

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE E DENSIDADE
MINERAL ÓSSEA EM ADOLESCENTES

Rômulo Maia Carlos Fonseca

BRASÍLIA
2005

RÔMULO MAIA CARLOS FONSECA

APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE E DENSIDADE
MINERAL ÓSSEA EM ADOLESCENTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Educação Física da Universidade Católica de Brasília como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Nanci M. França

BRASÍLIA
2005

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, irmãos, cunhada, sobrinhas e namorada que me apoiaram em todos os momentos dessa realização pessoal e profissional.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Nanci Maria de França, pela paciência, apoio e por sempre exigir, da melhor forma possível, o desenvolvimento do meu potencial.

Ao professor Wilame, que foi diretor na escola que eu trabalhava, por me liberar durante o período das aulas ministradas no mestrado e ao professor de Educação Física Ronaldo, por conciliar as aulas das minhas turmas com as dele durante esse mesmo período, mesmo eu sendo recém-chegado a escola.

A todos do Projeto Escolares, Paulipeterson, Priscila, Cíntia, Maria Bonfim, Maria do Socorro, Natanael e Caroline, pelo auxílio direto e indireto nas coletas de dados em todas as escolas visitadas.

Aos técnicos do Laboratório de Imagem da UCB, Renato e Alexandre, por estarem sempre dispostos a ajudar e pelas coletas e análises dos exames desta pesquisa.

Aos diretores (as) e coordenadores (as) das escolas visitadas, Juliana, Mara, Cibele e Maria do Carmo, por terem sido muito receptivos e por facilitarem o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores, amigos do curso, funcionários e a todos que ajudaram a realização dessa dissertação.

Embora ninguém possa voltar atrás
e fazer um novo começo, qualquer
um pode começar agora e fazer um
novo fim.

(Chico Xavier)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar a relação entre componentes da Aptidão Física Relacionada à Saúde (AFRS) e a Densidade Mineral Óssea (DMO) de adolescentes. Foram avaliados 144 adolescentes (65 rapazes e 79 moças) com idades entre 15 e 18 anos e nos estágios IV e V de maturação sexual segundo o critério de Tanner (1962). Os componentes da AFRS foram avaliados através dos testes de sentar e alcançar, correr/caminhar uma milha (1.609m), repetições máximas de abdominal e de flexão/extensão de braço. Outros componentes avaliados foram o peso corporal, a estatura e o índice de massa corporal (IMC). A massa corporal magra, a gordura corporal e a DMO do corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total) foram obtidas pelo método de absorptometria de Raios X de dupla energia (Lunar DPX-IQ). Foram utilizadas correlações de Pearson e regressões múltiplas *stepwise* para analisar os dados ($p \leq 0,05$). A massa corporal e a massa corporal magra são os fatores que correlacionaram mais consistentemente com a DMO dos quatro sítios para ambos os sexos e além destes, a aptidão muscular abdominal e o IMC também apresentaram consistência no sexo masculino. Aptidão muscular abdominal e a massa corporal magra explicaram uma variabilidade de 18 a 43% da DMO do sexo masculino enquanto que o peso corporal, a massa corporal magra e a aptidão muscular abdominal e de membros superiores explicaram de 15 a 28% da DMO do sexo feminino. Os resultados sugerem que a contração muscular e a massa corporal magra possam contribuir mais para a DMO dos adolescentes do sexo masculino do que o impacto suportado pelo esqueleto e que, para a DMO do sexo feminino, o aumento simultâneo das cargas suportadas pelo esqueleto, da aptidão muscular e da massa corporal magra podem ser mais benéficos.

Palavras-chave: Densidade mineral óssea, aptidão física relacionada à saúde, adolescentes.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the relationship between physical fitness related to health (PFRH) and bone mineral density (BMD) in adolescents. 144 adolescents (65-boys and 79-girls) aged 15-18 years and IV-V Tanner's stages were evaluated. Run/walk one mile, curl-ups, push-ups, sit and reach, body weight, height and BMI were measured. BMD in total body, lumbar spine, proximal femur (femoral neck and total hip), lean body mass and body fat were measured with dual energy X-ray absorptiometry (Lunar DPX-IQ). Pearson's correlation and stepwise multiple regression analysis were used ($p \leq 0,05$). Body weight and lean body mass are the factors that correlated most consistently with BMD of all sites for both sex and beyond these; abdominal muscular fitness and BMI had also presented a consistency in male. Abdominal muscular fitness and lean body mass could explain a variability from 18-43% to BMD of male while body weight, lean body mass and abdominal and upper body muscular fitness could explain 15-28% for female. The data suggest that muscular contraction and lean body mass contribute more than high-impact supported by skeleton for BMD of males adolescents and simultaneous increase of high-impact supported by skeleton and muscular fitness and lean body mass can be more beneficial for BMD of female.

Keywords: Bone mineral density, physical fitness related to health, adolescents.

SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VIII
1- INTRODUÇÃO.....	9
1.1 - Objetivo geral.....	11
1.2 - Justificativa.....	12
2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 - Massa óssea.....	14
2.1.1 - Adaptação óssea.....	14
2.1.2 - Pico de massa óssea.....	15
2.1.3 - Influência da etnia e do gênero na massa óssea.....	16
2.1.4 - Relação entre atividade física e DMO.....	17
2.1.5 - Métodos de mensuração da DMO.....	18
2.2 - Aptidão Física Relacionada à Saúde.....	20
2.2.1 - Avaliação da Aptidão Física Relacionada à Saúde.....	24
3 – METODOLOGIA.....	26
3.1 - População.....	26
3.1.1 - Amostra.....	26
3.1.2 - Critérios de Inclusão.....	26
3.2 - Local.....	27
3.3 - Procedimentos.....	27
3.3.1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	27
3.3.2 - Coleta de Dados.....	27
3.3.3 - Anamnese de saúde e atividades físicas habituais.....	28
3.3.4 - Medidas antropométricas.....	29
3.3.5 - Componentes da Aptidão Física.....	29
3.3.5.1 - Aptidão cardiorrespiratória.....	29
3.3.5.2 - Aptidão muscular.....	29
3.3.5.3 - Composição corporal.....	30
3.3.6 - Densidade mineral óssea.....	30
3.3.7 - Maturação Sexual.....	31
3.4 - Delineamento da pesquisa e Análise estatística.....	31
4 - RESULTADOS.....	33
4.1 - Características dos Participantes.....	33
4.2 - Valores da correlação – Masculino.....	34
4.2.1 - Análise da DMO do Corpo inteiro.....	36
4.2.2 - Análise da DMO da Coluna Lombar.....	36
4.2.3 - Análise da DMO do Colo do Fêmur.....	36
4.2.4 - Análise da DMO do Quadril total.....	36
4.3 - Valores da correlação – Feminino.....	37
4.3.1 - Análise da DMO do Corpo inteiro.....	38
4.3.2 - Análise da DMO da Coluna Lombar.....	39
4.3.3 - Análise da DMO do Colo do Fêmur.....	39
4.3.4 - Análise da DMO do Quadril total.....	40
5 - DISCUSSÃO.....	41
5.1 - Características dos participantes.....	41
5.2 - Masculino.....	42

