

MARCOS BAGRICHEVSKY DE SOUZA

**EFEITOS OSTEOGÊNICOS DE UM PROGRAMA
SISTEMÁTICO DE EXERCÍCIOS CONTRA-RESISTIDOS
APLICADO EM JOVENS UNIVERSITÁRIOS**

CAMPINAS

2005

MARCOS BAGRICHEVSKY DE SOUZA

**EFEITOS OSTEOGÊNICOS DE UM PROGRAMA
SISTEMÁTICO DE EXERCÍCIOS CONTRA-RESISTIDOS
APLICADO EM JOVENS UNIVERSITÁRIOS**

*Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação
da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do título de
Doutor em Saúde da Criança, área de concentração
em: Saúde da Criança e do Adolescente.*

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ MARTINS FILHO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. GIL GUERRA JÚNIOR

CAMPINAS

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP

So89e Souza, Marcos Bagrichevsky de
Efeitos osteogênicos de um programa sistemático de exercícios
contra-resistidos propostos para jovens universitários /
Marcos Bagrichevsky de Souza. Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientadores: José Martins Filho, Gil Guerra-Júnior
Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Treinamento. 2. Musculação. 3. Puberdade. 4. Ultrason.
5. Densitometria. 6. Ossos. I. Martins Filho, José.
II. Guerra-Júnior, Gil. III. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Banca Examinadora da Tese de Doutorado

Orientador:

Prof. Dr. José Martins Filho

Membros:

1. Prof. Dr. José Martins Filho

2. Profa. Dra. Denise Barbieri Marmo

3. Prof. Dr. André Moreno Morcillo

4. Prof. Dr. Alexandre Palma de Oliveira

5. Prof. Dr. Paulo V. T. Farinatti

**Curso de Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da
Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.**

Data: 2005

**BIBLIOTECA CENTRAL
DESENVOLVIMENTO
COLEÇÃO
UNICAMP**

200609000957

DEDICATÓRIA

Dedico a realização deste trabalho a todos que, primordialmente, Acreditam e fazem da ciência, modo e razão para alavancar a autonomia humana; Buscam fortalecer saberes e práticas emancipatórias para minorar desigualdades sociais e repudiam conformações elitizantes do pensamento científico totalizador; Consideram o 'singular' e valorizam a dúvida, as incertezas, as subjetividades, como molas propulsoras para a 'construção' do conhecimento.

À minha esposa Adriana

Sempre companheira nas horas difíceis e nos avanços do estudo. Agradeço por partilhar comigo em toda essa jornada, paixão e ideais, afeto e trabalho e, sobretudo, pelo benefício de contar com tua irrestrita cumplicidade. Te amo muito Bebê!!!

Ao Prof. Dr. José Martins Filho, Orientador

Pela oportunidade de me permitir ingressar no programa de doutorado do CIPED e por confiar na capacidade de meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Gil Guerra Júnior, Co-Orientador

Meu sincero reconhecimento, pelas inúmeras sugestões e correções pertinentes tecidas à pesquisa, desde sua gênese, bem como pelo auxílio técnico e pessoal durante todo processo de negociação/aquisição do equipamento DBM Sonic BP.

À Profa. Dra. Irene Hernandez, da UNICASTELO

Diretora do Curso de Educação Física (Campus Itaquera/São Paulo), que me permitiu, de maneira incondicional, dispor de instalações, equipamentos e material humano para realização da parte experimental do estudo.

Aos Alunos de Graduação da FEF da UNICASTELO

Que gentilmente, se ofereceram como voluntários na pesquisa. Sem vocês a pesquisa não poderia ser realizada!

À Simone, Secretária da Pós-Graduação do CIPED

Desde meu ingresso no programa de *Saúde da Criança e do Adolescente*, pude contar, em todos os momentos, com sua inestimável ajuda, para desembaraçar problemas e encaminhar soluções. Obrigado por tudo.

Ao Helymar e Priscila, do Setor de Estatística da FCM da UNICAMP

Pela extrema competência com que conduziram os trabalhos de análise estatística da pesquisa, além da habitual cordialidade demonstrada durante os atendimentos pessoais de consulta e esclarecimentos.

Aos Srs. Odilon e Fabrício Iannetta

Médico proprietário da Clínica Climaterium e Gerente da Climaterium S/A (de Ribeirão Preto/SP), respectivamente, pela permuta/cessão do equipamento *DBM Sonic BP* e realização das medidas ósseas dos sujeitos da pesquisa.

À toda minha família

Meu carinho e gratidão a minha mãe, meu pai, minha irmã Paula, meus sobrinhos Gabi e Léo, Vó Elza (*in memoriam*), Tê, Tati e Célia, por me acompanharem em todas as incursões de minha vida acadêmica e profissional. A preocupação e o incentivo de vocês foi fundamental para eu chegar até aqui !

À minha cunhada Ana Cristina

Sou muito grato pelas revisões e traduções de resumos para o inglês, feitas com presteza e paciência, aliás, marcas registradas de sua generosidade pessoal.

À minha sogra Ilca

Deixo um afetuoso abraço, pelo grande empenho no processo inicial da pesquisa, auxiliando em tarefas operacionais “de campo”, imprescindíveis ao bom andamento do trabalho.

À FAPESP

Pelo apoio financeiro, aprovado em agosto de 2003, que permitiu a compra do equipamento *DBM Sonic BP* pelo Laboratório de Composição Corporal do CIPED, após solicitação formal encaminhada à agência através do meu projeto de pesquisa (Processo n° 02-13021-1) sob a tutela do prof. Dr. Gil Guerra Júnior.

Eu não sei o que significa uma verdade objetiva, todas as verdades são para mim verdades sangrentas.

Se você não escreve com seu próprio sangue, a sua relação com aquilo que você escreve, pensa, e eventualmente divulga, é uma relação simplesmente exterior e artificial.

Friedrich Nietzsche

	<i>Pág</i>
RESUMO	<i>xxix</i>
ABSTRACT	<i>xxxiii</i>
1- INTRODUÇÃO	37
1.1- Remodelação e pico de massa óssea.....	48
1.2- Técnicas de medida da massa óssea.....	51
2- OBJETIVOS	55
3- CASUÍSTICA E MÉTODOS	59
3.1- Casuística.....	61
3.2- Tipo de estudo.....	62
3.3- Local de estudo.....	62
3.4- Variáveis do estudo.....	62
3.5- Critérios de inclusão e exclusão.....	64
3.6- Procedimentos técnicos.....	65
3.6.1- Questionário de dados pessoais.....	65
3.6.2- Medidas antropométricas.....	65
3.6.3- Medidas dos parâmetros ósseos.....	66
3.6.4- Sistematização do programa de exercícios contra-resistidos.....	69
3.7- Análise estatística.....	76
4- RESULTADOS	77

5- DISCUSSÃO.....	83
6- CONCLUSÃO.....	103
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
8- ANEXOS.....	131
Termo de consentimento livre e esclarecido.....	133
Questionário de dados pessoais.....	134
Planilha de dados antropométricos.....	136
Resultados dos dados antropométricos dos 16 casos avaliados antes (1) e após (2) o treinamento de 16 semanas.....	137
Resultados dos dados de massa óssea dos 16 casos avaliados antes (1) e após (2) o treinamento de 16 semanas.....	138
Fotos dos exercícios realizados.....	139

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

DMO	densidade mineral óssea
CMO	conteúdo mineral ósseo
DEXA	<i>dual energy x-ray absorptometry</i>
QUS	<i>quantitative ultrasound densitometry</i>
AD-SoS	<i>amplitude dependent sound of speed</i>
FWA	<i>first wave amplitude</i> ou <i>fast wave amplitude</i>
SDy	<i>signal dynamics</i>
UBPI	<i>ultrasound bone profile index</i>
m/s	metros por segundo
mV	Milivolt
mV / μs²	milivolt por microsegundo ao quadrado
DTA	método da ‘dor, tortura e agonia’
DMT	dor muscular tardia
SGA	síndrome geral da adaptação
T₀	tempo pré-intervenção
T₁	tempo pós-intervenção
IMC	índice de massa corporal

CCBr	circunferência corrigida do braço
CBr	circunferência do braço
DBi	dobra cutânea do bíceps
DTr	dobra cutânea do tríceps
% MMBr	percentual de massa magra do braço
MS	membros superiores
L₂-L₄	segunda à quarta vértebra lombar
AAP	<i>American Academy of Pediatrics</i>
AAOS	<i>American Academy of Orthopaedics</i>
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
CSM	<i>Commitee on Sports Medicine</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

LISTA DE TABELAS

	<i>Pág</i>
Tabela 1- Descrição dos valores das Variáveis Antropométricas obtidos <i>antes</i> (Tempo 0) e <i>após</i> (Tempo 1) a aplicação do Programa de Exercícios Contra-Resistidos.....	79
Tabela 2- Descrição dos valores dos Parâmetros Ósseos da casuística obtidos <i>antes</i> (Tempo 0) e <i>após</i> (Tempo 1) a aplicação do Programa de Exercícios Contra-Resistidos.....	81
Tabela 3- Estatística descritiva das variáveis referentes às diferenças encontradas para todos os Parâmetros Ósseos.....	82

LISTA DE QUADROS

	<i>Pág</i>
Quadro 1- Programa de Exercícios da FASE 1 realizado nas 3 ^{as} e 5 ^{as} Feiras (Ficha 1).....	71
Quadro 2- Programa de Exercícios da FASE 1 realizado nas 4 ^{as} Feiras (Ficha 2).....	72
Quadro 3- Programa de Exercícios da FASE 2 realizado nas 3 ^{as} e 5 ^{as} Feiras (Ficha 1).....	73
Quadro 4- Programa de Exercícios das FASES 2 e 3 realizado nas 4 ^{as} Feiras (Ficha 2).....	74
Quadro 5- Programa de Exercícios da FASE 3 realizado nas 3 ^{as} e 5 ^{as} Feiras (Ficha 1).....	75

LISTA DE FIGURAS

	<i>Pág</i>
Figura 1- Representação das variáveis AD-SoS, FWA e SDy no sinal ultra-sônico.....	64
Figura 2- Aparelho <i>DBM Sonic® BP</i>	67
Figura 3- Local de medida da técnica osteo-sonométrica.....	67
Figura 4- Relatório da osteo-sonometria.....	68

RESUMO



A atividade física sistemática, dosada e freqüente é considerada fator essencial para a saúde dos ossos, influenciando positivamente no pico de massa óssea em crianças e adolescentes, auxiliando a manter ou mesmo promover um modesto aumento na densidade óssea em adultos jovens e evitando a diminuição da perda em idosos. No entanto, pouco se sabe ainda a respeito da influência do treinamento contra-resistido na densidade óssea de indivíduos adultos jovens não-atletas. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar alterações no tecido ósseo e na relação entre massa magra e massa gorda dos membros superiores de jovens adultos após a aplicação de um programa de exercícios contra-resistidos de força com duração total de 16 semanas, destinado especificamente para tais segmentos corporais. A casuística foi composta de 16 homens estudantes saudáveis e não-praticantes de exercícios do curso de graduação em Educação Física da UNICASTELO (São Paulo) com idade entre 18 e 25 anos ($21,3 \pm 2$ anos). Foram realizadas, antes e após o período de treinamento, mensurações do índice de massa corporal (IMC), circunferência corrigida do braço (CCBr) e a porcentagem de massa magra do braço (% MMBr). Também foram efetuadas medidas quantitativas (AD-SoS, T-score, % T-score) e qualitativas (FWA, SDy e UBPI) de massa óssea nas falanges da mão não-dominante através do equipamento portátil *DBM Sonic[®] BP*. Realizou-se análise descritiva dos dados, sendo aplicado o teste de Wilcoxon para amostras pareadas entre os dois momentos do treinamento. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Não foram observadas diferenças significativas em relação ao índice de massa corporal (de 19 para 19 Kg/m²; p = 0,71), porém houve aumento significativo da CCBBr (270 para 284 mm; p = 0,0001), do % MMBr (90,3 para 91,4; p = 0,008), da AD-SoS (2146 para 2193 m/s; p < 0,0001), do T-Score (0,32 para 1,00; p < 0,0001) e do % T-Score (4 para 11,4; p < 0,0001) e, diminuição significativa do FWA (3,3 para 2,9 mV; p = 0,0005), sem alteração significativa do SDy (-56,5 para -98,74 mV/ μ s²; p = 0,051) e do UBPI (0,86 para 0,83; p = 0,06). Para verificar a existência de uma correlação da diferença entre as variáveis ósseas nos dois tempos de treinamento com as medidas antropométricas do início do treinamento, foi ajustado um modelo de regressão linear múltipla e empregado o coeficiente de Pearson. Todavia, nada foi observado entre as diferenças das variáveis ósseas nos dois tempos da análise com as medidas antropométricas iniciais. Portanto, pode-se concluir que o programa sistemático de exercícios contra-resistidos proposto durante

dezesesseis semanas, para desenvolvimento da força muscular de membros superiores de homens adultos jovens e saudáveis, foi capaz de induzir modificações localizadas significativas nas massas magra e óssea.

ABSTRACT



Systematic and continued physical activity is considered an essential factor for bone health, positively influencing the peak of bone mass during childhood and adolescence, maintaining or making a slight increment on bone mass in young adults and avoiding the bone mineral loss in old people. However, little is known about the influence of resistance training on bone mass of healthy and non-athletes young adults. Therefore, the aim of this study was to investigate the changes on upper limb bone and lean masses of young adults after resistance exercises program during 16 weeks, specific for this segments. The sample was composed of 16 healthy and non-athletes men, who were from the UNICASTELO graduate course of Physical Education. The age range varied from 18 to 25 years-old (21.3 ± 2 years). They were submitted to resistance training protocol to development of muscular strength (75-90% of 1RM). Before and after the period of training, body mass index (BMI), corrected arm circumference (CAC) and % of arm lean mass (% ALM) were evaluated; as well as the quantitative (AD-SoS, T-Score, % T-Score) and qualitative measurements (FWA, SDy, UBPI) of bone mass at the phalanxes of the non-dominant limb using the portable *DBM Sonic[®] BP*. The descriptive analysis and the Wilcoxon test were applied to evaluate the two moments of training. The significance level was 5%. There was no significant differences on BMI (from 19 to 19Kg/m²; $p = 0.71$), but a significant increment was obtained regarding CAC (270 to 284 mm; $p = 0.0001$), % ALM (90.3 to 91.4; $p = 0.008$), AD-SoS (2146 to 2193 m/s; $p < 0.0001$), T-Score (0.32 to 1.00; $p < 0.0001$) and % T-Score (4 to 11.4; $p < 0.0001$). There was also a significant decrease of FWA (3.3 to 2.9 Mv; $p = 0.0005$), without significant alterations of SDy (-56.5 to -98.74 mV/ μ s²; $p = 0.051$) and UBPI (0.86 to 0.83; $p = 0.06$). Also, a multiple regression analysis with Pearson coefficient was used to evaluate the correlation between the differences of bone results during the training with the anthropometric variables of the beginning of the resistance exercises program. There was no correlation between the differences of bone variables at the two periods of the training and the anthropometric variables at the beginning of the training. Therefore, it was concluded that the systematic resistance training during 16 weeks, to develop upper limb muscle strength in healthy young adult men, was able to induce significant local alterations in bone and lean masses.

1- INTRODUÇÃO

O exercício físico tem se notabilizado como instrumento útil no campo de atuação de profissionais da área da saúde, por abranger uma variedade de aplicações relacionadas à profilaxia e reabilitação de diversas doenças e/ou alterações funcionais do organismo, à melhoria da condição fisiológica de indivíduos não-atletas e ao desempenho desportivo de alto-rendimento.

Parte considerável das pesquisas que se debruçam sobre essa temática, enfatiza a importância estratégica em adequar o emprego diversificado do exercício, quanto à sua intensidade, volume e frequência (periodicidade semanal), para que seja possível obter índices satisfatórios dos efeitos orgânicos pretendidos. Tal asserção pode ser observada, de forma recorrente, na literatura científica (KRISKA et al., 1988; WILLIAMS e WALLACE, 1989; HASKELL, 1994; YASBEK JÚNIOR e BATTISTELLA, 1994; ACHOUR JÚNIOR, 1996; KARVONEN, 1996; LEE e PAFFENBARGER JÚNIOR, 1996; MONTEIRO, 1996; NAHAS, 1996; SILVA, 1996; TEEGARDEN et al., 1996; ACSM, 1998; NIEMAN, 1998; ROWLAND, 1998; SILVEIRA NETO, 2000; SHEPHARD, 2001).

Vale ressaltar que o TREINAMENTO FÍSICO, entendido como *qualquer conjunto de exercícios físicos, organizado racionalmente sob a forma de um programa sistemático e contínuo*, distingue-se conceitualmente do EXERCÍCIO FÍSICO (prática com certa ordenação, mas que é eventual ou inconstante) e da ATIVIDADE FÍSICA (caracterizada por ocorrer de modo aleatório, sem planejamento ou ‘arranjo’ intencional), principalmente, por sua maior capacidade de desencadear e manter as adaptações fisiológicas duradouras, que se deseja para o organismo. Assim, a despeito da ótica consagrada no ‘senso comum’, que em certo sentido, os funde num só nexos lingüístico, importa esclarecer que os três termos guardam entre si, diferenciações que não são meramente semânticas e, portanto, não podem ser considerados equivalentes ou sinônimos.

É prudente evidenciar tal questão, pois ainda se observa em determinados estudos, sobretudo, na área da medicina esportiva, aparente desconhecimento ou descuido quanto a esse aspecto. Alguns destes trabalhos (SCHAPIRA, 1988; WHALEN e CARTER, 1988; SNOW-HARTER e MARCUS, 1991; CARBON, 1992; HAMDY et al., 1994; KARAM et al., 1999; PETTERSSON et al., 1999; STEWART e HANNAN, 2000; GERALDES, 2003; SCERPELLA et al., 2003; SILVA et al., 2003), buscando inferir sobre

potenciais modificações crônicas provocadas nos tecidos esquelético e muscular, estabelecem comparações entre as três situações (treinamento, exercício e atividade física) em ‘pé de igualdade’, além de associá-las, sem a devida distinção, ao contexto do esporte de alto-rendimento e de lazer, que sabidamente, abarcam outras variáveis (comportamentais, culturais, etc) que não dizem respeito ao âmbito fisiológico pesquisado e interferem na interpretação desses achados.

A interface investigativa entre treinamento físico e as questões do desenvolvimento biológico humano, por sua vez, também já se consolidou como foco de elevado interesse em pesquisa. Comenta-se que certas metodologias de treinamento designadas para jovens, em períodos antes e durante a puberdade, poderiam acarretar problemas no crescimento e maturação ósteo-muscular, principalmente se utilizadas com fins de preparação para competições esportivas (RISSER et al., 1990; METCALF e ROBERTS, 1993; DUARTE et al., 1999). Por outro lado, a realização de tais práticas parece ser viável e benéfica, desde que estejam desconectadas da esfera competitiva e sejam respeitadas as condições do estágio maturacional desses grupos (RAMSAY et al., 1990; BLIMKIE, 1993; FLECK e KRAEMER, 1997; DALY et al., 2002; BENJAMIN e KIMBERLY, 2003).

Dentre as inúmeras adaptações positivas promovidas por diferentes programas de exercícios físicos, o aumento da densidade mineral óssea (DMO) ou do conteúdo mineral ósseo (CMO¹), ocupa importante destaque, especialmente, porque tal benefício contempla um amplo espectro de faixas etárias, incluindo pessoas idosas (WEBB, 1990; METACALF e ROBERTS, 1993; FEIGENBAUM e POLLOCK, 1999; LAYNE e NELSON, 1999; KERR et al., 2001).

¹ CMO e DMO têm sido utilizados, corriqueiramente, como sinônimos em situações experimentais onde se evidencia que ocorre *incremento do tecido esquelético* (sempre expressado através da medida da área [mm² ou cm²] de cortes transversais dos ossos). Todavia, ambas as siglas apresentam conotações singularmente diferenciadas: enquanto o termo *densidade* significa ‘a relação entre a massa e o volume de um corpo’ possível de ser aferida apenas por instrumento de análise tridimensional, o vocábulo *conteúdo* representa ‘aquilo que se contém em alguma coisa’, sendo viável medi-lo em outras dimensões. Como a tecnologia dos equipamentos usados (*DEXA, DBM Sonic BP*, etc.) para obtenção dos parâmetros quantitativos ósseos expressa os resultados somente em área – medida bidimensional – o termo DMO, apesar de recorrente, se revela impróprio para tal perspectiva.

LEQUIN et al.(2000) afirmam que se esse efeito funcional crônico fosse maximizado já na adolescência, permitiria a preservação do metabolismo esquelético na fase adulta e na velhice, inclusive, evitando possível acometimento de quadros deletérios de osteopenia e a osteoporose, prevalentes na fase mais tardia da vida, principalmente em mulheres após a menopausa. Mesmo não tendo sido realizado até hoje, um estudo longitudinal extenso o suficiente para comprovar essa hipótese, a argumentação, por outro lado, parece ser plausível. Tanto que, encontra respaldo também nos trabalhos de KRISKA et al. (1988), KREIPE (1995), BANKOFF et al. (1998), FLORINDO et al. (2000), VINCENT e BRAITH (2002) e, do ACSM (2004). KHAN et al. (2001) advogam, ainda, a premissa de uma potencial aquisição da massa óssea, mesmo depois de decorridos alguns anos da maturidade sexual dos indivíduos.

Pondera-se que o tipo de exercício físico que mais contribui no incremento da massa óssea é aquele que, no momento de sua aplicação, consegue estabelecer maior demanda do sistema músculo-esquelético (demanda ‘focal’) em detrimento do cardíaco-respiratório (demanda ‘geral’) (ACSM, 2004). Essa característica peculiar dos chamados ‘EXERCÍCIOS LOCALIZADOS’ possibilita, portanto, gerar níveis mais elevados de estimulação biomecânica (tensão) nas fibras musculares que são, particularmente, mais solicitadas, fenômeno que, por conseqüência, também é imposto às estruturas do tecido ósseo (ENOKA, 1994; BONNICK, 1998; GONÇALVES, 2000; SLOVIK, 2001).

Como a manutenção (ou ganho) de massa óssea está diretamente relacionada à respectiva manutenção (ou ganho) da massa muscular (KHAN et al., 2001), é imperativo que a escolha do método de treinamento muscular, recaia sobre aquele capaz de melhor potencializar a especificidade funcional mencionada no parágrafo anterior. Nesse sentido, existem indícios consistentes em favor dos *programas de exercícios localizados que utilizam pesos*², como sendo os recursos metodológicos mais adequados para o desencadeamento dessa sobrecarga biomecânica desejável, obviamente, quando aplicados

² Nesse estudo, considera-se que a expressão *exercícios com pesos* abarca o emprego de toda a gama de dispositivos e aparatos (incluindo aí, barras, pesos livres e equipamentos modulares) capazes de gerar uma ‘resistência mecânica’ (ou força resistiva) graduável em termos de intensidade, durante a ação contrátil voluntária de qualquer grupo muscular que se queira solicitar.

de maneira planejada, contínua e individualizada (FLECK e KRAEMER, 1988; BAECHLE, 1994; BAPTISTA, 2000; LAYNE e NELSON, 2001; WILMORE e COSTILL, 2001; KRAEMER e RATAMESS, 2004).

