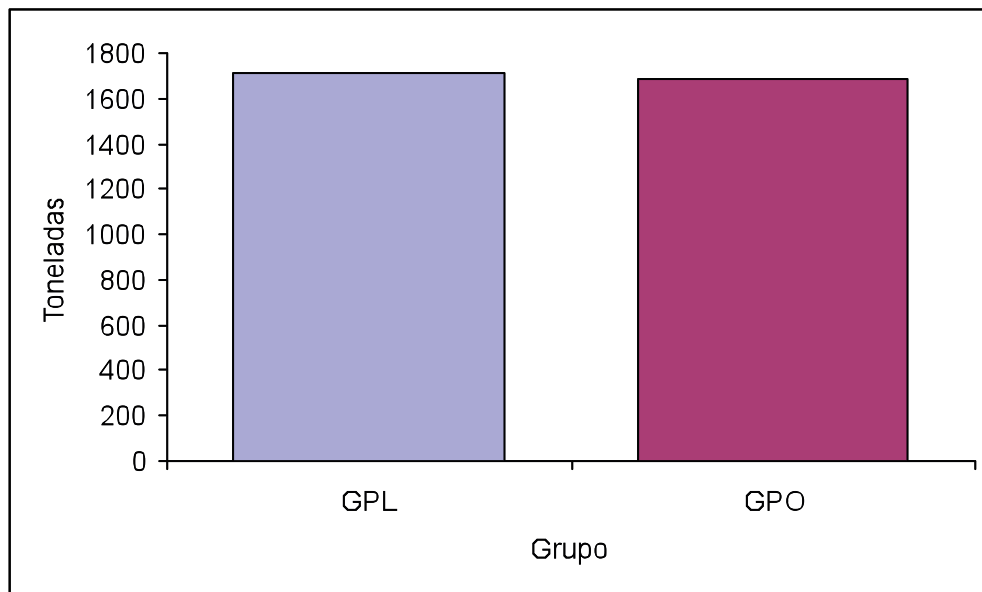


Figura 2 - Médias da carga total (CT) de treinamento em função dos grupos.

3.5 PROCEDIMENTOS PARA OS PARÂMETROS DE LESÃO MUSCULAR

Os parâmetros de lesão muscular foram avaliados no decorrer do período de treinamento, em momentos específicos.

3.5.1 Creatina quinase (CK)

Como marcador de lesão muscular, utilizou-se a concentração sanguínea da enzima CK, em vários momentos do período de treinamento. O protocolo designado foi: uma coleta antes da sessão de treinamento (pré); uma coleta 24 horas (pós24h); e outra 48 horas (pós48h), após a sessão de treinamento. Esse procedimento foi realizado na primeira sessão de treinamento de cada mesociclo, ou seja, no dia em que a carga seria modificada (Figura 3).

Foi realizada a coleta de 5 ml de sangue de uma veia da região antecubital das voluntárias de ambos os grupos. Utilizou-se o método cinético e, cada coleta foi feita a vácuo, ou seja: o sangue não foi transferido para outro recipiente, e as dosagens foram realizadas no próprio tubo da coleta. Após a coleta a vácuo, o recipiente permaneceu em “banho-maria” a 37°C até a coagulação. Em seguida, foi

colocado na centrífuga por 5 minutos, em 3.200 RPM, para ser extraído o soro para a análise.

Coletas 1, 2, 3 e 4

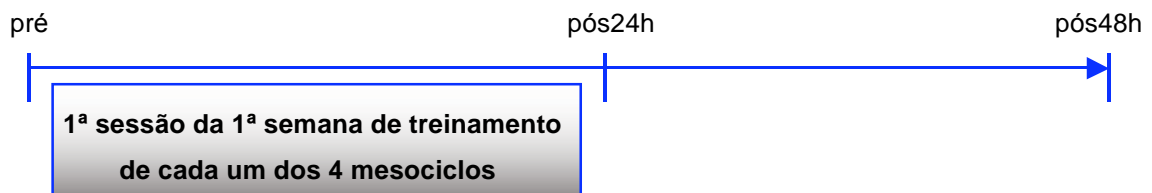


Figura 3 – Esquema das coletas de sangue para análise de creatina quinase (CK), nos momentos anteriores e posteriores da sessão e do treinamento.

Utilizaram-se para esse exame:

- Kit da BIOSYSTEM, com unidade de medida em unidades por litro ($U \cdot L^{-1}$) e valor referencial de 26 a $155 U \cdot L^{-1}$ para mulheres;
- Uma centrífuga de mesa da marca CELM, modelo LS3plus;
- Um equipamento de análise da CK automático da marca ROCHE, modelo COBAS MIRA PLUS;
- Padrão e o calibrador da marca ROCHE.

Para a realização do exame, foi utilizado o Laboratório de Análises Clínicas da UNIMED – Erechim. A coleta do sangue foi realizada por uma pessoa responsável, enfermeira ou técnica, da própria UNIMED.

3.5.2 Dor muscular tardia (DMT)

Para avaliar a DMT, foi utilizada a escala CR10 de Borg, sugerida por Borg e Kaijser (2006) (ANEXO G). O protocolo seguiu os procedimentos utilizados por Kauranen et al. (2001) avaliando o músculo em repouso, em contração isométrica, e por palpação, 48 horas após a primeira sessão de treino de cada mesociclo. A escala era apresentada à voluntária que indicava em que nível se encontrava a dor muscular naquele momento.

3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Tabela 4 - Delineamento experimental

Grupo	Teste pré	Coleta 1	Tratamento	Coleta 2	Tratamento	Coleta 3	Tratamento	Coleta 4	Tratamento	Teste pós
GPL	O ₁	O ₂ O ₃	X ₁	O ₂ O ₃	X ₃	O ₂ O ₃	X ₅	O ₂ O ₃	X ₇	O ₅
		O ₄		O ₄		O ₄		O ₄		
GPO	O ₁	O ₂ O ₃	X ₂	O ₂ O ₃	X ₄	O ₂ O ₃	X ₆	O ₂ O ₃	X ₈	O ₅
		O ₄		O ₄		O ₄		O ₄		

onde:

GPL ⇒ Grupo Periodização Linear;

GPO ⇒ Grupo Periodização Ondulada;

O₁ ⇒ Testes pré-treinamento para GPL e GPO (massa corporal, estatura, dobras cutâneas, perimetria, DMO, força dinâmica máxima e repetições máximas);

O₂ ⇒ Coleta 1, 2, 3 e 4 da medida pré-sessão de CK (pré) no GPL e GPO (primeira sessão de cada mesociclo);

O₃ ⇒ Coleta 1, 2, 3 e 4 da medida, 24 horas pós-sessão de CK (pós24h)(primeira sessão de cada mesociclo);

O₄ ⇒ Coleta 1, 2, 3 e 4 da medida, 48 horas pós-sessão de CK (pós48h) e DMT(primeira sessão de cada mesociclo);

O₅ ⇒ Testes pós-treinamento para GPL e GPO (massa corporal, estatura, dobras cutâneas, perimetria, DMO, força dinâmica máxima e repetições máximas).

X₁ ⇒ Mesociclo 1 para GPL

X₂ ⇒ Mesociclo 1 para GPO

X₃ ⇒ Mesociclo 2 para GPL

X₄ ⇒ Mesociclo 2 para GPO

X₅ ⇒ Mesociclo 3 para GPL

X₆ ⇒ Mesociclo 3 para GPO

X₇ ⇒ Mesociclo 4 para GPL

X₈ ⇒ Mesociclo 4 para GPO

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para analisar os dados iniciais e finais coletados, foi utilizada estatística descritiva com o objetivo de verificar se os treinamentos, executados pelos GPL e GPO, interferiram nas variáveis analisadas.

Inicialmente foram realizadas análises exploratórias de todas as variáveis avaliadas, por meio da construção de diagramas de ramos e folhas e “Box-plots”, no intuito de observar a distribuição de cada variável e a ocorrência de “outliers” (dados discrepantes).

Por se tratar de medidas realizadas no mesmo indivíduo, no decorrer do tempo, a análise dos dados foi realizada, utilizando-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas, considerando-se os efeitos de grupo, de período, a interação entre grupo e período, e 4 estruturas de matriz de variância e covariância, usando-se o procedimento MIXED do software estatístico SAS (1999)¹, conforme Xavier (2000). As estruturas de matrizes de variâncias e covariâncias usadas foram a componente de variâncias, a sem-estrutura, a diagonal principal e a auto-regressiva de primeira ordem, considerando-se a igualdade e a desigualdade nas estimativas dos parâmetros para cada grupo. O método de estimação empregado foi o da máxima verossimilhança restrita e a escolha da estrutura de variância e covariância, para a análise dos dados, foi baseada no critério de informação de Akaike (AIC).

A avaliação da variável CK também foi realizada através da análise de modelos mistos para medidas repetidas; contudo, considerando-se o modelo com os efeitos de grupo, mesociclo, coleta e todas as interações possíveis desses fatores. Como existiam dois fatores avaliados intra-indivíduo, um relacionado ao mesociclo e outro relacionado à coleta dentro de cada mesociclo, foram utilizadas estruturas de matrizes de variâncias e covariâncias, englobando esses dois fatores, do tipo produto direto, entre uma matriz sem-estrutura com as estruturas: auto-regressiva de primeira ordem, simetria composta e sem-estrutura, considerando-se a igualdade e a desigualdade nas estimativas dos parâmetros para cada grupo. O detalhamento da análise, para os efeitos de mesociclo e de coleta, foi realizado através do teste de Bonferroni.

¹ SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide 8.0**. Cary: SAS Institute Inc., 1999. (compact disc).

No caso da avaliação da DMT, posto que mais de 70% das avaliações foram negativas, optou-se por categorizar as avaliações em negativas e positivas para DMT, e considerar, como variável-resposta, o número de avaliações positivas em relação às três formas de avaliação (repouso, isometria e palpação). Por ter, essa variável-resposta, distribuição binomial, os dados foram analisados através da regressão logística, usando-se o procedimento LOGISTIC do SAS (1999)¹, considerando-se os efeitos de grupo e de mesociclo. Mais detalhes sobre a análise de regressão logística podem ser obtidos em Demétrio (2001).

Foi realizada, também, a análise da diferença entre o número de repetições máximas, realizadas pré e pós-treinamento nos testes de 1-RM e 20-RM, em cada exercício (Δ de RM), a análise da diferença, entre os pesos obtidos nos testes de 1-RM e 20-RM pré e pós-treinamento, em cada exercício (Δ de pesos) e a comparação da carga total (CT) de treinamento (número de repetições x peso x número de séries x número de sessões) entre GPL e GPO. Para esses dados, a comparação dos grupos foi realizada através do teste t de Student.

Além das análises anteriores, também foram calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson, a fim de verificar o nível de associação entre algumas variáveis avaliadas.

O índice de significância adotado, neste estudo, será $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Inicialmente, o estudo contou com 30 voluntárias (GPL=15 e GPO=15). Entretanto, houve perda amostral de 3 voluntárias: duas do GPO e uma do GPL. As desistências ocorreram pelos seguintes motivos: uma voluntária engravidou enquanto estava no 2º mesociclo; outra precisou fazer uma cirurgia de emergência (não relacionada ao treinamento), também durante o 2º mesociclo, e a outra parou o treinamento no início do 4º mesociclo por motivos familiares. Assim, 27 mulheres completaram as 28 semanas de treinamento (GPL=14 e GPO=13).

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A avaliação das variáveis, para caracterização da amostra, resultou em uma distribuição simétrica, sugerindo normalidade nos dados avaliados.

A Tabela 5 mostra as características da amostra na forma de média, erro-padrão (EP), mínimo e máximo da idade, estatura, massa corporal (MC) e IMC. Com exceção do IMC, as outras características foram semelhantes entre os grupos pré-treinamento.

Tabela 5 – Características de idade e antropometria pré-treinamento por grupo.

Variáveis	GPL(n=14)	GPO(n=13)	P
	Média ± EP (mínimo-máximo)		
Idade (anos)	39,5 ± 0,60 (36-44)	39,7 ± 0,59 (35-43)	0,8212
Estatura (cm)	158,8 ± 1,64 (149-167)	162 ± 1,29 (152-171)	0,1306
MC (kg)	58,9 ± 1,69 (45,6-69,7)	58,2 ± 1,41 (50,4-65,1)	0,6950
IMC (kg·m⁻²)	23,3 ± 0,49 (19,2-25)	22,1 ± 0,22 (19,6-24,8)	0,0289

EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada; MC, massa corporal; IMC, índice de massa corporal.

Ao final do período de treinamento, a média e EP da MC para o GPL e GPO foram de 60 ± 1,93kg e 59,37 ± 1,56kg, respectivamente, e as médias de IMC foram

de $23,74 \pm 0,62\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ para GPL e $22,54 \pm 0,49\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ para GPO. Através da avaliação destes dados, pôde-se observar a inexistência de interação período x grupo (Apêndice C).

4.2 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

A avaliação inicial dos dados da variável DMO, através dos diagramas de ramos e folhas e dos Box-plots, mostrou a ocorrência de poucos “outliers” e uma distribuição simétrica, sugerindo normalidade nos dados avaliados. Na Tabela 6 são apresentadas as médias e EP das variáveis $\text{DMO}_{\text{L1-L4}}$, DMO_{Colo} , DMO_{Ward} e DMO_{Troc} , em função do grupo e do período, e os níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas dessas variáveis. Observa-se que os efeitos de grupo, de período e a interação entre período e grupo não foram significativos ($p>0,05$) para todas as variáveis analisadas.

Tabela 6 – Densidade mineral óssea (DMO) pré e pós-treinamento nas diferentes regiões corporais por grupo.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós	Grupo	Período	PeríodoxGrupo
		Média \pm EP				
$\text{DMO}_{\text{L1-L4}} (\text{g}\cdot\text{cm}^{-2})^1$	GPL	1,207 \pm 0,031	1,208 \pm 0,031	0,3291	0,8479	0,8221
	GPO	1,241 \pm 0,025	1,230 \pm 0,025			
$\text{DMO}_{\text{Colo}} (\text{g}\cdot\text{cm}^{-2})^2$	GPL	1,011 \pm 0,023	0,999 \pm 0,025	0,2909	0,6115	0,9625
	GPO	1,039 \pm 0,024	1,025 \pm 0,026			
$\text{DMO}_{\text{Ward}} (\text{g}\cdot\text{cm}^{-2})^2$	GPL	0,891 \pm 0,027	0,877 \pm 0,027	0,0737	0,5144	0,8767
	GPO	0,947 \pm 0,028	0,924 \pm 0,028			
$\text{DMO}_{\text{Troc}} (\text{g}\cdot\text{cm}^{-2})^1$	GPL	0,831 \pm 0,016	0,814 \pm 0,020	0,4758	0,8936	0,5353
	GPO	0,833 \pm 0,028	0,844 \pm 0,024			

Foi utilizada a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias do tipo: ¹ Diagonal principal com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo e ² Diagonal principal. EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada; $\text{DMO}_{\text{L1-L4}}$, densidade mineral óssea da região lombar; DMO_{Colo} , densidade mineral óssea do colo do fêmur; DMO_{Ward} , densidade mineral óssea do triângulo de Ward; DMO_{Troc} , densidade mineral óssea do trocânter do fêmur.