5.3 - Feminino.....	45
6 - CONCLUSÃO.....	50
6.1 - Limitações do estudo e sugestão para novos estudos.....	51
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXO I.....	59
ANEXO II.....	62
ANEXO III.....	63
ANEXO IV.....	64
ANEXO V.....	65
ANEXO VI.....	66
ANEXO VII.....	67
ANEXO VIII.....	68
ANEXO IX.....	69
APÊNDICE.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Idade e características antropométricas dos participantes.....	33
Tabela 2	- Componentes da aptidão física relacionada à saúde dos participantes.....	34
Tabela 3	- Densidade mineral óssea do corpo inteiro, coluna lombar, colo do fêmur e quadril total.....	34
Tabela 4	- Correlação de Pearson entre as variáveis dependentes e independentes.....	35
Tabela 5	- Resumo da análise de regressão múltipla das variáveis independentes (peso corporal, estatura, IMC, VO ₂ Max, abdominal, flexão de braços, flexibilidade, massa corporal magra e gordura corporal) para cada sítio ósseo do sexo masculino. As variáveis que não contribuíram significativamente para a predição foram excluídas dos modelos.....	37
Tabela 6	- Correlação de Pearson entre as variáveis dependentes e independentes.....	38
Tabela 7	- Resumo da análise de regressão múltipla das variáveis independentes (peso corporal, estatura, IMC, VO ₂ Max, abdominal, flexão de braços, flexibilidade, massa corporal magra e gordura corporal) para cada sítio ósseo do sexo feminino. As variáveis que não contribuíram significativamente para a predição foram excluídas dos modelos.....	40

1 – INTRODUÇÃO

Durante a adolescência, ocorre o crescimento no tamanho do esqueleto, que é ditado pela expressão dos genes e é mediado pelo sistema endócrino, cessando quando a maturidade é alcançada (Janz, 2002). Simultaneamente a este processo, acontece o pico de massa óssea. Ao final da adolescência e no início da idade adulta, praticamente todo o conteúdo mineral ósseo já foi adquirido (Kemper, 2000).

Uma das formas de entender este processo é por meio da teoria do *mechanostat*, apresentada por Frost (1987), que sugere quatro zonas onde ocorre a tensão sobre o osso. Quando as atividades do indivíduo estão abaixo do que o corpo pode suportar, ou seja, abaixo da zona de carga fisiológica, acontece uma perda da massa óssea; dentro da zona de carga fisiológica, o osso é mantido; os ganhos só ocorrem quando a intensidade da tensão está acima da carga fisiológica e, em resposta a cargas extremas, um novo osso desorganizado pode ser produzido.

O conhecimento de mecanismos de adaptação óssea e de outros fatores que podem influenciar o pico de massa óssea tem adquirido uma grande importância, pois, entrando-se na senescência com um esqueleto forte e denso, como resultado do desenvolvimento de um alto pico de massa óssea durante a adolescência, pode-se conferir proteção contra a fragilidade esquelética (Bailey, 1996).

É conhecido que pelo menos 90% do pico de massa óssea são adquiridos até os 18 anos de idade (Bailey et al., 1996), sendo os fatores hereditários os seus maiores determinantes (60-80%) (Bailey, 1996; Kemper, 2000). Admite-se ainda que outros fatores como a atividade física, a alimentação, a raça e o sexo contribuem para aquisição do pico de massa óssea.

Já foi demonstrado que a atividade física possui uma relação direta com a massa óssea (Marcus, 2001), porém ainda não existe um consenso sobre a duração, a intensidade e o tipo de atividade física que proporcionam o maior pico.

Estudos demonstraram que esportes com grandes cargas mecânicas e um maior impacto do corpo com o solo parecem resultar em uma maior massa óssea do que atividades onde o peso do corpo é pouco solicitado (Lehtonen-Veromaa et al., 2000; Andreoli et al., 2001). Outros estudos também mostraram que crianças (Rowlands et al., 2002; Janz et al., 2004) e adolescentes (Bailey et al., 1999) mais ativos fisicamente possuem uma maior densidade mineral óssea (DMO) do que os menos ativos.

Alguns componentes da aptidão física (morfológico, muscular e cardiorrespiratório) também já foram relacionados à DMO de rapazes com idade média de 15 anos (Nordstrom et al., 1996) e mulheres com idades entre 16 e 20 anos (Valdimarsson et al., 1999), porém são encontrados poucos estudos onde os três componentes são avaliados simultaneamente.

No Brasil, existem poucos estudos avaliando a DMO de adolescentes (Fonseca et al., 2001; Silva et al., 2004), e ainda não foi encontrado nenhum que investigasse a associação entre a DMO e os componentes da aptidão física relacionada à saúde, nesta população específica.

1.1 – OBJETIVO GERAL

- * Investigar a associação entre os componentes cardiorrespiratório, muscular e morfológico da aptidão física relacionada à saúde e a densidade mineral óssea de adolescentes.

1.2 – JUSTIFICATIVA

A osteoporose é uma condição geral de fragilidade, na qual o osso está tão fraco, que fraturas podem ocorrer com um trauma mínimo, freqüentemente, não mais do que com as atividades da vida diária (Marcus, 1996). Embora seja uma doença diagnosticada geralmente em pessoas idosas, ela tem a sua origem durante a infância e a adolescência, fato explicado pela soma de massa óssea adquirida durante a juventude, que pode responder por cerca de 60% do risco de ter osteoporose (Bachrach et al., 1999).

Um outro problema desta doença está relacionado a sua cura. A osteoporose, depois de diagnosticada, não tem cura, ou seja, ainda não existe nenhum tratamento que seja realmente efetivo, o que aumenta bastante o interesse em preveni-la (Nordstrom et al., 1997).

No Brasil, levando-se em conta que a maioria dos pacientes fraturados (70 a 80%) é internada e tratada em hospitais públicos, gera-se um custo para os cofres públicos de quase 505 milhões de reais por ano (Bálsamo, 2002). Devido a estes fatos, diversas pesquisas direcionaram-se para as duas primeiras décadas de vida, período em que ocorre a maior aquisição de massa óssea (Kemper, 2000).

Estudos demonstraram que alguns dos componentes da aptidão física (morfológico, muscular e cardiorrespiratório) possuem uma relação com a densidade mineral óssea (DMO) de rapazes suecos (Nordstrom et al., 1996), moças da Islândia (Valdimarsson et al., 1999) e americanas (Madsen et al., 1998). Entretanto, esses estudos foram realizados em países com características sócio-econômicas e climáticas diferentes das existentes no Brasil, o que pode causar diferenças na dimensão corporal dos adolescentes, como foi demonstrado por Anjos et al. (1998): esses pesquisadores verificaram que os brasileiros possuem menor IMC do que americanos e franceses. Nesse sentido, tornam-se necessários estudos para investigar se a relação entre a

aptidão física e a DMO também existe na população de adolescentes brasileiros. E também, como mencionado na introdução, existem poucos estudos nacionais referentes à DMO nesta população específica.