Esse modo específico de treino, melhor denominado como TREINAMENTO CONTRA-RESISTIDO (em princípio, seria a tradução mais adequada para as terminologias de origem inglesa *resistance training* e *resistance exercises program*) também ficou popularmente alcunhado pelo termo ‘musculação’, sobretudo, devido aos estabelecimentos comerciais – as ‘academias’ – onde sua prática mais se notabilizou. Mesmo sem a pretensão de detalhar o mérito desta questão, vale frisar que existem outras nomenclaturas equivalentes, freqüentemente, empregadas em livros e artigos de periódicos, tais como: *treinamento com sobrecarga*, *treinamento com pesos*, *treinamento contra-resistência* ou *treinamento resistido*. Apesar da pluralidade de vocábulos e expressões evidenciada, é pertinente demarcar que nem todos possuem a mesma coerência semântica e científica, levando-se em conta sua designação contextual que abarca: *i*) o próprio rigor etimológico e gramatical da língua escrita; *ii*) as ciências básicas (anatomia, fisiologia, biomecânica e fisiologia do exercício) que conferem sentido e fundamento a esse modo sistemático de exercitação muscular. AABERG (1998), por exemplo, reconhece essa inconsistência lingüística e a associa com uma possível precariedade atual de formulações metodológicas na própria área.

Ainda que tal recurso tenha obtido reconhecimento há décadas, quanto ao seu valor aplicativo no cotidiano da intervenção profissional da cultura física terapêutica, profilática, e esportiva, estando isto explicitado em detalhes, em estudos clássicos, pioneiros (DE LORME, 1945; DE LORME et al., 1948; BARNEY e BANGERTER, 1961; BERGER, 1962; BERGER, 1965) e mais recentes (ATHA, 1981; McDONAGH e DAVIES, 1984; KRAEMER et al., 1988; JONES et al., 1989; KRAEMER et al., 1996; FEIGENBAUM e POLLOCK, 1999; HASS et al., 2001; DESCHENES e KRAEMER, 2002; RHEA et al., 2003), pode-se dizer que determinados aspectos relativos ao seu uso no contexto referido, perseveram sendo sustentados por uma prática de bases empíricas, que em certos casos, abdica de pressupostos conceituais elementares.

Parte significativa das publicações existentes sobre este tema, dita científica³, apresenta comentários diversificados sobre as aplicações metodológicas do treinamento com pesos, contudo, sem discutir substancialmente, os princípios que orientam cada um dos sistemas preconizados. Em tais obras, a argumentação postulada sobre o emprego adequado dos diferentes métodos, pouco ou nada se articula às evidências obtidas de estudos experimentais e/ou de teorias científicas consistentes e afins (CARNAVAL e RODRIGUES, 1985; BITTENCOURT, 1986; GONÇALVES, 1987; LEIGHTON, 1987; RODRIGUES, 1990; LEME, 1992; RODRIGUES, 1992; GODOY, 1994; CARNAVAL, 1995; RODRIGUES, 1995; BOMPA e CORNACCHIA, 1998; HERNANDES JÚNIOR, 1998; CHIESA, 1999; DELAVIER, 2000; CHIESA, 2002; GUIMARÃES NETO, 2002; GUEDES, 2003; KAMEL, 2004).

Outro aspecto paradoxal nesses compêndios, sobretudo naqueles editados a partir de meados dos anos 90, evidencia-se na descrição de diversas recomendações básicas de treino (levando a pensar que seriam exequíveis, inclusive, para as pessoas iniciantes interessadas na prática), exemplificadas, justamente, por figuras e fotografias de homens e mulheres dotados de músculos hiperbólicos. Estas, supostamente, estariam demonstrando as formas (posturas corporais e tipos de exercícios e aparelhos) mais eficazes e seguras de levar a cabo essas orientações propedêuticas. Do mesmo modo, é comum ver em tais estampas a exercitação sendo efetuada com grande quantidade de peso. Tomado tal panorama como objeto de análise, não parece absurdo conjecturar que esse tipo de material poderia incitar os leitores (boa parte deles, universitários e profissionais) a crer que o treinamento contra-resistido propiciaria, via de regra, um desenvolvimento músculo-esquelético de grande magnitude em qualquer indivíduo. E, ainda, que a elevada sobrecarga utilizada em cada exercício/aparelho seria uma medida necessária para se promover o adequado trofismo muscular desejado em cada caso, fato sabidamente inverossímil. Considerando a dimensão para a qual as obras, explicitamente, afirmam se dirigir, cabe, então, questionar: disporiam essas associações simbólicas de algum valor heurístico que as justificassem? Será que tais dispositivos, estrategicamente alocados, ao contrário, não fomentariam, na verdade, percepções subjetivas distorcidas quanto à forma

³ Livros-texto referenciados em cursos de graduação e até de especialização.

de se prescrever criteriosamente o treinamento com pesos, sobretudo, para pessoas sedentárias? Parece sim, haver uma interferência deturpada.

O prefácio de outro livro do campo, publicado há pouco (AABERG, 2002), traz considerações reveladoras que, de certa maneira, corroboram essa crítica:

durante décadas, a grande maioria dos aparelhos [de musculação] foi construída com base em mitos tradicionais sobre exercícios, em vez de levar em conta a biomecânica [...]. Os *mesmos mitos relacionados aos exercícios são perpetuados pela maioria dos livros [...], bem como pelos manuais de instruções fornecidos aos profissionais da área* [grifo meu]. A palavra *biomecânica* é geralmente utilizada para emprestar credibilidade [comercial] aos produtos e aos exercícios, em vez de os produtos e os exercícios serem desenvolvidos com base nas leis da biomecânica (AABERG, 2002, p. vii).

Segundo o mesmo autor, a fragilidade científica (velada) que subsidia a formulação técnica dessas obras, também ocorre porque eventuais investigações consistentes sobre o treinamento contra-resistido, voltadas à terapêutica de lesões e/ou à prevenção de agravos à saúde (McCARTNEY et al., 1988; TEGNER, 1990; BENJAMIN et al., 2000; KILMER, 2002) não têm sido incorporadas como material didático estruturante. Ou seja, de fato, não parecem possuir um valor intrínseco consoante ao jogo de interesses mercadológicos da mega-indústria da corpolatria e do *fitness*, reconhecidamente, maior investidora no setor, que encampa, também, generosa fatia da produção editorial de livros afins.

É fato que esse grave atropelamento de premissas fundamentais, em obras do gênero, tem sido recorrente. Por exemplo, encontra-se no trabalho de CHIESA (2002) uma série de propostas para o treino muscular com pesos, nomeada pelo autor de “*Forma de Esforço D.T.A. (Dor, Tortura e Agonia)*” (p. 80), possuindo esta, inclusive, quatro variações para o ‘método’: D.T.A. ‘I’, ‘II’, ‘III’ e ‘IV’. CHIESA continua sua proposição argumentando que: “esta forma de esforço baseia-se na frase popular ‘sem dor, sem ganho’, muito comum nos meios de treinamento. Indo mais além, alguns afirmam que *a dor dever ser dobrada e repetida três vezes* [grifo meu]. Mitos à parte, o interessante é que *a dor*

suportada diariamente constitui um bom elemento para o treinamento [...]” [grifo meu] (CHIESA, 2002, p. 80). Apesar da absoluta falta de embasamento fisiológico e coerência racional evidenciados, o mais desalentador é observar no prefácio, o coordenador do editorial científico informar, com veemência, que a obra é subsidiada por uma “irrepreensível consciência de cientificidade” (CHIESA, 2002, p. 15) e que todos os originais do livro submetidos, receberam aprovação após rigorosos pareceres críticos dos membros da comissão consultiva de especialistas da área. Ele ainda profetiza: “por seu conteúdo e seriedade a obra está destinada a se tornar o ‘livro-texto’ da disciplina ‘Treinamento Contra-Resistência’ nos cursos superiores de Educação Física, graças à sua ordenação, metodologia e abrangência” (CHIESA, 2002, p. 16).

Por outro lado, são conhecidas as pesquisas que operam dentro do rigor acadêmico e que têm desenvolvido ensaios experimentais, buscando deslindar alguns processos adaptativos fisiológicos humanos, desencadeados a partir do emprego de determinados sistemas de treinamento contra-resistido. Todavia, a maioria desses trabalhos é focada apenas na investigação de parâmetros e situações caracterizadas por um elevado desempenho físico-atlético, cujas casuísticas se constituem, invariavelmente, de praticantes de modalidades como, por exemplo, o levantamento olímpico e o fisiculturismo (HÄKKINEN et al., 1988; STONE et al., 1991; McCARTHY et al., 1995; WRETENBERG et al., 1996; FRY, 1998; STONE e FRY, 1998; McCAW e MELROSE, 1999; NEWTON et al., 1999; DICKERMAN et al., 2000; HASS et al., 2000; BADILLO e AYESTERÁN, 2001; TSUZUKU et al., 2001; HEINONEN et al., 2002; MEYER et al., 2004; PETERSON et al., 2004). Decorre daí, que os resultados obtidos em tais estudos, via de regra, não permitem eventuais extrapolações inferenciais para o contexto de pessoas não-atletas, dada a condição muito distinta dos dois grupos.

Das considerações anteriores emergem aspectos pontuais que merecem destaque: *i*) o conhecimento de princípios norteadores básicos para aplicação técnica fundamentada dos diferentes sistemas de treinamento com pesos, em situações que não são voltadas para o alto desempenho físico, grosso modo, ainda é incipiente. Esse conjunto de saberes precisa ser aprofundado e transposto para a dimensão de populações de não-atletas, até em função da demanda crescente de pessoas que procuram tal prática em seu cotidiano,

somente com intuito de manter ou aprimorar brandamente as condições musculares vigentes; *ii*) as repercussões do treinamento contra-resistido sobre a saúde de adolescentes, jovens e adultos com pouca experiência nessa forma de exercitação física, também são escassas na literatura científica, sendo que os estudos específicos encontrados a respeito (MICHELI, 1988; WELTMAN, 1989; ROWLAND, 1990a; FAIGENBAUM et al., 1996; FALK e TENENBAUM, 1996; GAUL, 1996; FLECK e KRAEMER, 1997; PAYNE et al., 1997; IFSM, 1998; TREUTH et al., 1998; FAIGENBAUM et al., 1999; ACP, 2001; FAIGENBAUM, 2001; FAIGENBAUM et al., 2001; FAIGENBAUM et al., 2003) trazem dados bastante contraditórios e até preocupantes⁴. É imperativo perscrutar mais detalhadamente as questões levantadas, já que possíveis impactos orgânicos indesejados produzidos pela prescrição inadequada do treinamento com pesos (RIANS et al., 1987; CSM, 1990; RISSER, 1990; MAZUR et al., 1993; REEVES et al., 1998a; REEVES et al., 1998b; JONES et al., 2000), poderiam trazer conseqüências negativas mais intensas sobre a integridade física desses indivíduos em etapas posteriores da vida, principalmente, no aparelho ósteo-mio-tendíneo. Ademais, a centralidade das preocupações investigativas no tema, talvez precisasse manter o foco mais sobre a possibilidade de se aumentar o grau de segurança na aplicação desse tipo de treino, ao invés de privilegiar certas discussões metodológicas (CARPINELLI e OTTO, 1998; BYRD et al., 1999; CARPINELLI e OTTO, 1999; CARPINELLI, 2002; RHEA et al., 2002; BERGER, 2003; CARPINELLI, 2004; WINETT, 2004; WOLFE et al., 2004) que exacerbam, de forma prescindível, a análise de detalhes técnico-instrumentais muito específicos e inócuos, se considerarmos a ótica da relevância do conhecimento.

Por outro lado, o destaque dado às perspectivas mais contextualizadas e críticas, se evidencia no trabalho de ALMEIDA (1999), que revelou respostas diferenciadas de uma variável bioquímica do catabolismo músculo-esquelético (creatina-quinase, intimamente relacionada à dor muscular tardia), dependentes da modulação/controlado de apenas um dos

⁴ O estudo de FAIGENBAUM et al. (1999) revela impropriedade significativa ao usar uma casuística composta por crianças de 5 a 11 anos, para verificar os efeitos do treinamento com pesos sobre esse grupo. Considerando a vulnerabilidade física e emocional da faixa etária, cabe indagar, como uma investigação com tal perfil recebeu aprovação do comitê de bioética em pesquisa? E como um periódico internacional aceitou publicar um trabalho dessa natureza, cujos propósitos são passíveis de um profundo questionamento ético e também quanto à própria validade e aplicabilidade do conhecimento produzido a partir dele? Essas interrogações encontram respaldo nas considerações de ROWLAND (1990b) há mais de uma década.

parâmetros metodológicos (ordem dos exercícios) do treinamento contra-resistido proposto. Os resultados da investigação exemplificam a importância de se cotejar a observação experimental de certos parâmetros fisiológicos do esforço muscular, quantificáveis, com a escolha da melhor estratégia metodológica de treino, para, desse modo, evitar a ocorrência de micro-lesões em tal tecido, proporcionando pistas significativas sobre as repercussões da aplicação desses sistemas. Essa preocupação traduz uma abordagem preventiva, em nível primário (GRANDA e BREILH, 1989), tal como pode ser constatado em outros dois estudos similares (KLEINER et al., 1996; VINCENT e VINCENT, 1997).

Por sua vez, BAECHLE e GROVES (1992) admitem, de forma surpreendente, que não deveriam ser inesperadas as dores musculares tardias (DMTs) intensas, manifestadas por iniciantes em programas de exercícios contra-resistidos, durante as duas primeiras semanas. Ora, um quadro fisiológico como este, não só indica extremo desconforto e incapacidade funcional de realizar movimentos no cotidiano, mas, também, pode evocar suscetibilidade a lesões agudas graves (JONES et al., 1986; MACINTYRE et al., 1995; KYRÖLÄINEN et al., 1998; STAUBER e SMITH, 1998). Tal fato deve ocorrer, muito provavelmente, como resposta manifestada em curto prazo pelo organismo, à dosagem inapropriada das *cargas iniciais de treinamento*, as quais são representadas por uma série de fatores complexamente inter-relacionados (por exemplo, determinação dos níveis de intensidade e duração dos exercícios contra-resistidos e do tempo sistemático de recuperação estabelecido entre eles). FOLLAND et al. (2002) mostraram, inclusive, que ganhos significativos de força muscular podem ser alcançados, mesmo sem uma *extenuante exercitação* nesse tipo de modalidade. Já se sabe que tal situação é bem caracterizada pela manifestação de fadiga muscular extrema e pelo acúmulo de catabólitos plasmáticos e intra-teciduals, que ficam retidos no organismo, em média, de 24 a 72h após a exercitação (PYNE, 1994; MALM, 2001).

Assim, a partir dessas considerações, é possível inferir que para se obter os efeitos cumulativos desejados para os tecidos muscular e esquelético e, não extrapolar os limites de esforço metabólico, é capital estabelecer o equacionamento dos parâmetros ajustáveis na prescrição e aplicação individualizada de programas de exercícios contra-resistidos. Ou seja, deve-se monitorar, continuamente (operando sua readequação,

sempre que se fizer necessária): *i*) número de repetições e a quantidade de peso, em cada exercício; *ii*) quantidade total de séries de cada exercício; *iii*) intervalo de recuperação entre as séries de exercícios; *iv*) ordenação dos exercícios; *v*) número total de exercícios nos programas; *vi*) escolha dos tipos de exercícios (quanto ao grau de complexidade de execução); *vii*) frequência semanal dos programas; conforme também sugere KRAEMER (2003). Dito em outras palavras, a modulação correta desses parâmetros sistemáticos configura-se como o ‘*procedimento-chave*’, através do qual, é possível ofertar ao organismo, o nível ideal de *sobrecarga funcional progressiva*, capaz de gerar, de forma otimizada e contínua, as *adaptações crônicas osteogênicas e musculares*.

1.1- Remodelação e pico de massa óssea

No caso do tecido ósseo maduro, o conjunto de *respostas adaptativas* ante a influência dos fatores ambientais, em particular, as sobrecargas mecânicas, é chamado de *remodelação*, considerada por BORTOLETTO (1994) e KHAN et al. (2001), como um processo intrínseco, autônomo e localmente regulado. Comporta tanto mecanismos de *formação* quanto de *reabsorção* óssea, ambos estreitamente relacionados, segundo afirma FERNANDES (1995). O balanço final desse metabolismo, também está associado à hereditariedade, a características fenotípicas como cor da pele e sexo e, a fatores exógenos (BAPTISTA, 2000; GONÇALVES, 2000).

Parte da carga mecânica contínua experimentada pelo sistema esquelético se deve à sustentação do peso das próprias estruturas que comporta, sendo, contudo, considerada pequena se comparada àquela exercida pelos músculos (WATKINS, 2001; BURR et al., 2002). Desse modo, é razoável assumir que a remodelação em um osso reflete, principalmente, as cargas demandadas pelos músculos, já que são estes os responsáveis diretos pela geração das forças de tração (ou tensão muscular) transmitidas ao tecido esquelético. Assim, enquanto por um lado, as estruturas ósseas desempenham um papel fundamental no aparelho locomotor, resistindo à aplicação da força tênsil do músculo, por outro, se beneficiam de tal estímulo, pois ele é o principal ‘*elemento-desencadeador*’ da atividade osteogênica no tecido. GROSS e BAIN (1993) e

FROST (1973) esclarecem que o processo de remodelação desenvolve a potencialidade funcional dos ossos, proporcionando-lhes a capacidade de suportar uma força máxima com um mínimo de massa óssea, considerando, obviamente, a demanda relativa de deformação restrita a cada segmento específico.

Todavia, foi Julius Wolff, em finais do século XIX, o precursor da noção contemporânea sobre os mecanismos adaptativos do tecido esquelético, a qual ficou conhecida como *lei de Wolff* (WATKINS, 2001). É consensual na literatura que os pressupostos defendidos por ele, na época, tinham sentido quanto ao osso ajustar seu formato externo e micro-arquitetura interna em resposta às cargas que precisa suportar e que isso ocorre em um *continuum*, de forma sistemática e previsível.

Apesar de não haver interesse primário em detalhar as modificações ultra-estruturais ocorridas nas células ósseas, é pertinente lembrar, de forma sintética, que as forças (sobrecargas funcionais reguláveis) às quais são submetidos os ossos durante o exercício localizado com pesos, geram uma imediata deformação mecânica (micro-fraturas) em suas estruturas e esta, por sua vez, dá início a uma cascata de eventos bioquímicos nos osteoblastos, osteócitos e osteoclastos (DRINKWATER et al., 1995; LEE e LANYON, 2004). FROST (1990) e BURR (1997) sugerem que há um limiar crítico a ser alcançado nesse processo: uma tensão biomecânica abaixo desse limiar (individual) não é efetiva para disparar os fenômenos que levariam à aquisição e/ou manutenção da massa óssea.

Em relação ao tecido esquelético saudável, AAOS (1991) e KHAN et al. (2001) afirmam que se essa *inflamação tecidual* induzida não for excessiva, a remodelação determinará, então, a liberação de minerais armazenados no osso, para permitir sua utilização durante o processo de *reparação* dos micro-danos nas estruturas lesionadas, resultando, por fim, no rearranjo morfo-funcional do osso e na subsequente otimização da capacidade do tecido, em resistir a tais forças.

CASSIDY et al. (1995) propõem que para haver um progressivo acúmulo de massa óssea, é necessário um balanço metabólico positivo no esqueleto, ou seja, os mecanismos que promovem a formação (anabolismo) devem ‘superar’ aqueles que induzem a reabsorção óssea (catabolismo).

Por sua vez, o pico de massa óssea é definido como a maior quantidade de tecido esquelético, alcançada logo após a maturação (STEVENSON et al., 1989; BONJOUR et al., 1994; RUIZ et al., 1995; BAILEY et al., 1996). Segundo alguns autores, a maximização do potencial de aquisição mineral óssea, neste período, representaria, supostamente, fator crucial para abrandamento de riscos futuros de fraturas, que fossem causadas por osteopenia e osteoporose (COURTEIX et al., 1998; KHAN et al., 2001; ACSM, 2004). Todavia, é preciso um certo cuidado na consideração desta premissa hipotética, pois outros parâmetros (excesso ou ausência total da prática de exercícios físicos, balanço hormonal, fumo, tipo de alimentação, medicamentos, doenças crônicas, radiação, etc.), que também subjazem a etiologia da desmineralização óssea no decorrer de toda a vida, por vezes, escapem à possibilidade de mapeamento metodológico de prevalência, apesar de, sabidamente, estarem imbricados no processo.

Não há consenso na literatura quanto à especificação da faixa etária limítrofe, na qual estaria evidenciada a obtenção desse pico. MATKOVIC (1992), por exemplo, defende que o período crítico para tal acúmulo se localiza na adolescência, quando, segundo ele, a taxa de aquisição ao ano atingiria de 7 a 8 %. SLEMENDA et al. (1994), por sua vez, afirmam que 90% do ápice de massa óssea seria atingido em torno dos 18 anos. Entretanto, SMITH (1993) e SARDINHA et al. (1999) têm posição divergente, por acreditar que mesmo após o crescimento, tanto homens, como mulheres, podem adquirir significativa quantidade de massa óssea até, respectivamente, 25 e 21 anos, em média. Tal argumentação é advogada de modo similar, nos trabalhos de BOUNJOUR et al. (1994), KHAN et al. (2001) e AZEVEDO (2001).

Os homens têm maior conteúdo mineral ósseo, mas não densidade óssea volumétrica que as mulheres. Em ambos os sexos há dissociação entre o pico de estirão de crescimento e o de acúmulo de massa óssea. A puberdade é o período que ocorre aumento da densidade óssea volumétrica tanto no esqueleto axial como no apendicular.

Estudos populacionais mais recentes têm tentado determinar a época do pico de massa óssea. A investigação de CHAN et al. (2004), com 1514 homens e 1955 mulheres chinesas, com idades médias de 49 ± 13 anos e 48 ± 14 anos, respectivamente, mostrou que o pico de massa óssea para as mulheres ocorreu no grupo de 30 a 39 anos para a região

lombar e entre 17 e 29 anos para a região femoral, enquanto que nos homens o pico coincidiu para as duas regiões no grupo entre 17 e 29 anos. Também calcularam uma perda anual de 0,69% em relação ao pico para a região lombar e femoral das mulheres acima de 50 anos, sendo que 50% das mulheres acima de 60 anos apresentavam osteoporose lombar. Em relação aos homens, a perda anual calculada foi de 0,33% após 50 anos. YEH et al. (2004), também avaliando chineses, 68 homens entre 20 e 88 anos, mostraram que o pico de massa óssea ocorreu no grupo entre 20 e 30 anos, para qualquer sítio analisado (coluna, fêmur, triângulo de Ward e corpo total).