4.3 FORÇA MUSCULAR DINÂMICA

Como na variável DMO, a avaliação inicial dos dados da variável força muscular dinâmica foi realizada através dos diagramas de ramos e folhas e dos Box-plots,

mostrando a ocorrência de poucos “outliers” e uma distribuição simétrica, sugerindo normalidade nos dados avaliados.

Tabela 7 – Força máxima (1-RM) e força submáxima (20-RM) pré e pós-treinamento por grupo.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós	Período	Período x Grupo P
		Média ± EP			
1-RM LegPress (kg) ¹	GPL	174,6±9,96 ^B	255±12,8 ^A	<0,0001	0,9454
	GPO	168±11,28 ^B	250±15,2 ^A		
1-RM Hack (kg) ²	GPL	190±12,3 ^B	254,7±14,2 ^A	<0,0001	0,8203
	GPO	175,7±12,7 ^B	246,6±14,7 ^A		
1-RM Adutor (kg) ³	GPL	43,9±3,58 ^B	75,1±3,58 ^A	<0,0001	0,4455
	GPO	45,8±3,03 ^B	71,8±3,03 ^A		
1-RM Abdutor (kg) ²	GPL	66,4±3,26 ^B	95,9±4,32 ^A	<0,0001	0,7151
	GPO	65,8±3,38 ^B	92,5±4,48 ^A		
1-RM Cintura (kg) ²	GPL	58,7±3,15 ^B	84,9±3,04 ^A	<0,0001	0,6374
	GPO	54,78±2,49 ^B	83±2,22 ^A		
1-RM Abdominal(kg) ³	GPL	46,2±2,33 ^B	78,9±2,33 ^A	<0,0001	0,5065
	GPO	44,3±2,72 ^B	73,5±2,72 ^A		
1-RM Supino (kg) ¹	GPL	27,6±1,49 ^B	34,6±1,62 ^A	<0,0001	0,2489
	GPO	25,8±1,58 ^B	36,6±1,70 ^A		
1-RM Remada (kg) ¹	GPL	42,1±1,40 ^B	47,3±1,74 ^A	0,0028	0,9216
	GPO	40,6±1,70 ^B	46,1±1,55 ^A		
20-RM LegPress(kg) ³	GPL	91,1±8,45 ^B	175,7±8,45 ^A	<0,0001	0,8226
	GPO	87,2±9 ^B	167,8±9 ^A		
20-RM Hack (kg) ⁴	GPL	91,6±10,9 ^B	172,1±10,87 ^A	<0,0001	0,8622
	GPO	91,4±11,3 ^B	168±11,28 ^A		
20-RM Adutor (kg) ³	GPL	25,8±1,91 ^B	49,4±1,91 ^A	<0,0001	0,5126
	GPO	28,4±2,07 ^B	49,4±2,07 ^A		
20-RM Abdutor (kg) ³	GPL	35,4±2,48 ^B	65,6±2,48 ^A	<0,0001	0,3038
	GPO	37,7±2,34 ^B	62,8±2,34 ^A		
20-RM Cintura (kg) ³	GPL	32,6±1,76 ^B	58,5±1,76 ^A	<0,0001	0,3846
	GPO	30,9±2,30 ^B	53,1±2,30 ^A		
20-RM Abdominal(kg) ¹	GPL	23,1±1,95 ^B	45,8±1,29 ^A	<0,0001	0,4819
	GPO	21,6±1,93 ^B	41,5±2,31 ^A		
20-RM Supino (kg) ¹	GPL	11±1,02 ^B	22,1±1,12 ^A	<0,0001	0,4708
	GPO	11,8±0,92 ^B	21,4±1,29 ^A		
20-RM Remada(kg) ²	GPL	10,3±0,80 ^B	21,6±0,93 ^A	<0,0001	0,1798
	GPO	12,3±0,83 ^B	21,1±0,97 ^A		

Foi utilizada a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias do tipo: ¹ Diagonal principal com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo; ² Diagonal principal; ³ Componente de variância com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo; ⁴ Componente de variância. Médias seguidas por letras maiúsculas, distintas nas linhas, diferem significativamente pelo teste de F (p<0,05). EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada; 1-RM, uma repetição máxima; 20-RM, vinte repetições máximas.

Na Tabela 7 são apresentadas as médias e EP das variáveis força máxima (1-RM) e submáxima (20-RM), para todos os exercícios utilizados no treinamento de ambos os grupos, em função do grupo e do período, e os níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas nos efeitos de período e interação entre período e grupo.

A mesma análise das variáveis, apresentadas na Tabela 7, foi realizada para a variável intensidade relativa (%1-RM) (Tabela 8), que indica as porcentagens dos pesos encontrados nos testes de 20-RM, em relação aos pesos encontrados nos testes de 1-RM (100%,) em todos os exercícios utilizados nos períodos pré e pós-treinamento.

Tabela 8 – Intensidade relativa (%1-RM) pré e pós-treinamento por grupo.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós	Período	Período x Grupo
		Média ± EP			
%1-RM Leg Press ⁶	GPL	52±2,49 ^B	69,1±2,49 ^A	<0,0001	0,7375
	GPO	52,1±2,08 ^B	67,5±2,08 ^A		
%1-RM Hack ²	GPL	47,7±2,16 ^B	66,3±2,63 ^A	<0,0001	0,6080
	GPO	52,1±2,24 ^B	68,1±2,73 ^A		
%1-RM Adutor ⁶	GPL	59,9±2,16 ^B	66,4±2,16 ^A	<0,0001	0,8697
	GPO	63,3±2,94 ^B	69±2,94 ^A		
%1-RM Abdutor ⁵	GPL	54,2±1,71 ^B	68,8±1,96 ^A	<0,0001	0,3548
	GPO	57,5±2,83 ^B	68,3±2,21 ^A		
%1-RM Cintura ⁵	GPL	56,5±2,41 ^B	69,2±1,42 ^A	<0,0001	0,1470
	GPO	57,1±2,08 ^B	63,6±2,21 ^A		
%1-RM Abdominal ⁶	GPL	49,7±2,72 ^B	58,5±2,72 ^A	<0,0001	0,8879
	GPO	48,5±2,58 ^B	56,5±2,58 ^A		
%1-RM Supino ¹	GPL	39,8±3,03 ^B	64,4±2,03 ^A	<0,0001	0,0227
	GPO	45,9±2,06 ^B	58,6±2,56 ^A		
%1-RM Remada ²	GPL	24,4±1,85 ^B	46±1,87 ^A	<0,0001	0,1191
	GPO	30,6±1,92 ^B	46,1±1,94 ^A		

Foi utilizada a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias do tipo: ¹ Diagonal principal com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo; ² Diagonal principal; ⁵ Sem-estrutura com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo; ⁶ Auto-regressiva de 1ª ordem com estimativas diferentes dos parâmetros para cada grupo. Médias seguidas por letras maiúsculas, distintas nas linhas, diferem significativamente pelo teste de F ($p < 0,05$). EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada.

Os resultados da análise de todos os dados da variável força muscular dinâmica, relacionados nas Tabelas 7 e 8, mostraram que houve aumento dos valores médios, ocorrendo alterações estatisticamente significativas ($p < 0,01$) após o período de 28 semanas no GPL e no GPO (efeito período). Observa-se que a interação entre

período e grupo não foi significativa ($p>0,05$) para todos os casos, exceto para %1-RM Supino. Não houve alteração significativa no efeito de grupo ($p>0,05$) para GPL e GPO. Os níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas em função do grupo encontram-se no Apêndice D.

Os resultados da análise estatística dos dados Δ de pesos e Δ de RM, através do teste t de Student (Tabela 9), mostraram que apenas houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os grupos para o caso de Δ de pesos para 1-RM, no exercício supino, e Δ de pesos para 20-RM, no exercício remada; Δ de RM para 1-RM, no exercício abdominal, e Δ de RM para 20-RM no exercício remada. O GPO apresentou maior aumento que GPL no exercício supino (Δ de pesos) em 1-RM. O GPL apresentou maior aumento que o GPO no exercício abdominal (Δ de RM em 1-RM) e no exercício remada (Δ de RM e Δ de pesos) em 20-RM. Para os demais exercícios, apresentados no Apêndice B, o teste t não detectou diferenças significativas entre os grupos para essas variáveis.

Tabela 9 - Diferença entre os pesos (Δ de pesos) obtidos nos testes de 1-RM e 20-RM pré e pós-treinamento, nos exercícios supino e remada, respectivamente, e diferença entre o número de repetições máximas (Δ de RM) pré e pós-treinamento, nos testes de 1-RM e 20-RM dos exercícios abdominal e remada, respectivamente, em função dos grupos.

Variável		Grupo		p>t
		GPL (n=14)	GPO (n=13)	
Δ de pesos (kg)	1-RM Supino	7 \pm 1,04 ^B	10,8 \pm 1,42 ^A	0,0408
	20-RM Remada	225,7 \pm 13 ^A	176,9 \pm 8,43 ^B	0,0048
Δ de RM (repetições)	1-RM Abdominal	18 \pm 1,14 ^A	14,1 \pm 1,25 ^B	0,0287
	20-RM Remada	19 \pm 1,72 ^A	14 \pm 1,66 ^B	0,0473

Médias seguidas por letras maiúsculas, distintas nas linhas, diferem significativamente pelo teste de F ($p<0,05$). EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada; 1-RM, uma repetição máxima; 20-RM, vinte repetições máximas.

4.4 PARÂMETROS DE LESÃO MUSCULAR

Os valores médios das coletas de CK pré, pós24h e pós48h de cada mesociclo, para o GPL e para o GPO, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Valores de creatina quinase (CK) para todas as coletas (pré, pós24h e pós48h) em cada mesociclo por grupo.

Mesociclo	Coleta	GPL (n=14)	GPO (n=13)
		Média (U·L ⁻¹) ± EP	
1	Pré	107±20	120±29
	pós24h	152±35	160±45
	pós48h	173±43	165±48
2	Pré	66±7	50±6
	pós24h	82±9	70±9
	pós48h	81±9	63±8
3	Pré	92±11	69±12
	pós24h	112±15	72±13
	pós48h	94±12	80±15
4	Pré	81±8	62±7
	pós24h	102±12	86±12
	pós48h	98±11	85±11

EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada; 1, primeira sessão de treinamento do 1º mesociclo; 2, primeira sessão de treinamento do 2º mesociclo; 3, primeira sessão de treinamento do 3º mesociclo; 4, primeira sessão de treinamento do 4º mesociclo.

Na Tabela 11 são apresentados os níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas da variável CK, utilizando-se a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias, do tipo produto direto, entre uma matriz sem-estrutura e uma matriz simetria composta. Essa variável tinha uma distribuição assimétrica com muitos “outliers”, e foi transformada em $1/\sqrt{y}$, no intuito de adequar a distribuição dos dados à normalidade, exigência do teste F da análise, e reduzir a heterogeneidade de variâncias.

Nota-se, pela Tabela 11, que nenhuma das causas de variação, envolvendo o efeito de grupo, foi significativa ($p>0,05$) e que apenas houve efeito principal de mesociclo e de coleta ($p<0,05$).

Tabela 11 - Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas para a variável creatina quinase (CK) transformada em $1/\sqrt{y}$ ($p < 0,05$).

Causas de Variação	p > F
Grupo	0,1354
Mesociclo	<0,0001
Mesociclo×Grupo	0,6604
Coleta	<0,0001
Coleta×Grupo	0,8821
Mesociclo×Coleta	0,3725
Mesociclo×Coleta×Grupo	0,4509

O teste de Bonferroni, em conjunto com os resultados apresentados na Figura 4, para o detalhamento da análise desses dois últimos fatores (mesociclo e coleta), indicou que o 1º mesociclo apresentou médias significativamente ($p < 0,05$) superiores de CK, em relação aos outros três mesociclos, independentemente do grupo e da coleta. Da mesma forma, a coleta pré-mesociclo apresentou médias significativamente ($p < 0,05$) inferiores de CK quando comparada com as outras duas coletas (pós24h e pós48h), independentemente do mesociclo e do grupo.