Além disso, a avaliação da aptidão física relacionada à saúde dos adolescentes tem um grande valor, pois pode oferecer informações importantes que venham subsidiar a elaboração de programas de exercícios físicos, os quais possam efetivamente garantir os benefícios desejados na promoção da saúde (Guedes e Guedes, 1995a).

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – Massa óssea

2.1.1 – Adaptação óssea

Frost (1987) desenvolveu a teoria do *mechanostat*, para descrever a relação entre a intensidade da tensão no osso e a adaptação desse osso ao estímulo. Quando a atividade estiver abaixo dos valores fisiológicos mínimos de tensão, ocorre a perda da massa óssea. Dentro da zona de carga fisiológica, o osso é mantido; os ganhos ocorrerão somente quando a intensidade de carga for aumentada. Em resposta a cargas extremas, um novo osso desorganizado pode ser produzido.

Snow-Harter e Marcus (1991) relataram um mecanismo bem parecido. Segundo esses dois autores, a hipertrofia óssea ocorre quando o estresse é aplicado em níveis maiores do que os níveis normais, ou seja, quando a atividade osteoblástica (Osteoblasto – unidade de formação óssea) excede a atividade osteoclástica (Osteoclasto – unidade de reabsorção óssea). Os osteoclastos removem o material danificado para que os osteoblastos possam depositar tecido e mineral onde o estresse foi imposto.

Os mesmos autores relatam que todas as forças impostas ao osso produzem tensão de alguma magnitude, e essas forças criam estresses dentro do osso que podem estimular uma remodelação interna, externa ou ambas, e levar a uma possível mudança na densidade óssea.

Em outras palavras, Vieira (1999) diz que o processo de remodelação óssea se desenvolve com base em dois processos antagônicos, mas acoplados: a formação e a reabsorção. O seu acoplamento permite a renovação e remodelação óssea e é mantido a

longo prazo por um complexo sistema de controle que inclui hormônios, fatores físicos e fatores humorais locais.

Além desses fatores, também existe o efeito piezoelétrico, que é a transformação de energia mecânica em energia elétrica. Ele acontece durante a contração muscular. Essa energia é transmitida dos músculos para o osso, pelos tendões, provocando um aumento na atividade dos osteoblastos e aumentando a incorporação do cálcio no osso, tendo como resultado a hipertrofia das trabéculas ósseas e, conseqüentemente, o aumento da densidade óssea (Pitanga, 2004).

2.1.2 – Pico de massa óssea

O pico de massa óssea (PMO) pode ser definido como o somatório de osso ganho durante o crescimento (Mora e Gilzans, 2003). Sendo que esse somatório é o que determina a massa óssea na idade adulta (Janz, 2002).

Segundo Kemper (2000), o PMO ocorre pelo final da segunda década de vida, porém pelo menos 90% de toda a massa óssea são adquiridos no final da adolescência (Bailey et al., 1996). Snow-Harter e Marcus (1991) mencionam que observações feitas em laboratório mostram que, após os 17 anos, não foi encontrada nenhuma mudança significativa na densidade óssea de mulheres.

Segundo Theintz et al. (1992), o aumento na massa óssea é diferente para ambos os sexos, havendo um maior crescimento durante as idades de 11 a 14 anos para garotas e 13 a 17 para garotos, o que corrobora com os achados de Bailey et al. (1999) e de Bachrach et al. (1999).

Em um estudo com crianças e adolescentes brasileiros, Fonseca et al. (2001) encontraram valores médios de DMO de 0.984 g/cm² e 1.017 g/cm², nos adolescentes de

14 anos, correspondendo a 81% e 85% da densidade óssea esperada para brasileiros caucasianos, homens e mulheres, com idades entre 35 e 40 anos, respectivamente.

Esse crescimento ósseo não ocorre de maneira uniforme em todo o esqueleto, havendo diferenças entre o esqueleto apendicular e o axial. Segundo Bass et al. (1999), antes da puberdade, o desenvolvimento do esqueleto apendicular é mais rápido do que o axial, invertendo-se a situação no início da puberdade.

2.1.3 – Influência da etnia e do gênero na massa óssea

Bachrach et al. (1999), em um estudo longitudinal com crianças e adolescentes de diferentes etnias (caucasianos, negros, hispânicos e asiáticos) e idades entre 9 e 25 anos, encontraram uma superioridade significativa na DMO de negros, quando comparada a DMO de não-negros, para ambos os sexos. Entre os não-negros, poucas diferenças foram encontradas nos valores de DMO.

Em outro estudo relacionando a diferença étnica, Ettinger et al. (1997) encontraram valores de DMO maiores em negros do que em brancos, todos com idades entre 25 e 36 anos. Esta superioridade foi encontrada, mesmo após o ajuste de covariantes antropométricas, estilo de vida e fatores bioquímicos. Sendo que na DMO dos vários sítios ósseos, a diferença encontrada foi de 4,5 a 16,1% maior dos homens negros em relação aos brancos e de 1,2 a 7,3% maior nas mulheres negras em relação às brancas.

Gilzans et al. (1998), em um estudo com crianças saudáveis e idades entre 8 e 18 anos, compararam a diferença na DMO entre negros e brancos. Os dois grupos eram compatíveis em relação a idade, gênero, estatura, massa corporal e estágio de desenvolvimento sexual. Mesmo assim, a etnia teve um efeito significativo e diferencial nos ossos dos esqueletos axial e apendicular.

Em relação ao gênero, as meninas atingem o pico de massa óssea com idades inferiores aos meninos, conforme mencionado no item sobre o pico de massa óssea; contudo, os ganhos na DMO apresentam um comportamento semelhante para ambos os sexos, durante os 9 e 18 anos de idade (Bachrach et al., 1999).

Segundo Bailey et al. (1996), os meninos possuem uma maior DMO do corpo inteiro, que é primariamente relacionado a maior dimensão corporal, mas, em relação à DMO de outros sítios ósseos, a diferença é mínima ou inexistente.

2.1.4 – Relação entre atividade física e DMO

A relação entre a DMO e a atividade física tem sido muito estudada nos últimos anos. A demonstração da interação entre a atividade física e a massa óssea é a perda substancial do osso, devido a uma imobilização prolongada, sendo que pacientes imobilizados podem perder 40% da massa óssea original em 1 ano (Marcus, 2001).

Estudos têm comparado a DMO de atletas com não-atletas (Janz, 2002; Nickols-Richardson et al., 2000; Helge e Kanstrup, 2002), de atletas de diferentes esportes (Lehtonen-Veromaa et al., 2000; Andreoli et al., 2001) e de praticantes de atividade física com não praticantes (Rowlands et al., 2002; Bálsamo, 2002). Há também estudos em que ocorre intervenção com exercícios na população (Kontulainem et al., 2002). A maioria deles demonstra que a DMO dos mais ativos é maior do que a dos menos ativos.

Praticantes de ginástica olímpica, esporte caracterizado pelo alto impacto corporal com superfícies duras e exposição esquelética a grandes forças musculares, possuem uma maior DMO do que corredoras e grupo controle (Lehtonen-Veromaa et al., 2000). E mesmo estando no início (Nickols-Richardson et al., 2000) ou no final da adolescência (Helge e Kanstrup, 2002), quando comparado somente ao grupo controle, as ginastas continuam apresentando maior DMO.