1.2- Técnicas de medida da massa óssea

As avaliações da massa óssea e do conteúdo mineral ósseo têm sido muito utilizadas tanto no adulto, como nas crianças para mapear doenças ósseas primárias ou secundárias, a osteoporose e osteopenia e o risco de fraturas. Estudos atuais têm mostrado as dificuldades técnicas para a realização destas avaliações na infância e adolescência, bem como os mais comuns erros de interpretação (LEONARD e ZEMEL, 2002; CRABTREE et al., 2004; DACI et al.; 2004; GAFNI e BARON, 2004; SCHOENAU et al., 2004a, SCHOENAU et al., 2004b).

SCHOENAU et al. (2004a) mostram que a avaliação do conteúdo mineral ósseo é um parâmetro dependente do tamanho ósseo, ou seja, ossos pequenos têm menor conteúdo mineral que os grandes; portanto, crianças com distúrbio de crescimento têm menor conteúdo mineral ósseo que os controles sadios pareados por idade, mesmo que os ossos sejam completamente normais, apesar de pequenos.

Cuidados na avaliação da massa óssea devem existir na infância e na adolescência, já que o pico de massa óssea ocorre tardiamente na adolescência e, freqüentemente, entre adultos jovens. É preciso ter especial atenção na interpretação da análise da massa óssea em crianças com baixa estatura (acompanhada ou não de atraso nas maturações óssea e puberal), tendo em vista a estreita relação entre conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea com puberdade, maturação óssea, tamanho ósseo e composição corporal (MOREIRA-ANDRES et al., 1998; LEONARD e ZEMEL, 2002; CRABTREE et al., 2004; DACI et al., 2004).

HENRY et al. (2004) analisaram 132 crianças caucasóides (63 meninos e 69 meninas entre 11 e 19 anos) e 134 adultos caucasóides (66 homens e 68 mulheres, entre 20 e 50 anos), com o objetivo de avaliar a idade de pico do conteúdo mineral ósseo em relação ao tamanho e ao volume do osso. O pico da densidade mineral óssea volumétrica lombar encontrado foi de 22 anos nos homens e 29 anos nas mulheres. O tamanho do osso continua a crescer durante a consolidação óssea e, tanto o tamanho ósseo final, como o pico de massa óssea, são atingidos na adolescência tardia.

Conforme sinalizam WÜSTER et al. (2000), CURREY (2001) e IANNETTA (2001), é importante ressaltar que o sentido de *saúde óssea* precisa estar calcado não apenas na investigação dos *índices quantitativos de minerais* (CMO) depositados na camada cortical do tecido esquelético (opção freqüentemente mais empregada), mas também, na análise qualitativa complementar, relativa ao grau de organização das micro-estruturas trabeculares e a matriz de colágeno disponível na camada endostal. Para GONÇALVES (2000) e BAPTISTA (2000), em tese, a combinação das propriedades *força* (capacidade de resistir à tensão) e *elasticidade* (capacidade de se submeter à deformação), é que conferiria a conotação mais adequada ao conceito de *integridade óssea*.

É nesse sentido que as técnicas e métodos de análise utilizados nas pesquisas ganham um papel de destaque na discussão. Ou seja, os limites e possibilidades do instrumental tecnológico disponível à comunidade científica, tanto podem apontar, de forma relativamente precisa, o estado interno das estruturas do osso, quanto gerar vieses consideráveis nos estudos, mascarando ou mesmo inviabilizando o exame mais fidedigno da condição esquelética, por exemplo, em relação ao efeito de um tratamento ou ao mapeamento preventivo de uma rarefação óssea em processo. Isto é tão plausível, que BAPTISTA (2000) enuncia: “o defasamento quanto à consistência de resultados entre os estudos transversais e de intervenção pode ser justificado pelas metodologias de investigação utilizadas.” (p. 16).

Em sua obra, afim ao tema, BONNICK (1998) se dá conta que os recursos estratégicos para avaliação da massa óssea foram bastante aprimorados e diversificados nas duas últimas décadas. O autor descreve, desde as pioneiras análises de *raios-x*, até as técnicas quantitativas de *foto-absorimetria* como o DEXA

(*Dual Energy X-Ray Absorptometry*), amplamente utilizado em pesquisas mais recentes. BONNICK (1998) menciona ainda a *tomografia computadorizada*, outra técnica de elevado poder discriminatório no exame quantitativo. Todavia, essas duas últimas apresentam o indesejável contratempo (sobretudo para crianças, adolescentes e mulheres pós-menopausadas) de emitir radiação cumulativa. O DEXA revela também o revés de embutir um significativo *coeficiente de variabilidade* (2 a 10 %) nas medidas, por vezes, mais alto do que o próprio ganho ou perda do conteúdo mineral ósseo (IANNETTA, 2001), que é avaliado, nessa metodologia, nos seguintes sítios anatômicos: *i*) colo do fêmur, *ii*) triângulo de ward; *iii*) trocanter; *iv*) coluna lombar (L2-L4). AZEVEDO (2001) esclarece sobre outra forma complementar para avaliar os efeitos de algumas terapêuticas sobre a remodelação óssea: os *marcadores bioquímicos*, medidos no plasma e na urina.

De acordo com WÜSTER e HADJI (2001), desde a última década, tem se solidificado no campo investigativo, o emprego da *densitometria quantitativa ultra-sônica* (*Quantitative Ultrasound Densitometry - QUS*), através do equipamento *DBM Sonic BP*. A técnica, que foi validada após o crivo rigoroso de estudos longitudinais bastante extensos e com grandes casuísticas, tem vantagem de ir a campo (o aparelho é portátil), não emitir qualquer tipo de radiação, não ser invasiva e permitir fácil manuseio (sobretudo, se comparada às técnicas anteriores) (IANNETTA, 2001). Além disso, tem mostrado nas pesquisas um índice de erro interno de medidas bem mais confiável do que outros equipamentos, o qual varia entre 0,23 e 0,57 % (FERREIRA, 2001). Usa como pontos de referências para mensuração, as metáfises distais das falanges proximais (2° ao 5° dedo) das mãos e possui o inconveniente de não permitir que se analise o benefício de intervenções sobre o tecido esquelético em outros segmentos anatômicos importantes do corpo.

2- OBJETIVOS

Verificar alterações na mineralização óssea dos membros superiores de homens adultos jovens saudáveis, após aplicação de um programa de exercícios contra-resistidos, proposto para desenvolver força muscular desses segmentos corporais, durante período de 16 semanas.

Analisar, complementarmente, se o efeito de tal programa seria capaz de interferir na relação percentual entre massa magra e gorda do braço direito dos sujeitos da pesquisa.

3- CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1- Casuística

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (parecer nº 380/2002). Os voluntários da investigação, antes de participar do programa de intervenção, assinaram, voluntariamente, o termo de consentimento livre e esclarecido (**Anexo 1**). Todos eram estudantes do curso de graduação em Educação Física da Universidade Camilo Castelo Branco (Unicastelo), instituição privada de ensino situada em Itaquera, bairro da zona leste da cidade de São Paulo.

Os sujeitos selecionados fizeram exame médico de rotina por profissional da área. Aos envolvidos foram explicitadas todas as etapas do trabalho; inclusive, ficaram informados que poderiam desistir a qualquer momento do programa do qual participariam, sem qualquer tipo de ônus pessoal. Todos os experimentos foram realizados em conformidade com a regulamentação legislativa sobre pesquisa com humanos adotada no país e internacionalmente.

A amostra populacional analisada foi constituída por dezesseis adultos jovens entre 18 e 25 anos ($21,3 \pm 2$ anos) do sexo masculino, que aparentavam gozar de boa saúde física e mental. O grupo amostral, que no início da investigação fora composto de 37 indivíduos, acabou se reduzindo progressivamente (ao longo de todo período de intervenção), em função de intercorrências de ordem pessoal e profissional, apresentadas pelos estudantes, que os impediram de prosseguir participando do programa de exercícios contra-resistidos até o fim da pesquisa.

A faixa etária da casuística foi pré-determinada (entre 18 e 25 anos) em função de dados da literatura registrarem que o organismo ainda permitiria uma significativa aquisição da massa óssea, mesmo após a maturação sexual completa dos indivíduos. Isso pareceu factível, sobretudo, se ocorresse maior demanda na síntese metabólica no tecido, desencadeada pelo exercício físico localizado, conforme informa KHAN et al. (2001).

3.2- Tipo de estudo

A pesquisa caracterizou-se como um estudo de intervenção (experimental sem grupo ‘controle’), do tipo longitudinal¹, que buscou verificar os índices de parâmetros ósseos quantitativos (CMO) e qualitativos, analisados em sítio específico de membros superiores dos voluntários, *antes* (T₀) e *após* (T₁) a realização das dezesseis semanas do programa sistemático de exercícios com pesos. A hipótese levantada no estudo pressupunha a ocorrência de um incremento, estatisticamente significativo, na mineralização óssea dos jovens, bem como um rearranjo positivo nas micro-estruturas internas do osso, ao final do programa de intervenção, designado, especificamente, para o ganho de força na musculatura dos membros superiores e do segmento superior do tronco.

3.3- Local do estudo

A investigação foi conduzida, integralmente, nas instalações do Complexo Esportivo da Faculdade de Educação Física da Unicastelo, considerando desde os procedimentos técnicos para mensuração dos parâmetros ósseos e antropométricos dos sujeitos do estudo, até o desenvolvimento do programa de exercícios contra-resistidos.

3.4- Variáveis do estudo

Considerou-se *variáveis dependentes*, os parâmetros ósseos quantitativos e qualitativos aferidos nos indivíduos da amostra populacional e abaixo descritos:

¹ Cabe aqui ressaltar que no tipo de delineamento investigativo pelo qual optou-se, **os sujeitos da pesquisa submetidos à intervenção foram os controles de si próprios**. Apesar de nesse desenho metodológico, a análise comparativa entre o tempo pré (T₀) e pós-treinamento (T₁) sofrer menos interferência dos vieses de seleção (homogeneidade da amostra), em relação aos estudos transversais ou estudos longitudinais que utilizam duas amostras formadas por indivíduos distintos, sabe-se também que os estudos que utilizam ‘grupo-controle’ têm sido considerados pela literatura como hierarquicamente ‘superiores’, do ponto de vista metodológico.

- **AD-SoS** (*Amplitude Dependent Speed of Sound*), registrada em m/s – Expressa o parâmetro quantitativo (CMO). Calculado quando a onda do sinal ultra-sônico alcança 2 mV de amplitude (representado no gráfico da **Figura 1**). Quanto maiores os valores acusados pelo aparelho, maior deve ser o CMO;
- **T Score** e **%T Score** - Medidas de dispersão baseadas no *critério de referência de normalidade* da variável quantitativa (AD-SoS = 2124 m/s), considerado como ‘risco zero’ de fratura. O valor é fornecido pela metodologia da técnica de ultra-sonometria óssea empregada no estudo;
- **FWA** (*First Wave Amplitude*), registrada em mV - Parâmetro qualitativo representado graficamente, através da amplitude alcançada pelo primeiro pico do sinal ultra-sônico (**Figura 1**). Descreve a *elasticidade* do tecido ósseo no sítio anatômico analisado;
- **SDy** (*Dynamics of Ultrasound Signal*), registrada em $mV/\mu s^2$ – Descreve o comportamento dinâmico do sinal ultra-sônico, que é obtido pela diferença de amplitude de sinal entre o primeiro e o segundo pico registrados no gráfico (**Figura 1**). Representa a variável qualitativa da *homogeneidade* do tecido esquelético.
- **UBPI** (*Ultrasound Bone Profile Index*), índice cujos valores variam de 0 a 1 – ‘Indicador-síntese’ das variáveis qualitativas, que calcula o ‘risco de fratura’, a partir de uma equação que leva em consideração o FWA e o SDy. Estabelece que quanto mais próximo de 1 for o valor obtido, menor é o risco de fratura.

Considerou-se *variável independente*, o protocolo sistematizado de exercícios contra-resistidos para desenvolver a força muscular de membros superiores.

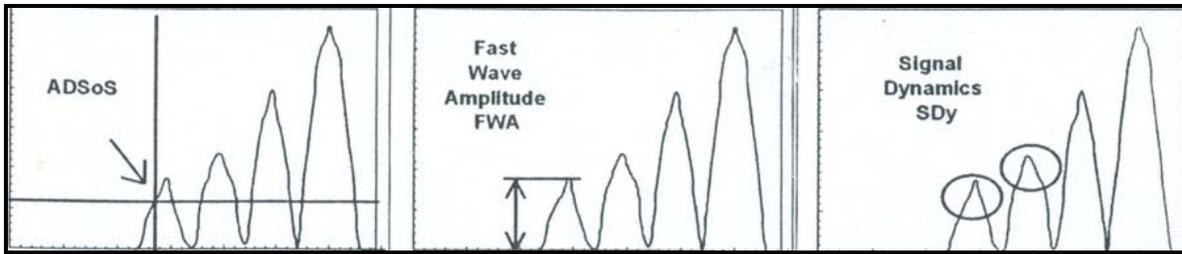


Figura 1 – Representação das variáveis **AD-SoS**, **FWA** e **SDy** no sinal ultra-sônico

Na perspectiva de também poderem sofrer alterações pelo efeito do programa de exercícios com pesos, também foram acompanhadas, as seguintes medidas antropométricas dos sujeitos: *i*) IMC (índice de massa corporal); *ii*) índices de composição corporal - CCB_r (circunferência corrigida do braço) e % MMB_r (percentual de massa magra do braço). Sem o mesmo intuito, também foram coletados os valores de: *iii*) idade; *iv*) estatura total; *v*) peso corporal total;

3.5- Critérios de inclusão e exclusão

Só foram selecionados para o grupo experimental do estudo, os voluntários: *i*) dentro da faixa etária pré-estabelecida; *ii*) não-portadores de doenças crônicas degenerativas não-transmissíveis; *iii*) que não possuíam o hábito regular de fumar e/ou consumir bebidas alcoólicas; *iv*) que ingeriam diariamente alimentos ricos em cálcio em sua dieta nutricional; *v*) que não utilizavam medicamentos que poderiam afetar o metabolismo ósseo ou causar osteopenia/osteoporose; *vi*) que não fossem praticantes de atividades esportivas e/ou físicas nas quais predominasse o esforço muscular (localizado) de membros superiores; *vii*) que nos últimos seis meses, não tivessem se submetido à prática regular e contínua de treinamento com pesos.

A qualquer momento seriam excluídos do estudo, aqueles sujeitos que não atendessem os seguintes critérios, exigidos durante o desenvolvimento do protocolo experimental de intervenção: *i*) ter frequência de participação igual ou maior que 75% ao

final do programa de exercícios contra-resistidos; *ii*) não utilizar medicamentos a base de corticóides e outras substâncias que sabidamente interferem no metabolismo esquelético; *iii*) não ser acometido por nenhuma doença crônica que afetasse o metabolismo ósseo no período do experimento, que sabidamente, pudesse afetar o metabolismo ósseo.

3.6- Procedimentos técnicos

3.6.1- Questionário de Dados Pessoais

Foi utilizado um questionário (**Anexo 2**) antes da realização do protocolo de intervenção, para contemplar, concomitantemente, duas funções básicas: servir como instrumento para levantamento de dados dos voluntários da pesquisa e, de seleção daqueles indivíduos que atendiam as condições mínimas para compor o grupo amostral do experimento. Constituiu-se de questões fechadas e abertas e sua aplicação ocorreu por meio de entrevista pessoal. Através do inquérito, obteve-se informações sobre idade, hábitos de vida e condição de saúde (pregressa e momentânea) dos sujeitos.

3.6.2- Medidas Antropométricas

Coletou-se medidas individuais de estatura total e peso corporal total, respectivamente, através de estadiômetro da marca Sanny[®] (precisão 0,1 cm) e balança digital da marca Filizola[®] (precisão 0,1 kg), para determinar os *índices de massa corporal* (IMC¹), nos tempos pré (T₀) e pós-intervenção (T₁). Calculado esse parâmetro, acabaram sendo excluídos dois estudantes voluntários antes de iniciar o programa de exercícios (que anteriormente haviam sido selecionados por meio do questionário), pois ambos se encontravam *acima da faixa de normalidade*² (sobrepeso para obesidade) do IMC. Tal cuidado visou estabelecer maior homogeneidade na seleção amostral, a qual manteve-se, pelas características dos sujeitos, dentro do nível normal deste indicador antropométrico (WHO, 1995), referenciado para homens da faixa etária do estudo.

¹ IMC= Peso corporal total (kg)/Estatura elevada ao quadrado (m²)

² Utilizou-se o critério de referência da Organização Mundial da Saúde (WHO, 1995), o qual preconiza que valores de IMC obtidos acima de 25,1 Kg/m² encontram-se na faixa de *sobrepeso* (para obesos) e abaixo dele, *normais*.

As outras duas variáveis antropométricas, já mencionadas – CCB³ (*circunferência corrigida do braço*) e % MMB⁴ (*percentual de massa magra do braço*) – foram obtidas através de um conjunto de procedimentos (mensurações e cálculos matemáticos) para determinar a relação quantitativa entre massa magra e massa gorda no segmento corporal exercitado, também em T₀ e T₁.

Para isso, foram aferidas duas dobras cutâneas – tricipital (DTr) e bicipital (DBi) – com um plicômetro da marca Lange[®] (precisão 0,1 mm) e o perímetro do braço com fita métrica de fibra de vidro (precisão de 0,1 mm). Conforme a recomendação da técnica utilizada (DE ROSE et al., 1984), todas as mensurações foram tomadas no hemicorpo direito dos avaliados, em seus respectivos pontos anatômicos padronizados. Logo após, todas as variáveis antropométricas de interesse foram compiladas em planilhas específicas, criadas para tal finalidade (**Anexo 3**).

3.6.3- Medidas dos Parâmetros Ósseos

Para o procedimento de coleta e análise das medidas individuais dos parâmetros ósseos de interesse (**AD-SoS**, **T Score**, **%T Score**, **FWA**, **SDy** e **UBPI**), em T₀ e T₁, utilizou-se o equipamento *DBM Sonic[®] BP*, marca IGEA (**Figura 2**). O aparelho é portátil, de manuseio fácil e rápido, não emite radiação e não é invasivo.

Segundo IANNETTA (2001) e WÜSTER et al. (2000), esse recurso metodológico, já na sua 3^a geração de desenvolvimento, permite o estudo das variáveis ósseas – o *CMO*, a *elasticidade* e a *homogeneidade* óssea – com elevado nível de precisão e reprodutibilidade de medidas. Informam também que a tecnologia do equipamento dispõe da inteligência artificial *Fuzzy Logic[®]*, que o permite analisar, em tempo real, tanto a organização estrutural da micro-arquitetura trabecular (perfil qualitativo), quanto o nível de mineralização da camada cortical (perfil quantitativo) do osso de crianças, adolescentes, jovens, adultos e idosos (sem a necessidade de nenhuma técnica complementar, como o uso de marcadores bioquímicos, por exemplo).

³ Essa medida é obtida através do cálculo: $CCBr = CBr - (DTr + DBi)$, sendo expressada em *mm*, onde CBr=circunferência do braço; DTr=dobra cutânea do tríceps; DBi=dobra cutânea do bíceps.

⁴ Medida que indica o valor percentual da razão entre CCB³ e CBr, onde $\% MMBr = (CCBr/CBr) \times 100$

O princípio da metodologia de aferição do *DBM Sonic[®] BP* é emitir um sinal ultra-sônico, em um dos lados do dedo e recebê-lo no outro. Isto é procedido através de um dispositivo específico para tal e o ponto anatômico exato da colocação do artefato é a *metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (2^o ao 5^o dedo)* da mão não-dominante (**Figura 3**). Ao término de cada medida efetuada, quando o sinal ultra-sônico perpassa, transversalmente, os elementos constitutivos do tecido ósseo (camada cortical, microestruturas trabeculares e matriz de colágeno), uma análise automatizada é processada na tela do aparelho, gerando de imediato, um relatório sobre o tecido, chamado de *osteo-sonometria* (**Figura 4**). Para cada pessoa avaliada, a técnica ainda permite, *a posteriori*, a reconstrução de imagens digitais bidimensionais (osteo-sonograma) do corte transversal de cada sítio ósseo aferido. Tal recurso confere condição complementar para se analisar, visualmente, as características micro-estruturais do osso relativas às trabéculas - número, orientação espacial e conectividade – e ao nível cortical.



Figura 2 – Aparelho *DBM Sonic[®] BP*



Figura 3 – Local de medida da técnica

Anagráfico data			
Patient	MARCELINO LUCAS		
Test n.	1	Test date:	13/08/2002
Results			
ULTRASONOMETRY		ULTRASONOGRAPHY	
AD-SoS	2120 m/s	UBPI	0,71
T-Score	-0,06 (0%)	sdv	-314,94 [mV/ μ s ²]
Z-Score	-0,01 (0%)	fwa	2,7 [mV]
		tf	1,72 [μ s]

Figura 4 – Relatório da osteo-sonometria

Importante registrar que o equipamento só gera os relatórios individuais de osteo-sonometria, a partir do fornecimento dos dados de estatura e peso corporal de cada avaliado. Desse modo, a logística dos resultados finais opera dependente dos valores de IMC, que são calculados a partir das informações digitadas no teclado do aparelho.

A metodologia do *DBM Sonic[®] BP*, emprega as falanges como locais de aferição, em função da região apresentar a mais elevada atividade metabólica do esqueleto (em todas as fases da vida) e grande semelhança com as micro-estruturas ósseas da coluna lombar (FERREIRA, 2001; IANETTA, 2001). Por estes motivos, tais pontos anatômicos parecem representar, segundo os autores, o melhor sítio para mapeamento precoce do risco de osteopenia e osteoporose, sobretudo em mulheres, ao longo do período do climatério.

Todas as variáveis ósseas obtidas nas coletas pré e pós-intervenção aparecem descritas, individualmente, em planilhas específicas correspondentes (**Anexo 4**).

3.6.4- Sistematização do Programa de Exercícios Contra-Resistidos

Antes de iniciar o protocolo de intervenção, os alunos-participantes foram informados, com detalhes, sobre todos os procedimentos, cuidados e objetivos da planificação do trabalho muscular com pesos, em cada uma de suas etapas previstas. Do mesmo modo, também foram acompanhados, individual e diariamente, no transcorrer de todo o programa e, orientados quanto ao ajuste da quantidade de peso dos exercícios, da postura corporal nos aparelhos ou em relação a qualquer outro detalhe técnico afim, quando havia necessidade.

O treinamento contra-resistido proposto constituiu-se por um conjunto sistematizado de exercícios de *força muscular*⁵, destinados predominantemente, para os grupos musculares de membros superiores (MS), sendo que também foram incluídos alguns exercícios para músculos da parte superior do tronco (circunjacentes à musculatura dos MS). A descrição completa das variáveis do treinamento com pesos, em todas as etapas do programa, está apresentada nos **Quadros 1 a 5**.

A *freqüência semanal* de exercitação física dos alunos participantes no programa de intervenção foi de três dias (sessões realizadas nas terças, quartas e quintas-feiras), sendo que destinou-se dois dias por semana (*terças e quintas-feiras*) para o desenvolvimento da força dos músculos: *i*) flexores e extensores de cúbito, *ii*) flexores e extensores de punho e, *iii*) flexores dos dedos; e, um dia por semana (*quartas-feiras*) para fortalecimento dos músculos: *i*) grandes dorsais, *ii*) peitorais, *iii*) deltóides e, *iv*) flexores dos dedos.