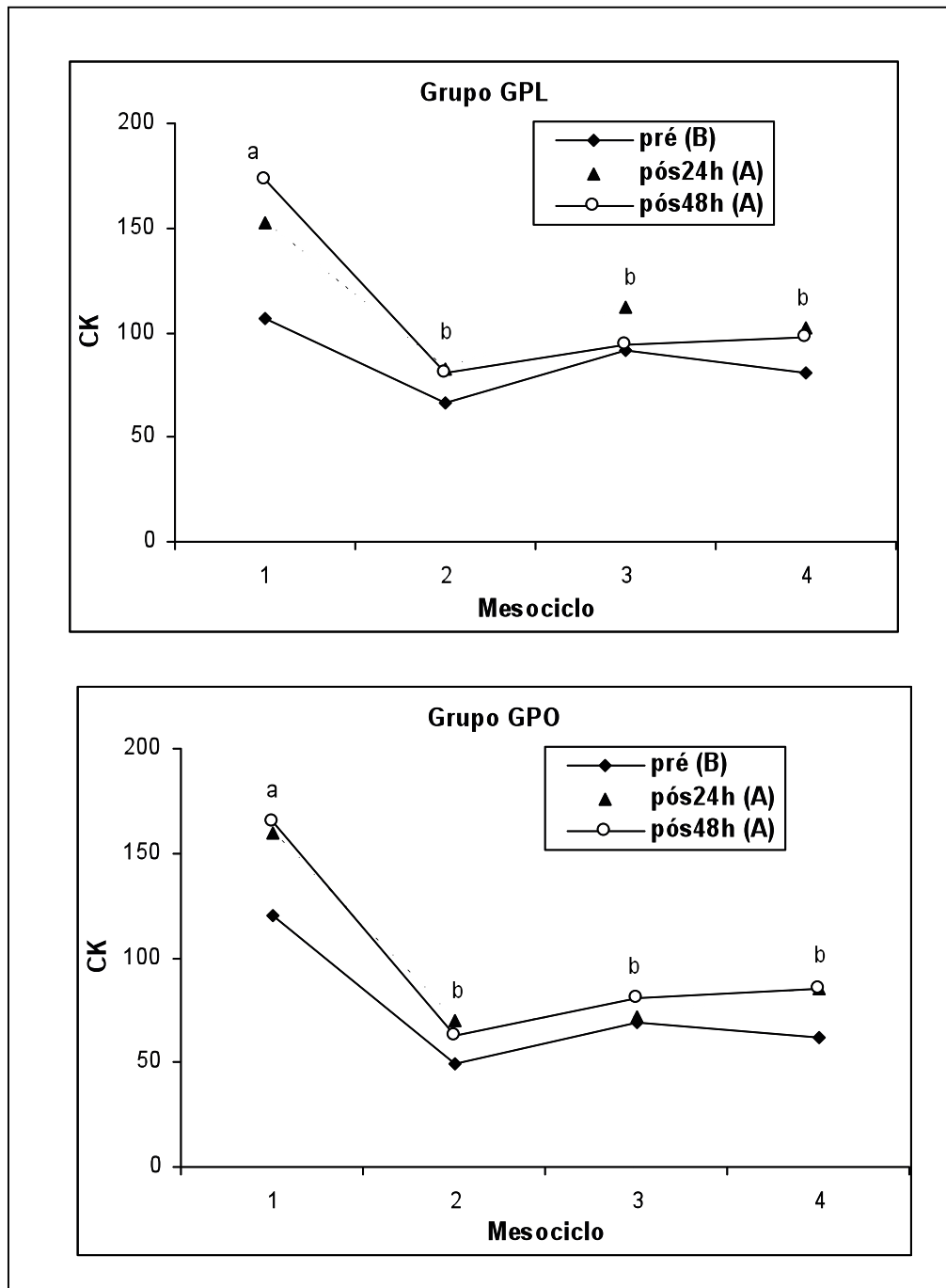


Figura 4 - Médias de creatina quinase (CK) em função do mesociclo e da coleta para cada grupo. Mesociclos acompanhados de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$). Coletas acompanhadas de letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$).

A análise da DMT (CR10 de Borg), através da regressão logística, demonstrou haver diferença significativa ($p < 0,05$) de mesociclo (Tabela 12). O detalhamento da análise evidenciou a diferenciação ($p < 0,05$) do 1º mesociclo em relação aos demais, como é mostrado na Figura 5. As porcentagens de avaliações positivas, para dor no GPL, foram de 64,28% no 1º mesociclo; 14,28% no 2º mesociclo; 26,19% no 3º

mesociclo; e 21,43% no 4° mesociclo e, no GPO, foi de 66,67% no 1° mesociclo; 10,26% 2° mesociclo; 15,39% no 3° mesociclo; e 2,57% no 4° mesociclo. O efeito de grupo não foi significativo ($p > 0,05$).

Tabela12 - Níveis descritivos de probabilidade do teste de χ^2 da análise de regressão logística para dor muscular tardia (DMT) ($p < 0,05$).

Causas de Variação	$p > \chi^2$
Grupo	0,0630
Mesociclo	<0,0001
Mesociclo×Grupo	0,3575

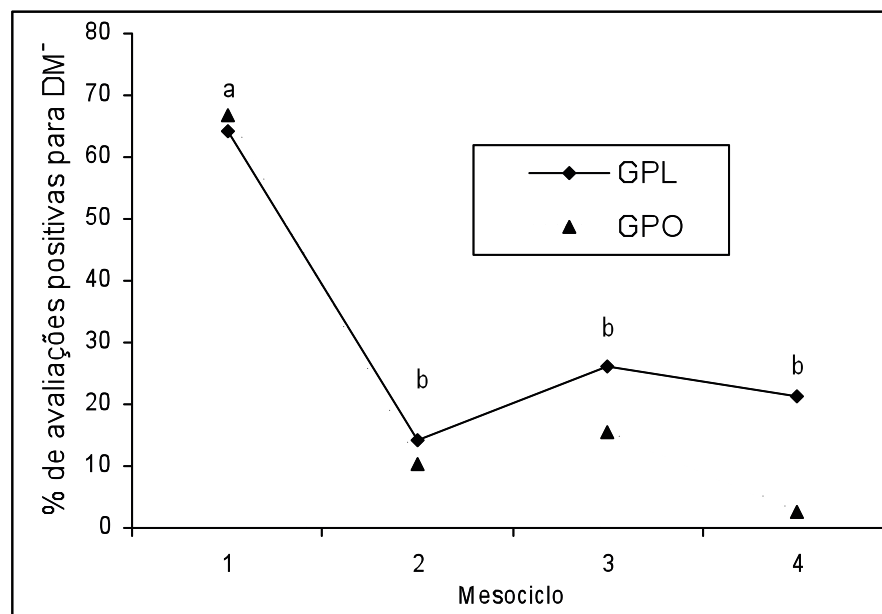


Figura 5 - Porcentagens de avaliações positivas da DMT em função dos grupos e dos mesociclos. Mesociclos acompanhados de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$).

4.5 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS

O somatório das dobras cutâneas (\sum DC) e os perímetros (PE) também foram avaliados, inicialmente, através dos diagramas de ramos e folhas, e dos Box-Plots

que mostraram a ocorrência de poucos “outliers” e uma distribuição simétrica, sugerindo a normalidade nos dados avaliados.

Os parâmetros antropométricos avaliados não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) em função do grupo e do período, bem como na interação período e grupo, exceto para o PE da coxa distal no efeito de período ($p < 0,05$) para ambos os grupos (Tabela 13). A análise de cada DC, separadamente, encontra-se nos Apêndices D e E.

Tabela 13 - Somatório das dobras cutâneas (Σ DC) e perímetros (PE) da cintura, do abdômen, quadril, coxa proximal, coxa meso-femoral e coxa distal pré e pós-treinamento por grupo.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós	Grupo	Período	Período x Grupo
		Média \pm EP				
Σ DC (mm) ¹	GPL	58,9 \pm 3,89	62,4 \pm 4,96	0,1016	0,4268	0,9601
	GPO	52,2 \pm 2,78	55,3 \pm 4,27			
PE Cintura (cm) ¹	GPL	73,2 \pm 1,46	71,7 \pm 1,59	0,2725	0,2917	0,9892
	GPO	71,6 \pm 1,26	70,1 \pm 1,31			
PE Abdômen (cm) ²	GPL	82 \pm 1,52	80,6 \pm 1,59	0,4837	0,2403	0,7481
	GPO	81,4 \pm 1,58	79 \pm 1,65			
PE Quadril (cm) ¹	GPL	96,7 \pm 1,47	95,5 \pm 1,64	0,3557	0,4127	0,9930
	GPO	95,4 \pm 1,17	94,2 \pm 1,27			
PE Coxa Proximal (cm) ¹	GPL	55,3 \pm 1,08	54,9 \pm 1,06	0,5782	0,6774	0,9962
	GPO	54,7 \pm 1,05	54,3 \pm 0,93			
PE Coxa Meso-Femoral (cm) ¹	GPL	50 \pm 0,80	50,1 \pm 0,81	0,3838	0,7497	0,8423
	GPO	49,1 \pm 0,99	49,5 \pm 0,91			
PE Coxa Distal (cm) ¹	GPL	39,7 \pm 0,67 ^B	41,6 \pm 0,67 ^A	0,4897	0,0288	0,7679
	GPO	39,4 \pm 0,77 ^B	40,9 \pm 0,77 ^A			

Foi utilizada a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias do tipo: ¹ Diagonal principal com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo e ² Diagonal principal. Médias seguidas por letras maiúsculas, distintas nas linhas, diferem significativamente pelo teste de F ($p < 0,05$). EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada.

4.6 HÁBITOS ALIMENTARES

Através dos diagramas de ramos e folhas, e dos Box-plots, os dados avaliados pelo registro alimentar de três dias (energia, proteínas, lipídios, carboidratos, cálcio, fósforo e magnésio) mostraram a ocorrência de poucos “outliers” e uma distribuição

simétrica para as variáveis avaliadas, sugerindo normalidade nos dados avaliados. Na Tabela 14 são apresentadas as médias e EP e os níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas.

Observa-se que o efeito de período e a interação entre período e grupo não foram significativos ($p > 0,05$) para todos os casos, enquanto o efeito de grupo foi significativo ($p < 0,05$) para energia, fósforo e magnésio. Nota-se, também, que o grupo GPL apresentou menores médias de energia, fósforo e magnésio quando comparado ao grupo GPO.

Tabela 14 – Nutrientes e micronutrientes avaliados pré e pós-treinamento por grupo.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós	Grupo	Período	Período×Grupo
		Média ± EP				
Energia (kcal·dia ⁻¹) ¹	GPL	1449±118 ^b	1452±136 ^b	0,0254	0,7572	0,7370
	GPO	1748±94 ^a	1676±86 ^a			
Proteínas (%diário) ¹	GPL	17,1±1,24	19,1±1,08	0,8128	0,5192	0,2601
	GPO	18,1±0,89	17,6±1,16			
Lipídios (%diário) ¹	GPL	24,5±1,40	26,1±1,27	0,0960	0,5405	0,5663
	GPO	27,5±1,09	27,6±1,38			
Carboidratos(%diário) ¹	GPL	58,4±1,52	54,8±1,71	0,2328	0,3546	0,2211
	GPO	54,4±1,61	54,9±1,59			
Cálcio (mg·dia ⁻¹) ¹	GPL	606±73,7	605,9±76,2	0,0729	0,7926	0,7979
	GPO	761±75,8	722,8±63,3			
Fósforo (mg·dia ⁻¹) ⁵	GPL	853±70 ^b	928±83 ^b	0,0211	0,7822	0,3274
	GPO	1122±74 ^a	1080±66 ^a			
Magnésio (mg·dia ⁻¹) ¹	GPL	206±15,8 ^b	198,4±19,2 ^b	0,0087	0,6291	0,9523
	GPO	260±18,1 ^a	250,2±20,9 ^a			

Foi utilizada a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias do tipo: ¹ Diagonal principal com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo e ⁵ Sem-estrutura com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo. Médias seguidas por letras minúsculas, distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste de F ($p < 0,05$). EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada.

5 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar e comparar os efeitos de dois modelos de periodização de treinamento de força, de 28 semanas, na DMO, na força muscular dinâmica, parâmetros de lesão muscular e parâmetros antropométricos de mulheres pré-menopáusicas. Os resultados positivos encontrados, após a análise dos dados coletados, indicam aumento significativo da força muscular e alterações nos parâmetros de lesão muscular e em um parâmetro antropométrico específico (coxa distal) para ambos os grupos. No entanto, nem um dos dois modelos de treinamento, realizados por 28 semanas, mostrou-se efetivo no aumento da DMO. As variáveis serão discutidas, a seguir, separadamente.

5.1 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

Não foram observadas alterações significativas relacionadas à DMO (DMO_{L1-L4} , DMO_{Colo} , DMO_{Ward} e DMO_{Troc}) nos grupos experimentais analisados. Esses resultados corroboram com outros estudos, com períodos de tempo semelhantes (PRUITT et al., 1992; BEMBEN et al., 2000; HUMPHRIES et al., 2000; BRENTANO et al., 2008). No estudo de Bemben et al. (2000), que também utilizaram exercícios direcionados à região lombar e à região do quadril, mesmo com a suplementação de $1.500 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$ de cálcio, não foi observado aumento significativo na DMO, mas ficou evidenciada uma diminuição de 1,1% na DMO total do grupo que utilizou altas cargas de treinamento comparado com o que treinou com um número alto de repetições. Entretanto, outros estudos (DORNEMANN et al., 1997; WINTERS-STONE E SNOW, 2003) verificaram aumentos significativos de DMO em mulheres pré-menopáusicas que treinaram força por um período de 24 semanas e 1 ano, respectivamente. No estudo de Dornemann et al. (1997), as mulheres fizeram,

durante o período de treinamento, uma suplementação de $500 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$ de cálcio e, no estudo de Winters-Stone e Snow (2003), as mulheres executaram, além de exercícios de força, seqüências de salto (treinamento de alto impacto).

Em revisão, Martyn-St James e Carrol (2006) analisaram estudos que haviam aplicado programas de treinamento de força, de alta intensidade, em mulheres pré-menopáusicas com o objetivo de incrementar a DMO. Apesar de os resultados dessa revisão sugerirem que esse tipo de treinamento promove aumento da DMO da região lombar, nessa população (entre os estudos analisados), somente no estudo de Chilibeck et al. (1996) apud Martyn-St James e Carrol (2006) as mulheres não fizeram suplementação de cálcio e/ou vitamina D, não sendo observadas alterações na DMO após o período de 20 semanas de treinamento. As voluntárias do presente estudo, também não fizeram nenhum tipo de suplementação, tendo sido observada, através do registro alimentar, uma ingestão diária de cálcio e magnésio muito abaixo das recomendações diárias.

Na revisão de literatura para esta dissertação, não foram encontrados estudos que avaliassem a DMO de mulheres pré-menopáusicas, sem perda óssea e treinando força por 28 semanas, sem suplementação de cálcio ou vitamina D, como também não foram encontrados estudos utilizando a mesma metodologia de treinamento. O que pode ser observado, na literatura atual, é um grande número de estudos envolvendo mulheres pós-menopáusicas com ou sem perda óssea (HUMPHRIES et al., 2000; MADDALOZZO e SNOW, 2000; RHODES et al., 2000; VINCENT e BRAITH, 2002; BRENTANO et al., 2008) e que utilizam um período maior que 28 semanas de treinamento para obtenção de resultados positivos em relação à DMO (RHODES et al., 2000; BERGSTRÖM et al., 2008).

Alguns autores (PETERSON et al., 1991; PRUITT et al., 1992; MENKES et al., 1993) sugerem que, mesmo quando não são observados aumentos significativos na DMO regional, o treinamento de força pode apresentar efeitos positivos na manutenção da DMO, talvez mais em função da deposição óssea do que pela atenuação da absorção.