Ao comparar a DMO de atletas de diferentes esportes, Andreoli et al. (2001) relataram que todos os grupos de atletas têm maior DMO do que o grupo controle e que os atletas de judô possuem valores de DMO mais altos que os outros atletas. Isso sugere que atividades com grandes cargas mecânicas parecem resultar em uma maior massa óssea do que atividades onde o peso do corpo é pouco usado.

Após 9 meses de um programa de aulas de step, complementado com saltos verticais adicionais, Kontulainem et al. (2002) verificaram um crescimento de 5% do conteúdo mineral ósseo da coluna lombar em meninas, em fase de crescimento.

Em estudos com crianças (Rowlands et al., 2002; Janz et al., 2004), a atividade física apresenta maior relação com a massa óssea do que com os outros fatores comportamentais como a alimentação, por exemplo.

2.1.5 – Métodos de mensuração da DMO

Inicialmente, a avaliação da massa óssea e as suas mudanças com a idade eram conduzidas usando-se cadáveres e análises morfológicas de radiografias (Snow-Harter e Marcus, 1991).

Porém, na atualidade, alguns métodos não invasivos têm sido aplicados para determinação da massa óssea. Dentre eles, existem a simples e a dupla absorptometria de fótons (SPA e DPA), a absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA) e a tomografia quantitativa computadorizada (QCT).

Segundo o AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2000), as duas técnicas mais comuns de avaliação da massa óssea são a DXA, que fornece uma densidade regional em g / cm^2 , e a QCT, que fornece uma densidade volumétrica em mg / cm^3 .

Segundo Janz (2002), a QCT pode ser usada para fornecer a medida verdadeira da densidade volumétrica. Porém, quando comparada à DXA, o equipamento é mais caro, tem uma menor disponibilidade e expõe os indivíduos a uma maior dose de radiação. Devido a essa exposição a radiações mais altas, a QCT não é usada em pesquisas pediátricas.

Em relação à DXA, uma limitação existente é o fato dela medir bi-dimensionalmente uma estrutura tri-dimensional. Para uma melhor compreensão, Katzman et al. (1991) e Carter et al. (1992) utilizaram o exemplo de dois cubos com a mesma densidade volumétrica real ($D=1$). O primeiro cubo tem 2 cm de cada lado e, então, tem um volume de 8 cm^3 , um total de conteúdo mineral de 8g e uma área de 4 cm^2 . Embora $D=1$, a medida da DMO produz um valor de $8 \div 4 = 2 \text{ g/cm}^2$. O segundo cubo tem 3 cm de cada lado. O valor total do volume é de 27 cm^3 , e o conteúdo mineral é de 27g. Entretanto, sua área é de 9 cm^2 , então sua $DMO = 27 \div 9 = 3 \text{ g/cm}^2$. Dessa forma, mesmo os dois cubos tendo a mesma densidade volumétrica, o segundo cubo é maior que o primeiro. De forma inerente, a DXA superestima a DMO de pessoas altas e subestima a DMO de pessoas mais baixas.

Esses autores propuseram fórmulas para diminuir o erro de avaliação da DXA para indivíduos em fase de crescimento, como uma forma de diminuir as variáveis que podem confundir como massa corporal, estatura e maturação sexual. Porém, quando são controladas essas variáveis, diminui-se a limitação da DXA (Mora e Gilsanz, 2003).

Além disso, a DXA também faz uma estimativa do percentual de gordura corporal, que não difere significativamente do percentual encontrado pela pesagem hidrostática em adultos jovens (Snead et al., 1998), utilizando um modelo de três componentes: gordura corporal, massa corporal magra sem conteúdo mineral e conteúdo mineral ósseo.

Um outro método para avaliar o tecido ósseo é a utilização dos marcadores bioquímicos. Segundo Vieira (1999), os marcadores bioquímicos podem ser definidos

como substâncias que retratam a formação ou a reabsorção do tecido ósseo. Como a formação é dependente da ação dos osteoblastos, os marcadores de formação, na realidade, avaliam produtos decorrentes destas células, o mesmo ocorrendo para os marcadores de reabsorção.

2.2 – Aptidão Física Relacionada à Saúde (AFRS)

O conceito de saúde era dimensionado pelo fato de se estar livre de doenças; foi sendo modificado com o passar dos anos, devido principalmente às mudanças no tipo de visão que se tinha do homem, que era exclusivamente biológica. Numa perspectiva holística, a saúde passa a ser considerada uma condição humana com dimensões física, social e psicológica, cada uma caracterizada num continuum, com pólos positivo e negativo (Bouchard et al., 1990). A saúde positiva estaria associada à capacidade de apreciar a vida e de resistir aos desafios do cotidiano, enquanto a saúde negativa estaria associada à morbidade e, no extremo, à mortalidade.

Mais recentemente, Glaner (2002) diz que entre os pólos positivo e negativo estão os comportamentos de alto risco (dieta rica em gordura, inatividade física, abuso de drogas e álcool, estresse elevado) e as doenças. A saúde pode ser promovida ou mantida, evitando-se os comportamentos de alto risco, diminuindo-se conseqüentemente o risco de doença prematura e morte precoce.

A prática de atividade física, que é um comportamento positivo, relaciona-se com bons níveis de aptidão física que, por sua vez, também influencia a saúde. Essa relação existente entre a prática de atividades físicas, aptidão física e saúde é complexa e tem a influência de outros fatores. Para explicar essa relação, Bouchard e Shephard (1994) propuseram um modelo, mostrado na figura 1, sobre a influência que cada uma exerce sobre a outra e sobre outros fatores.