Cada sessão diária de treino constituiu-se de um *total de cinco a sete exercícios*, realizados de modo ‘conjugado’ (isto é, sempre eram executados dois aparelhos por vez, em seqüência, sem intervalo entre eles).

Destinou-se, na maior parte do treinamento, uma média de *seis séries para todos os exercícios*.

⁵ Considerando os sistemas energéticos do metabolismo, pode-se dizer que a **Força Muscular** é uma capacidade física caracterizada por esforços (localizados) de curta a curtíssima duração e de grande a enorme intensidade, manifestados pelas fibras musculoesqueléticas. Diferencia-se, portanto, da capacidade **Resistência Muscular** (ou Resistência Localizada), que é demarcada por esforços de média a curta duração e de pequeno a grande nível de intensidade. Na atividade com pesos, os parâmetros *duração* e *intensidade*, têm correspondência com o *número de repetições* e a *quantidade de peso* preconizado em cada exercício contra-resistido.

A prescrição do *número de repetições* utilizado para cada exercício, baseou-se no sistema de ‘pirâmide ascendente’⁶ (BAECHLE, 1994; FLECK e KRAEMER, 1997): girava em torno de vinte (ou quinze) movimentos na primeira série, chegando a se reduzir, progressivamente, até seis repetições na última série.

O *ajuste da quantidade de peso* (ou carga) em cada aparelho/exercício foi individualmente determinado, treino a treino, de acordo com a capacidade dos executantes. Todavia, os pesos deveriam sempre corresponder ao número de repetições pré-estabelecido, que se precisava cumprir com elevado grau de dificuldade (fadiga muscular), ao término de cada série. Tal ajuste correspondeu ao procedimento conhecido como ‘teste por repetição’ (BAECHLE, 1994; FLECK e KRAEMER, 1997).

O *intervalo de recuperação entre as séries* girou em torno de um minuto.

Optou-se pelo uso mesclado de equipamentos/aparelhos modulares (estações individuais) e de pesos livres, para contemplar a diversificação de exercícios pretendida. Contudo, sabe-se que exercícios com pesos livres não oferecem a mesma vantagem das máquinas específicas em relação ao controle mais preciso da quantidade de peso selecionado individualmente, da postura corporal adequada para execução dos exercícios e da possibilidade de ofertar aos praticantes direcionar todo esforço muscular dispendido, prioritariamente, para os grupamentos solicitados.

Ficou definido, em função dos *objetivos da pesquisa* e das *limitações operacionais existentes* (pouca disponibilidade de tempo dos alunos, por exemplo), que duas vezes por semana - *terças e quintas-feiras* - seriam realizados os exercícios para desenvolver a força muscular dos grupamentos eleitos como ‘principais’ (*ficha 1*) e, que, uma vez por semana - *quartas-feiras* (*ficha 2*) – exercitar-se-ia outros músculos, considerados como ‘secundários’ ou de interesse complementar aos propósitos do estudo. Vale salientar, com base em dados da literatura, que a frequência de três dias semanais determinada para o protocolo de exercícios da pesquisa, supostamente, seria suficiente para promover as adaptações desejadas.

⁶ No sistema referido, a diminuição do número de repetições, em cada série subsequente, está ligada ao imediato e respectivo aumento do percentual de peso máximo correspondente, nos exercícios executados. A quantidade de peso adequada deve ser aquela que permite sobrevir um nível da fadiga submáxima ou máxima, apenas quando o número total de movimentos previstos é alcançado, ao final de cada série.

Conforme já mencionado, o protocolo de intervenção teve duração total de dezesseis semanas, as quais foram subdividas em:

- **Fase 1** (1^a a 5^a semana) – Nesse período, sobretudo na primeira semana, buscou-se proporcionar aos participantes uma *fase de adaptação* quanto ao esforço muscular e a aprendizagem correta dos movimentos em cada aparelho/exercício. A partir da segunda semana, o grau de exigência orgânica se manteve mais elevado (**Quadros 1 e 2**);
- **Fase 2** (6^a a 11^a semana) – Ao iniciar esta etapa do treinamento, houve um pequeno incremento na *quantidade de peso* utilizada na maioria dos aparelhos/exercícios e no *número de séries* dos mesmos. Esta alteração foi válida tanto para o regime de exercícios contra-resistidos realizado às terças e quintas-feiras (*ficha 1*), quanto às quartas-feiras (*ficha 2*) (**Quadros 3 e 4**);

Quadro 1 – Programa de Exercícios da FASE 1 realizado nas 3^{as} e 5^{as} Feiras (Ficha 1)

Exercício / Aparelho	Nº Repetições	Nº Séries	Peso (Carga)	Intervalo Entre Exercícios
1a – Flexão de cúbito no aparelho	20/15/12/10/8	5	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
1b – Extensão de cúbito na polia alta				
2a – Flexão dos punhos com barra longa (apoiado no banco)	12-15	5	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
2b – Extensão dos punhos com barra longa (apoiado no banco)				
3 – Apertar a bolinha (alternando mãos)	Máximo	5	-----	Inexistente
Forma de Execução: ‘Conjugada’ (2 Aparelhos por Vez, em Sequência)				

Quadro 2 – Programa de Exercícios da FASE 1 realizado nas 4^{as} Feiras (Ficha 2)

Exercício / Aparelho	Nº Repetições	Nº Séries	Peso (Carga)	Intervalo Entre Exercícios
1a – Adução de ombros na barra fixa ou <i>Adução de ombros na polia alta</i> [‘Puxada p/ trás’]	Máximo ou 12-15	5	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
1b – Apoio de frente para o solo	Máximo			
2a – Extensão transversal de ombros c/ halteres de mão [‘Crucifixo invertido’]	12-15	5	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
2b – Abdução de ombros c/ barra longa sentado no banco [‘Desenvolvimento p/ trás’]				
4 – Apertar a bolinha (alternando mãos)	Máximo	5	-----	Inexistente
Forma de Execução: ‘Conjugada’ (2 Aparelhos por Vez, em Seqüência)				

Quadro 3 – Programa de Exercícios da FASE 2 realizado nas 3^{as} e 5^{as} Feiras (Ficha 1)

Exercício / Aparelho	Nº Repetições	Nº Séries	Peso (Carga)	Intervalo Entre Exercícios
1a – Flexão de cúbito no aparelho	15/12/10/8/6/6	6	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
1b – Extensão de cúbito na polia alta				
2a – Flexão dos punhos com barra longa (apoiado no banco)	12-15	6	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
2b – Extensão dos punhos com barra longa (apoiado no banco)				
3 – Apertar a bolinha (alternando mãos)	Máximo	6	-----	Inexistente
Forma de Execução: ‘Conjugada’ (2 Aparelhos por Vez, em Sequência)				

Quadro 4 – Programa de Exercícios das FASES 2 e 3 realizado nas 4^{as} Feiras (Ficha 2)

Exercício / Aparelho	Nº Repetições	Nº Séries	Peso (Carga)	Intervalo Entre Exercícios
1a – Adução de ombros na barra fixa ou <i>Adução de ombros na polia alta</i> [‘Puxada p/ trás’]	Máximo ou 12-15	6	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
1b – Apoio de frente para o solo	Máximo			
2a – Extensão transversal de ombros c/ halteres de mão [‘Crucifixo invertido’]	12-15	6	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
2b – Abdução de ombros c/ barra longa sentado no banco [‘Desenvolvimento p/ trás’]				
4 – Apertar a bolinha (alternando mãos)	Máximo	6	-----	Inexistente
Forma de Execução: ‘Conjugada’ (2 Aparelhos por Vez, em Seqüência)				

- **Fase 3** (12^a a 16^a semana) - Nesta última etapa do programa, houve nova modificação, mas, apenas no regime de exercícios com pesos realizado as terças e quintas-feiras (*ficha 1*). Dessa vez, ampliou-se o *número total de exercícios* e manteve-se todos os outros parâmetros preconizados na fase anterior (**Quadro 5**).

Quadro 5 – Programa de Exercícios da FASE 3 realizado nas 3^{as} e 5^{as} Feiras (Ficha 1)

Exercício / Aparelho	Nº Repetições	Nº Séries	Peso (Carga)	Intervalo Entre Exercícios
1a – Flexão de cúbito no aparelho	15/12/10/8/6/6	6	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
1b – Extensão de cúbitos na polia alta				
2a – Flexão de cúbito com halteres de mão (sentado no banco)	10-12	6	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
2b – Extensão de cúbitos com barra longa “W” (deitado no banco)				
3a – Flexão dos punhos com barra longa (apoiado no banco)	12-15	6	Individual e Ajustada a Cada Série	Inexistente
3b – Extensão dos punhos com barra longa (apoiado no banco)				
4 – Apertar a bolinha (alternando mãos)	Máximo	6	-----	Inexistente
Forma de Execução: ‘Conjugada’ (2 Aparelhos por Vez, em Sequência)				

Para melhor visualização dos tipos de exercícios empregados no programa sistematizado proposto, foram colocadas fotografias dos participantes executando cada um deles, no **Anexo 5**.

Importante informar ainda, que antes de cada sessão diária do treinamento contra-resistido, os participantes realizavam aquecimento prévio que durava em torno de dez minutos e incluía movimentações articulares diversas e exercícios de alongamento para

as regiões corporais de interesse. Do mesmo modo, ao término das sessões, novamente eram utilizados os alongamentos, no sentido de garantir uma diminuição progressiva do grau de esforço corporal, bem como dos níveis de tensão muscular (hiper-tonicidade aguda), acumulados momentaneamente, em função da atividade com pesos. Somado o tempo gasto no aquecimento, parte principal e volta à calma, a duração total de cada sessão não chegava a ultrapassar sessenta minutos, em média.

Para averiguar a frequência de participação dos sujeitos, em cada sessão de treinamento, semana a semana, foi elaborada uma planilha específica, para registrar o controle diário da presença/ausência. Esse procedimento foi mantido durante todo período do programa de intervenção. Todos os participantes analisados, que permaneceram até a décima sexta semana, tiveram participação maior ou igual a 75% do número total de sessões realizadas.

3.7- Análise estatística

No tratamento estatístico procedeu-se, inicialmente, análise descritiva por tempo, para as variáveis de interesse, através de médias, desvios-padrão, medianas, valores mínimos e máximos. Em seguida buscou-se comparar todas as medidas ósseas e antropométricas entre os tempos pré-intervenção (Tempo 0) e pós-intervenção (Tempo 1), sendo utilizado, para tal, o teste não-paramétrico de *Wilcoxon* para amostras correlatas (e que apresentam $n < 30$). Complementarmente, investigou-se uma correlação das diferenças encontradas nos parâmetros ósseos (variáveis dependentes) entre os dois momentos (Tempo 0 e 1), com as medidas antropométricas obtidas inicialmente (Tempo 0), talvez pouco provável de se identificar, em função da amostra pequena. Para isso, foi ajustado um modelo de regressão linear e empregado o coeficiente de *Pearson*. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5% (p-valor < 0.05). Utilizou-se para as análises o programa computacional *Statistical Analysis System for Windows*, versão 8.02.

4- RESULTADOS

A síntese dos resultados obtidos a partir do tratamento estatístico, referente aos parâmetros ósseos e antropométricos é apresentada neste capítulo, nas tabelas e gráficos (análise descritiva dos dados) que seguem.

Tabela 1 – Descrição dos valores das Variáveis Antropométricas obtidos *antes* (Tempo 0) e *após* (Tempo 1) a aplicação do Programa de Exercícios Contra-Resistidos

VARIÁVEL	n	MÉDIA	DP	MIN	MEDIANA	MÁX
Idade						
Tempo 0	16	21,3	2,0	18,4	20,6	25,2
Tempo 1	16	21,6	2,0	18,7	20,9	25,5
Estatura (m)						
Tempo 0	16	1,75	0,03	1,67	1,75	1,80
Tempo 1	16	1,75	0,03	1,67	1,75	1,80
Peso (kg)						
Tempo 0	16	66,4	6,2	54,3	67,3	73,7
Tempo 1	16	66,4	5,7	53,1	66,9	72,5
<i>p-valor = 0,7149</i>						
IMC (kg/m²)						
Tempo 0	16	19,0	1,6	16,0	19,4	20,8
Tempo 1	16	19,0	1,4	15,7	19,2	21,0
<i>p-valor = 0,7057</i>						
CCBr (mm)						
Tempo 0	16	270	19	230	270	312
Tempo 1	16	284	15	252	286	312
<i>p-valor = 0,0001*</i>						
% MMBr						
Tempo 0	16	90,3	2,4	86,0	90,4	94,7
Tempo 1	16	91,4	2,2	85,6	91,6	94,2
<i>p-valor = 0,0076*</i>						

*Valores estatisticamente significativos

Inicialmente, é possível observar que idade ($21,3 \pm 2 \sim 21,61 \pm 2,01$ anos), estatura total ($1,75\text{m} \pm 0,03$) e peso corporal total ($66,44\text{kg} \pm 6,21 \sim 66,46\text{kg} \pm 5,67$) não se modificaram substancialmente. Os valores de IMC também não demonstraram diferenças relevantes entre os dois momentos. Por outro lado, as variáveis antropométricas CCB_r e % MMB_r apresentaram alterações estatísticas significativas entre T₀ e T₁, em função da aplicação do treinamento contra-resistido. Mesmo não sendo objetos de análise primária da pesquisa, os dois parâmetros mostraram uma resposta sensível ao programa de exercícios, fato que será comentado mais a frente, na discussão.

Por sua vez, os parâmetros ósseos (variáveis dependentes) demonstraram respostas bastante diferenciadas. Esses dados estão explicitados na **Tabela 2**. Quando comparados, os valores médios das variáveis *quantitativas* **AD-SoS**, **T-Score** e **%T-Score**, em T₀ e T₁, evidenciaram um nível de significância acentuado para as três ($p\text{-valor} < 0,0001$), representando incrementos no CMO do segmento corporal averiguado (falanges da mão não-dominante) da ordem de 7-8%. Na análise comparativa das variáveis *qualitativas* **FWA** e **SDy**, entre os tempos pré e pós-treinamento, foi possível detectar diferença em ambas (redução dos valores médios), sendo que apenas para a primeira ela foi estatisticamente significativa. Tais medidas apresentaram um $p\text{-valor}$ de, respectivamente, $0,0005$ e $0,0507$. Esse efeito apresentado foi, de certo modo, surpreendente ('indesejável'). Mesmo assim, os parâmetros ficaram dentro do nível de normalidade para a faixa etária do estudo, referenciado no trabalho de WÜSTER et al. (2000).

Tabela 2 – Descrição dos valores dos Parâmetros Ósseos da casuística obtidos *antes* (Tempo 0) e *após* (Tempo 1) a aplicação do Programa de Exercícios Contra-Resistidos

VARIÁVEL	n	MÉDIA	DP	MIN	MEDIANA	MÁX
AD-SoS (m/s)						
Tempo 0	16	2146	59	2056	2126	2267
Tempo 1	16	2193	62	2090	2187	2331
<i>p</i> -valor < 0,0001*						
T-Score**						
Tempo 0	16	0,32	0,84	-0,97	0,04	2,04
Tempo 1	16	1,00	0,88	-0,40	0,91	2,96
<i>p</i> -valor < 0,0001*						
% T-Score**						
Tempo 0	16	4,0	10,2	-12,0	0,0	25,0
Tempo 1	16	11,4	11,3	6,0	11,0	37,0
<i>p</i> -valor < 0,0001*						
FWA (mV)						
Tempo 0	16	3,3	0,7	2,3	3,1	4,3
Tempo 1	16	2,9	0,5	2,1	2,8	3,9
<i>p</i> -valor = 0,0005*						
SDy (mV / μ^2)						
Tempo 0	16	-56,5	145,6	-292,2	-84,0	286,5
Tempo 1	16	-98,7	98,0	-308,2	-90,0	107,9
<i>p</i> -valor = 0,0507						
UBPI***						
Tempo 0	16	0,86	0,09	0,67	0,84	0,97
Tempo 1	16	0,83	0,08	0,67	0,84	0,96
<i>p</i> -valor = 0,0602						

*Diferenças estatisticamente significativas

**Referente ao valor normativo (2124 m/s) fornecido pelo *DBM Sonic® BP*

***Apresenta valores que variam de 0 a 1, para representar o risco de fratura; quanto mais proximidade do limite superior, menor a suscetibilidade ao risco

O terceiro parâmetro qualitativo do tecido ósseo – **UBPI** – mostrou um comportamento praticamente inalterado nos dois momentos de medida, aparentando não ser influenciado pelo programa de exercícios proposto. De todo modo, os valores médios da população amostral encontrados para esse índice evidenciaram baixo ‘risco’ de suscetibilidade à fratura, também em conformidade com os padrões normativos ($0,83 \pm 14$) preconizados por WÜSTER et al. (2000) para a mesma faixa de idade.

Na **Tabela 3** é apresentada a síntese descritiva das variáveis estatísticas, referente às diferenças, positivas e negativas, encontradas para cada parâmetro ósseo investigado.

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis referentes às diferenças encontradas para todos os Parâmetros Ósseos

VARIÁVEL	n	MÉDIA	DP	MIN	MEDIANA	MÁX
Dif. AD-SoS	16	47	19	25	43	101
Dif. T-Score	16	0,68	0,27	0,36	0,63	1,45
Dif. % T-Score	16	7,4	4,0	3,0	6,5	18,0
Dif. FWA	16	-0,4	0,4	- 1,2	-0,3	0,2
Dif. SDy	16	-42,2	82,6	-220,2	-33,3	124,0
Dif. UBPI	16	-0,03	0,05	-0,14	-0,02	0,07

Notou-se que as medidas referentes ao CMO mostraram incrementos bem expressivos, enquanto os parâmetros qualitativos do tecido esquelético exibiram, de forma geral, discretas reduções nos valores após a intervenção.

Também foi procedida análise de regressão linear múltipla, na perspectiva de se verificar a presença de alguma correlação entre as diferenças encontradas para as variáveis dependentes em T_0 e T_1 e, os valores das medidas antropométricas obtidas inicialmente. Ficou demonstrado que nenhuma variável óssea, quantitativa ou qualitativa, teve um comportamento dependente de idade, estatura, IMC, CCB_r ou % MMB_r (possivelmente, devido ao ‘n’ reduzido) e, por esse motivo, não foram exibidas no texto as respectivas tabelas.

5- DISCUSSÃO

Observa-se que as abordagens investigativas de pesquisas publicadas na Educação Física, Saúde Pública, Medicina Esportiva, Epidemiologia e Pediatria, que tratam da interface entre *fenômenos morfo-fisiológicos do processo saúde-doença* e a *prescrição sistemática e planejada de exercícios físicos*, têm sido formuladas de modo distinto, devido ao escopo específico de interesse de cada área. Todavia, nota-se também que são produzidos, com certa freqüência, alguns equívocos interpretativos inferenciais quanto às perspectivas de intervenção associadas ao exercício.

Os estudos afins propostos em tais campos, talvez pudessem minimizar essas aparentes distorções, se conseguissem incorporar adequadamente, dois aspectos importantes. O primeiro deles refere-se à apropriação das premissas conceituais que estabelecem, com clareza, a diferença funcional entre *atividade física, exercício físico e treinamento físico* (CASPERSEN, 1989). O segundo diz respeito à necessidade metodológica de demarcar se a opção investigativa pauta-se: *i*) em uma condição orgânica patológica (quando o exercício é empregado terapêuticamente) ou ‘salutar’ (quando o exercício é aplicado profilaticamente); *ii*) no caso da doença, no mapeamento de agravos coletivos (epidemiológicos) ou individuais (clínicos); *iii*) em repercussões orgânicas do exercício obtidas em curto prazo (agudas) ou longo prazo (crônicas); *iv*) nos efeitos do exercício sobre o sistema osteo-músculo-tendíneo (locais) ou sobre outros sistemas (gerais). Aliás, a respeito da problematização de tais critérios, já foram apresentados breves comentários na introdução do texto (capítulo hum), exemplificados com alguns estudos disponíveis na literatura (SCHAPIRA, 1988; WHALEN e CARTER, 1988; SNOW-HARTER e MARCUS, 1991; CARBON, 1992; HAMDY et al., 1994; KARAM et al., 1999; PETTERSSON et al., 1999; STEWART e HANNAN, 2000; GERALDES, 2003; SCERPELLA et al., 2003; SILVA et al., 2003).

Por sua vez, o objeto temático da tese, circunscreve-se em uma abordagem preventiva de nível primário (GRANDA e BREILH, 1989). Buscou-se examinar, prospectivamente, potenciais modificações crônicas (cumulativas) em sítio esquelético específico de determinada região corporal (MS). Fica explícito então, que o compromisso da investigação foi priorizar mais os aspectos biológicos de promoção da saúde e menos os agravos e processos deletérios do tecido ósseo, ainda que se reconheça a importância estruturante dessas informações para o domínio conexo do trabalho.

A capacidade de provocar adaptações ósseas duradouras e benéficas na população jovem e saudável da casuística, através da aplicação de um programa específico de exercícios contra-resistidos de força, proposto durante dezesseis semanas, foi a hipótese colocada em questão no início da pesquisa, que se conseguiu comprovar ao término dela. Entretanto, mesmo tendo sido evidenciada a produção dos efeitos pretendidos, há um conjunto extenso de fatores a serem considerados na relativização dos resultados finais.

Antes de discorrer sobre os achados fisiológicos da tese, é apropriado reconhecer a estreita relação que mantêm com as *formas de sistematização* do treinamento contra-resistido, incluindo o *ajuste* de seus *parâmetros intrínsecos*¹. Vários autores (ALMEIDA, 1999; TAN, 1999; KRAEMER, 2003; ACSM, 2004; KRAEMER e RATAMESS, 2004) têm ratificado que é a partir do entendimento sobre essa interconexão combinatória de elementos metodológicos, que se pode gerar, efetivamente, a *magnitude* (amplificada ou reduzida) e o *tipo* de interferência desejada sobre a saúde, tanto para minimizar ou reverter estados potencialmente nocivos a ela, como para promover efeitos biológicos profiláticos. Por motivos óbvios, há muito explicitados na literatura inerente ao tema, a prescrição das variáveis intervenientes do treinamento com pesos não pode ser discutida a partir da manifestação de adaptações ósseas (demoram muito mais a se ocorrer) e sim das respostas musculares, agudas e crônicas.

Foi justamente a valorização da *aplicabilidade terapêutica* que impulsionou THOMAS DE LORME a estabelecer, em meados da década de 1940, a gênese da sistematização criteriosa dos parâmetros do exercício contra-resistido (GILLAM, 1981; BAECHLE, 1994; ENOKA, 1994). Ele foi o primeiro pesquisador a publicar sobre estratégias empíricas organizadas, que propunham controlar *número de repetições*, *quantidade de peso* e *número de séries*, sob a forma de programas e com critérios científicos (DE LORME, 1945). Na época, ele buscava recuperar o trofismo muscular de soldados amputados no pós-guerra, tendo ampliado, posteriormente, o espectro de possibilidades reabilitatórias desses programas a outras situações incapacitantes

¹ *Duração*, *intensidade*, *intervalo de recuperação* e *tipo* de exercício; *ordem* dos exercícios em cada programa; *volume total* dos exercícios; *região corporal* exercitada; *frequência* (semanal ou diária) das sessões de treinamento; *tempo total de duração de cada programa de exercícios* proposto (semanas, meses ou anos), entre outros fatores.