5.2 FORÇA MUSCULAR DINÂMICA

Após o período de treinamento foram, observados aumentos significativos ($p < 0,05$) de força máxima (1-RM) e força submáxima (20-RM), tanto para o GPL quanto para o GPO. Apesar de a hipótese desse estudo sugerir que o treinamento, com periodização ondulada, proporcionaria aumentos na força muscular dinâmica maiores que o treinamento com periodização linear, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nas respostas entre os grupos. Esses mesmos resultados foram descritos por Kok (2006), quando comparou os mesmos modelos de periodização (linear x ondulada) em mulheres sedentárias, com idade entre 18 e 32 anos, que treinaram por 12 semanas, e por Caldwell (2004) que, também, comparou esses dois modelos de periodização após 6 semanas de treinamento.

São poucos os estudos que comparam os resultados de um treinamento de periodização linear com um treinamento de periodização ondulada aplicado para mulheres (KOK, 2006) ou que façam a comparação dos resultados entre homens e mulheres (CALDWELL, 2004). Os resultados, ainda não conclusivos, sobre a eficácia dos modelos de periodização, são devidos à dificuldade na manipulação do volume e da intensidade dos treinamentos, ao se tentar igualá-los (KOK, 2006).

Os aumentos significativos na força dinâmica, observados nesse estudo, podem ser explicados pelo fato de a amostra ser composta por mulheres sedentárias e sem experiência com treinamento de força. Segundo o ACSM (2002), indivíduos sem essa experiência ou que não praticam esse tipo de treinamento há algum tempo, podem apresentar respostas mais favoráveis ao treinamento (40%) e indivíduos treinados podem responder mais lentamente (16%), em períodos de 4 semanas a 1 ano. Rhea et al. (2003) também sugerem que indivíduos não treinados apresentam uma magnitude em ganhos de força maior que indivíduos treinados em programas com variados volumes de treinamento. Em comparação feita, entre homens atletas e não atletas, que participaram de 21 semanas de um treinamento de força, Ahtiainen et al. (2003) mostraram aumentos significativos na força isométrica máxima de 21% e força dinâmica máxima de 19% para os não atletas, enquanto os atletas apresentaram aumentos não significativos na força isométrica máxima de 4% e aumentos significativos na força dinâmica máxima de 7%.

Os incrementos na força muscular, observados no presente estudo, foram evidenciados pelos efeitos positivos ($p < 0,05$) que provocaram nas porcentagens dos pesos encontrados nos testes de 20-RM em relação aos pesos encontrados nos testes de 1-RM nos períodos pré e pós-treinamento, ou seja, nos aumentos da intensidade relativa (% 1-RM) em ambos os grupos. Essas alterações sugerem e confirmam os aumentos na força submáxima, pois os pesos encontrados nos testes de 20-RM pós-treinamento representaram porcentagens maiores de 1-RM quando comparados aos pesos encontrados nos testes de 20-RM pré-treinamento, tanto para o GPL quanto para o GPO.

Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os grupos experimentais desse estudo, foram observadas em relação aos dados Δ de pesos e Δ de RM. O GPO apresentou uma diferença maior do que o GPL, entre os pesos obtidos nos testes de 1-RM pré e pós-treinamento, no exercício supino. Já, o GPL apresentou uma diferença maior do que o GPO, entre os pesos obtidos nos testes de 20-RM pré e pós-treinamento, no exercício remada, e uma diferença maior entre o número de RM realizadas pré e pós-treinamento nos testes de 1-RM, do exercício abdominal, e 20-RM do exercício remada, o que demonstra um aumento maior na força máxima nas musculaturas envolvidas no exercício supino para o grupo que treinou com periodização ondulada e um aumento maior na força máxima e de resistência das musculaturas envolvidas nos exercícios abdominal e remada para o grupo que treinou com periodização linear. Nem todos os grupos musculares ou exercícios respondem da mesma forma, velocidade e/ou magnitude, após um período de treinamento de força, incluindo modelos periodizados (FLECK e KRAEMER, 2006). Por exemplo, após um período de 52 semanas de treinamento de força, Rhodes et al. (2000) mostraram aumentos $> 29\%$ no exercício supino, $> 19\%$ no exercício leg press e $> 20\%$ no exercício de bíceps.

5.3 PARÂMETROS DE LESÃO MUSCULAR

A hipótese de que o treinamento, com periodização ondulada, causaria um maior efeito, nas variáveis CK e DMT, do que o treinamento com periodização linear não

foi confirmada. Afinal, não foram observadas diferenças nas respostas dessas variáveis entre o GPL e o GPO ($p > 0,05$).

As médias inferiores da concentração de CK, observadas nas coletas pré, em todos os mesociclos para o GPL e o GPO, propõe, talvez, a perda da integridade do sarcolema, seguida da alteração no volume e na intensidade do treinamento, como sugerem Overgaard et al. (2004). Esses mesmos resultados, na alteração dos níveis basais da concentração de CK após 24 e/ou 48 horas, foram observados em estudos que utilizaram diversos protocolos e tipos de treinamento, com o intuito de avaliar o grau de lesão muscular através desse indicador indireto (KAURANEN et al., 2001; NOSAKA et al., 2001a; BARBOSA et al., 2003; TWIST e ESTON, 2005; VENDRUSCULO, 2005).

As concentrações superiores de CK, observadas no 1º mesociclo, em comparação com os demais mesociclos, independentemente da coleta (pré, pós24h ou pós48h), sugerem uma adaptação em resposta aos dois modelos de periodização, ao longo do período de treinamento. As porcentagens de avaliações positivas da DMT também demonstraram valores maiores para o 1º mesociclo em relação aos demais mesociclos, para ambos os grupos. Na revisão de literatura, não foram encontrados estudos que avaliassem as concentrações sanguíneas de CK e a DMT, em diferentes mesociclos, após a aplicação de modelos periodizados de treinamento de força, dificultando a comparação ou corroboração de dados.

No entanto, estudos que utilizaram outros tipos de testes ou treinamentos como corrida nos meios aquático e terrestre (VENDRUSCULO, 2005), exercícios excêntricos de flexão do cotovelo (NOSAKA et al., 2001b), exercícios excêntricos e concêntricos de flexão de cotovelo (FOLLAND et al., 2001; NOSAKA e NEWTON, 2002) observaram uma diminuição no grau de lesão muscular, avaliado através da análise das concentrações sanguíneas de CK, com a repetição das sessões de treinamento ou após a repetição dos exercícios, alguns dias depois, sugerindo que os prováveis mecanismos responsáveis por uma adaptação ao treinamento podem acontecer pelo fortalecimento das fibras musculares que sofrem o processo de degeneração e regeneração, pelas adaptações neurais como, por exemplo, a atividade e o sincronismo das unidades motoras e o recrutamento das fibras de contração lenta, ou pelo aumento no suprimento da ATP.

Através do coeficiente de correlação de Pearson (r), foi analisado o grau de associação entre as variáveis CK (pós48h) e DMT (que foi avaliada somente 48 horas após a primeira sessão de treinamento de cada mesociclo) sendo encontrada uma correlação moderada ($r = 0,34$) entre as mesmas.

Na revisão de literatura, foi encontrado somente um estudo (SCHROEDER et al., 2004) que avaliou as mesmas variáveis analisadas nesse estudo, com exceção da força dinâmica submáxima e dos parâmetros antropométricos. Entretanto, foi aplicado para mulheres entre 18 e 28 anos de idade, usando-se um modelo progressivo de treinamento de força excêntrico, 2 vezes por semana, por um período de 16 semanas. As mulheres foram divididas em 3 grupos: (1) alta intensidade (3 séries de 6 repetições com intensidade de 125% de 1-RM); (2) baixa intensidade (3 séries de 10 repetições com intensidade de 75% de 1-RM); e (3) controle. A DMO não apresentou alterações, mas o conteúdo mineral ósseo (expresso em g) da região lombar mostrou um aumento significativo (1,7%) para o grupo que treinou em baixa intensidade, sendo proposto um período maior de treinamento para mais resultados positivos. Os grupos experimentais mostraram aumentos de 20-40% na força dinâmica máxima, e as concentrações sanguíneas de CK apresentaram aumentos, após 4 semanas de treinamento, tanto no grupo de alta quanto de baixa intensidades. O grupo que treinou em alta intensidade apresentou uma diminuição das concentrações de CK, ao longo do treinamento, chegando a níveis semelhantes aos basais no final das 16 semanas. Ao contrário, o grupo que treinou em baixa intensidade teve as concentrações de CK aumentadas no final das 16 semanas. A DMT para o grupo de baixa intensidade, nas duas primeiras semanas, foi reportada como levemente intensa ou intensa e, nas semanas seguintes, reduziu-se para moderada ou muito moderada. O grupo de alta intensidade reportou a DMT mais intensa (reportando, nas duas primeiras semanas, como muito intensa ou extremamente intensa) e, a seguir, uma diminuição, reportando dor muito moderada, ou nenhuma dor.

Os autores do estudo supracitado sugerem que treinamentos de força excêntrico, de baixa e alta intensidades, promovem adaptações musculoesqueléticas significativas e, sendo assim, como cargas submáximas (75% de 1-RM) oferecem menores riscos e menores índices de DMT, podem oferecer mais vantagens.

5.4 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS

Dos parâmetros antropométricos avaliados (Σ DC e PE), somente o PE da coxa distal mostrou alterações no efeito de período para ambos os grupos (Tabela 13), rejeitando, de certa forma, a hipótese de que tanto o treinamento de força, com periodização linear, como o treinamento de força, com periodização ondulada, promoveriam alterações em todos os parâmetros antropométricos analisados. O aumento do PE da coxa distal pode sugerir um aumento da massa muscular dessa região; afinal, os pesos utilizados no treinamento, relacionados com a articulação dos joelhos, foram consideravelmente altos. Resultado semelhante foi mostrado em estudo realizado por McBride et al. (2002), pelo qual o PE da coxa de 26 homens foi mensurado após 8 semanas de um treinamento envolvendo intensidades leve e alta do exercício de saltar e agachar. Foram observados aumentos significativos desse PE nos homens que treinaram em alta intensidade. Hass et al. (2000) observaram aumentos nos PE do peitoral e do bíceps em indivíduos que participaram de um treinamento em circuito por 1 ano, executando 1 série de 8-12 repetições até a fadiga (70% 1-RM) em cada um dos nove exercícios selecionados para o treinamento e, após, mais 13 semanas, aumentando o volume para 3 séries em cada exercício. Não foram mostradas alterações nos outros PE analisados (cintura, quadril e coxa). Nesse estudo, os indivíduos que, nas 13 semanas continuaram executando somente 1 série, também não apresentaram alterações nos PE mensurados.

Os resultados do presente estudo, relacionados às mensurações das DC, corroboram os dados da avaliação antropométrica (DC), realizada por Campos et al. (2002), em homens que participaram de um treinamento progressivo de força, pelo qual não foram mostradas alterações após 8 semanas. Também não foram mostradas alterações no somatório de oito DC avaliadas em mulheres que treinaram força por 52 semanas, em estudo realizado por Rhodes et al. (2000), e no somatório de sete DC avaliadas em mulheres que treinaram força por 24 semanas, no estudo de Kraemer et al. (2004). Já, Brentano et al. (2008) que também avaliaram o somatório de sete DC em mulheres após 24 semanas de treinamento de força, observaram uma diminuição significativa nos resultados dessa variável, o que não foi observado em mulheres que executaram, nesse mesmo estudo, um treinamento em circuito. Os autores sugeriram uma diminuição da gordura corporal nas mulheres

que treinaram força, dado que, não foram observadas alterações na massa corporal das mesmas.

6 CONCLUSÕES, SUGESTÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS

6.1 CONCLUSÕES

A partir dos resultados chegou-se às seguintes conclusões:

- Os dois modelos de periodização de treinamento de força utilizados não modificaram a DMO de mulheres pré-menopáusicas, no período de 28 semanas;
- Os treinamentos com periodização linear e ondulada proporcionaram incrementos semelhantes na força muscular dinâmica máxima (1-RM) e submáxima (20-RM);
- Os parâmetros de lesão muscular (CK e DMT) não apresentaram diferenciação em suas respostas em função do modelo de treinamento. Valores acima daqueles tidos como referência para a CK (26 a 155 U·L⁻¹), somente foram observados nas coletas pós24h e pós48h do 1º mesociclo. Também, com o passar das semanas de treinamento, o número de avaliações negativas (zero) da DMT aumentou, reforçando a hipótese de uma adaptação ao treinamento;
- Com exceção do PE distal da coxa, que apresentou aumento em ambos os grupos, os dois modelos de periodização utilizados não alteraram significativamente os parâmetros antropométricos analisados;
- As únicas variáveis que sofreram alterações na comparação entre os modelos de periodização foram o Δ de pesos e o Δ de RM, tendo o GPO apresentado resultados melhores do que o GPL no exercício supino (Δ de pesos) em 1-RM, e o GPL apresentado resultados melhores do que o GPO no exercício abdominal (Δ de RM em 1-RM) e no exercício remada (Δ de RM e Δ de pesos) em 20-RM.

6.2 SUGESTÕES

A partir dos resultados encontrados e conhecimentos adquiridos, sugere-se para futuras pesquisas:

- Desenvolver estudos semelhantes, com um período maior que 28 semanas de treinamento;
- Desenvolver estudos semelhantes, com suplementação diária de cálcio e/ou vitamina D;
- Desenvolver estudos semelhantes, com acompanhamento nutricional para o controle da ingestão diária recomendada de magnésio, fósforo e cálcio.

6.3 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Quando o objetivo de um treinamento de força for o incremento da força muscular dinâmica máxima e submáxima, tanto o modelo de periodização linear, quanto o modelo de periodização ondulada são eficazes para mulheres pré-menopáusicas. O risco de lesão muscular e DMT decorrentes desses modelos de periodização de treinamento de força são evidenciados nas primeiras semanas de treinamento e, ao longo do período de treinamento diminuem em função da adaptação ao treinamento. Todavia, se o objetivo for o aumento da DMO e alterações em parâmetros antropométricos, como as DC e os PE, os modelos de periodização de treinamento de força utilizados nesse estudo não são eficientes para resultados positivos em mulheres pré-menopáusicas, podendo-se sugerir um período maior de treinamento.

REFERÊNCIAS

ACHESON, L. S. Bone density and the risk of fractures: should treatment thresholds vary by race? **JAMA** (2005) 293(17): 2151-2154.

ADAMIS, S.; GATTI, D.; BRAGA, V.; BIANCHINI, D.; ROSSINI, M. Site-specific effects of strength training on bone structure and geometry of ultradistal radius in postmenopausal women. **J Bone Miner Res** (1999) 14: 120-124.

AHTIAINEN, J. P.; PAKARINEN, A.; ALEN, M.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. **Eur J Appl Physiol** (2003) 89(6): 555-563.