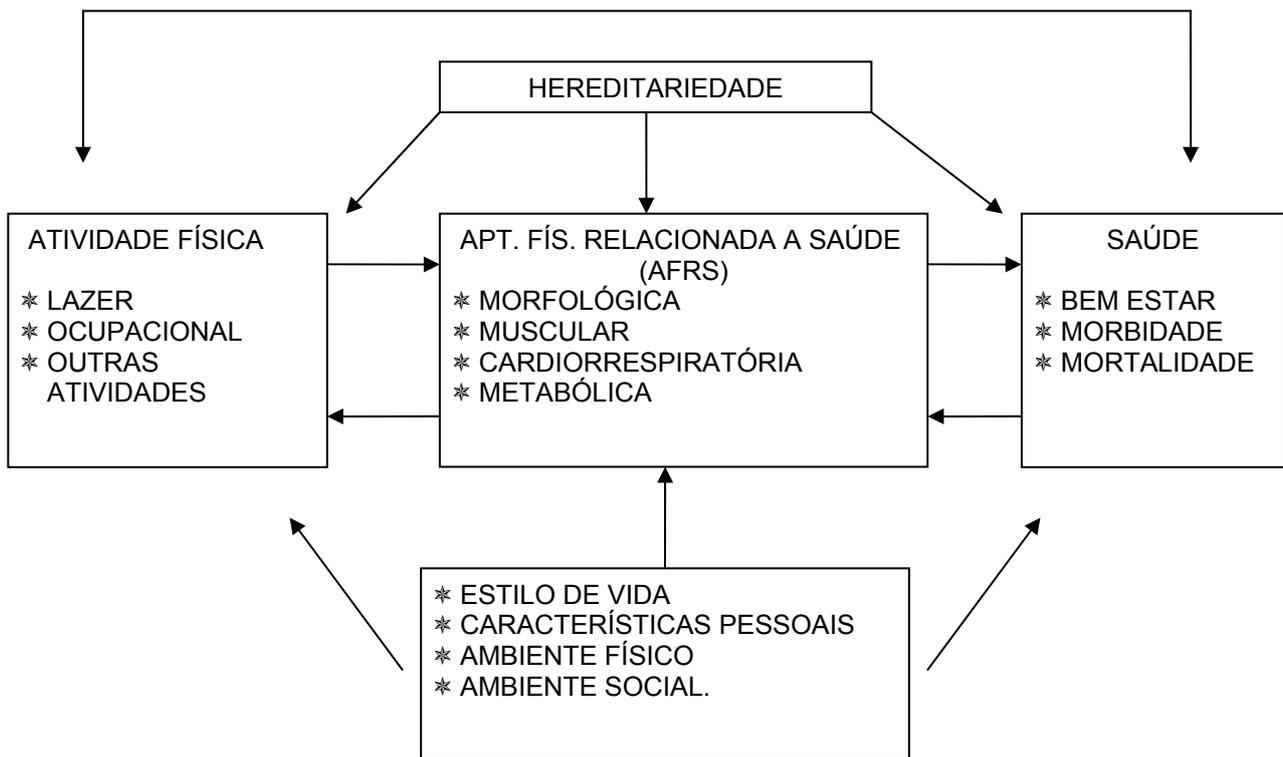


Figura 1 – Reproduzida de Bouchard e Shephard (1994)

Quando um indivíduo se envolve em programas regulares de atividade física, tende a apresentar melhores índices de aptidão física e, com o aumento desses índices, provavelmente tornar-se-á mais ativo (Guedes e Guedes, 1995a). Por meio dessa relação, torna-se mais fácil a compreensão da influência que um fator tem sobre o outro.

Outra forma de compreender essa relação é pelo conceito de atividade física e aptidão física relacionada à saúde (AFRS), a primeira definida como qualquer movimento corporal, produzido pelos músculos esqueléticos, que resulta em gasto energético maior do que os níveis de repouso; a segunda, como a própria aptidão para a vida, pois inclui elementos considerados fundamentais para uma vida ativa, com menos riscos de doenças hipocinéticas e perspectiva de uma vida mais longa e autônoma (Nahas, 2003).

Relacionando-se esses dois conceitos, ao se realizar uma atividade da vida diária, por exemplo, é possível que haja melhora de algum componente da AFRS que, por sua vez, fará com que essa atividade da vida diária seja realizada com uma maior eficácia.

Os componentes da AFRS são divididos em morfológico (composição corporal, distribuição da gordura corporal, massa corporal magra), muscular (força/resistência

muscular e flexibilidade), cardiorrespiratório (função cardiorrespiratória, consumo máximo de oxigênio) e metabólico (pressão sanguínea, tolerância à glicose) (Bouchard e Shephard, 1994), porém o componente metabólico não será considerado neste estudo.

Segundo o posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME) (1996), a prática regular de exercícios físicos combate algumas doenças crônico-degenerativas como: doença aterosclerótica coronariana, hipertensão arterial sistêmica, acidente vascular cerebral (AVC), doença vascular periférica, obesidade, osteoporose, câncer, diabetes melito tipo II e também ansiedade e depressão.

Em relação à osteoporose, diversos estudos mostram que pessoas de diferentes idades, mais ativas ou que praticam esportes freqüentemente têm uma maior densidade mineral óssea (DMO) do que os menos ativos e sedentários (Nickols-Richardson et al., 2000; Janz et al., 2004; Helge e Kanstrup, 2002; Rowlands et al., 2002; Bálsamo, 2002).

Correlacionando-se os níveis da AFRS, a influência que cada componente exerce sobre a DMO ainda é controversa. Chilibeck et al. (1995), em seu artigo de revisão sobre o exercício e a DMO, mencionam que moderadas, mas significantes, correlações foram encontradas entre a massa corporal magra, força muscular de alguns músculos e a DMO de sítios específicos do esqueleto e que a relação do consumo máximo de oxigênio com a DMO apresenta-se de forma controversa na literatura.

Também em um artigo de revisão, Snow-Harter e Marcus (1991) concluíram que a relação entre força muscular e DMO é específica de cada sítio em alguns casos, entretanto grupos musculares mais distantes da coluna lombar e do fêmur contribuem significativamente para a densidade óssea. Esses mesmos autores também apontam que a influência da aptidão cardiorrespiratória, como um preditor independente da DMO, ainda não está muito clara. Segundo Janz (2002), atividades específicas que parecem ser importantes para a saúde do osso, como levantamento de peso, tem uma pequena importância para a saúde cardiovascular.

Henderson et al. (1995) encontraram o consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) e a massa corporal como variáveis explicativas para a DMO do fêmur proximal em australianas com 18 anos de idade, porém Lloyd et al. (2000), acompanhando adolescentes longitudinalmente, dos 12 aos 18 anos de idade, não identificaram o $VO_2\text{max}$ como uma variável significativa na predição da DMO do fêmur proximal.

Em um estudo longitudinal, com duração de 15 anos, onde a aptidão física dos participantes foi avaliada entre os 13 e 27 anos e a DMO aos 28 anos, a aptidão cardiorrespiratória (medida como $VO_2\text{max}$) não foi relacionada à DMO, mas a aptidão neuromotora (medida como força muscular) foi significativamente relacionada à DMO da coluna lombar e do quadril (Kemper et al., 2000).

Outro estudo longitudinal realizado por Delvaux et al. (2001), com duração de 27 anos, demonstrou que o índice de massa corporal (IMC) e a aptidão motora estão associados com a massa óssea e que a força muscular do tronco apresenta uma correlação significativa com o conteúdo mineral ósseo adulto e com a DMO da coluna lombar. Nesse estudo, não foi encontrada nenhuma relação entre a flexibilidade (teste de sentar e alcançar) e a DMO.

Kelley et al. (2001), após a realização de uma meta-análise, concluíram que o treinamento resistido têm um efeito positivo sobre a DMO da coluna lombar de mulheres normais e no fêmur e rádio de mulheres pós-menopausa. Bálsamo (2002) também descreveu que mulheres pós-menopausa que participaram de um treinamento resistido têm uma maior DMO do que o grupo controle.

Ao comparar corredoras, César et al. (2001) verificaram que, em relação ao grupo controle, essas tinham um maior consumo de oxigênio e uma maior DMO da coluna e do fêmur. Porém, como o objetivo desse estudo não correlacionava estas variáveis, não é possível afirmar que um maior consumo de oxigênio se reflete numa maior DMO.

A massa corporal magra foi correlacionada à DMO de diferentes sítios ósseos em vários estudos, seja no sexo masculino (Nordstrom et al., 1996; Nordstrom et al., 1997) ou no feminino (Madsen et al., 1997; Valdimarsson et al., 1999).