(DE LORME, 1948). Foi também o precursor, na modalidade, da aplicação do *'princípio da sobrecarga'*, que consiste em promover incrementos progressivos e constantes no nível de dificuldade dos exercícios contra-resistidos, procedidos através do ajuste das variáveis acima citadas, respeitando-se, obviamente, as limitações biológicas dos sujeitos.

Essa noção de *'sobrecarga funcional'*, baseia-se na premissa de que ao submeter o organismo a sucessivos mecanismos estressores (exercícios) controlados, pode-se romper seu estado momentâneo de homeostase metabólica, induzindo-o a produzir *rearranjos morfo-fisiológicos² positivos e duradouros* (reservas orgânicas) em resposta aos estímulos impostos, para se resguardar de possíveis demandas mais intensas *a posteriori* (dias depois). Tal conceito, nomeado de *'princípio da adaptação'*, foi incorporado por pesquisadores e profissionais da área do treinamento físico, a partir da transposição de idéias análogas desenvolvidas anteriormente por HANS SELYE, no estudo da interação entre agentes patogênicos e respostas imunológicas humanas (SELYE, 1936; SELYE, 1974; SELYE, 1980; MERSON, 1984). Ele propôs a existência de três etapas fenomênicas distintas ao longo de *todo processo*, o qual nomeou, na época, de *Síndrome Geral da Adaptação* (SGA).

Tais pressupostos permitem afirmar, então, que a *questão-chave* a ser decodificada com minúcias na metodologia do treinamento físico, em geral e, do treinamento contra-resistido, em particular, *é como regular a disposição de fatores intrínsecos*, complexamente inter-relacionados, *para se otimizar efeitos biológicos desejados*, considerando a aplicabilidade específica para grupos distintos. Esse ponto crucial de debate, exultado nas investigações afins, tem sido tratado como a questão da *'dose-resposta'* (HOEGER et al., 1987; HOEGER et al., 1990; HASKELL, 1994; LEE e PAFFENBARGER JÚNIOR, 1996; SHEPHARD, 2001; RHEA et al., 2003; PETERSON et al., 2004; WOLFE et al., 2004). Acerca de tais parâmetros, cabe, então, tecer alguns esclarecimentos:

² Em nível celular, tecidual, sistêmico e bioquímico.

Número de Repetições – Identificado também como *Número Máximo de Repetições*. Variável que determina a DURAÇÃO DO ESFORÇO DE CADA EXERCÍCIO (ou ESTÍMULO). Pode-se traduzi-la como *a quantidade máxima de movimentos que se pode realizar por aparelho/exercício, ininterruptamente* (BAECHLE, 1994; FEIGENBAUM e POLLOCK, 1997; FLECK e KRAEMER, 1997). Cada repetição é composta, classicamente, por duas fases de movimento: *concêntrica*³ e *excêntrica*⁴. BRAITH et al. (1993) concluíram que utilizando 7 a 10 repetições executadas até a exaustão, havia melhor estimativa da força para os músculos extensores dos joelhos de jovens não-atletas (43 homens e 25 mulheres, média de 25 anos). Similarmente, o treinamento preconizado por ROODNEY et al. (1994) para voluntários ‘destreinados’ (18 homens e 24 mulheres, entre 18 e 35 anos), incluiu 6 a 10 repetições para músculos flexores do cotovelo, com o mesmo intuito. BOMPA (1994) sugere o uso de 1 a 10 movimentos para modalidades desportivas, enquanto BLAIR et al. (1994) recomendam, de forma genérica, 5 a 10 repetições. FLECK e KRAEMER (1997) não só propõem uma faixa bem mais extensa de repetições (3 a 25), como também admitem a dificuldade em se prescrever tais parâmetros com ‘precisão normativa’ para um amplo espectro populacional⁵. Na verdade, *como cada repetição executada corretamente dura, em média, 2 segundos*, pode-se dizer que a utilização de um intervalo entre 1 e 20 repetições estaria estimulando o incremento da força muscular (já que até 40 segundos, o esforço metabólico se situaria dentro de uma zona anaeróbica). CAMPOS et al. (2002) ratificam tal noção através das evidências obtidas em investigação realizada com jovens ‘destreinados’ saudáveis (38 homens com média de 22,5 anos). Por este motivo, nosso estudo preconizou uma faixa que variava de 20-15 repetições (na primeira série) até 6 repetições (na última série). De todo modo, admite-se que a prescrição adequada do *número de repetições* para cada exercício é intrincada e sujeita a amplas variações, pois depende, diretamente, da escolha da *quantidade de peso* (GOMES, 2002) e da influência de outros

³ A partir do comprimento original (em estado de repouso) das fibras musculoesqueléticas, ocorre geração de tensão mecânica concomitante ao respectivo encurtamento das mesmas. É nessa fase que se dá o mecanismo de ‘formação de pontes cruzadas’ (interação entre as pontes de actina e miosina para a produção de força, segundo a *Lei de HILL*).

⁴ Inicia a partir do estado de encurtamento, quando as fibras musculoesqueléticas vão retornando ao comprimento original, também com produção de tensão mecânica. Nessa fase, as ‘pontes cruzadas’ de actina e miosina começam a ‘se desfazer’.

⁵ Habitualmente, grupos de indivíduos *atletas, não-atletas e portadores de certas limitações funcionais acentuada*, guardam entre si, características distintas quanto à condição física.

*fatores biológicos interpessoais*⁶. A discussão na literatura ainda é bastante divergente e imprecisa a esse respeito (HOEGER et al., 1987; VOGEL, 1988; HOEGER et al., 1990; TAN, 1999; GOMES e PEREIRA, 2002; RHEA et al., 2003).

Quantidade de Peso – Também conhecido como *Percentual do Peso Máximo*, o parâmetro corresponde à INTENSIDADE DO ESFORÇO DE CADA EXERCÍCIO (ou ESTÍMULO). Pode-se prescrevê-lo a partir do *teste de peso máximo*⁷, mas este submete os indivíduos a esforço extremado, sendo, portanto, indicado só para atletas. Em nossa pesquisa, a *quantidade de peso* foi individualmente determinada/analísada em cada aparelho/equipamento, treino a treino, de acordo com a capacidade máxima dos executantes. Conforme argumentam BLAIR et al. (1994), o *nível percentual de carga* utilizado para os exercícios deve ser aquele que proporcione uma magnitude de esforço, suficiente para promover fadiga muscular, próximo às últimas repetições. Foi esse o princípio adotado para o protocolo da tese, sendo que *os pesos também eram ajustados série a série*, de acordo com o número de repetições pré-estabelecido, que se precisava cumprir com elevado grau de dificuldade, ao término de cada uma das séries. Tal modulação correspondeu ao procedimento conhecido como *testagem ou aproximação de cargas por repetição* (BAECHLE, 1994; FLECK e KRAEMER, 1997). Logicamente, a experiência prévia de quem orienta/supervisiona a atividade, auxilia no ajuste mais rápido dos pesos para os praticantes. HORTOBÁGYI et al. (1996), FOSS e KETEVIAN (2000) e CAMPOS et al. (2002) dão suporte à premissa, de que a maximização tanto da *força muscular* (maior intensidade) quanto da *resistência muscular* (menor intensidade) pode ser atingida com diferentes equipamentos, desde que os níveis de esforço excedam um ‘limiar crítico’ individualizado, do respectivo metabolismo energético objetivado (*anaeróbio alático, anaeróbio láctico* ou *aeróbio*). Por outro lado, experimentos que investigaram as respostas no treinamento da força, indicam que a potencialização desta

⁶ Idade, sexo, nível de composição corporal (relação percentual entre massa magra e massa gorda), região do corpo ou grupo muscular solicitado, perfil genético do tipo de fibra prevalente nos músculos do corpo, mas, principalmente, o grau de condicionamento físico momentâneo, exercem influência significativa.

⁷ Consiste em realizar sucessivas tentativas de uma só repetição completa, intercaladas com pequenas pausas de tempo para recuperação, até que se consiga estabelecer a maior quantidade de peso possível de ‘levantar’ em cada aparelho/exercício. Até a última tentativa, a amplitude do movimento articular executado tem que ser total e a postura corporal precisa se manter adequada. Antes de iniciar as tentativas, deve-se fazer um ‘aquecimento prévio’ no próprio aparelho/equipamento utilizado, com pouco peso e cerca de 10 a 12 repetições.

capacidade é maior quando os sujeitos se submetem a grandes esforços, mas, com cargas submáximas (ROODNEY et al., 1994).

Intervalo de Recuperação - O *tempo ou pausa de recuperação* pode ser estabelecido tanto *entre os diferentes exercícios*, como *entre as séries de um mesmo exercício*. Sua função é permitir a restauração parcial (momentânea) dos substratos energéticos intra-musculares e a minimização do acúmulo de catabólitos teciduais e plasmáticos, após ocorrência de fadiga neuromotora (McARDLE et al., 1998; WILMORE e COSTILL, 2001). Quanto mais intenso for o nível de esforço (quantidade de peso) de cada exercício, mais tempo será necessário para o adequado restabelecimento orgânico até a execução da série subsequente (FOSS e KETELYIAN, 2000). Contudo, *intervalo de recuperação* não deve ser confundido com *descanso* ou *repouso*, já que estes se referem a longos momentos de interrupção contínua do treinamento, onde se busca recuperar totalmente o organismo do estresse físico (o ciclo do sono é um exemplo). A prescrição da *pausa de recuperação*, via de regra, *deve ser padronizada entre as séries*, excetuando casos muito atípicos do treinamento desportivo ou de procedimentos reabilitatórios. Também para BOMPA (1994) o *intervalo* deve aumentar quando as sobrecargas se elevam, sendo indicado um tempo em torno de 2 até 10 minutos, dependendo da variação do *nível de força (máxima ou submáxima)* desenvolvido. Como na presente pesquisa optou-se por trabalhar com percentuais de carga (peso) submáximos (75 a 90%), implementando-os progressivamente, a cada série, o intervalo de recuperação foi mantido em torno de 1 minuto entre as séries. Os exercícios que foram executados no sistema ‘conjugado’ (dois exercícios, em seqüência), não possuíam pausa entre si, a não ser o tempo necessário para a mudança imediata de aparelho/exercício. Nota-se, tanto em pesquisas quanto na prática profissional, que esse tem sido um dos parâmetros mais negligenciados na prescrição dos programas de exercícios contra-resistidos, fato, que deve ser considerado significativo.

Número de Séries - SÉRIES são *conjuntos de determinado número de repetições realizadas ininterruptamente*, que se intercalam com pausas de recuperação. É uma das variáveis correspondente ao VOLUME DO TREINAMENTO (‘SOMATÓRIO’ DOS ESTÍMULOS). Para cada sessão de treinamento, parece insuficiente prescrever apenas uma única série por exercício, devido a uma razão óbvia: o estímulo seria

débil ou insuficiente para promover adaptações tróficas do aparato osteo-músculo-tendíneo (BAECHLE, 1994; FEIGENBAUM e POLLOCK, 1997; FLECK e KRAEMER, 1997). Há certa consensualidade na literatura em torno de 3 a 5 séries (BAECHLE, 1994; FLECK e KRAEMER, 1997; FOSS e KETEYIAN, 2000; KRAEMER, 2003; PAULSEN et al., 2003; ACSM, 2004; WOLFE et al., 2004), sendo que BOMPA (1994) admite o uso de até 8 séries, dependendo da circunstância específica do treinamento. FAIGENBAUM e POLLOCK (1997) analisaram oito estudos que propunham a quantificação do número de séries para os ganhos de força. Em todos eles, a variação média foi de 1 a 3 séries. Na presente pesquisa foram previstas 5 séries (para todos os exercícios) para a primeira fase do programa e, 6 séries para a segunda e terceira fase. A maior quantidade de séries utilizada em nosso estudo, em relação à média preconizada na literatura, significou uma estratégia para ‘sobrecarregar’ mais o sistema músculo-esquelético, já que na prescrição da quantidade de carga dos exercícios, optou-se por determinar apenas uma faixa submáxima de intensidade (aproximadamente, entre 75 e 90% do peso máximo).

Frequência das Sessões de Exercícios - Corresponde ao *número de sessões de treinamento*, que, em geral, é determinado semanalmente. Também é um parâmetro correlacionado ao VOLUME DO TREINAMENTO (‘SOMATÓRIO’ DOS ESTÍMULOS). Vários autores preconizam 2 a 5 vezes semanais (FOX e MATHEWS, 1991; BAECHLE, 1994; BLAIR et al., 1994; FLECK e KRAEMER, 1997), porém, observa-se números bem mais elevados no treinamento de certas modalidades desportivas de alto nível. Nesses casos específicos, se prescreve até 2 ou 3 sessões diárias (BOMPA, 2002), que não devem ser recomendadas para pessoas não-atletas. GILLAM (1981) investigou o efeito da frequência de 1,2,3,4 e 5 vezes por semana, utilizando um único exercício contra-resistido, no aumento da força muscular de 68 universitários norte-americanos, que não possuíam experiência prévia nessa modalidade. Concluiu que o protocolo de 5 vezes semanais foi o mais efetivo para a melhoria da capacidade. Para o protocolo da tese, destinou-se 3 vezes semanais, por uma questão exclusiva de indisponibilidade de tempo dos participantes voluntários. Há clareza de que os incrementos obtidos na mineralização óssea, talvez pudessem ter sido maiores, se a frequência fosse de 5 sessões por semana.

Ordenação dos Exercícios – Refere-se à seqüência de grupos musculares que se prioriza nos programas. No sistema ‘*direcionado por segmento ou aparelho*’ deve-se executar, sucessivamente, todas as séries pré-estabelecidas para um determinado exercício, quando só então se troca de exercício/aparelho, repetindo o processo, até que se cumpram todos os exercícios do programa daquele dia. Já no sistema ‘*em circuito*’ alterna-se uma série de cada exercício/aparelho por vez, até que sejam realizadas todas séries previstas para a sessão de treinamento. Em nossa pesquisa predominou a utilização do *sistema localizado por segmento*. Apenas na primeira semana do programa, foi empregado o método *em circuito*, para fins de adaptação inicial. Observa-se que dentre as publicações científicas disponíveis, relativamente poucas têm analisado essa variável. No caso do estudo transversal desenvolvido por ALMEIDA (1999), comparou-se, em uma única sessão de exercícios contra-resistidos, dois protocolos, diferenciados apenas quanto à *ordem de execução* dos mesmos. O objetivo era saber se tal distinção também interferiria, na indução da fadiga dos músculos solicitados, em 20 universitários saudáveis, não-praticantes de exercícios. O restante das variáveis prescritas era idêntico para ambos os programas. O grupo de estudantes que realizou o protocolo com três séries de exercícios *em circuito* mostrou, em geral, menor acúmulo plasmático de creatina-quinase e de dor muscular tardia, do que o grupo que realizou o programa de exercícios *direcionado por segmento/aparelho* (também com três séries). Todavia, o resultado diferenciado no nível de catabolismo muscular dos grupos aferidos não significou que havia hierarquia entre os protocolos (o melhor e o pior) e sim uma aplicabilidade mais adequada do programa *em circuito* para pessoas iniciantes (nas primeiras semanas de treinamento), sendo indicado ao mesmo grupo, migrar para a forma *direcionada por segmento* somente semanas depois, quando já tivesse adquirido um trofismo músculo-esquelético compatível com o grau de exigência mais elevado deste sistema.

Ainda que não tenham sido aprofundados neste momento, vale lembrar que outros parâmetros como *volume de treinamento diário*, *tempo total de duração de cada programa de exercícios proposto*, *tipo de exercício* e *tipo de equipamento/aparelho utilizado*, são mencionados com certo destaque em pesquisas afins ao campo (KEOGH et al., 1999; ESCAMILLA, 2001; ESCAMILLA et al., 2001; MOURA et al., 2001; PAULSEN et al., 2003), porque também conseguem exercer algum tipo de

influência sobre as modificações orgânicas do sistema ósteo-muscular, sendo importante incluí-los em tal contexto de análise.

De posse desse ‘arsenal’ metodológico, torna-se possível, então, lançar olhares mais aguçados sobre os resultados da tese e de trabalhos similares, tendo em vista, a análise das extrapolações inferenciais dos mesmos. Sem dúvida, são critérios balizadores necessários para a interpretação de achados morfo-fisiológicos, em pesquisas que utilizam o treinamento contra-resistido como elemento promotor de adaptações crônicas desejáveis no tecido esquelético.

Como ponto de partida para discutir a relação associativa supra-citada é crucial reconhecer que poucos estudos específicos acerca da temática foram produzidos até hoje, sendo que alguns dos já publicados, possuem limitações passíveis de crítica, se tomarmos como perspectiva de enfoque, a promoção da saúde de pessoas não-atletas.

Consideremos como exemplo inicial, o estudo transversal de HEINONEN et al. (2002). Usando a técnica da tomografia quantitativa computadorizada, os investigadores procuraram observar a *densidade cortical*, *densidade trabecular* e *área cortical*, nas epífises distais e diáfises do rádio e da tíbia, elegendo como referência, as medidas do membro dominante. Foi estabelecida análise comparativa entre as 28 mulheres do grupo amostral, das quais, metade era estudante de fisioterapia ($22,6 \pm 1,8$ anos) e, metade, competidora experiente da modalidade ‘levantamento de peso’ ($30,6 \pm 6,7$ anos). A densidade trabecular e a área cortical para todos os pontos mensurados foram significativamente maiores nas atletas. Por outro lado, o nível de mineralização óssea (densidade cortical) não diferiu, do ponto de vista estatístico, para nenhum dos sítios medidos, apesar da disparidade gritante de constituição muscular entre os grupos. Esses resultados controversos não foram comentados pelos autores, assim como a estratégia de organização metodológica do treinamento das atletas. Ora, afirmar apenas que as mesmas apresentam um ‘histórico’ de muitos anos a mais de exercitação muscular do que as universitárias é insuficiente, senão insatisfatório para o âmago do que se busca debater. O desenho experimental da pesquisa, somado à ausência de detalhamento das variáveis do programa de exercícios, parecem enfraquecer a capacidade inferencial dos achados finais. De qualquer modo, mesmo que o treinamento proposto para as levantadoras de peso de

‘elite’ fosse explicitado com minúcias, via de regra, ele não poderia ser considerado plausível para pessoas iniciantes. Por último, torna-se imperativo frisar também, que o perfil genético de desportistas é previamente selecionado em todas as modalidades, fato que amplia potenciais diferenças fisiológicas em comparações com a média normativa da população.

HENDERSON et al. (1998) reafirmam o postulado acima, dizendo que não se pode ignorar que pesquisas formuladas a partir do *pareamento* entre atletas e não-atletas são difíceis de se conduzir, justamente porque a *velocidade das alterações ósseas* ante a aplicação de programas de exercícios de curta duração (até 12 semanas) *tende a ser mais rápida em sujeitos ‘destreinados’*. Por outro lado, um aspecto que também pode mascarar a *magnitude* da ‘eficácia osteogênica’ de um programa de longo prazo, para atletas de alto nível, é o fato de que talvez, seus *ganhos ósseos* possam já ter sido potencializados quase ao extremo (pico de massa esquelética atingido).

Em outro estudo transversal, TSUZUKU et al. (2001) propuseram averiguar as repercussões de *dois tipos de treinamento contra-resistido*, nomeados pelos autores como “*de alta intensidade*” (realizado por 5 atletas de levantamento de peso com experiência de 3 anos em competições) e “*de baixa intensidade*” (realizado por 5 praticantes de exercícios moderados com pesos há 18 meses), sobre o conteúdo mineral ósseo (CMO). A pesquisa incluiu grupo controle (outros 5 jovens). Todos os 15 homens eram universitários entre 18 e 25 anos, ditos saudáveis. Utilizou-se a técnica instrumental do DEXA para mensurar os seguintes sítios anatômicos: colo do fêmur, triângulo de Ward; trocanter; coluna lombar; corpo inteiro. Segundo os pesquisadores, os levantadores de peso mostraram maior CMO só para trocanter e ‘corpo todo’ quando comparados aos dois outros grupos. O restante das medidas dos atletas apresentou diferenças sensíveis, apenas em relação ao grupo controle. No caso dessa investigação, a despeito da casuística reduzida e das informações insuficientes sobre as variáveis dos treinos, chamam a atenção as conclusões apresentadas pelos autores: “esses resultados sugerem que o treinamento contra-resistido *de alta intensidade* é eficaz para aumentar o CMO, mas o *de baixa intensidade* não”. (TSUZUKU et al., 2001, p. 346). Interpretando a argumentação ao ‘pé-da-letra’, pode-se entendê-la como uma indução à crença de que somente submetendo pessoas ‘normais’ a um

treinamento similar ao dos levantadores de peso, é que se obteria um efetivo nível de mineralização óssea, noção esta despropositada, obviamente. As generalizações produzidas precisam ser olhadas com certo cuidado, pois os investigadores: *i*) desconsideraram que os levantadores de peso treinavam há muito mais tempo do que o outro grupo experimental; *ii*) ignoraram que atletas dessa modalidade, em geral, fazem uso maciço e freqüente de esteróides anabolizantes para aumentar a força (utilizou-se apenas perguntas para investigar isto); *iii*) definiram equivocadamente, o conceito de *intensidade* (que é uma variável *ajustada em cada exercício*), remetendo-o à compreensão (distorcida) de *volume* do treinamento, isto é, do *somatório total* de exercícios empenhados em cada sessão e, de horas diárias e semanais gastas pelo levantadores de peso, no programa.

SHAW e WITZKE (1998) e BAPTISTA (2000) reconhecem que tais abordagens investigativas têm se repetido ao longo dos anos nos trabalhos da literatura, imersas em um mosaico de interpretações difusas (GRANHED et al., 1987; VIRVIDAKIS et al., 1990; CONROY et al., 1993; KARLSSON et al., 1993; KARLSON et al., 1995; TSUZUKU et al., 1998). Afirmam ainda, que essas inconsistências parecem estar relacionadas a certa negligência dos pesquisadores, quanto aos *princípios e parâmetros científicos intervenientes* do treinamento e citam, como exemplo, a questão do *princípio da especificidade*. Senão, vejamos novamente o trabalho de HEINONEN et al. (2002) para ilustrar esse fato: ao determinarem os *membros dominantes* como ponto de referência para aferição do CMO dos segmentos corporais de interesse, contrapondo à habitual tomada de mensuração em *segmentos não-dominantes*, desprezaram a importância do pressuposto *da especificidade*. Já está bem descrito em vários estudos similares aos de KANNUS et al. (1994), que pode existir diferença na mineralização óssea entre os membros superiores de uma mesma pessoa, dependendo da demanda funcional que se estabelece em cada um dos segmentos corporais. Estudos clássicos feitos com tenistas profissionais já demonstraram essa discrepância no CMO entre braço dominante e não-dominante.