AHTIAINEN, J. P.; PAKARINEN, A.; ALEN, M.; KRAMER, W. J.; HÄKKINEN, K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptation in trained men. **J Strength Cond Res** (2005) 19(3): 572-582.

ALLSEN, P. E.; HARRISON, J. M.; VANCE, B. **Exercício e qualidade de vida: uma abordagem personalizada**. 6. ed. Barueri, SP: Manole, 2001.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Osteoporosis and exercise. **Med Sci Sports Exerc** (1995) 27(4): i-vii.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc** (2002) 34(2): 364-380.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Physical activity and bone health. **Med Sci Sports Exerc** (2004) 34(11): 1985-1996.

AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION (JAMA). Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. **JAMA** (2001) 285(6): 785-795.

AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION (JAMA). Osteoporosis Management. Pathophysiology of osteoporosis. Disponível em: http://www.ama-cmeonline.com/osteo_mgmt/module03/01cme/02.htm. Acesso em 14 out. 2006.

BAECHLE, T. R.; GROVES, B. R. **Treinamento de força: passos para o sucesso**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. **J Strength Cond Res** (1994) 84(4): 235-242.

BANDEIRA, F.; MACEDO, G.; CALDAS, G.; GRIZ, L.; FARIA, M. **Osteoporose**. Rio de Janeiro: Medsi, 2000.

BARAN, D. T.; FAULKNER, K. G.; GENANT, H. K.; MILLER, P. D.; PACIFICI, R. Diagnosis and management of osteoporosis: Guidelines for the utilization of bone densitometry. **Calcif Tissue Int** (1997) 61: 433-440.

BARBOSA, T. M.; MAGALHÃES, P. M.; LOPES, V. P.; NEUPARTH, M.; DUARTE, J. A. Comparação da variação da actividade neuromuscular, da creatina quinase e da força isométrica máxima voluntária entre dois protocolos exaustivos e inabituais. **Rev Port Cien Desp** (2003) 3(1): 7-15.

BARON, R.; NEFF, L.; LOUVARD, D.; COURTOY, P. J. Cell-mediated extracellular acidification and bone resorption: evidence for a low pH in resorbing lacunae and localization of a 100-kD lysosomal membrane protein at the osteoclast ruffled border. **J Cell Biol** (1985) 101: 2210-2222.

BARRET-CONNOR, E.; SIRIS, E. S.; WEHREN, L. E.; MILLER, P. D.; ABBOTT, T. A.; BERGER, M. L.; SANTORA, A. C.; SHERWOOD, L. M. Osteoporosis and fracture risk in women of different ethnic groups. **J Bone Miner Res** (2005) 20(2): 185-194.

BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. A dapatções neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **R bras Ci e Mov** (2005) 13(2): 111-122.

BARTON-DAVIS, E. R.; SHOTURMA, D. I.; SWEENEY, H. L. Contribution of satellite cells to IGF-I induced hypertrophy of skeletal muscle. **Acta Physiol Scand** (1999) 167(4): 301-305.

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(11): 1949-1957.

BENER, A.; HAMMOUDEH, M.; ZIRIE, M.; HELLER, R. F. Is obesity a protective factor for osteoporosis? **APLAR J Rheumatol** (2005) 8(1): 32-38.

BERGSTRÖM, I.; LANDGREN, B. M.; BRINCK, J.; FREYSCHUSS, B. Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. **Osteoporos Int** (2008) 19(2): 177-183.

BLOOMFIELD, S. A. Optimizing bone health: impact of nutrition, exercise, and hormones. **GSSI – Sports Sci Exchange** 82 (2001) 14(3): 1-4.

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

BORG, E.; KAIJSER, L. A comparison between three rating scales for perceived exertion and different work tests. **Scand J Med Sci Sports** (2006) 16:57-69.

BOTTARO, M. F.; HEYWARD, V. H.; BEZERRA, R. F. A.; WAGNER, D. R. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. **JEP online** (2002) 5(2): 11-18.

BRANDÃO, C. Manual de doenças ósteo-metabólicas: densitometria óssea. Instituto Fleury (2005) Disponível em: <http://www.fleury.com.br/htmls/cdrom/capitulo3.htm>. Acesso em 16 out. 2006.

BRENTANO, M. A.; CADORE, E. L.; SILVA, E. M. da; AMBROSINI, A. B.; COERTJENS, M.; PETKOWICZ, R.; VIERO, I.; KRUEL, L. F. M. Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. **J Strength Cond Res** (2008). *No prelo*.

BRIGHTON, C. T.; KATZ, M. J.; GOLL, S. R.; NICHOLS, C. E.; POLLACK, S. R. Prevention and treatment of sciatic denervation disuse osteoporosis in the rat tibia whit capacitatively coupled electrical stimulation. **Bone** (1985) 6: 87-97.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. (ASEP) Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **J Exercise Physiol** (2001) 4(3): 1-21.

CADORE, E. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. **Rev Bras Med Esporte** (2005) 11(6): 373-379.

CALDWELL, A. M. **A comparison of linear and undulating periodized strength training programs**. 2004. 65 f. Thesis (Masters of Arts in Physical Education) – Faculty of the Department of Physical Education, Exercise & Sport Sciences – East Tennessee State University, Tennessee, 2004.

CAMPOS, G. E. R.; LUECKE, T. J.; WENDELN, H. K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F. C.; MURRAY, T. F.; RAGG, K. E.; RATAMESS, N. A.; KRAEMER, W. J.; STARON, R. S. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimes: specificity of repetition maximum training zones. **Eur J Appl Physiol** (2002) 88: 50-60.

CARROLL, T. J.; RIEK, S.; CARSON, R. G. Neural adaptations to resistance training: implications for movement control. **Sports Med** (2001) 31(12): 829-840.

CASTRO, M.; NIKOLAEV, V. O.; PALM, D.; LOHSE, M. J.; VILARDAGA, J. P. Turn-on switch in parathyroid hormone receptor by a two-step parathyroid hormone binding mechanism. **The National Academy of Science of the USA** (2005) 102(44): 16084-16089.

CHAN, K. M.; ANDERSON, M.; LAU, E. M. C. Exercise interventions: defusing the world's osteoporosis time bomb. **Bulletin of the World Health Organization** (2003) 81(11): 827-830.

CHENG, S.; SIPILÄ, S.; TAAFFE, D. R.; PUOLAKKA, J.; SUOMINEN, H. Change in bone mass distribution induced by hormone replacement therapy and high-impact physical exercise in post-menopausal women. **Bone** (2002) 31: 122-135.

CHUBAK, J.; ULRICH, C. M.; TWOROGGER, S. S.; SORENSEN, B.; YASUI, Y.; IRWIN, M. L.; STANCZYK, F. Z.; POTTER, J. D.; McTIERNAN, A. Effect of exercise on bone mineral density and lean mass in postmenopausal women. **Med Sci Sports Exerc** (2006) 38(7): 1236-1244.

COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. Rio de Janeiro: John Wiley & Sons, Inc., 1965.

COX, M. L.; KHAN, S. A.; GAU, D. W.; COX, S. A.; HODKINSON, H. M. Determinants of forearm bone density in premenopausal women: a study in on general practice. **British J General Practice** (1991) 41: 194-196.

CUPPARI, L. (Coord.). **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2. ed. rev. e ampl. Barueri, São Paulo: Manole, 2005. – (Guias de medicina ambulatorial e hospitalar / editor Nestor Schor).

DELMAS, P. D.; EASTELL, R.; GARNERO, P.; SEIBEL, M. J.; STEPAN, J. The use of biochemical markers of bone turnover in osteoporosis. **Osteoporos Int** (2000) Suppl. 6: S2-17.

DELMAS, P. D.; ENSRUD, K. E.; ADACHI, J. D.; HARPER, K. D.; SARKAR, S.; GENNARI, C.; REGINSTER, J. Y.; POLS, H. A. P.; RECKER, R. R.; HARRIS, S. T.; WU, W.; GENANT, H. K.; BLACK, D. M.; EASTELL, R. Efficacy of Raloxifene on vertebral fracture risk reduction in postmenopausal women with osteoporosis: four-year results from a randomized clinical trial. **J Clin Endocrinol Metab** (2002) 87(8): 3609-3617.

DEMÉTRIO, C.G.B. **Modelos Lineares Generalizados em Experimentação Agrônômica**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.

DIAS, R. M. R.; CYRINO, E. S.; SALVADOR, E. P.; CALDEIRA, L. F. S.; NAKAMURA, F. Y.; PAPST, R. R.; BRUNA, N.; GURJÃO, A. L. D. Influência do processo de familiarização da força muscular em testes de 1-RM. **Rev Bras Med Esporte** (2005) 11(1): 34-38.

DINÇ, H.; SAVCI, G.; DEMIRCI, A.; SADIKOGLU, M. Y.; TUNCEL, E.; YAVUZ, H. Quantitative computed tomography for measuring bone mineral density in athletes. **Calcif Tissue Int** (1996) 58(6): 398-401.

DORNEMANN, T. M.; McMURRAY, R. G.; RENNER, J. B.; ANDERSON, J. J. B. Effects of high-intensity exercise on bone mineral density and muscle strength of 40-50-year-old women. **J Sports Med Phys Fitness** (1997) 37(4): 246-251.

FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **Eur J Appl Physiol** (2003) 89(6): 578-586.

FERNANDES FILHO, J. **A Prática da Avaliação Física: Testes, Medidas e Avaliação Física em Escolares, Atletas e Academias de Ginástica**. 2. ed. revista e atualizada. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

FLECK, S. J. Periodized strength training: a critical review. **J Strength Cond Res** (1999) 13(1): 82-89.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 3. ed. Porto Alegre: ArtMed Editora S.A, 2006.

FOLLAND, J. P.; CHONG, J.; COPEMAN, E. M.; JONES, D. A. Acute muscle damage as a stimulus for training-induced gains in strength. **Med Sci Sports Exerc** (2001) 33(7): 1200-1205.

FORTEZA de la ROSA, A. **Direções de treinamento: novas concepções metodológicas**. Rio de Janeiro: Phorte, 2006.

FRISCHENBRUDER, J. A.; ROSE, E. H. de. Osteoporose e exercício. **Rev Bras Med Esporte** (1996) 2(2): 37-40.

FRONTERA, W. R.; HUGHES, V. A.; FIELDING, R. A.; FIATARONE, M. A.; EVANS, W. J.; ROUBENOFF, R. Aging of skeletal muscle: 12-yr longitudinal study. **J Appl Physiol** (2000) 88(4): 1321-1326.

FUKADA, E.; YASUDA, I. On the piezoelectric effect of bone. **J Phys Soc Japan** (1957) 12(10): 1158-1162.

GAWLITTA, D. Coaches: BOUTEN, C. V. C.; BAAIJENS, F. P. T.; OOMENS, C. W. J. **A literature review on skeletal muscle tissue engineering, cell damage and cell death, damage markers and decubitus**. BMTE 03.27, Internal Report (2003) 73 f. Relatório de literatura para tese de PhD – Division Biomechanics and Tissue Engineering - Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2003.

GILSANZ, V.; GIBBENS, D. T.; ROE, T. F.; CARLSON, M.; SENAC, M. O.; BOECHAT, M. I.; HUANG, H. K.; SCHULZ, E. E.; LIBANATI, C. R.; CANN, C. C. Vertebral bone density in children: effect of puberty. **Radiology** (1988) 166: 847-850.

GLEESON, M.; WALSH, N. P.; BLANNIN, A. K.; ROBSON, P. J.; COOK, L.; DONNELLY, A. E.; DAY, S. H. The effect of severe eccentric exercise-induced muscle damage on plasma elastase, glutamine and zinc concentrations. **Eur J Appl Physiol** (1998) 77(6): 543-546.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo: estruturação e periodização**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GOODSHIP, A. E.; CUNNINGHAM, J. L.; OGANOV, V.; DARLING, J.; MILES, A. W.; OWEN, G. W. Bone loss during long term space flight is prevented by the application of a short term impulsive mechanical stimulus. **Acta Astronautica** (1998) 43: 65-75.

GREENDALE, G. A.; CHU, J.; FERRELL, R.; RANDOLPH, J. F.; JOHNSTON, J. M.; SOWERS, M. R. The association of bone mineral density with estrogen receptor gene polymorphisms. **Am J Med** (2006) 119(9) suppl. 1: S79-S86.

HARRIES, U. J.; BASSEY, E. J. Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. **Eur J Appl Physiol** (1990) 60(3): 187-190.

HARRISON, J. E.; MUULER, C.; KRISHNAN, S. S.; KOOH, S. W.; NORIEGA, E.; LESLIE, C.; McNEILL, K. G. The value and limitation of dual-energy X-ray absorptiometry. **Asia Pacific J Clin Nutr** (1995) 4: 181-182.

HARTMANN, U.; MESTER, J. Training e overtraining markers in selected sport events. **Med Sci Sports Exerc** (2000) 32(1): 209-215.

HASS, C. J.; GARZARELLA, L.; HOYOS, D. de; POLLOCK, M. L. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Med Sci Sports Exerc** (2000) 32(1): 235-242.

HAWKER, G. A.; JAMAL, S. A.; RIDOUT, R.; CHASE, C. A clinical prediction rule to identify premenopausal women with low bone mass. **Osteoporos Int** (2002) 13(5): 400-406.

HENRY, Y. M.; EASTELL, R. Ethnic and gender differences in bone mineral density and bone turnover in young adults: effect of bone size. **Osteoporos Int** (2000) 11(6): 512-517.

HUMPHRIES, B.; NEWTON, R. U.; BRONKS, R.; MARSHALL, S.; McBRIDE, J.; TRIPLETT-McBRIDE, T.; HÄKKINEN, 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.

HUNTER, D. J.; SAMBROOK, P. N. Bone loss: epidemiology of bone loss. **Arthritis Res** (2000) 2(6): 441-445.

INAOKA, T.; BILBE, G.; ISHIBASHI, O.; TEZUKA, K.; KUMEGAWA, M.; KOKUBO, T. Molecular cloning of human cDNA for cathepsin K: novel cysteine proteinase predominantly expressed in bone. **Biochem Biophys Res Commun** (1995) 206(1): 89-96.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR CLINICAL DENSITOMETRY (ISCD). **The ISCD's Official Positions** (update 2005). ISCD, 2005.

KANIS, J. A.; GLÜER, C. C. An update on the diagnosis and assessment of osteoporosis with densitometry. **Osteoporos Int** (2000) 11(3): 192-202.

KANNUS, P. Preventing osteoporosis, falls, and fractures among elderly people: promotion of lifelong physical activity is essential. **British Medical J** (1999) 318: 205-206.