2.2.1 – Avaliação da Aptidão Física Relacionada à Saúde

Segundo o ACSM (2000), a mensuração da aptidão física e da saúde em crianças e adolescentes é uma prática comum na educação física baseada na escola.

Como forma de mensuração dos componentes da AFRS, existem várias baterias de testes como o Fitnessgram (Cooper Insititute for Aerobics Research, 1994) (CIAR), o President's Challenge Test (President's Council on Physical Fitness and Sports, 1997) e o Physical Best (American Alliance of Health, Physical Education, Recreation and Dance, 1988) (AAHPERD), que fornecem critérios referenciados para a interpretação dos resultados obtidos.

Esses critérios são estabelecidos para cada sexo e grupo etário, a partir de pesquisas experimentais, achados clínicos e designações arbitrárias, baseados em dados normativos que procuram interpretar informações concernentes ao modelo da aptidão física relacionada à saúde (Guedes e Guedes, 1995b).

Uma das variações que ocorrem entre um programa e outro é a determinação do valor considerado aceitável para cada teste, conforme o exemplo mencionado por Ward et al. (1995): se uma menina de 7 anos de idade completa o teste de correr/caminhar uma milha em 14:21 minutos, esse valor será considerado aceitável pelo Fitnessgram, mas inaceitável pelo Physical Best.

Apesar dessas pequenas variações, todos os programas apresentam testes bem semelhantes, como mostrado no quadro 1.

QUADRO 1 – Testes de Aptidão de Campo para Crianças e Adolescentes			
Componente da AFRS	Testes de Campo		
	Physical Best	Fitnessgram	President's Challenge Test
Capacidade aeróbia	Correr/Caminhar uma milha.	Correr/Caminhar uma milha; PACER.	Correr/Caminhar uma milha; ou ½ milha.
Aptidão muscular	Abdominais, repetição na barra; Sentar-Alcançar	Abdominais, apoios supinos, repetição na barra, levantamento do tronco; Sentar-Alcançar,	Abdominais, apoios supinos, repetição na barra; Sentar-Alcançar, V-Sentar e alcançar.
Composição Corporal	Índice de massa corporal, dobras cutâneas.	Índice de massa corporal, dobras cutâneas.	-

Após a explanação sobre a AFRS e de acordo com os estudos mencionados, a aptidão muscular e a massa corporal magra relacionam-se com a DMO, enquanto que a aptidão cardiorrespiratória ainda apresenta controvérsias em relação a DMO.

3 – METODOLOGIA

3.1 – População

Foram considerados neste estudo estudantes do ensino médio das escolas da rede pública de Brasília, com idades entre 15 e 18 anos. Foi escolhida a regional de ensino de Brasília por possuir um maior número de escolas com ensino médio no Distrito Federal.

Foram escolhidas quatro escolas que representassem Brasília, sendo uma escola da Asa Sul, uma da Asa Norte, uma do Cruzeiro e uma do Lago Sul. Em cada escola, foram escolhidas duas turmas aleatoriamente para a participação no estudo.

Foram escolhidos adolescentes com idades entre 15 e 18 anos devido a consolidação do pico de massa óssea estar quase completa. Cerca de 90% do pico de massa óssea é adquirido aos 18 anos (Bailey et al., 1996).

3.1.1 – Amostra

A amostra foi composta por 176 adolescentes (79 rapazes e 97 moças), porém foram excluídos dois adolescentes por motivos de saúde e 28 por não realizarem todos os testes, totalizando 144 adolescentes (65 rapazes e 79 moças) analisados.

Dos 65 rapazes avaliados, 26 eram brancos, seis eram negros e 33 hispânicos. Já das 79 moças avaliadas, 36 eram brancas, sete eram negras e 36 hispânicas.

3.1.2 – Critérios de Inclusão

- a) Ter nascido entre os anos de 1986 e 1989 (idades entre 15 e 18 anos);
- b) Apresentar o consentimento livre e esclarecido assinado pelo participante da pesquisa, quando já tiver 18 anos completos, ou o representante legal;
- c) Estar nos estágios IV e V de maturação sexual, segundo o método de Tanner (1962).
- d) Não possuir alguma doença crônico-degenerativa;

- e) Não ter histórico de doenças que afetam o desenvolvimento ósseo;
- f) Não tenha imobilizado algum segmento corporal nos últimos seis meses antes da avaliação.
- g) Não faltar nos dias dos testes.

3.2 – Local

Os testes de aptidão física foram realizados nas escolas visitadas, enquanto que o exame de densitometria óssea foi realizado no Laboratório de Imagem da Universidade Católica de Brasília.

3.3 – Procedimentos

3.3.1- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Um termo de consentimento livre e esclarecido de cada participante ou do responsável legal foi coletado, conforme a orientação do comitê de ética em pesquisa da Universidade Católica de Brasília (UCB) e da resolução nº 196/96, que contém as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Antes da assinatura de termo de consentimento, todos os indivíduos foram informados dos propósitos, riscos e benefícios do estudo. O projeto obteve aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UCB em 24 de junho de 2004 e foi autorizado pela Secretaria de Educação do Distrito Federal no dia 10 de agosto de 2004.

3.3.2 – Coleta de Dados

A coleta de dados foi iniciada após a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Católica de Brasília e autorização da Secretaria de Educação do Distrito Federal e obedeceu ao seguinte cronograma:

1ª semana – A escola foi visitada para o esclarecimento a respeito do estudo, de seus objetivos e de sua metodologia.

2ª semana – Foram realizados os testes de aptidão física (item 3.3.5) e a coleta de dados referente à estatura, massa corporal e maturação sexual (item 3.3.4). Além disso, os participantes responderam a uma anamnese de saúde e a um questionário de atividades físicas habituais (item 3.3.3).

Todos os testes foram realizados durante as aulas de educação física ou em horários de outra disciplina em que o professor não estava na escola.

3ª semana – Os alunos que realizaram todos os testes na semana anterior foram encaminhados à UCB para fazer o exame de densitometria óssea (item 3.3.6).

A densitometria óssea foi realizada na semana seguinte à avaliação da aptidão física, para que um tempo demasiado longo não tivesse interferência significativa nos componentes estudados.

Dois graduandos em educação física participaram da coleta de dados referentes à aptidão física e a valências físicas, sendo que cada um ficou responsável pelos mesmos testes em todas as escolas. Estes graduandos participam do **Projeto Escolares** da UCB (projeto de aptidão física e qualidade de vida em escolares do Distrito Federal, que realiza avaliações antropométricos e neuromotoras, semestrais, em escolares do Distrito federal de faixa etária de 7 a 18 anos) e já tinham realizado pelo menos duas coletas de dados em escolas.

3.3.3 – Anamnese de saúde e atividades físicas habituais

Para obter a descrição da população avaliada e selecionar os participantes, conforme os critérios de inclusão e exclusão, os adolescentes responderam uma anamnese de saúde e a um questionário de atividades físicas habituais. A anamnese de saúde utilizada no **Projeto Escolares** da UCB foi adaptada para os objetivos e critérios

do presente estudo, e utilizou-se o questionário de atividades físicas habituais desenvolvido por Pate e adaptado por Nahas (2003).