Outra investigação, de VUORI et al. (1994), também exemplifica bem a mesma problemática. Nessa pesquisa longitudinal (um ano de duração, descontinuado durante dois meses) com mulheres universitárias saudáveis (17 foram submetidas ao protocolo experimental e 15 controle) entre 19 e 27 anos, foi proposto o exercício de extensão

unilateral de joelho no aparelho ‘*leg press*’ (5 séries de 10 repetições, realizadas quatro vezes por semana), utilizando-se 80% do peso máximo individual, pré-determinado. O objetivo, ao final, foi analisar ganhos de força e de CMO nos dois membros inferiores, bem como os incrementos de CMO na coluna lombar em L2-L4 (variação intragrupo) e compará-los com os valores do grupo controle (variação intergrupos). A técnica de mensuração empregada foi o DEXA. Apesar do longo tempo de submissão ao protocolo e também, de ter havido discreto aumento de força no segmento exercitado, nenhuma medida do CMO entre os membros direito e esquerdo foi estatisticamente significativa, nem quando comparadas ao controle. Assim, o questionamento que se apresenta é: como poderia ser esperado aumento na mineralização óssea de um segmento não exercitado, se já ficou fisiologicamente provado (por Julius Wolff, há mais de um século), que somente estímulos aplicados ‘focalmente’ (localizados) numa determinada região é que desencadeiam ali um processo osteogênico? Do mesmo modo, cabe indagar qual seria a necessidade de se mensurar sítios esqueléticos da coluna lombar, se o equipamento (‘*leg press*’) permitia uma execução do exercício na posição sentada e sem provocar estimulação direta nesse segmento? Também a ausência de efeitos hipertróficos no tecido esquelético na perna solicitada, constatada ao final, nos dá pistas de que *não se pode considerar a utilização de apenas um exercício como ‘treinamento’*, ainda que sua aplicação tenha se estendido por muitos meses. No contexto de tal pesquisa, parece que o conceito de *treinamento* foi remetido a uma consideração por demais simplista, que não faz jûs aos vários aspectos interconexos que comporta, de fato.

Portanto, seria coerente afirmar, que os estudos que negligenciam certos princípios científicos do treinamento, como já citado, tendem a obscurecer prováveis esclarecimentos acerca das contribuições dos métodos de treinamento com pesos, na obtenção de efeitos desejados para o organismo.

Por outro lado, é possível identificar na literatura, investigações bem delineadas e claras quanto a formulações metodológicas, que empregam programas sistematizados de exercícios contra-resistidos, na perspectiva de interferir sobre estados degenerativos do tecido esquelético de pessoas idosas, sobretudo de mulheres após a menopausa (RHYAN et al., 1998; ADAMI et al., 1999; BEMBEN et al., 2000; RHODES et al., 2000;

MADAZOLLO e SNOW, 2000; KERR et al., 2001; BARBOSA, 2002). Parte dessas pesquisas, inclusive, tem perscrutado efeitos de programas de longa duração sobre variáveis ósseas, buscando verificar também, a probabilidade de estarem associados a ganhos de força muscular ou alterações na composição corporal de idosos (acometidos ou não de osteopenia/osteoporose).

Nota-se que estudos com enfoque populacional de pessoas entre 18 e 45 anos, saudáveis e não-praticantes de atividades físicas, permanecem pouco explorados na temática do *treinamento contra-resistido e suas repercussões osteogênicas*, principalmente quando se leva em conta o contraste com o número de motes investigativos que contemplam atletas de modalidades esportivas de força ou sujeitos idosos.

Esse foi um dos fatores que impulsionou a produção da presente pesquisa, considerando, também, que não foram encontrados na literatura *trabalhos longitudinais* com características similares a de nossa casuística. Formular estudos com tais grupos oferece oportunidade ímpar para se traçar observações paralelas às respostas esqueléticas obtidas por populações mais vulneráveis fisicamente e/ou idosas, ante à aplicação dos programas de exercícios contra-resistidos, em longo ou curto prazo. Diante dos problemas de saúde pública veiculados à osteoporose e osteopenia, essa argumentação pareceria ainda mais valiosa, se a considerássemos no contexto das estratégias de prevenção a tais problemas e de promoção da saúde.

A despeito das 16 semanas de treinamento propostas poderem denotar um tempo relativamente curto de exposição, o ‘efeito-tratamento’ do programa de exercícios com pesos foi evidenciado na casuística de nosso estudo. Isto é, respostas bastante sensíveis foram observadas para os três parâmetros ósseos quantitativos (**AD-SoS**, **T-Score** e **%T-Score**), denotando um incremento da massa esquelética significativo nos MS dos estudantes universitários, em função do emprego do treinamento de força. Contudo, admite-se, que a faixa etária do grupo amostral (entre 18 e 25 anos) e sua ótima condição orgânica geral, talvez permitissem supor, inicialmente, potenciais ganhos, mas não necessariamente na expressiva magnitude que ficou demonstrada (em torno de 7 a 8%). Outro detalhe que corrobora esse entendimento, se expressa no valor médio de **AD-SoS** (2146 m/s) que o grupo apresentava antes do programa de intervenção,

bem próximo da ‘linha-base’ (risco ‘zero’ de fratura = 2124 ± 70 m/s) do padrão normativo fornecido pelo equipamento *DBM Sonic BP*. Tão logo foram feitas as mensurações pós-intervenção, a média do grupo amostral elevou-se até 2193 m/s.

Esses resultados também permitem afirmar que os indivíduos da pequena amostra, mesmo após a maturação sexual completa, mostraram possuir potencial significativo para aquisição da massa óssea, conforme supunha KHAN et al. (2001).

Por outro lado, é necessário acolher a percepção de que tanto o “*n*” reduzido da casuística, quanto as características antropomórficas similares dos sujeitos que a compuseram, não permitem que se generalize tais alterações esqueléticas para todos os grupos populacionais correspondentes a mesma faixa de idade. Entretanto, como o trabalho não propôs um desenho epidemiológico, tal fato passa a ter uma importância relativa. Ainda assim, a questão da homogeneidade amostral quanto ao IMC foi providencial para permitir caracterizar uma certa uniformidade na resposta óssea dos indivíduos. Em contrapartida, admite-se que as repercussões em pessoas obesas ou com sobrepeso, poderiam ter sido diferentes. Há que se investigar com cuidado a questão no futuro.

Do mesmo modo, a influência da variação fenotípica da cor de pele nas respostas do CMO não pode ser observada intra-grupo (sabidamente, essa característica genética embute forte probabilidade de respostas distintas na mineralização óssea dos indivíduos).

Outro aspecto que merece ser comentado refere-se ao comportamento das variáveis ósseas qualitativas (**FWA**, **SDy** e **UBPI**). Paradoxalmente à notória manifestação de incremento na mineralização óssea de MS dos sujeitos da pesquisa, observou-se discreto declínio nos indicadores referentes à elasticidade e homogeneidade do tecido. Mesmo que tenha sido um resultado, até certo ponto, inesperado, sabe-se também, que tais parâmetros qualitativos são interdependentes de muitos outros fatores, entre os quais está incluso, o estímulo biomecânico focal proporcionado pelos exercícios com pesos. Alimentação e balanço hormonal, por exemplo, também são dois elementos que exercem grande influência. Todavia, como foi inviável monitorar outras variáveis durante o protocolo experimental, além daquelas já pré-determinadas no início do ensaio, pouco se pode dizer

acerca disso. De qualquer maneira, vale ressaltar que os índices do **UBPI** apresentados (mesmo após o suave decréscimo) pelos estudantes voluntários correspondiam a *valores de referência* de normalidade para a faixa etária, conforme informam WÜSTER et al (2000). Aliás, o próprio estudo destes pesquisadores, de elevada representatividade populacional em função da enorme casuística, mostrou a mesma tendência controversa.

A pouca clareza quanto às possíveis interpretações da questão anterior, permite constatar que foi uma grande perda para nosso trabalho a falta de acesso às imagens digitais bidimensionais (osteo-sonograma) do corte transversal de cada sítio ósseo que o *DBM Sonic[®] BP* é capaz de produzir. Seria uma oportunidade ímpar justapor as informações sobre o incremento da mineralização óssea, com aquelas ‘capturadas’ pela reconstrução imagética da micro-arquitetura trabecular, de cada sujeito analisado. Aliás, como preconiza a literatura, a avaliação do grau de organização estrutural das trabéculas (orientação espacial e conectividade entre elas) constitui um poderoso dispositivo clínico, complementar, para detecção e monitoramento de quadros deletérios do metabolismo esquelético, sendo que o equipamento utilizado o faz sem emitir qualquer tipo de radiação.

Ainda em relação às características da metodologia de mensuração óssea utilizada na pesquisa, cabe apontar uma última observação. Se por um lado, o emprego das falanges como locais de aferição (região com a mais elevada atividade metabólica do esqueleto, em todas as fases da vida) se configura como a melhor estratégia para mapeamento precoce do risco de osteopenia e osteoporose, por outro, é crucial admitir que esta opção mensurativa única não permite conhecer ou acompanhar discrepâncias corporais quanto ao CMO em outros pontos anatômicos importantes, como coluna e membros inferiores, que exercem papel fundamental na sustentação de todo corpo.

Aspectos de grande especificidade do estudo também são passíveis de uma ponderada relativização. É prudente reconhecer que, dada a natureza metodológica peculiar do programa delineado, quanto à intensidade (alta - *força muscular*) dos exercícios e à região treinada (predomínio de MS), os achados de nosso trabalho, talvez não possam ser correlacionados diretamente, a outros tipos de proposta que utilizam percentuais menores de intensidade. É o caso, por exemplo, do treinamento contra-resistido que visa desenvolver *resistência muscular*, empregando para isso, *sobrecargas* da ordem de 40 a 65% do peso

máximo individualmente suportado em cada exercício. Tais percentuais são opções comuns quando se utilizam programas para grupos com demandas metabólicas particulares ou situações terapêuticas. Também não é aconselhável estabelecer comparações específicas entre a magnitude das modificações do CMO nos segmentos superiores em relação aos membros inferiores ou tronco (a literatura está bem ilustrada com estudos de meta-análise que cometem tal deslize). Pesquisas nesse universo precisam atentar para essas diferenças de abordagem, para que seja viável construir algumas pistas consistentes na exploração dos resultados alcançados.

Portanto, admite-se que os *ganhos ósseos* aqui demonstrados, podem não ser os mesmos em outros estudos similares que envolvam exercícios com pesos, já que a magnitude das respostas fisiológicas do metabolismo esquelético, depende diretamente do grau de sobrecarga mecânica que incidirá sobre os ossos, o qual, por sua vez, também deverá variar bastante, de acordo com a estratégia e tipo de treinamento que se adotar.

Duas variáveis antropométricas – CCB_R e % MMB_r – também foram utilizadas no estudo para fornecer observações complementares quanto aos efeitos do treinamento de força, sobre a composição corporal dos segmentos exercitados (MS). Notou-se que não houve redução de tecido adiposo na região analisada. Contudo, ficou evidente a significativa alteração estatística que ocorreu na proporção entre massa magra e massa gorda do braço (expressada em valores absolutos e percentuais), como consequência do efeito do treinamento. Por outro lado, quando se buscou verificar uma possível correlação entre estes (e outros) parâmetros antropométricos e as variáveis dependentes, nada foi encontrado, o que já era esperado, em função do tamanho da casuística.

Apesar dos achados da investigação serem bastante pontuais, julga-se que tecer algumas conjecturas mais genéricas, talvez possa ser de alguma valia. O estabelecimento de incursões em pesquisa no universo do treinamento contra-resistido, com elevado rigor científico, para melhor mapear os princípios organizacionais de diferentes métodos e seus efeitos sobre o organismo, parece ser factível. Entretanto, o reconhecimento de certos vieses e limitações formais, sempre presentes em qualquer estudo, precisa ser ressaltado. Ademais, acredita-se que a centralidade das preocupações investigativas no tema, talvez precisasse manter o foco mais sobre a perspectiva de se aumentar o grau de segurança na

aplicação desse tipo de treino para pessoas não-atletas ou ‘destreinadas’, ao invés de privilegiar certas discussões metodológicas que exacerbam a análise de detalhes técnico-instrumentais. Mesmo estando longe de serem esgotadas as evidências desse campo temático de estudo, é preciso que as futuras investigações atentem para o necessário rigor metodológico, observando desde a escolha homogênea das casuísticas até o limite coerente das extrapolações inferenciais dos resultados que atingem.

Por fim, cabe comentar que há um bom tempo, já existe fartura de indícios experimentais, corroborando os amplos e factíveis benefícios do treinamento com pesos sobre todos os sistemas orgânicos. Mesmo para algumas pessoas com limitações orgânicas/fisiológicas que inspiram cuidados, o treinamento contra-resistido não deve, necessariamente, ser considerado inapropriado como conduta para prescrição terapêutica de exercício físico. Ao longo de algumas décadas, muitos mitos e preconceitos foram sustentados a esse respeito, principalmente na área médica, apesar de não possuírem nenhum fundamento racional plausível que os sustentasse. Um exemplo clássico disto é a recusa, até poucos anos atrás, em se prescrevê-lo para pessoas idosas. Hoje, curiosamente, o exercício contra-resistido tornou-se um dos principais artifícios empregados pela clínica gerontológica, para reabilitar e promover melhorias sistemáticas no metabolismo senil.

O problema central parece residir *na forma inadequada de operar sua sistematização individualizada* para obtenção dos efeitos morfo-funcionais desejados, tal como é possível observar em determinados espaços profissionais onde tem sido empregado. Talvez, o que falte seja um trato investigativo mais pormenorizado acerca do controle das variáveis dos programas, sem que se deixe de considerar, obviamente, as características dos grupos populacionais. Estudos de intervenção conferem ótimas possibilidades para se observar mais detalhadamente, as nuances possíveis no que tange a aplicabilidade específica para cada caso – *terapêutica, prevenção ou preparação física desportiva*.

6- CONCLUSÕES

Esta pesquisa permitiu concluir que o programa sistemático de exercícios contra-resistidos proposto durante dezesseis semanas, para desenvolvimento da força muscular de membros superiores de universitários adultos jovens e saudáveis, aparentemente, foi capaz de:

- produzir incrementos significativos na mineralização óssea das falanges do membro superior não-dominante;
- induzir alterações significativas na relação entre as massas magra e gorda do braço direito, gerando aumento percentual da massa magra;
- proporcionar respostas osteogênicas sensíveis à aquisição do pico de massa óssea, apesar do metabolismo esquelético maduro destes indivíduos pesquisados.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AABERG, E. **Muscle mechanics**. Champaign: Human Kinetics, 1998. 212 p.
- AABERG, E. **Conceitos e técnicas para o treinamento resistido**. São Paulo: Manole, 2002. 223 p.
- ACHOUR JÚNIOR, A. Efeito das atividades físicas nos componentes herdados predisponentes a doenças cardiovasculares. **Rev Bras Ativ Fisica Saude**, 1(4): 53-62, 1996.
- ADAMI, 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**, v. 14, n. 1, p. 120-124, 1999.
- ALMEIDA, E. **Creatina quinase e dor muscular tardia na musculação: estudo experimental em adultos com o “circuit weight training” e o “multiple set system”**. Campinas. 1999. (Dissertação – Mestrado em Educação Física – Universidade Estadual de Campinas).
- AMERICAN ACADEMY OF ORTHOPAEDICS SURGEONS. Physiology of repair tissue. In: AMERICAN ACADEMY OF ORTHOPAEDICS SURGEONS. **Athletic training and sports medicine**. 2. ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedics Surgeons, 1991. p. 96-123.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Strength training by children and adolescents. **Pediatrics**, 107(6): 1470-2, 2001.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in health adults. **Med Sci Sport Exerc**, 30(6): 975-91, 1998.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Physical activity and bone health. **Med Sci Sport Exerc**, 36(11): 1985-96, 2004.
- ATHA, J. Strengthening muscle. **Exerc Sport Sci Rev**, 9: 1-73, 1981.

AZEVEDO, G.D. Prevenção e tratamento da osteoporose na pós-menopausa: consenso atual. **J Soc Bras Ginecol Obst**, 3(10): 2001. Disponível em <http://www.sobrage.org.br>> Acesso em 18/02/2002.

BADILLO, J.J.G.; AYESTERÁN, E.G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. 284 p.

BAECHLE, T. R. **Essentials of strenght training and conditioning**. Champaign: Human Kinetics, 1994. 544 p.

BAECHLE, T. R.; GROVES, B. R. **Weight training: steps to success**. Champaign: Human Kinetics, 1992. 196 p.

BAILEY, D.A.; FAULKNER, R.A.; McKAY, H.A. Growth, physical activity, and bone mineral acquisition. **Exerc Sport Sci Rev**, 24: 233-66, 1996.

BANKOFF, A.D.P.; ZYLBERBERG, T.P., SCHIAVON, L.M. A osteoporose nas mulheres pós-menopausa e a influência da atividade física: uma análise da literatura. **Rev Edu Fisica UEM**, 9(1): 93-101. 1998.

BAPTISTA, F. **Exercício físico e metabolismo ósseo**. Lisboa: FMH Edições, 2000. 185p.

BARBOSA, M.T.S. **Efeitos do treinamento resistido de moderada intensidade sobre a densidade mineral óssea em mulheres idosas**. Brasília. 2002. (Dissertação – Mestrado em Educação Física – Universidade Católica de Brasília).

BARNEY, V.S.; BANGERTER, B.L. Comparison of three programs of progressive resistance exercise. **Res Quat**, 32(2): 138-46, 1961.

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 Sport Exerc**, 32(11): 1949-57, 2000.

BENJAMIN, S.U.; BEYNNON, B.D.; HELIE, B.V.; ALOSA, D.M.; RENSTROM, P.A. The benefit of a single-leg strength training program for the muscles around the untrained ankle. **Am J Sports Med**, 28(4): 568-73, 2000.

BENJAMIN, H.J.; KIMBERLY, M.G. Strength training in children and adolescents. **Phys Sportsmed**, 31(9): 2003. Disponível em <http://www.physsportsmed.com/issues/2003/0903/benjamin.htm>>. Acesso em 12/02/2004.

BERGER, R.A. Effect of varied weight training programs on strength. **Res Quat**, 33(2): 168-81, 1962.

BERGER, R.A. Application of research findings in progressive resistance exercise to physical therapy. **J Assoc Phys Mental Rehab**, 19: 200-3, 1965.

BERGER, R.A. Response to “Berger in retrospect: effect of varied weight training programmes on strength”. **Br J Sports Med**, 37: 372-3, 2003.

BITTENCOURT, N. **Musculação: uma abordagem metodológica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1986. 128 p.

BLAIR, S.; PAINTER, P.; PATE, R.; SMITH, L.K.; TAYLOR, C.B. **Prova de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro: Revinter, 1994. 431 p.

BLIMKIE C.J.R. Resistance training during preadolescence: issues and controversies. **Sports Med**, 15(6): 389-407, 1993.

BOMPA, T.O. **Theory and methodology of training**. 3. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1994. 373 p.

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

BOMPA, T.O.; CORNACCHIA, L.J. **Serious strength training**. Champaign: Human Kinetics, 1998. 301 p.

BONNICK, S.L. **Bone densitometry in clinical practice**. Totowa: Humana Press, 1998. 257 p.

- BORTOLETTO, C.C.R. Síndrome do climatério: avaliação da densidade óssea na pós-menopausa. **Rev Bras Ginecol Obst**, 5(5): 392-8, 1994.
- BONJOUR, J.; THEINTZ, G.; SLOSMAN, F.L.; RIZZOLI, R. Peak bone mass. **Osteoporos Int**, 4(suppl. 1): S7-S13, 1994.
- BRAITH, R.W.; GRAVES, J.E.; LEGGETT, S.H.; POLLOCK, M.L. Effect of training on the relationship between maximal and submaximal strength. **Med Sci Sports Exerc**, 25(1): 132-8, 1993.
- BURR, D.B. Bone, exercise and stress fractures. **Exerc Sport Sci Rev**, 25: 171-94, 1997.
- BURR, D.B.; ROBLING, A.G.; TURNER, C.H. Effects of biomechanical stress on bones in animals. **Bone**, 30: 781-6, 2002.
- BYRD, R.; CHANDLER, T.J.; CONLEY, M.S.; FRY, A.C.; HAFF, G.G.; HATFIELD, F. et al. Strength training: single versus multiple sets. **Sports Med**, 27(9): 409-12, 1999.
- CAMPOS, G.E.R.; LUECKE, T.J.; WENDELN, H.K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F.C.; MURRAY, T.F. et al. Muscular adaptations in responses to the three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **Eur J Appl Physiol**, 88: 50-60, 2002.
- CARBON, R.J. Exercise, amenorrhoea and the skeleton. **Br Med Bul**, 48(3): 546-60, 1992.
- CARNAVAL, P.E. **Musculação aplicada**. Rio de janeiro: Sprint, 1995. 134 p.
- CARNAVAL, P.E.; RODRIGUES, C.E.C. **Musculação: teoria e prática**. Rio de janeiro: Sprint, 1985.
- CARPINELLI, R.N. Berger in retrospect: effect of varied weight training programmes on strength. **Br J Sports Med**, 36: 319-24, 2002.
- CARPINELLI, R.N. Science versus opinion. **Br J Sports Med**, 38: 240-2, 2004.

CARPINELLI, R.N.; OTTO, R.M. Strength training: single versus multiple sets. **Sports Med**, 26(2): 73-84, 1998.

CARPINELLI, R.N.; OTTO, R.M. Strength training: single versus multiple sets. **Sports Med**, 27(9): 412-6, 1999.

CASPERSEN, C.J. Physical activity epidemiology: concepts methods and applications to exercise science. **Exer Sport Sci Rev**, 17: 423-73, 1989.

CASSIDY, T.J.; LANGMAN, C.B.; ALLEN, S.H.; HILMAN, L.S. Bone mineral metabolism in children with juvenile rheumatoid arthritis. **Pediatr Clin North Am**, 42: 787-801, 1995.

CHAN, W.P.; LIU, J.F.; CHI, W.L. Evaluation of bone mineral density to the lumbar size and proximal femur in population-based routine health examinations of healthy Asians. **Acta Radiol**, 45(1): 59-64, 2004.

CHIESA, L.N. **Musculação: uma proposta de trabalho e desenvolvimento humano**. Vitória: EDUFES, 1999. 232 p.

CHIESA, L.N. **Musculação: aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Shape, 2002. 145 p.

COMMITTEE ON SPORTS MEDICINE. Strength training, weight and power lifting, and body building by children and adolescents. **Pediatrics**, 86(5): 801-3, 1990.

CONROY, B.P.; KRAEMER, W.J.; MARESH, C.M.; FLECK, S.J.; STONE, M.H.; FRY, A.C. et al. Bone mineral density in elite junior olympic powerlifters. **Med Sci Sport Exer**, 25(10): 1103-9, 1993.

COURTEIX, D.; LESPESSAILLES, E.; PERES, S.L.; OBERT, P.; GERMAIN, P.; BENHAMON, C.L. Effects of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. **Osteopor Int**, 8: 152-8, 1998.