KAURANEN, K.; SIIRA, P.; VANHARANTA, H. Delayed-onset muscle soreness and motor performance of the upper extremity. **Eur J Appl Physiol** (2001) 84(4): 302-309.

KELLEY, G. A.; KELEY, K. S.; TRAN, Z. V. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trial. **Am J Phys Med Rehabil** (2001) 80: 65-77.

KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Efficacy of resistance exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. **J of Women's Health** (2004) 13(3): 293-300.

KEMMLER, W.; LAUBER, D.; WEINECK, J.; HENSEN, J.; KALENDER, W.; ENGELKE, K. Benefits of 2 years of intense exercise on bone density, physical fitness, and blood lipids in early postmenopausal osteopenic women. **Arch Intern Med** (2004) 164(10): 1084-1091.

KOK, L. **Comparing linear and undulating periodisation for improving and maintaining muscular strength qualities in women.** 2006. 228 f. Thesis (Doctor of philosophy) – School of Human Movement and Exercise Science, The University of Western Australia, 2006.

KONTULAINEN, S.; HEINONEN, A.; KANNUS, P.; PASANEN, M.; SIEVÄNEN, H.; VUORI, I. Former exercises of an 18-month intervention display residual aBMD benefits compared with control women 3.5 years post-intervention: a follow-up of a randomized controlled high-impact trial. **Osteoporos Int** (2004) 15(1): 248-251.

KRAEMER, W. J. Strength training basics: designing workouts to meet patients' goals. **Physician and Sportsmedicine** (2003) 31(8): 39-45.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc** (2004) 36(4): 674-688.

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

LEE, J.; CLARKSON, P. M. Plasma creatine kinase activity and glutathione after eccentric exercise. **Med Sci Sports Exerc** (2003) 35(6): 930-936.

LESLIE, W. D.; MacWILLIAM, L.; LIX, L.; CAETANO, P. FINLAYSON, G. S. A population-based study of osteoporosis testing and treatment following introduction of a new bone densitometry service. **Osteoporos Int** (2005) 16(7): 773-782.

LEWIECKI, E. M. Management of osteoporosis. **Clinical and Molecular Allergy** (2004) 2(9): 11p.

LEWIN, S.; GOUVEIA, C. A. de A.; MARONE, M. M. S.; WEHBA, S.; MALVESTITI, L. F.; BIANCO, A. C. Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal. **Rev Assoc Med Bras** (1997) 43(2): 127-136.

LINDLE, R. S.; METTER, E. J.; LYNCH, N. A.; FLEG, J. L.; FOZARD, J. L.; TOBIN, J.; ROY, T. A.; HURLEY, B. F. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. **J Appl Physiol** (1997) 83(5): 1581-1587.

MADDALOZZO, G. F.; SNOW, C. M. High intensity resistance training: effects on bone in older men and women. **Calcif Tissue Int** (2000) 66:399-404.

MANOLAGAS, S. C. Birth and death of bone cells: basic regulatory mechanisms and implications for the pathogenesis and treatment of osteoporosis. **Endocr Rev** (2000) 21(2): 115-137.

MARQUEZ, M. A.; MELTON, L. J.; MUHS, J. M.; CROWSON, C. S.; TOSOMEEN, A.; O'CONNOR, M. K.; O'FALLON, W. M.; RIGGS, B. L. Bone density in an immigrant population from Southeast Asia. **Osteoporos Int** (2001) 12(7): 595-604.

MARTIN, A. D.; HOUSTON, C. S. Osteoporosis, calcium and physical activity. **Can Med Assoc J** (1987) 136: 587-593.

MARTIN-St JAMES, M.; CARROL, S. Progressive high-intensity resistance training and bone mineral density changes among premenopausal women: evidence of discordant site-specific skeletal effects. **Sports Med** (2006) 36(8): 683-704.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2003.

McBRIDE, J. M.; TRIPLETT-McBRIDE, T.; DAVIE, A.; NEWTON, R. U. The effect of heavy-Vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. **J Strength Cond Res** (2002) 16(1): 75-82.

McGARRY, J. G.; KLEIN-NULEND, J.; MULLENDER, M. G.; PRENDERGAST, P. J. A comparison of strain and fluid shear stress in stimulating bone cell responses: a comparison and experimental study. **The FASEB Journal** (2004) 18(15): 22p.

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 increase regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. **J Appl Physiol** (1993) 74(5): 2478-2484.

MERRILEES, M. J.; SMART, E. J.; GILCHRIST, N. L.; FRAMPTON, C.; TURNER, J. G.; HOOKE, E.; MARCH, R. L.; MAGUIRE, P. Effects of dairy food supplements on bone mineral density in teenage girls. **Eur J Nutr** (2000) 39(6): 256-262.

MOREIRA, C.A. **Atividade Física na Maturidade: avaliação e prescrição de exercícios**. Rio de Janeiro: Shape, 2001.

MORRIS, F. L.; PAYNE, W. R.; WARK, J. D. The impact of intense training on endogenous estrogen and progesterone concentrations and bone mineral acquisition in adolescent rowers. **Osteoporos Int** (1999) 10(5): 361-368.

NEW, S. A.; BOLTON-SMITH, C.; GRUBB, D. A.; REID, D. M. Nutritional influences on bone mineral density: a cross-sectional study in premenopausal women. **Am J Clin Nutr** (1997) 65(6): 1831-1839.

NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K.; NEWTON, M.; SACCO, P. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? **Med Sci Sports Exerc** (2001a) 33(9): 1490-1495.

NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K.; NEWTON, M.; SACCO, P. The repeated bout effect of reduced-load eccentric exercise on elbow flexor muscle damage. **Eur J Appl Physiol** (2001b) 85(1):34-40.

NOSAKA, K.; NEWTON, M. Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage. **Med Sci Sports Exerc** (2002) 34(1):63-69.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. **WHO Technical Report Series, 843**. Geneva: WHO, 1994.

OKUBO, H.; SASAKI, S.; HORIGUCHI, H.; OGUMA, E.; MIYAMOTO, K.; HOSOI, Y.; KIM, M. -K.; KAYAMA, F. Dietary patterns associated with bone mineral density in premenopausal Japanese farmwomen. **Am J Clin Nutr** (2006) 83(5): 1185-1192.

OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; INGEMANN-HANSEN, T.; GISSEL, H.; CLAUSEN, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Med Sci Sports Exerc** (2004) 36(5): 821-829.

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.

PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – revisão e novas evidências. **Rev Bras Med Esporte** (2003) 9(5): 325-335.

PEREIRA, B.; SOUZA JÚNIOR, T. P. de. **Compreendendo a barreira do rendimento físico: aspectos metabólicos e fisiológicos**. São Paulo: Phorte, 2005.

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 Sports Exerc** (1991) 23(4): 499-504.

POLLOCK, M.L.; WILMORE, J.H. **Exercícios na Saúde e na Doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.

PRUITT, L. A.; JACKSON, R. D.; BARTELS, R. L.; LEHNHARD, H. J. Weight-training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. **J Bone Miner Res** (1992) 7(2): 179-185.

REID, I. R.; LEGGE, M.; STAPLETON, J. P.; EVANS, M. C.; GREY, A. B. Regular exercise dissociates fat mass and bone density in premenopausal women. **J Clin Endocrinol Metab** (1995) 80: 1764-1768.

RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; BURKETT, L. N.; BALL, S. D. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Med Sci Sports Exerc** (2003) 35(3): 456-464.

RHODES, E. C.; MARTIN, A. D.; TAUNTON, J. E.; DONNELLY, M.; WARREN, J.; ELLIOT, J. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. **Br J Sports Med** (2000) 34(1): 18-22.

ROTH, S. M.; MARTEL, G. F.; IVEY, F. M.; LEMMER, J. T.; METTER, E. J.; HURLEY, B. F.; ROGERS, M. A. High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. **J Appl Physiol** (2000) 88(3): 1112-1118.

RYAN, A.S.; TREUTH, M.S.; RUBIN, M. A.; MILLER, J. P.; 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.

RYAN, A. S.; IVEY, F. M.; HURLBUT, D. E.; MARTEL, G. F.; LEMMER, J. T.; SORKIN, J. D.; METTER, E. J.; FLEG, J. L.; HURLEY, B. F. Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. **Scan J Med Sci Sports** (2004) 14: 16-23.

SAMBROOK, P.; COOPER, C. Osteoporosis. **Lancet** (2006) 367: 2010-2018.

SARAIVA, G. L.; LAZARETTI-CASTRO, M. Marcadores bioquímicos de remodelação óssea na prática clínica. **Arq Bras Endocrinol Metab** (2002) 46(1): 72-78.

SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide 8.0**. Cary: SAS Institute Inc., 1999. (compact disc).

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22.ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SCHIOTZ, M. K.; POTTEIGER, J. A.; HUNTSINGER, P. G.; DENMARK, D. C. The short-term effects of periodized and constant-intensity training on body composition, strength, and performance. **J Strength Cond Res** (1998) 12(3): 173-178.

SCHROEDER, E. T.; HAWKINS, S. A.; JAQUE, S. V. Musculoskeletal adaptations to 16 weeks of eccentric progressive resistance training in young women. **J Strength Cond Res** (2004) 18(2): 227-235.

SHIMANO, T.; KRAEMER, W. J.; SPIERING, B. A.; VOLEK, J. S.; HATFIELD, D. L.; SILVESTRE, R.; VINGREN, J. L.; FRAGALA, M. S.; MARESH, C. M.; FLECK, S. J.; NEWTON, R. U.; SPREUWENBERG, L. P. B.; HÄKKINEN, K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. **J Strength Cond Res** (2006) 20(4): 819-823.

SINAKI, M.; FITZPATRICK, L. A.; RITCHIE, C. K.; MONTESANO, A.; WAHNER, H. W. Site-specificity of bone mineral density and muscle strength in women: job-related physical activity. **Am J Phys Med Rehabil** (1998) 77(6): 470-476.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Posicionamento Oficial: Atividade física e saúde na mulher. **Rev Bras Med Esporte** (2000) 6(6): 215-220.

STARKEY, D. B.; POLLOCK, M. L.; ISHIDA, Y.; WELSCH, M. A.; BRECHUE, W. F.; GRAVES, J. E.; FEIGENBAUM, M. S. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. **Med Sci Sports Exerc** (1996) 28(10): 1311-1320.

STENGEL, S. V.; KEMMLER, W.; PINTAG, R.; BEESKOW, C.; WEINECK, J.; LAUBER, D.; KALENDER, W. A.; ENGELKE, K. Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. **J Appl Physiol** (2005) 99: 181-188.

STORTI, A. T.; ZANIN, E. M.; CONFORTIN, H.; AGRANIONI, N. T.; ZAKREVSKI, S. B. **Trabalhos acadêmicos: da concepção à apresentação**. 2 ed. Erechim: EdiFAPES, 2006.

STREWLER, G. J. Local and systemic control of the osteoblast. **J Clin Invest** (2001) 107(3): 271-272.

STUPKA, N.; LOWTHER, S.; CHORNEYKO, K.; BOURGEOIS, J. M.; HOGBEN, C.; TARNOPOLSKY, M. A. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. **J Appl Physiol** (2000) 89(6): 2325-2332.

SUZUKI, H.; NAKAMURA, I.; TAKAHASHI, N.; IKUHARA, T.; MATSUZAKI, K.; ISOGAI, Y.; HORI, M.; SUDA, T. Calcitonin-induced changes in the cytoskeleton are mediated by a signal pathway associated with protein kinase a in osteoclasts. **Endocrinology** (1996) 137(11): 4685-4690.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. **J Strength Cond Res** (1999) 13(3):289-304.

TANIMOTO, M.; ISHII, N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. **J Appl Physiol** (2006) 100: 1150-1157.

TRAN, Q. T.; DOCHERTY, D.; BEHM, D. The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses. **Eur J Appl Physiol** (2006) 98: 402-410.

TRITSCHLER, K. A. **Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow & McGee**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2003.

TSUZUKU, S.; SHIMOKATA, H.; IKEGAMI, Y.; YABE, K.; WASNICH, R. D. Effects of high versus low-intensity resistance training on bone mineral density in young males. **Calcif Tissue Int** (2001) 68(6): 342-347.

TUCCI, J. R. Importance of early diagnosis and treatment of osteoporosis to prevent fractures. **Am J Manag Care** (2006) 12: S181-S190.

TUCKER, K. L.; HANNAN, M. T.; CHEN, H.; CUPPLES, A.; WILSON, P. W. F.; KIEL, D. P. Potassium, magnesium, and fruit and vegetable intakes are associated with greater bone mineral density in elderly men and women. **Am J Clin Nutr** (1999) 69(4): 727-736.

TUDOR-LOCKE, C.; MCCOLL, R. S. Factors related to variation in premenopausal bone mineral status: a health promotion approach. **Osteoporos Int** (2000) 11: 1-24.

TWIST, C.; ESTON, R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. **Eur J Appl Physiol** (2005) 94: 652-658.

VÄÄNÄNEN, K. Mechanism of osteoclast mediated bone resorption-rational for the design of new therapeutics. **Advanced Drug Delivery Reviews** (2005) 57(7): 959-971.

VAES, G. On the mechanisms of bone resorption: the action on parathyroid hormone on the excretion and synthesis of lysosomal enzymes and on the extracellular release of acid by bone cells. **J Cell Biol** (1968) 39: 676-697.

VENDRUSCULO, A. P. **Análise de lesão muscular e comportamento do VO₂máx entre um programa de treinamento de corrida em piscina funda e corrida em terra**. 2005. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Escola de Educação Física, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

VINCENT, K. R.; BRAITH, R. W. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. **Med Sci Sports Exerc** (2002) 34(1): 17-22.

VINCENT, K. R.; BRAITH, R. W.; FELDMAN, R. A.; KALLAS, H. E.; LOWENTHAL, D. T. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. **Arch Intern Med** (2002) 162: 673-678.

WALSH, M. C.; HUNTER, G. R.; LIVINGSTONE, M. B. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. **Osteoporos Int** (2006) 17: 61-67.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003.

WHITING, W. C.; ZERNICKE, R. F. **Biomecânica da lesão musculoesquelética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2001.

WILLOUGHBY, D. S.; PELSUE, S. Effects of high-intensity strength training on steady-state myosin heavy chain isoform Mrna expression. **JEP online** (2000) 3(4): 13-25.

WINETT, R. A.; CARPINELLI, R. N. Potential health-related benefits of resistance training. **Preventive Medicine** (2001) 33: 503-513.