3.3.4 – Medidas antropométricas

Massa corporal (Kg) e estatura (m) foram avaliados por equipamentos padronizados. A estatura foi mensurada com um estadiômetro da marca Sanny, fixado à parede com precisão de 0,1cm, e a massa corporal foi medida em uma balança digital com precisão de 100g. O Índice de massa corporal (IMC) foi obtido pela fórmula: massa corporal (Kg) ÷ altura² (m).

3.3.5 – Componentes da Aptidão Física

3.3.5.1 - Aptidão cardiorrespiratória

- Teste de correr/caminhar uma milha (1.609m), conforme descrito no Physical best (AAHPERD, 1988). O objetivo deste teste é correr ou andar uma milha o mais rápido que o participante puder sustentar durante todo o percurso.

O tempo registrado no teste foi utilizado na equação preditiva proposta por Cureton et al. (1995) para determinar o consumo máximo de oxigênio (VO₂ máx).

$$VO_2\text{max} = 108.94 - 8.41(\text{Tempo}) + 0.34 (\text{Tempo})^2 + 0,21 (\text{Gênero X Idade}) - 0.84 (\text{IMC}).$$
 Onde:

Tempo = Tempo em minutos .

Gênero = Utilizando 1 para o sexo masculino e 0 para o sexo feminino.

Idade = Anos de idade

IMC= Índice de massa corporal.

3.3.5.2 - Aptidão muscular

- Teste de repetições máximas de abdominal, conforme descrito no Physical best (AAHPERD, 1988). O objetivo do teste é avaliar a força/resistência muscular abdominal, realizando-se o máximo de repetições de abdominais em 1 minuto.

- Teste de apoio de frente ao solo, conforme descrito por Nahas (2003). O objetivo deste teste é medir indiretamente a força muscular de membros superiores, pelo desempenho de elevar o corpo até a extensão dos cotovelos e voltar no tempo de 1 minuto.

- Teste de sentar e alcançar, conforme descrito no Physical best (AAHPERD, 1988). O objetivo deste teste é avaliar a flexibilidade do tronco e quadril.

3.3.5.3 - Composição corporal

Foram avaliadas as dobras cutâneas tricipital e panturrilha média, mas por este método possuir mais fatores que podem influenciar a estimativa da gordura corporal (McArdle et al., 1998), optou-se por utilizar os valores de massa corporal magra (Kg) e gordura corporal (Kg), determinados pela absorptometria de Raios X de dupla energia (DXA) do corpo inteiro.

3.3.6 – Densidade mineral óssea

A densidade mineral óssea (DMO) da coluna lombar (L2-L4), do corpo inteiro e do fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total) foi mensurada por um aparelho de absorptometria de Raios X de dupla energia (DXA), da marca Lunar, modelo DPX-IQ (Software versão 4.7e). O software do aparelho determina o conteúdo mineral ósseo (CMO) (g), a área avaliada (cm²), a DMO (g/cm²), a gordura corporal (g) e a massa corporal magra (g) das avaliações realizadas.

A precisão do aparelho utilizado já foi previamente discutida na literatura (Mazess et al., 1989), mas para avaliar a variação (desvio-padrão) dos sítios ósseos mensurados em nosso laboratório, uma pessoa foi avaliada 8 vezes, durante um curto

período de tempo, com reposicionamento entre cada avaliação. O desvio-padrão encontrado para a DMO do corpo inteiro e da coluna lombar foi de $\pm 0,01 \text{ g/cm}^2$, enquanto que o desvio-padrão da DMO do colo do fêmur foi de $\pm 0,02 \text{ g/cm}^2$. A massa corporal magra e gordura corporal foram determinadas pela mensuração do corpo inteiro, e o desvio-padrão encontrado foi de $\pm 194\text{g}$ e de $\pm 211\text{g}$, respectivamente.

A calibragem do aparelho é realizada diariamente, conforme as normas do fabricante, e todos os exames foram analisados pelo mesmo técnico.

3.3.7 – Maturação Sexual

Como validado previamente por Duke et al. (1980), a maturação sexual foi determinada por auto-avaliação de estágio dos pêlos pubianos para ambos os sexos, tendo como parâmetro o método de Tanner (1962).

Por haver diferenças na aquisição de massa óssea durante os cinco estágios de maturação sexual (Theintz et al., 1992), foram escolhidos os estágios 4 e 5 para controlar a influência maturacional na DMO dos adolescentes .

3.4 – Delineamento da pesquisa e Análise estatística

Este estudo está caracterizado como uma pesquisa correlacional (Thomas e Nelson, 2002).

QUADRO 2 – Matriz analítica		
Grupos	Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes
		DMO de L2-L4; Colo do fêmur, Quadril Total e Corpo inteiro.
Masculino e Feminino	Massa corporal (Kg) e Estatura (m)	
	Aptidão cardiorrespiratória (VO_2max)	
	Aptidão muscular (Abdominal, Apoio de frente ao solo, Flexibilidade)	
	Composição corporal (Massa corporal magra, Gordura corporal e IMC)	
Variável de Controle: Maturação sexual (Estágios IV-V)		

Primeiramente, as variáveis foram analisadas de forma descritiva por meio de médias, desvios-padrão. A normalidade foi verificada, e as variáveis estavam normalmente distribuídas.

Foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r), para verificar a correlação existente entre as variáveis dependentes e independentes.

Um modelo de regressão múltipla *stepwise* foi utilizado para estimar o efeito das variáveis independentes em cada variável dependente. O diagnóstico de colinearidade foi realizado entre as variáveis independentes. A multicolinearidade pode ocorrer, quando há uma alta correlação ($r > 0.80$, $p < 0,05$) entre algumas das variáveis de predição, conduzindo a resultados equivocados ou inexatos (Leech et al., 2005).

O modelo de regressão múltipla *stepwise* é um procedimento de regressão, no qual cada variável independente é avaliada para verificar se ela contribui para a predição da variável dependente. Se uma variável independente não contribui significativamente para a predição, ela é então excluída (removida) da combinação linear (Thomas e Nelson, 2002).

A análise dos dados foi realizada no pacote estatístico SPSS for Windows, versão 10,0. O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$.

4 – RESULTADOS

4.1 – Características dos Participantes

As médias e desvios-padrão das idades e das variáveis antropométricas dos gêneros masculino e feminino estão apresentados na tabela 1. 13 dos 65 rapazes (20%) reportaram o consumo de bebidas alcoólicas semanalmente e, entre esses 13, dois também relataram o consumo de um ou mais cigarros por dia. 26 (40%) foram classificados como muito ativos, 30 (46,2%) como moderadamente ativos, três (4,6%) como pouco ativos e seis (9,2%) como inativos, conforme as respostas marcadas no questionário de atividades físicas habituais, utilizado no presente estudo.