CRABTREE, N.J.; KIBIRIGE, M.S.; FORDHAM, J.N.; BANKS, L.M.; MUNTONI, F.; CHINN, D. et al. The relationship between lean body mass and bone mineral content in paediatric health and disease. **Bone**, 35: 965-72, 2004.

CURREY, J.D. Bone strength: what are we trying to measure?. **Calc Tis Int**, 68: 205-10, 2001.

DACI, E.; VAN CROMPHAUT, S.; BOUILLON, R. Mechanisms influencing bone metabolism in chronic illness. **Horm Res**, 58(suppl 1): 44-51, 2004.

DALY, R.M.; BASS, S.; CAINE, D.; HOWE, W. Does training affect growth?. **Phys Sportsmed**, 30(10), 2002. Disponível em <http://www.physsportsmed.com/issues/2002/10_02/daly.htm>. Acesso em 12/02/2004.

DELAVIER, F. **Guia dos movimentos de musculação: abordagem anatômica**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000. 123 p.

DE LORME, T.L. Restoration of muscle power by heavy-resistance exercises. **J Bone Joint Surg**, 27: 645-67, 1945.

DE LORME, T.L.; SCHWAB, R.S.; WATKINS, A.L. The response of the quadriceps femoris to progressive resistance exercises in poliomyelitic patients. **J Bone Joint Surg**, 30: 834-47, 1948.

DE ROSE, E.H.; PIGATTO, E.; DE ROSE, R.C.F. **Cineantropometria, educação física e treinamento desportivo**. Brasília: SEED/MEC, 1984. 80p.

DESCHENES, M.R.; KRAEMER, W.J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **Am J Phys Med Rehab**, 81(suppl): S3-S16, 2002.

DICKERMAN, R.D.; PERTUSI, R.; SMITH, G.H. The upper range of lumbar spine bone mineral density? An examination of the current world record holder in the squat lift. **Int J Sports Med**, 21(7): 469-70, 2000.

DRINKWATER, B.; GRIMSTON, S.K.; RAAB-CULLEN, D.M.; SNOW-HARTER C.M. ACSM position stand on osteoporosis and exercise. **Med Sci Sport Exer**, 27: 1-7, 1995.

DUARTE, J.A.; MAGALHÃES, J.F.; MONTEIRO, L.; ALMEIDA, D.; SOARES, A. Exercise induced signs of muscle overuse in children. **Int J Sports Med**, 20: 103-8, 1999.

ENOKA, R. M. **Neuromechanical basis of kinesiology**. 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 1994. 336 p.

ESCAMILLA, R.F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. **Med Sci Sport Exer**, 33(1): 127-41, 2001.

ESCAMILLA, R.F.; FLEISIG, G.S.; ZHENG, N.; LANDER, J.E.; BARRENTINE, S.W.; ANDREWS, J.R. et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. **Med Sci Sport Exer**, 33(9): 1552-66, 2001.

FAIGENBAUM, A.D. Strength training and children's health. **J Phys Edu Rec Dance**, 72(3): 24-30, 2001.

FAIGENBAUM, A.D.; LOUD, R.L.; O'CONNELL, J.; GLOVER, S.; O'CONNELL, J.; WESCOTT, W.L. Effects of different resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children. **J Strength Cond Res**, 15(4): 459-65, 2001.

FAIGENBAUM, A.D.; MILLIKEN, L.A.; WESCOTT, W.L. Maximal strength testing in healthy children. **J Strength Cond Res**, 17(1): 162-6, 2003.

FAIGENBAUM, A.D.; WESCOTT, W.L.; LOUD, R.L.; LONG, C. The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. **Pediatrics**, 104(1): 1-7, 1999.

FAIGENBAUM, A.D.; WESCOTT, W.L.; MICHELI, L.J.; OUTERBRIDGE, A.R.; LONG, C.J.; LaROSA-LOUD, R.; ZAICHKOWSKY, L.D. The effects of strength training and detraining on children. **J Strength Cond Res**, 10(2): 109-14, 1996.

FALK, B.; TENENBAUM, G. The effectiveness of resistance training in children: a meta-analysis. **Sports Med**, 22(3): 176-86, 1996.

FEIGENBAUM, M.S.; POLLOCK, M.L. Strength training: rationale for current guidelines for adult fitness programs. **Phys Sportsmed**, 25(2): 44-64, 1997.

FEIGENBAUM, M.S.; POLLOCK, M.L. Prescription of resistance training for health and disease. **Med Sci Sport Exer**, 31(1): 38-45, 1999.

FERREIRA, R.A. Osteoporose primária. Solução: diagnóstico precoce. **J Soc Bras Ginecol Obst**, 3(9), 2001. Disponível em <<http://www.sobrage.org.br>>. Acesso em 18/02/2002.

FERNANDES, F.E. Fisiopatologia da osteoporose pós-menopausa. **Reprod Climat**, 10(4): 153-9, 1995.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Designing resistance training programs**. 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 1997. 288 p.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. Resistance training: basic principles (part 1 of 4). **Phys Sportsmed**, 16(3): 160-71, 1988.

FLORINDO, A.A.; LATORRE, M.R.D.O.; TANAKA, T.; JAIME, P.C.; ZERBINI, C.A.F. Atividade física habitual e sua relação com a densidade mineral óssea em homens adultos e idosos. **Rev Bras Ativ Fisica Saude**, 5(1): 22-34, 2000.

FOLLAND, J.P.; IRISH, C.S.; ROBERT, J.C.; TARR, J.E.; JONES, D.A. Fatigue is not necessary stimulus for strength gains during resistance training. **Br J Sports Med**, 36: 370-3, 2002.

FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 560 p.

FOX, E.L.; MATHEWS, D.K. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1991. 488 p.

- FROST, H.M. **Orthopedic biomechanics**. Springfield: Charles C. Thomas, 1973.
- FROST, H.M. Structural adaptations on mechanical usage (SATMU): redefining Wolff's law. **Anat Record**, 226: 403-22, 1990.
- FRY, A.C. The role of training intensity in resistance exercise overtraining and overreaching. In: FRY, A.C. **Overtraining n sport**. Champaign: Human Kinetics, 1998. p. 107-127.
- GAFNI, R.I.; BARON, J. Overdiagnosis of osteoporosis in children due to misinterpretation of dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA). **J Pediatr**, 144: 253-7, 2004.
- GAUL, C.A. Muscular strength and endurance. In: DOCHERTY, D. **Measurement in pediatric exercise science**. Champaign: Human Kinetics, 1996. p. 225-258.
- GERALDES, A.A.R. Exercício físico como estratégia de prevenção e tratamento da osteoporose: potencial e limitações. **Rev Bras Fisiol Exer**, 2(2): 1-28, 2003.
- GILLAM, G.M. Effects of frequency of weight training on muscle strength enhancement. **J Sports Med**, 21: 432-6, 1981.
- GODOY, E.S. **Musculação – fitness**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994. 127 p.
- GOMES, A.C. **Treinamento desportivo: estruturação e periodização**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 205 p.
- GOMES, P.S.G.; PEREIRA, M.I.R. Treinamento contra resistência: revisando frequência semanal, número de séries, número de repetições, intervalo de recuperação e velocidade de execução. **Rev Bras Fisiol Exer**, 1(1): 15-32, 2002.
- GONÇALVES, J. **Musculação em academia: propostas científicas**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987. 157 p.
- GONÇALVES, M. Biomecânica do tecido ósseo. In: AMADIO, A.C.; BARBANTI, V.J. **A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares**. São Paulo: Estação Liberdade/ EEFEE-USP, 2000. p.89-112.

- GRANDA, E.; BREILH, J. **Saúde na sociedade**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1989. 245 p.
- GRANHED, H.; JONSON, R.; HANSON, T. The loads on the lumbar spine during extreme weight lifting. **Spine**, 12: 146-9, 1987.
- GROSS, T.S.; BAIN, S.T. Skeletal adaptation to functional stimuli. In: GRABINER, M.D. **Currents issues in biomechanics**. Champaign: Human Kinetics, 1993. p. 151-169.
- GUEDES, D.P. **Musculação: estética e saúde feminina**. São Paulo: Phorte, 2003. 252p.
- GUIMARÃES NETO, W.M. **Musculação total vol.2: princípios de treinamento**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2002.
- HÄKKINEN, K.; PAKARINEN, M.A.; KAUKANEN, H.; KOMI, P.V. Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in one day. **Eur J Appl Physiol**, 57: 133-9, 1988.
- HAMDY, R.C.; ANDERSON, J.S.; WHALEN, K.E.; HARVILL, L.M. Regional differences in bone density of young men involved in different exercises. **Med Sci Sport Exer**, 26(7): 884-8, 1994.
- HASKELL, W.L. Health consequences of physical activity: understanding and challenges regarding dose-responses. **Med Sci Sport Exer**, 26(6): 649-60, 1994.
- HASS, C.J.; FEIGENBAUM, M.S.; FRANKLIN, B.A. Prescription of resistance training for healthy populations. **Sports Med**, 31(14): 953-64, 2001.
- HASS, C.J.; GARZARELLA, L.; DeHOYOS, D.; POLLOCK, M.L. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Med Sci Sport Exer**, 32(1): 235-42, 2000.
- HEINONEN, A.; SIEVÄNEN, H.; KANNUS, P.; OJA, P.; VUORI, I. Site-specific skeletal response to long-term weight training seems to be attributable to principal loading modality: a 'pQCT study' of female weightlifters. **Calc Tis Int**, 70(6): 469-74, 2002.

HENDERSEN, K.N.; WHITE, C.P.; EISMAN, J.A. The roles of exercise and fall reduction in the prevention of osteoporosis. **Endocrinol Metab Clin North Am**, 27: 369-87, 1998.

HENRY, Y.M.; FATAYERJI, D.; EASTELL, R. Attainment of peak of bone mass at lumbar spine, femoral neck, radius in men and women: relative contributions of bone size and volumetric bone density. **Osteopor Int**, 15(4): 263-73, 2004.

HERNANDES JÚNIOR, B.D.O. **Musculação**. Rio de Janeiro: Sprint, 1998. 133 p.

HOEGER, W.W.K.; BARETTE, S.L.; HALE, D.F.; HOPKINS, D.R. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. **J Appl Sport Sci Res**, 1(1): 11-3, 1987.

HOEGER, W.W.K., HOPKINS, D.R.; BARETTE, S.L.; HALE, D.F. Relationship between repetitions and selection percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. **J Appl Sport Sci Res**, 4(2): 47-54, 1990.

HORTOBÁGYI, T.; HILL, J.P.; HOUMARD, J.A.; FRASER, D.D.; LAMBERT, N.J.; ISRAEL, R.G. Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. **J Appl Physiol**, 80(3): 765-72, 1996.

IANNETTA, O. Osteo-sonometria & osteo-sonograma: uma associação segura. **J Soc Bras Ginecol Obst**, 3(8), 2001. Disponível em <<http://www.sobrage.org.br>>. Acesso em 17/02/2002.

INTERNATIONAL FEDERATION OF SPORTS MEDICINE. Resistance training for children and adolescents. In: KAI-MING, C; MICHELI, L.J. **Sports and children**. Champaign: Human Kinetics, 1998. p. 265-270.

JONES, C.S.; CHRISTENSEN, C.; YOUNG, M. Weight training injury trends: a 20-year survey. **Phys Sportsmed**, 28(7): 61-72. 2000.

JONES, D.A.; NEWHAM, D.J.; ROUND, J.M.; TOLFREE, S.E.J. Experimental human muscle damage: morphological changes in relation to other indices of damage. **J Physiol**, 375: 435-48, 1986.

JONES, D.A.; RUTHERFORD, O.M.; PARKER, D.F. Physiological changes of skeletal muscle as a result of strength training. **Quart J Exp Physiol**, 74: 233-56, 1989.

KAMEL, G. **A ciência da musculação**. Rio de Janeiro: Shape, 2004. 264 p.

KANNUS, P.; HAAPASALO, H.; SIEVÄNEN, P.; VUORI, I. The site-specific effects of long-term unilateral. **Bone**, 15(3): 279-84, 1994.

KARAM, F.C.; MEYER, F.; SOUZA, A.C. A. Esporte como prevenção de osteoporose: um estudo da massa óssea de mulheres pós-menopáusicas que foram atletas de voleibol. **Rev Bras Med Esporte**, 5(3): 86-92, 1999.

KARLSSON, M.K.; JOHNELL, O.; OBRANT, K.J. Bone mineral density in weight lifters. **Calc Tis Int**, 52: 212-15, 1993.

KARLSSON, M.K.; JOHNELL, O.; OBRANT, K.J. Is bone mineral density advantage maintained long-term in previous weight lifters? **Calc Tis Int**, 57: 325-8, 1995.

KARVONEN, M.J., Physical activity for a healthy life. **Res Quart Exer Sport**, 67(2): 213-15, 1996.

KEOGH, J.W.L.; WILSON, G.J.; WEATHERBY, R.P. A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. **J Strength Cond Res**, 13(3): 247-58, 1999.

KERR, D.; ACKLAND, T.; MASLEN, B. Resistance training over 2 years increases bone mass in calcium-replete postmenopausal women. **J Bone Miner Res**, 16(1): 175-81, 2001.

KHAN, K.; McKAY, H.; KANNUS, P. **Physical activity and bone health**. Champaign: Human Kinetics, 2001. 275 p.

KILMER, D.D. Response to resistive strengthening exercise training in humans with neuromuscular disease. **Am J Phys Med Rehab**, 81(suppl): 121-26, 2002.

KLEINER, D.M.; WORLEY, M.E.; BLESSING, D.L. Creatine kinase response to various protocols of resistance exercise. **J Strength Cond Res**, 10(1): 15-9, 1996.

KRAEMER, W.J. Strength training basics. **Phys Sportsmed**, 31(8), 2003. Disponível em <<http://www.physsportsmed.com/issues/2003/0803/kraemer.htm>>. Acesso em 25/03/2004.

KRAEMER, W.J.; FLECK, S.J.; EVANS, W.J. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. **Exer Sport Sci Rev**, 24: 363-97, 1996.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Fundaments of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sport Exer**, 36(4): 674-88, 2004.

KRAEMER, W.J.; DESCHENES, M.R.; FLECK, S.J. Physiological adaptations to resistance exercise: implications for athletic conditioning. **Sports Med**, 6: 246-56, 1988.

KREIPE, R.E. Bone mineral density in adolescents. **Pediatr Ann**, 24(6): 308-15, 1995.

KRISKA, A.M.; SANDLER, R.B.; CAULEY, J.A.; LaPORTE, R.E.; ROM, D.L.; PAMBIANCO, G. The assessment of historical physical activity and its relation to adult bone parameters. **Am J Epidemiol**, 127(5): 1053-63, 1988.

KYRÖLÄINEN, H.; TAKALA, T.E.S.; KOMI, P.V. Muscle damage induced by stretch-shortening cycle exercise. **Med Sci Sport Exer**, 30(3): 415-20, 1998.

LAYNE, J.E.; NELSON, M.E. The effects of progressive resistance training on bone density. **Med Sci Sport Exer**, 31(1): 25-30, 1999.

LAYNE, J.E.; NELSON, M.E. Resistance training for the prevention of osteoporosis. In: GRAVES, J.E.; FRANKLIN, B.A.. **Resistance training for health and rehabilitation**. Champaign: Human Kinetics, 2001, p. 385-404.

LEE, I.M.; PAFFENBARGER JÚNIOR, R.S. How much physical activity is optimal for healthy? Methodological considerations. **Res Quart Exer Sport**, 67(2): 206-8, 1996.

LEE, K.C.L.; LANYON, L.E. Mechanical loading influences bone mass through estrogen receptor α . **Exer Sport Sci Rev**, 32(2): 64-8, 2004.

LEIGHTON, J.R. **Fitness, body development and sports conditioning through weight training**. 2. ed. Springfield: Thomas books, 1987. 275 p.

LEME, M.A.A. Fatores determinantes para o aumento da força muscular e os benefícios da musculação. **Rev Cienc Tecnol**, 71-6, 1992.

LEONARD, M.B.; ZEMEL, B.S. Current concepts in pediatric bone disease. **Pediatr Clin North Am**, 49: 143-73, 2002.

LEQUIN, M.H.; van RIJIN, R. R; ROBBEN, S.G.F.; HOP, W.C.J.; van KUIJK, C. Normal values for tibial quantitative ultrasonometry in caucasian children and adolescents (aged 6 to 19 years). **Calc Tis Int**, 67: 101-5, 2000.

MACINTYRE, D.L.; REID, W.D.; McKENZIE, D.C. Delayed muscle soreness: the inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. **Sports Med**, 20(1): 24-40, 1995.

MADAZOLLO, G.F.; SNOW, C.M. High intensity resistance training: effects on bone in older men and women. **Calc Tis Int**, 66: 399-404, 2000.

MALM, C. Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction?. **Acta Physiol Scand**, 171: 233-9, 2001.

MATKOVIC, V. Osteoporosis as a pediatric disease: role of calcium and heredity. **J Rheumatol**, 19(suppl 33): 54-9, 1992.

MAZUR, L.J.; YETMAN, R.J.; RISSER, W.L. Weight training injuries: common injuries and preventative methods. **Sports Med**, 16(1): 57-63. 1993.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 695 p.

McCARTHY, J.P.; AGRE, J.C.; GRAF, B.K.; POZNIAK, M.A.; VAILAS, A.C. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. **Med Sci Sport Exer**, 27(3): 429-36, 1995.

McCARTNEY, N.; MOROZ, D.; GARNER, S.H.; McCOMAS, A.J. The effects of strength training in patients with selected neuromuscular disorders. **Med Sci Sport Exer**, 20(4): 362-8, 1988.

McCAW, S.T.; MELROSE, D.R. Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. **Med Sci Sport Exer**, 31(3): 428-36, 1999.

McDONAGH, M.J.N.; DAVIES, C.T.M. Adaptative response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. **Eur J Appl Physiol**, 52: 139-55, 1984.

MERSON, F.Z. **Adaptation, stress, and prophylaxis**. Berlin : Springer-Verlag, 1984. 329 p.

METCALF, J.A.; ROBERTS, S.O. Strength training and immature athlete: an overview. **Pediatr Nurs**, 19(4): 325-32, 1993.

MEYER, N.P.; SHAW, J.M.; MANORE, M.M.; DOLAN, S.H.; SUBUDHI, A.W.; SHULTZ, B.B. et al. Bone mineral density of olympic-level female winter sport athletes. **Med Sci Sport Exer**, 36(9): 1594-601, 2004.

MICHELI, L.J. Strength training in the young athlete. In: BROWN, E.W.; BRANTA, C.F. **Competitive sports for children and youth: an overview of research and issues**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 99-105.

MONTEIRO, W.D. Aspectos fisiológicos e metodológicos do condicionamento físico na promoção da saúde. **Rev Bras Ativ Fisica Saude**, 1(3): 44-58, 1996.

MOREIRA-ANDRES, M.N.; CANIZO, F.J.; DE LA CRUZ, F.J.; GOMEZ-DE LA CAMARA, A.; HAWKINS, F.G. Bone mineral status in prepubertal children with constitutional delay of growth and puberty **Eur J Endocrinol**, 139: 271-5, 1998.

MOURA, J.A.R.; ZINN, J.L.; ILHA, P. Diferenças na força máxima mensurada em diferentes marcas de aparelhos de musculação. **Kinesis**, 87-103, 2001.

NAHAS, M.V. Revisão de métodos para determinação dos níveis de atividade física habitual em diversos grupos populacionais. **Rev Bras Ativ Fisica Saude**, 1(4): 27-37, 1996.

NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Med Sci Sport Exer**, 31(2): 323-30, 1999.

NIEMAN, D.C. **The exercise-health connection**. Champaign: Human Kinetics, 1998. 317 p.

PAULSEN, G.; MYKLESTAD, D.; RAASTAD, T. Influence of volume of exercise on early adaptatitons to strength training. **J Strength Cond Res**, 17(1): 115-20, 2003.

PAYNE, V.G.; MORROW, J.R.; JOHNSON JUNIOR, L.; DALTON, S.N. Resistance training in children and youth: a meta-analysis. **Res Quart Exer Sport**, 68(1): 80-8, 1997.

PETERSON, M.D.; RHEA, M.R.; ALVAR, B.A. Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. **J Strength Cond Res**, 18: 377-82, 2004.

PETTERSSON, U.; NORDSTRÖM, P.; LORENTZON, R. A comparison of bone mineral density and muscle strength in young male adult with different exercise level. **Calc Tis Int**, 64(6): 490-98, 1999.

PYNE, D.B. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. **Aust J Sci Med Sport**, 26(3-4): 49-58, 1994.

RAMSAY, J.A.; BLIMKIE, C.J.R.; SMITH, K.; GARNER, S.; MacDOUGALL, J.D.; SALE, D.G. Strength training effects in prepubescent boys. **Med Sci Sport Exer**, 22(5): 605-14, 1990.

REEVES, R.K.; LASKOWSKI, E.D.; SMITH, J. Weigth training injuries (part 1). **Phys Sportsmed**, 26(2): 67-96, 1998a.

REEVES, R.K.; LASKOWSKI, E.D.; SMITH, J. Weigth training injuries (part 2). **Phys Sportsmed**, 26(3): 54-73, 1998b.

RHEA, M.R.; ALVAR, B.A.; BALL, S.D; BURKETT, L.N. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. **J Strength Cond Res**, 16: 525-9, 2002.

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 Sport Exer**, 35(3): 456-64, 2003.

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**, 34: 18-22, 2000.

RHYAN, A.S.; TREUTH, M.S.; HUNTER, G.R.; ELAHI, D. Resistive training maintains bone mineral density in postmenopausal women. **Calc Tis Int**, 62: 295-99, 1998.

RIANS, C.B.; WELTMAN, A.; CAHILL, B.R.; JANNEY, C.A.; TIPPETT, S.R.; KATCH, F.I. Strength training to prepubescent males: Is it safe?. **Am J Sports Med**, 15(5): 483-9, 1987.

RISSER, W.L. Musculoskeletal injuries caused by weight training. **Clin Pediatr**, 29(6): 305-10, 1990.

RISSER, W.L.; RISSER, J.M.H.; PRESTON, D. Weight training injuries in adolescents. **Am J Dis Child**, 144(9): 1015-7, 1990.

RODRIGUES, C.E.C. **Musculação na academia**. Rio de janeiro: Sprint, 1990.

RODRIGUES, C.E.C. **Musculação feminina**. Rio de janeiro: Sprint, 1992. 215 p.

RODRIGUES, C.E.C. **Musculação métodos e sistemas**. Rio de janeiro: Sprint, 1995. 119 p.

ROODNEY, K.J.; HERBERT, R.D.; BALNAVE, R.J. Fatigue contributes to the strength training stimulus. **Med Sci Sports Exer**, 26(9): 1160-4, 1994.

ROWLAND, T.W. Muscle strength and endurance. In: ROWLAND, T.W. **Exercise and children's health**. Champaign : Human Kinetics, 1990a. p. 85-95.

ROWLAND, T.W. The special problems of pediatric exercise research. In: ROWLAND, T.W. **Exercise and children's health**. Champaign : Human Kinetics, 1990b. p. 21-29.