WINTERS-STONE, K.; SNOW, C.M. Musculoskeletal Response to Exercise Is Greatest in whit Low Initial Values. **Med Sci Sports Exerc** (2003) 35(10): 1691-1696.

WINZENBERG, T.; OLDENBURG, B.; FRENDIN, S.; De WIT, L.; RILEY, M.; JONES, G. The effect on behavior and bone mineral density of individualized bone mineral density feedback and educational interventions in premenopausal women: a randomized controlled trila. **BMC Public Health** (2006) 6(12): 1-12.

XAVIER, L.H. **Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação**. Piracicaba, 2000. 91 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000.

YARASHESKY, K. E.; CAMPBELL, J. A.; KOHRT, W. M. Effects of resistance exercise and growth hormone on bone density in older men. **Clin Endocrinol** (1997) 47(2): 223-229.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tonelagem de cada mesociclo por grupo

Tabela 15 – Tonelagem total de cada mesociclo por grupo.

Mesociclos	Grupos	
	GPL(n=14)	GPO(n=13)
1	3235,7 t	3018,9 t
2	7324 t	4642,9 t
3	7072,3 t	6702,5 t
4	6353,7 t	7599,3 t

GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada; t, tonelada.

APÊNDICE B - Médias e EP da análise do Δ de pesos, Δ de RM e CT

Tabela 16 - Médias e erro-padrão (EP) do Δ de pesos, Δ de RM e CT em função dos grupos.

	Variável	GPL (n=14)	GPO (n=13)	p>t
		Média \pm EP		
Δ de pesos (kg)	1-RM Abdominal	32,6 \pm 3,03	29,2 \pm 2,42	0,3922
	1-RM Abdutor	29,6 \pm 2,68	26,7 \pm 3,74	0,5327
	1-RM Adutor	31,1 \pm 3,82	26 \pm 3,15	0,3130
	1-RM Cintura	26,1 \pm 3,47	28,2 \pm 2,67	0,6411
	1-RM Hack	64,7 \pm 9,74	70,9 \pm 11	0,6758
	1-RM Leg Press	80,4 \pm 8,69	82,1 \pm 10,5	0,8998
	1-RM Remada	5,14 \pm 0,78	5,46 \pm 1,11	0,8141
	1-RM Supino	7 \pm 1,04	10,8 \pm 1,42	0,0408
	20-RM Abdominal	452,9 \pm 30,57	398,5 \pm 31,2	0,2252
	20-RM Abdutor	602,9 \pm 39,4	501,5 \pm 57,7	0,1542
	20-RM Adutor	472,9 \pm 39,98	420 \pm 36,6	0,3410
	20-RM Cintura	517,1 \pm 29,6	444,6 \pm 51,5	0,2257
	20-RM Hack	1610 \pm 177	1532 \pm 170	0,7554
	20-RM Leg Press	1691 \pm 139	1612 \pm 199	0,7444
	20-RM Remada	225,7 \pm 13	176,9 \pm 8,43	0,0048
	20-RM Supino	222,9 \pm 12,4	190,8 \pm 14,4	0,1025
Δ de RM (repetições)	1-RM Abdominal	18 \pm 1,14	14,1 \pm 1,25	0,0287
	1-RM Abdutor	17,7 \pm 2,85	14,2 \pm 1,97	0,3315
	1-RM Adutor	22,9 \pm 2,74	22,3 \pm 4,43	0,9046
	1-RM Cintura	17,4 \pm 3,42	17,6 \pm 2,30	0,9648
	1-RM Hack	15,7 \pm 2,37	14,8 \pm 2,57	0,7886
	1-RM Leg Press	20 \pm 2,04	17,5 \pm 2,57	0,4430
	1-RM Remada	3,29 \pm 0,55	3,15 \pm 0,73	0,8855
	1-RM Supino	8,79 \pm 1,19	11,8 \pm 1,72	0,1621
	20-RM Abdominal	13,1 \pm 1,34	13,1 \pm 1,65	0,9979
	20-RM Abdutor	30,2 \pm 3,15	22,9 \pm 4,18	0,1724
	20-RM Adutor	43,6 \pm 4,58	43 \pm 7,81	0,9493
	20-RM Cintura	33,6 \pm 4,27	24,3 \pm 2,89	0,0887
	20-RM Hack	30,3 \pm 4,43	23,1 \pm 3,10	0,2055
	20-RM Leg Press	30 \pm 5,53	21,5 \pm 2,60	0,1893
	20-RM Remada	19 \pm 1,72	14 \pm 1,66	0,0473
	20-RM Supino	16,3 \pm 2,55	16,5 \pm 3,18	0,9657
CT (t)	Carga Total Treinamento	1713 \pm 93	1690 \pm 81	0,8502

EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada.

APÊNDICE C – Valores pré e pós-treino das variáveis MC e IMC

Tabela 17 – Características de antropometria pré e pós-treino por grupo e a interação período x grupo.

Variáveis	GPL (n=14)	GPO (n=13)	P
	Média ± EP		
MC pré (kg)	58,9 ± 1,69	58,2 ± 1,41	0,9872
MC pós (kg)	60 ± 1,93	59,4 ± 1,56	
IMC pré (kg·m⁻²)	23,3 ± 0,49	22,1 ± 0,22	0,9907
IMC pós (kg·m⁻²)	23,7 ± 0,62	22,5 ± 0,49	

EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada; MC, massa corporal; IMC, índice de massa corporal.

APÊNDICE D – Níveis descritivos de probabilidade do teste F

Tabela 18 - Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas ($p < 0,05$).

Variáveis	Grupo	Período	Período × Grupo
MC ¹	0,6950	0,5030	0,9872
IMC ¹	0,0289	0,4035	0,9907
DC Triceps ¹	0,1743	0,3464	0,9994
DC Suprailíaca ²	0,0693	0,4206	0,9332
DC Abdominal ¹	0,2351	0,6410	0,8624
∑ 3 DC ¹	0,1016	0,4268	0,9601
PE Cintura ¹	0,2725	0,2917	0,9892
PE Abdominal ²	0,4837	0,2403	0,7481
PE Quadril ¹	0,3557	0,4127	0,9930
PE Coxa Proximal ¹	0,5782	0,6774	0,9962
PE Coxa Meso Femoral ¹	0,3838	0,7497	0,8423
PE Coxa Distal ¹	0,4897	0,0288	0,7679
DMO _{L1-L4} ¹	0,3291	0,8479	0,8221
DMO _{Colo} ²	0,2909	0,6115	0,9625
DMO _{Ward} ²	0,0737	0,5144	0,8767
DMO _{Troc} ¹	0,4758	0,8936	0,5353
1-RM Leg Press ¹	0,6510	<,0001	0,9454
1-RM Hack ²	0,4151	<,0001	0,8203
1-RM Adutor ³	0,8453	<,0001	0,4455
1-RM Abdutor ²	0,6213	<,0001	0,7151
1-RM Cintura ³	0,3761	<,0001	0,6374
1-RM Abdominal ³	0,1659	<,0001	0,5065
1-RM Supino ¹	0,9213	<,0001	0,2489
1-RM Remada ¹	0,4015	0,0028	0,9216
20-RM Leg Press ³	0,5060	<,0001	0,8226
20-RM Hack ⁴	0,8491	<,0001	0,8622
20-RM Adutor ³	0,5266	<,0001	0,5126
20-RM Abdutor ³	0,9120	<,0001	0,3038
20-RM Cintura ³	0,0970	<,0001	0,3846

continua

Tabela 18 - Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de modelos mistos para medidas repetidas ($p < 0,05$).

Variáveis	Grupo	Período	Período × Grupo
20-RM Abdominal ¹	0,1421	<,0001	0,4819
20-RM Supino ¹	0,9683	<,0001	0,4708
20-RM Remada ²	0,3728	<,0001	0,1798
Energia ¹	0,0254	0,7572	0,7370
Proteínas ¹	0,8128	0,5192	0,2601
Lipídios ¹	0,0960	0,5405	0,5663
Carboidratos ¹	0,2328	0,3546	0,2211
Cálcio ¹	0,0729	0,7926	0,7979
Fósforo ⁵	0,0211	0,7822	0,3274
Magnésio ¹	0,0087	0,6291	0,9523
%1-RM Leg Press ⁶	0,7219	<,0001	0,7375
%1-RM Hack ²	0,2215	<,0001	0,6080
%1-RM Adutor ⁶	0,2747	0,0196	0,8697
%1-RM Abdutor ⁵	0,5695	<,0001	0,3548
%1-RM Cintura ⁵	0,2415	<,0001	0,1470
%1-RM Abdominal ⁶	0,5764	0,0033	0,8879
%1-RM Supino ¹	0,9360	<,0001	0,0227
%1-RM Remada ²	0,1134	<,0001	0,1191

Foi utilizada a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias do tipo: ¹ Diagonal principal com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo; ² Diagonal principal; ³ Componente de variância com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo; ⁴ Componente de variância; ⁵ Sem-estrutura com estimativas dos parâmetros diferentes para cada grupo; ⁶ Auto regressiva de 1ª ordem com estimativas diferentes dos parâmetros para cada grupo. MC, massa corporal; IMC, índice de massa corporal; DC, dobras cutâneas; \sum 3 DC, somatório 3 dobras cutâneas; PE, perímetros; DMO, densidade mineral óssea; 1-RM, uma repetição máxima; 20-RM, vinte repetições máximas; %1-RM, intensidade relativa.

APÊNDICE E – Médias e EP em função do grupo e do período

Tabela 19 - Médias e erros-padrão (EP) das variáveis avaliadas em função do grupo e do período.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós
		Média ± EP	
MC (kg)	GPL	58,9±1,69	60±1,93
	GPO	58,2±1,41	59,4±1,56
IMC (kg·m ⁻²)	GPL	23,3±0,49 ^a	23,7±0,62 ^a
	GPO	22,1±0,44 ^b	22,5±0,49 ^b
DC Tríceps (mm)	GPL	18,9±1,04	20±1,26
	GPO	17,3±1,01	18,4±1,33
DC Supraílica (mm)	GPL	16,3±1,31	17,5±1,74
	GPO	13,2±1,36	14,6±1,80
DC Abdominal (mm)	GPL	23,6±1,80	24,8±2,19
	GPO	21,7±1,47	22,2±1,93
∑ DC (mm)	GPL	58,9±3,89	62,4±4,96
	GPO	52,2±2,78	55,3±4,27
PE Cintura (cm)	GPL	73,2±1,46	71,7±1,59
	GPO	71,6±1,26	70,1±1,31
PE Abdômen (cm)	GPL	82±1,52	80,6±1,59
	GPO	81,4±1,58	79±1,65
PE Quadril (cm)	GPL	96,7±1,47	95,5±1,64
	GPO	95,4±1,17	94,2±1,27
PE Coxa Proximal (cm)	GPL	55,3±1,08	54,9±1,06
	GPO	54,7±1,05	54,3±0,93
PE Coxa Meso Femoral (cm)	GPL	50±0,80	50,1±0,81
	GPO	49,1±0,99	49,5±0,91
PE Coxa Distal (cm)	GPL	39,7±0,67	41,6±0,67
	GPO	39,4±0,77	40,9±0,77
DMO _{L1-L4} (g·cm ⁻²)	GPL	1,207±0,031	1,208±0,031
	GPO	1,241±0,025	1,230±0,025

continua

Tabela 19 - Médias e erros-padrão (EP) das variáveis avaliadas em função do grupo e do período.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós
		Média ± EP	
DMO _{Colo} (g·cm ⁻²)	GPL	1,011±0,023	0,999±0,025
	GPO	1,039±0,024	1,025±0,026
DMO _{Ward} (g·cm ⁻²)	GPL	0,891±0,027	0,877±0,027
	GPO	0,947±0,028	0,924±0,028
DMO _{Troc} (g·cm ⁻²)	GPL	0,831±0,016	0,814±0,020
	GPO	0,833±0,028	0,844±0,024
1-RM Leg Press (kg)	GPL	174,6±9,96 ^B	255±12,8 ^A
	GPO	168±11,3 ^B	250,1±15,2 ^A
1-RM Hack (kg)	GPL	190±12,3 ^B	254,7±14,2 ^A
	GPO	175,7±12,7 ^B	246,6±14,7 ^A
1-RM Adutor (kg)	GPL	43,9±3,58 ^B	75,1±3,58 ^A
	GPO	45,8±3,03 ^B	71,8±3,03 ^A
1-RM Abdutor (kg)	GPL	66,4±3,26 ^B	95,9±4,32 ^A
	GPO	65,8±3,38 ^B	92,5±4,48 ^A
1-RM Cintura (kg)	GPL	58,7±3,15 ^B	84,9±3,04 ^A
	GPO	54,8±2,49 ^B	83±2,22 ^A
1-RM Abdominal (kg)	GPL	46,2±2,33 ^B	78,9±2,33 ^A
	GPO	44,3±2,72 ^B	73,5±2,72 ^A
1-RM Supino (kg)	GPL	27,6±1,49 ^B	34,6±1,62 ^A
	GPO	25,8±1,58 ^B	36,6±1,70 ^A
1-RM Remada (kg)	GPL	42,1±1,40 ^B	47,3±1,74 ^A
	GPO	40,6±1,70 ^B	46,1±1,55 ^A
20-RM Leg Press (kg)	GPL	91,1±8,45 ^B	175,7±8,45 ^A
	GPO	87,2±9 ^B	167,8±9 ^A
20-RM Hack (kg)	GPL	91,6±10,9 ^B	172,1±10,87 ^A
	GPO	91,4±11,3 ^B	168±11,28 ^A
20-RM Adutor (kg)	GPL	25,8±1,91 ^B	49,4±1,91 ^A
	GPO	28,4±2,07 ^B	49,4±2,07 ^A