ROWLAND, T.W. The biological basis of physical activity. **Med Sci Sport Exer**, 30(3): 392-9, 1998.

RUIZ, J.C.; MANDEL, C.; GARBEDIAN, M. Influence of spontaneous calcium intake and physical exercise on the vertebral and femoral bone mineral density of children and adolescents. **J Bone Miner Res**, 10: 675-82, 1995.

SARDINHA, L.B; GATO, M.G.; BAPTISTA, F. Body composition determinants of lifetime total bone mineral accrual and loss in males and females. **Med Sci Sport Exer**, 31(suppl 5): S674-S88, 1999.

SCERPELLA, T.A.; DAVENPORT, M.; MORGANTI, C.M.; KANALEY, J.A.; JOHNSON, L.M. Dose related association of impact activity and bone mineral density in pre-pubertal girls. **Calc Tis Int**, 72(1): 24-31, 2003.

SCHAPIRA, D. Physical exercise in the prevention and treatment of osteoporosis: a review. **J Royal Soc Med**, 81: 461-3, 1988.

SCHOENAU, E.; LAND, C.; STABREY, A.; REMER, T.; KROKE, A. The bone mass concept: problems in short stature. **Eur J Endocrinol**, 151(suppl 1): S87-S91, 2004a.

SCHOENAU, E.; SAGGESE, G.; PETER, F.; BARONCELLI, G.I.; SHAW, N.J.; CRABTREE, N.J. et al. From bone biology to bone analysis. **Horm Res**, 61: 257-69, 2004b.

SELYE, H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. **Nature**, 148: 32, 1936.

SELYE, H. The evolution of the stress concept. **Am Sci**, 61: 692-99, 1974.

- SELYE, H. **Selye's guide to stress research**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1980.
- SHAW, J.M.; WITZEK, K. Exercise for skeletal health and osteoporosis prevention. In: ACSM. **ACSM's resource of manual for guidelines for exercise testing and prescription**. 3. ed. New York: ACSM, 1998. p. 101-129.
- SHEPHARD, R.Y. Absolute versus relative intensity of physical activity in dose-response context. **Med Sci Sport Exer**, 33(suppl 6): S400-S18, 2001.
- SILVA, C.C.; TEIXEIRA, A.S.; GOLDBERG, T.B.L. O esporte e suas implicações na saúde óssea de atletas adolescentes. **Rev Bras Med Esporte**, 9(6): 426-32, 2003.
- SILVA, J.L.T. A importância do exercício físico na prevenção das enfermidades crônico-degenerativas do sistema cardiovascular. **Rev Bras Ativ Fisica Saude**, 1(4): 69-81, 1996.
- SILVEIRA NETTO, E. **Atividade física para diabéticos**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000. 158 p.
- SLEMENDA, C.W.; REISTER, T.K.; HUI, S.L.; MILLER, J.Z.; CHRISTIAN, J.C.; JOHNSTON, C.C. Influences on skeletal mineralization in children and adolescents: evidence for varying effects of sexual maturation and physical activity. **J Pediatr**, 125: 201-7, 1994.
- SLOVIK, D.M. Osteoporose. In: FRONTERA, W.R.; DAWSON, D.M.; SLOVIK, D.M. **Exercício físico e reabilitação**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 284-310.
- SMITH, R. Bone mineral. In: GARROW, J.S.; JAMES, W.P. **Human, nutrition and dietetics**. London : Churchill Livingstone, 1993. p. 162-173.
- SNOW-HARTER, C.; MARCUS, R. Exercise, bone mineral density, and osteoporosis. **Exer Sport Sci Rev**, 19: 351-88, 1991.
- STAUBER, W.T.; SMITH, C.A. Cellular responses in exertion-induced skeletal muscle injury. **Mol Cell Biochem**, 179: 189-96, 1998.

STEVENSON, J.C.; LEES, B.; DEVENPORT, M.; CUST, M.P.; GANGER, K.F. Determinants of bone density in normal women: risk factors for future osteoporosis?. **Br Med J**, 298: 924-8, 1989.

STEWART, A.D.; HANNAN, J. Total and regional bone density in male runners, cyclists, and controls. **Med Sci Sport Exer**, 32(8): 1373-7, 2000.

STONE, M.H.; FLECK, S.J.; TRIPLETT, N.T.; KRAEMER, W.J. Health- and performance-related potential of resistance training. **Sports Med**, 11(4): 210-31, 1991.

STONE, M.H.; FRY, A.C. Increase training volume in strength/power athletes. In: FRY, A.C. **Overtraining in sport**. Champaign : Human Kinetics, 1998. p. 87-105.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. **J Strength Cond Res**, 16: 525-9, 1999.

TEEGARDEN, D.; PROULX, W.R., KERN, M.; SEDLOCK, D., WEAVER, C.M.; JOHNSTON, C.C. et al. Previous physical activity relates to bone mineral measures in young women. **Med Sci Sport Exer**, 28: 105-13, 1996.

TEGNER, Y. Strength training in the rehabilitation of cruciate ligament tears. **Sports Med**, 9(2): 129-36, 1990.

TREUTH, M.S.; HUNTER, G.R.; PICHON, C.; FIGUEROA-COLON, R.; GORAN, M.I. Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. **Med Sci Sport Exer**, 30(7): 1130-6, 1998.

TSUZUKU, S.; IKEGAMI, Y.; YABE, K. Effects of high-intensity resistance training on bone mineral density in young male powerlifters. **Calc Tis Int**, 63: 283-6, 1998.

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. **Calc Tis Int**, 68: 342-7, 2001.

VINCENT, H.K.; VINCENT, K.R. The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. **Int J Sports Med**, 18: 431-7, 1997.

VINCENT, K.R.; BRAITH, R.W. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. **Med Sci Sport Exer**, 34(1): 17-23, 2002.

VIRVIDAKIS, K.; GEORGIOU, E.; KORKOTSIDIS, A.; NTALLES, K.; PROUKAKIS, C. Bone mineral content of junior competitive powerlifters. **Int J Sports Med**, 11: 244-6, 1990.

VOGEL, J.A. Introduction to the symposium: physiological responses and adaptations to resistance exercise. **Med Sci Sport Exer**, 20(suppl 5): S131. 1988.

VUORI, I.; HEINONEN, A.; SIEVÄNEN, H.; KANNUS, P.; PASANEN, M.; OJA, P. Effects of unilateral strength training and detraining on bone mineral density and content in young women: a study of mechanical loading and deloading on human bones. **Calc Tis Int**, 55: 59-67, 1994.

WATKINS, J. **Estrutura e função do sistema musculoesquelético**. Porto Alegre: Artmed, 2001. 383 p.

WEBB, D.R. Strength training in children and adolescents. **Pediatr Clin North Am**, 37(5): 1187-210, 1990.

WELTMAN, A. Weight training in prepubertal children: physiologic benefit and potencial damage. In: BAR-OR, O. **Advances in pediatric sport science**. Champaign: Human Kinetics, 1989. p. 101-129.

WHALEN, R.T.; CARTER, D.R. Influence of physical activity on the regulation of bone density. **J Biomech**, 21(10): 825-37.1988.

WILLIAMS, R.S.; WALLACE, A.G. **Biological effects of physical activity**. Champaign: Human Kinetics, 1989. 180 p.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do exercício**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001. 709 p.

WINETT, R.A. Meta-analyses do not supports performance of multiple sets or high volume resistance training. **J Exer Physiol**, 7(5): 10-20, 2004.

WOLFE, B.L.; LEMURA, L.M.; COLE, P.J. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. **J Strength Cond Res**, 18(1): 35-47. 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Physical status: the use and interpretation of antropometry**. Geneva (SU): Report of a World Health Organization study group. 1995.

WRETENBERG, P.; FENG, Y.; ARBORELUIS, U.P. High- and low-bar squatting techiques during weight-training. **Med Sci Sport Exer**, 28(2): 218-24. 1996.

WÜSTER, C.; ALBANESE, C.; DE ALOYSIO, D.; DUBOEUF, F.; GAMBACCIANI, S.; GONELLI, S. et al. Phalangeal osteosonogrammetry study: age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. **J Bone Miner Res**, 15(8): 1603-14, 2000.

WÜSTER, C.; HADJI, P. Use of quantitative ultrasound densitometry (QUS) in male osteoporosis. **Calc Tis Int**, 69: 225-8, 2001.

YASBEK JR., P.; BATTISTELLA, L.R. **Condicionamento físico do atleta ao transplantado**: aspectos multidisciplinares na prevenção e reabilitação cardíaca. São Paulo: Sarvier, 1994. 220 p.

YEH, L.R.; CHEN, C.K.; LAI, P.H. Normal bone mineral density in anteroposterior, lateral spine and hip of Chinese men in Taiwan: effect of age change, body weight and height. **J Chin Med Assoc**, 67(6): 287-295, 2004.

8- ANEXOS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DA PESQUISA: “Efeitos osteogênicos de um programa sistemático de exercícios contra-resistidos aplicado em jovens universitários”

PESQUISADOR: Marcos Bagrichevsky

NÚMERO DE REGISTRO: _____

Eu _____, nascido em ___ /___ /19___, portador da cédula de identidade nº _____, expedida pelo órgão público _____ e residente à _____ bairro _____ cidade de _____, **declaro que concordo em ser voluntário para participar da pesquisa** desenvolvida pelo profº Marcos Bagrichevsky, no período entre agosto e dezembro de 2002. Também me considero suficientemente informado tanto dos possíveis riscos e desconfortos, quanto dos benefícios esperados na realização desse estudo. Declaro ainda que o investigador responsável pela pesquisa forneceu-me todas as instruções relacionadas aos procedimentos da mesma, a saber:

- 1)Fui informado que trata-se de um estudo experimental relacionado à saúde de pessoas, que tenta demonstrar os benefícios do treinamento com pesos (musculação) sobre a massa óssea do esqueleto e que serei submetido a um programa de exercícios durante aproximadamente quatro meses;
- 2)Fui informado que responderei a um questionário com alguns dados sobre hábitos de saúde e que serei avaliado em relação ao peso corporal, estatura e dobras cutâneas;
- 3)Fui informado que serei avaliado por um médico e que farei dois exames de densitometria óssea, um antes e depois do programa de exercícios na musculação;
- 4)Fui informado que a densitometria óssea é um exame de rotina, simples, rápido, não-invasivo, utilizado para avaliar a massa óssea do esqueleto;
- 5)Fui informado que se manterá o sigilo e o caráter confidencial das informações coletadas, zelando pela privacidade e que minha identificação não será exposta nas conclusões ou publicações;
- 6)Fui informado que as informações coletadas não serão usadas para nenhum outro propósito, além desses que aqui estou concordando, sem minha autorização prévia e por escrito;
- 7) Fui informado que tenho liberdade de desistir da minha participação do estudo a qualquer momento, sem nenhuma repercussão negativa ou ônus pessoal.

assinatura do voluntário

Data: ____ / ____ / ____

QUESTIONÁRIO DE DADOS PESSOAIS

Número de Registro: _____

Data: ____ / ____ /2002

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Idade: _____ Data Nascimento: _____

HÁBITOS DE VIDA

- 1) Nos últimos seis meses, você tem praticado (ou praticou) algum tipo de exercício, atividade física ou esporte? _____ **(se a resposta for positiva responda os itens da questão 2)**
- 2) Qual (is)? _____
Quantas vezes na semana? _____ Quantos minutos por dia? _____
Em que local: _____
- 3) É ou já foi fumante? _____ **(se a resposta for positiva responda os itens da questão 4)**
- 4) Quanto tempo? _____ Quantos cigarros fuma por dia? _____ Quantas vezes por semana? _____
- 5) Consome ou já consumiu bebida alcoólica? _____ **(se a resposta for positiva responda os itens da questão 6)**
- 6) Quanto tempo? _____ Quantas vezes na semana? _____ Quantidade? _____
- 7) Bebe café? _____ **(se a resposta for positiva responda os itens da questão 8)**
- 8) Quanto tempo? _____ Quantas vezes na semana? _____ Quantidade? _____
- 9) Nos últimos seis meses, você tem utilizado ou já fez uso de algum tipo de medicamento? _____ **(se a resposta for positiva responda os itens da questão 10)**
- 10) Qual (is)? _____
Quanto tempo? _____ Quantas vezes na semana? _____ Quantidade? _____
- 11) Durante as refeições diárias você come algum desses alimentos: leite, queijo, espinafre, amendoim, ovo sem casca, pão branco, ervilha? _____ **(se a resposta for positiva responda os itens da questão 12)**
- 12) Qual (is)? _____
Quanto tempo? _____ Quantas vezes na semana? _____ Quantidade? _____
- 13) Você tem algum tipo de indisposição física quando ingere alimentos derivados do leite (intolerância à lactose)? _____

ANAMNESE FISIOLÓGICA

14) Você Possui Antecedentes Pessoais?

a) Metabólicos:

Diabetes () sim () não
Hipertireoidismo () sim () não
Hipotireoidismo () sim () não
Osteopenia () sim () não
Osteoporose () sim () não

b) Respiratórios:

Bronquite () sim () não

c) Traumáticos:

Fraturas () sim () não local e tipo: _____
Luxações () sim () não local e tipo: _____
Distensões () sim () não local e tipo: _____
Hérnias () sim () não local e tipo: _____

d) Cirúrgicos: () sim () não local, tipo e data: _____

e) Alergias: () sim () não tipo: _____

PLANILHA DE REGISTRO DOS DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Nome: _____ Idade: _____ N° Registro: _____

Estatura Total (m):	Peso Total (Kg):	IMC (Kg/m ²):	Classificação IMC:

Dobras Cutâneas (mm) :

Localização Anatômica	1ª medida	2ª medida	3ª medida	média
Subescapular				
Tríceps				
Supraílica				
Abdominal				
Bíceps				

Perímetros Corporais Segmentares (mm) :

Localização Anatômica	1ª medida	2ª medida	3ª medida	média
Braço				
Antebraço				
Tórax				

Resultados dos dados antropométricos dos 16 casos avaliados antes (1) e após (2) o treinamento de 16 semanas.

NOME	Idade1	Idade2	Peso1	Peso2	ESTAT1	ESTAT2	IMC1	IMC2	CCBR1	CCBR2	%MMBR1	%MMBR2
ALUNO 1	23,3	23,6	60,6	60,9	1,72	1,72	17,62	17,70	270	296,5	94,74	94,13
ALUNO 2	20,5	20,8	63,3	64,5	1,76	1,76	17,98	18,32	270,5	277	91,69	92,33
ALUNO 3	23,6	23,9	71,1	71,2	1,75	1,75	20,31	20,34	270	279	87,1	88,57
ALUNO 4	20,1	20,4	54,3	53,1	1,69	1,69	16,07	15,71	230	252	90,2	93,33
ALUNO 5	18,4	18,7	73,7	72,3	1,77	1,77	20,82	20,42	266,5	274	85,97	85,63
ALUNO 6	19,5	19,8	66,9	66,6	1,67	1,67	20,03	19,94	274	285	89,94	91,94
ALUNO 7	23,8	24,2	72,4	72,3	1,74	1,74	20,80	20,78	290	292	90,63	91,25
ALUNO 8	18,7	19	66,4	67,1	1,75	1,75	18,97	19,17	294	294	91,88	90,46
ALUNO 9	20,5	20,8	64,1	66,8	1,765	1,765	18,16	18,92	275	292	93,22	94,19
ALUNO 10	19,9	20,2	71,6	70,4	1,74	1,74	20,57	20,23	312	312	91,76	93,13
ALUNO 11	20,2	20,5	72,5	71,2	1,79	1,79	20,25	19,89	256	287	86,78	91,11
ALUNO 12	21	21,4	60,8	61,6	1,72	1,72	17,67	17,91	244	256	88,73	91,43
ALUNO 13	20,7	21	67,7	65,9	1,74	1,74	19,45	18,94	259,5	281	87,97	89,21
ALUNO 14	22,2	22,5	55,3	57,9	1,73	1,73	15,98	16,73	267	287	92,07	92,58
ALUNO 15	25,2	25,5	69,3	69	1,795	1,795	19,30	19,22	275	289	90,16	91,75
ALUNO 16	23,2	23,5	73	72,5	1,79	1,79	20,39	20,25	274	286	91,33	90,79
X (MÉDIAS)	21,30	21,61	66,44	66,46	1,75	1,75	19,02	19,03	270,47	283,72	90,26	91,36

Resultados dos dados de massa óssea dos 16 casos avaliados antes (1) e após (2) o treinamento de 16 semanas.

NOME	AD-SoS1	AD-SoS2	T-Scor1	T-Scor2	%T-Scor1	%T-Scor2	SDy1	SDy2	FWA1	FWA2	UBPI1	UBPI2
ALUNO 1	2267	2331	2,04	2,96	25	37	9,65	32,29	4	3,60	0,94	0,93
ALUNO 2	2125	2194	0,01	1	0	12	-10,32	-96,81	3,4	2,90	0,9	0,86
ALUNO 3	2163	2193	0,56	0,99	7	12	286,46	107,95	4,3	3,90	0,97	0,96
ALUNO 4	2122	2147	-0,03	0,33	0	4	9,98	-53,80	3,9	2,90	0,92	0,83
ALUNO 5	2099	2142	-0,36	0,26	-4	3	149,65	-70,56	4,1	2,90	0,95	0,81
ALUNO 6	2099	2138	-0,36	0,2	-4	2	-98,24	-164,89	3	2,80	0,83	0,80
ALUNO 7	2056	2090	-0,97	-0,4	-12	-6	53,83	-33,16	4,3	3,20	0,94	0,84
ALUNO 8	2128	2178	0,06	0,77	0	3	-111,77	-67,43	3,1	3,30	0,83	0,90
ALUNO 9	2097	2125	-0,39	0,01	-4	0	-69,83	-62,84	3,2	3,00	0,83	0,83
ALUNO 10	2180	2230	0,8	1,51	10	13	-3,39	-83,17	3,8	2,80	0,93	0,87
ALUNO 11	2090	2191	-0,49	0,96	-6	12	-292,16	-308,22	2,3	2,10	0,67	0,67
ALUNO 12	2124	2176	0	0,74	0	9	-215,33	-212,26	2,4	2,20	0,7	0,68
ALUNO 13	2184	2230	0,86	1,51	10	19	-221,1	-97,06	2,7	2,80	0,79	0,85
ALUNO 14	2239	2282	1,64	2,26	20	28	-169,7	-202,30	3	2,50	0,82	0,79
ALUNO 15	2220	2264	1,37	2	17	25	-120,09	-131,47	2,8	2,70	0,83	0,84
ALUNO 16	2155	2184	0,44	0,86	5	10	-101,96	-136,05	2,9	2,80	0,85	0,82
X (MÉDIAS)	2146,75	2193,44	0,32	1,00	4,00	11,44	-56,52	-98,74	3,33	2,90	0,86	0,83



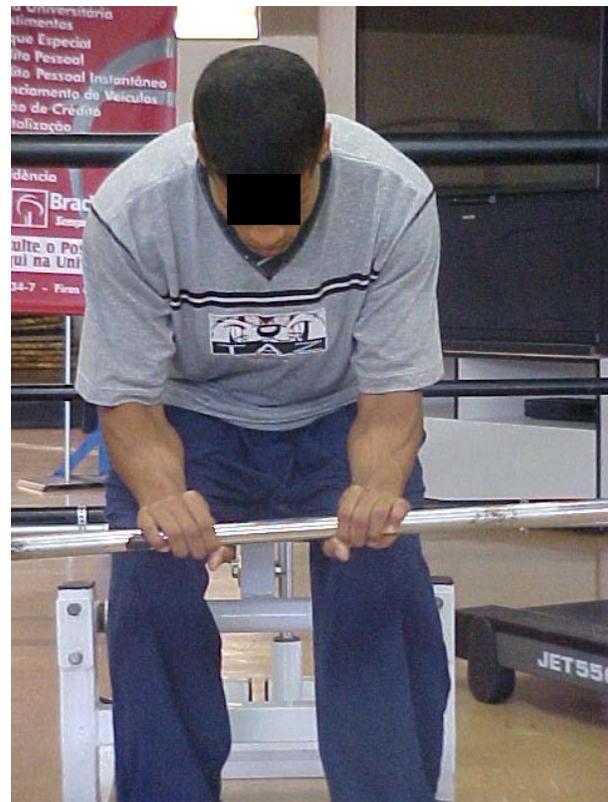
Exercício 1a (Ficha 1 – Fases 1 a 3) - Flexão de cúbito no aparelho



Exercício 1b (Ficha 1 – Fases 1 a 3) - Extensão de cúbitos na polia alta



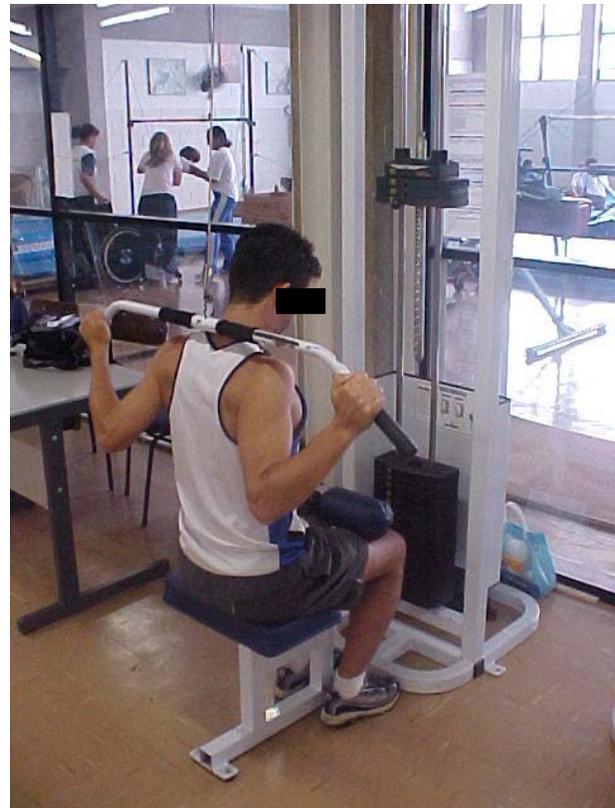
Exercício 2a (Ficha 1 – Fases 1 a 3) - Flexão dos punhos com barra longa (sentado)



Exercício 2b (Ficha 1 – Fases 1 a 3) - Extensão dos punhos com barra longa (sentado)



Exercício 3 (Fichas 1 e 2 – Fases 1 a 3) – Flexão dos dedos com bolinha de borracha



Exercício 1a (Ficha 2 – Fases 1 a 3) - Adução de ombros na polia alta ('puxada p/ trás')



Exercício 1b (Ficha 2 – Fases 1 a 3) - Apoio de frente para o solo



Exercício 2a (Ficha 2 – Fases 1 a 3) - Extensão transversal de ombros com halteres de mão



Exercício 2a (Ficha 2 – Fases 1 a 3) - Abdução de ombros com barra longa (sentado)



Exercício 2b (Ficha 1 – Fase 3) – Extensão de cúbitos com barra “W” deitado no banco



Exercício 2a (Ficha 1 – Fase 3) – Flexão de cúbitos com halteres de mão