continua

Tabela 19 - Médias e erros-padrão (EP) das variáveis avaliadas em função do grupo e do período.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós
		Média ± EP	
20-RM Abdutor (kg)	GPL	35,4±2,48 ^B	65,6±2,48 ^A
	GPO	37,7±2,34 ^B	62,8±2,34 ^A
20-RM Cintura (kg)	GPL	32,6±1,76 ^B	58,5±1,76 ^A
	GPO	30,9±2,30 ^B	53,1±2,30 ^A
20-RM Abdominal (kg)	GPL	23,1±1,95 ^B	45,8±1,29 ^A
	GPO	21,6±1,93 ^B	41,5±2,31 ^A
20-RM Supino (kg)	GPL	11±1,02 ^B	22,1±1,12 ^A
	GPO	11,8±0,92 ^B	21,4±1,29 ^A
20-RM Remada (kg)	GPL	10,3±0,80 ^B	21,6±0,93 ^A
	GPO	12,3±0,83 ^B	21,1±0,97 ^A
Energia (kcal·dia ⁻¹)	GPL	1449±118 ^b	1452±136 ^b
	GPO	1748±94 ^a	1676±86 ^a
Proteínas (%diário)	GPL	17,1±1,24	19,1±1,08
	GPO	18,1±0,89	17,6±1,16
Lipídios (%diário)	GPL	24,5±1,40	26,1±1,27
	GPO	27,5±1,09	27,6±1,38
Carboidratos (%diário)	GPL	58,4±1,52	54,8±1,71
	GPO	54,4±1,61	54,9±1,59
Cálcio (mg·dia ⁻¹)	GPL	606,5±73,7	605,9±76,2
	GPO	760,8±75,8	722,8±63,3
Fósforo (mg·dia ⁻¹)	GPL	853±70 ^b	928±83 ^b
	GPO	1122±74 ^a	1080±66 ^a
Magnésio (mg·dia ⁻¹)	GPL	206,4±15,8 ^b	198,4±19,2 ^b
	GPO	260,5±18,1 ^a	250,2±20,9 ^a
%1-RM Leg Press	GPL	52±2,49 ^B	69,1±2,49 ^A
	GPO	52,1±2,08 ^B	67,5±2,08 ^A
%1-RM Hack	GPL	47,7±2,16 ^B	66,3±2,63 ^A
	GPO	52,1±2,24 ^B	68,1±2,73 ^A

continua

Tabela 19 - Médias e erros-padrão (EP) das variáveis avaliadas em função do grupo e do período.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós
		Média ± EP	
%1-RM Adutor	GPL	59,9±2,16 ^B	66,4±2,16 ^A
	GPO	63,3±2,94 ^B	69±2,94 ^A
%1-RM Abdutor	GPL	54,2±1,71 ^B	68,8±1,96 ^A
	GPO	57,5±2,83 ^B	68,3±2,21 ^A
%1-RM Cintura	GPL	56,5±2,41 ^B	69,2±1,42 ^A
	GPO	57,1±2,08 ^B	63,6±2,21 ^A
%1-RM Abdominal	GPL	49,7±2,72 ^B	58,5±2,72 ^A
	GPO	48,5±2,58 ^B	56,5±2,58 ^A
%1-RM Supino	GPL	39,8±3,03 ^B	64,4±2,03 ^A
	GPO	45,9±2,06 ^B	58,6±2,56 ^A
%1-RM Remada	GPL	24,4±1,85 ^B	46±1,87 ^A
	GPO	30,6±1,92 ^B	46,1±1,94 ^A

Médias seguidas por letras minúsculas, distintas nas colunas, diferem significativamente pelo teste de F ($p < 0,05$); Médias seguidas por letras maiúsculas, distintas nas linhas, diferem significativamente pelo teste de F ($p < 0,05$). EP, erro-padrão; GPL, grupo periodização linear; GPO, grupo periodização ondulada. MC, massa corporal; IMC, índice de massa corporal; DC, dobras cutâneas; \sum 3 DC, somatório 3 dobras cutâneas; PE, perímetros; DMO, densidade mineral óssea; 1-RM, uma repetição máxima; 20-RM, vinte repetições máximas; %1-RM, intensidade relativa.

ANEXOS

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, portador do documento de identidade número _____, concordo voluntariamente em participar do estudo “Comparação de dois modelos de treinamento de força na densidade mineral óssea, força muscular, antropometria e lesão muscular em mulheres pré-menopáusicas”, que envolverá treinamento com pesos e terá a duração de 7 meses.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido pela mestrande Adriane Carla Vanni, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com o objetivo de analisar as respostas de dois modelos de treinamento de força de alta intensidade na densidade mineral óssea e na ocorrência de lesão muscular. Estou ciente de que as informações obtidas no decorrer deste trabalho serão utilizadas para elaboração da dissertação da referida autora e pelo Programa, e que todas as informações utilizadas deverão manter o sigilo dos indivíduos avaliados.

- Compreendo que serei solicitado a:
 1. Fazer-me medidas corporais (peso, estatura, dobras cutâneas e perímetria);
 2. Fazer-me exames de Densitometria Óssea em clínica especializada;
 3. Fazer-me exames sanguíneos de creatina quinase em laboratório especializado através da coleta de 5 ml de sangue, nos períodos pré-determinados conforme protocolo da pesquisa;
 4. Fazer-me consultar com um médico cardiologista;
 5. Fazer-me consultar com um nutricionista;
 6. Fazer-me exercitar em aparelhos de musculação por 28 semanas;
 7. Realizar testes de força dinâmica máxima.
- Eu entendo que Adriane Carla Vanni e/ou estagiários irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a estes procedimentos;

- Eu entendo que 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;
- Eu entendo que não há compensação monetária pela minha participação nesse estudo, e também, que os gastos referentes aos exames e testes serão por conta do pesquisador;
- Eu entendo que no surgimento de uma lesão física resultante diretamente de minha participação no estudo, será providenciado pela pesquisadora todo o atendimento necessário;
- Eu entendo que não terá nenhum médico presente durante os testes de força dinâmica máxima; mas estará disponível uma linha telefônica para assistência médica de emergência;
- Eu entendo que posso fazer contato com a autora do estudo Adriane Carla Vanni, sua orientadora Prof^a. Dra. Flávia Meyer, qualquer estagiário ou assistente para quaisquer problemas referentes à minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos;
- Eu entendo que, em decorrência dos testes da força e do treinamento de força proposto poderei sentir desconforto e/ou dores musculares. A ocorrência de algum tipo de lesão física é rara, pois o treinamento será supervisionado de perto pela autora do estudo;
- Eu entendo que, em decorrência dos exames sanguíneos poderei sentir desconforto e/ou dor localizada (antebraço);
- Eu entendo que, a qualquer momento, posso me negar a participar de alguma etapa da pesquisa ou mesmo me recusar a permanecer no estudo sem que isso me cause dano de qualquer espécie.

Erechim, _____ de _____ de _____.

Participante:

Nome completo: _____

Assinatura do sujeito (participante): _____

Assinatura do pesquisador: _____

Telefones para contato:

Adriane Vanni – 54 9978 3080

Prof^a. Dra. Flávia Meyer – 51 3308 5861

CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS

Eu, _____
permito que os pesquisadores obtenham fotografias de minha pessoa para fins de pesquisa. Eu concordo que o material obtido possa ser publicado em aulas, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, a minha pessoa não deve ser identificada por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As fotografias ficarão sob propriedade e guarda da autora do estudo Adriane Carla Vanni.

Assinatura: _____ Data: _____

ANEXO B
FICHA DE DADOS INDIVIDUAIS E ANTROPOMÉTRICOS

DATA DA COLETA INICIAL: _____ FINAL: _____

DADOS INDIVIDUAIS

Nome: _____

Telefone para Contato: _____

Data de Nascimento: _____ Idade: _____

Massa Corporal 1: _____ Massa corporal 2: _____ Estatura: _____

IMC 1: _____ IMC 2: _____

Ciclo menstrual 1: _____ Ciclo menstrual 2: _____

Obs.: _____

ANTROPOMETRIA:

DOBRAS CUTÂNEAS	MEDIDA PRÉ DATA:	MEDIDA PÓS DATA:
TRÍCEPS		
SUPRAILÍACA		
ABDOMINAL		

PERÍMETROS	MEDIDA PRÉ DATA:	MEDIDA PÓS DATA:
CINTURA		
ABDÔMEN		
QUADRIL		
COXA PROXIMAL		
COXA MESO-FEMORAL		
COXA DISTAL		

ANEXO C
QUESTIONÁRIO PAR-Q

PAR-Q E VOCÊ!

Este questionário foi desenvolvido pela Sociedade Canadense de Fisiologia do Exercício e tem o objetivo de saber o estado de saúde atual de indivíduos com idades entre 15 e 69 anos. O questionário consta de 7 perguntas de respostas simples e diretas, sendo necessário responder todas as perguntas.

1. Seu médico já mencionou alguma vez que você tem uma condição cardíaca e que só deve realizar atividade física recomendada por um médico?

Sim Não

2. Você sente dor no peito quando realiza atividade física?

Sim Não

3. No mês passado, você teve dor no peito quando não estava realizando atividade física?

Sim Não

4. Você perdeu o equilíbrio por causa de tontura ou alguma vez perdeu a consciência?

Sim Não

5. Você tem algum problema ósseo ou de articulação (por exemplo, costas, joelhos ou quadril) que poderia piorar em consequência de uma alteração em sua atividade física?

Sim Não

6. Seu médico está prescrevendo medicamentos para sua pressão arterial ou condição cardíaca?

Sim Não

7. Você conhece alguma razão que o impeça de realizar atividade física?

Sim Não

Se a resposta for:

SIM para uma ou mais questões, deve-se conversar com um médico por telefone ou pessoalmente antes de iniciar, por conta própria, uma atividade física ou antes de fazer uma avaliação física. Deve-se relatar ao médico sobre o PAR-Q e sobre as questões em que a resposta foi sim.

NÃO para todas as questões é razoavelmente seguro começar uma atividade física e fazer uma avaliação física.

ANEXO D

REGISTRO ALIMENTAR – CONSUMO ALIMENTAR (3 DIAS)

NOME: _____

Por favor, mantenha este registro diário com você durante todo o tempo e utilize-o para registrar todos os alimentos e bebidas que você consumir durante todo o dia e à noite.

Pedimos que você forneça o máximo possível de informações, pois isso possibilitará maior precisão na avaliação de sua alimentação.

Sempre que possível utilize pesos, medidas e marcas que constam nas embalagens dos alimentos ou bebidas para indicar a quantidade de alimento/bebida que você consumiu. No caso de alimentos ou bebidas preparados em casa, use medidas como colher de sopa, colher de chá, concha, xícara, copo, prato, etc.

Por favor, não altere seu consumo usual de alimentos ou bebidas a fim de que o registro represente sua dieta habitual.

Caso você tenha alguma dúvida ou necessite de ajuda para o preenchimento do registro diário, por favor, ligue para 54-9978-3080 ou 54-35226331. Estamos a sua inteira disposição.

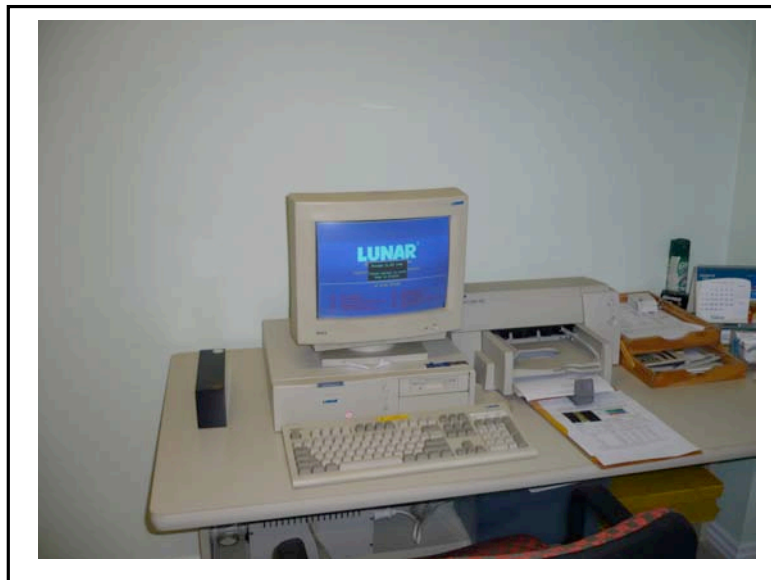
EXEMPLO

DIA DA SEMANA: segunda-feira Data: 20/10/2007

Hora	Lugar	Descrição do alimento ou da bebida consumida
7:15	casa	½ tigela de sucrilhos com ½ xícara de chá de leite desnatado 1 pão cacetinho com 1 fatia de queijo mussarela 1 xícara de leite integral com 2 colheres de chá cheias de açúcar 1 colher de chá de nescafé
10:30	casa	1 maçã grande
12:00	restaurante	1 ½ colher de servir cheia de arroz 1 concha média de feijão (20% caldo, 50% grão) 1 bife grande

		<ul style="list-style-type: none">1 prato de sobremesa de salada de alface1 tomate2 colheres de sopa de cenoura crua ralada1 copo de requeijão de suco de laranja Puro com 1 colher chá de açúcar1 copo de requeijão de salada de frutas
16:00	serviço	<ul style="list-style-type: none">1 pastel médio de frango1 xícara de café com 3 colheres de chá de açúcar
19:00	casa	<ul style="list-style-type: none">porção grande de lasanha ao molho branco2 colheres de sopa cheia de brócolis na manteiga1 fatia de pão de centeio1 copo de requeijão de refrigerante normal
22:00	casa	<ul style="list-style-type: none">1 copo de requeijão de leite integral

ANEXO E
IMAGENS DO APARELHO DXA



ANEXO F
FICHA DE ACOMPANHAMENTO

Nome:

Treino de 11 de julho a 08 de agosto de 2007.

AQUECIMENTO				
ORDEM EXERCÍCIOS	CARGA	SÉRIES	REPETIÇÕES	DESCANDO ENTRE SÉRIES
1. Leg Press	70 kg	3	16 – 14 RM	2 minutos
2. Cadeira Abdominal	20 kg	3	16 – 14 RM	2 minutos
3. Hack	80 kg	3	16 – 14 RM	2 minutos
4. Cintura	35 kg	3	16 – 14 RM	2 minutos
5. Cadeira Abdução	35 kg	3	16 – 14 RM	2 minutos
6. Supino	8 kg	3	20 – 18 RM	1 minuto
7. Cadeira Adutora	25 kg	3	16 - 14 RM	2 minutos
8. Remada	8 kg	3	20 - 18 RM	1 minuto
ALONGAMENTO				

Observações: _____

ANEXO G

0	ABSOLUTAMENTE NADA	“SEM DOR”
0,3		
0,5	EXTREMAMENTE FRACO	APENAS PERCEPTÍVEL
0,7		
1	MUITO FRACO	LEVE
1,5		
2	FRACO	
2,5		
3	MODERADO	
4		
5	FORTE	INTENSO
6		
7	MUITO FORTE	
8		
9		
10	EXTREMAMENTE FORTE	“DOR MÁXIMA”
11		
∞		
•	ABSOLUTAMENTE MÁXIMO	MAIS ALTO POSSÍVEL

**CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
(nº processo 2007697)**