Entre as 79 participantes, 15 (19%) foram classificadas como muito ativas, 19 (24,1%) como moderadamente ativas, 26 (32,9%) como pouco ativas e 19 (24,1%) como inativas. A média e o desvio-padrão da idade da menarca foram $12,28 \pm 1,3$ anos. 21 moças (26,6%) reportaram cólicas, dores ou atrasos nos dias de menstruação como distúrbios menstruais e, entre essas 21, três usavam algum contraceptivo (pílulas contraceptivas ou preservativos), uma consumia bebidas alcoólicas semanalmente e outra, além das bebidas alcoólicas, também consumia um ou mais cigarros por dia. Duas moças (2,5%) reportaram somente o uso de algum contraceptivo.

Tabela 1. Idade e características antropométricas dos participantes (média \pm desvio padrão).

	Rapazes (N=65)	Moças (N=79)
Idade	$16,29 \pm 0,96$	$15,86 \pm 1,1$
Massa corporal (Kg)	$61,3 \pm 7,52$	$53,2 \pm 6,37$
Estatuta (cm)	$175 \pm 6,65$	$162 \pm 5,78$

A tabela 2 apresenta as médias e desvios-padrão dos componentes da aptidão física relacionada à saúde dos participantes.

Tabela 2. Componentes da aptidão física relacionada à saúde dos participantes (média ± desvio padrão).

	Rapazes (N=65)	Moças (N=79)
VO ₂ max (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹) ^a	49,7 ± 3,05	40,9 ± 2,31
Abdominal (repetições) ^b	36,9 ± 9,35	25,2 ± 7,13
Apoio de frente ao solo (repetições) ^b	27,6 ± 10,04	22,1 ± 8,33
Sentar e Alcançar (cm) ^b	25,97 ± 7,66	27,24 ± 8,18
IMC (Kg/m ²) ^c	19,9 ± 2,05	20,2 ± 2,34
Massa corporal magra (Kg) ^c	52,55 ± 5,41	36,32 ± 2,80
Gordura corporal (Kg) ^c	7,59 ± 4,26	15,59 ± 5,07

a: Componente da aptidão cardiorrespiratória;

b: Componente da aptidão muscular;

c: Componente da composição corporal.

As médias e desvios-padrão da densidade mineral óssea (DMO) do corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total) dos participantes estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Densidade mineral óssea do corpo inteiro, coluna lombar, colo do fêmur e quadril total (média ± desvio padrão).

	Rapazes (N=65)	Moças (N=79)
DMO CI (g/cm ²)	1,175 ± 0,089	1,118 ± 0,059
DMO L2-L4 (g/cm ²)	1,138 ± 0,130	1,126 ± 0,119
DMO CF (g/cm ²)	1,196 ± 0,150	1,056 ± 0,117
DMO QT(g/cm ²)	1,185 ± 0,163	1,033 ± 0,105

DMO: densidade mineral óssea; CI: corpo inteiro; L2-L4: coluna lombar; CF: colo do fêmur; QT: quadril total.

Para facilitar a interpretação das correlações e das análises de regressão múltipla, os próximos resultados serão apresentados por gênero.

4.2 – Valores da correlação - Masculino

Os coeficientes de correlação de Pearson para massa corporal, estatura, IMC, VO₂max, abdominal, apoio de frente ao solo, flexibilidade, massa corporal magra e

gordura corporal com a DMO dos quatro sítios (Corpo inteiro, Coluna, Colo do fêmur, Quadril total) estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre as variáveis dependentes e independentes.

	DMOCI (g/cm ²)	DMOL2-L4 (g/cm ²)	DMOCF (g/cm ²)	DMOQT (g/cm ²)
Massa corporal (Kg)	0,53***	0,41***	0,31*	0,34**
Estatura (m)	0,26*	0,23	0,06	0,09
IMC (Kg/m ²)	0,46***	0,34**	0,33**	0,35**
Massa corporal magra (Kg)	0,59***	0,44***	0,40***	0,44***
Gordura corporal (Kg)	0,15	0,13	0,01	0,02
VO ₂ max (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	-0,03	-0,13	0,04	0,03
Abdominal (repetições)	0,53***	0,36**	0,47***	0,42***
Apoio de frente (repetições)	0,20	0,10	0,19	0,13
Sentar e Alcançar (cm)	0,06	0,02	0,05	0,03

*p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001.

DMO: densidade mineral óssea; CI: corpo inteiro; L2-L4: coluna lombar; CF: colo do fêmur; QT: quadril total.

A DMO do corpo inteiro correlacionou-se significativamente com a massa corporal (r= 0,53), o IMC (r= 0,46), o número de repetições de abdominais (r= 0,53), a massa corporal magra (r= 0,59) e a estatura (r= 0,26).

Já a DMO da coluna lombar correlacionou-se significativamente com a massa corporal (r= 0,41), o IMC (r= 0,34), o número de repetições de abdominais (r= 0,36) e a massa corporal magra (r= 0,44).

Para o fêmur proximal, a DMO do colo do fêmur correlacionou-se significativamente com a massa corporal (r= 0,31), o IMC (r= 0,33), o número de repetições de abdominais (r= 0,47) e a massa corporal magra (r= 0,40), enquanto que a DMO do quadril total correlacionou-se significativamente com a massa corporal (r= 0,35), o IMC (r= 0,35), o número de repetições de abdominais (r= 0,42) e a massa corporal magra (r= 0,44).

4.2.1 – Análise da DMO do Corpo inteiro (DMOCI)

Uma regressão múltipla *stepwise* foi conduzida, para determinar a melhor combinação linear entre a massa corporal, estatura, IMC, VO₂max, abdominal, apoio de frente ao solo, flexibilidade, massa corporal magra e gordura corporal, para predizer a densidade mineral óssea do corpo inteiro. Esta combinação de variáveis prediz a DMOCI, $F(2,62) = 24,926$; $p \leq 0,001$, porém somente duas variáveis contribuem significativamente para a predição. O valor beta, presente na tabela 5, sugere que a massa corporal magra contribuiu mais para DMOCI do que a força muscular abdominal. O valor do R² ajustado foi 0,43. Isso indica que 43% da variância na DMOCI foram explicados pelo modelo.

4.2.2 – Análise da DMO da Coluna Lombar (DMOL2-L4)

Outra regressão múltipla *stepwise* foi conduzida, para determinar a melhor combinação linear das variáveis independentes, a fim de predizer a densidade mineral óssea da coluna lombar. As variáveis predizem a DMOL2-L4, $F(1,63) = 15,18$; $p \leq 0,001$, porém somente uma variável contribuiu significativamente para a predição. O valor beta, presente na tabela 5, demonstra que somente a massa corporal magra contribuiu para a predição da DMOL2-L4. O valor do R² ajustado foi 0,18. Isso indica que 18% da variância na DMOL2-L4 foram explicados pelo modelo.

4.2.3 – Análise da DMO do Colo do Fêmur (DMOCF)

As variáveis independentes predizem a DMOCF, $F(2,62) = 11,611$; $p \leq 0,001$, porém somente duas variáveis contribuem significativamente para a predição. O valor beta, presente na tabela 5, sugere que entre as duas variáveis que contribuíram para a predição, a força muscular abdominal contribuiu mais para predição da DMOCF do que a massa corporal magra. O valor do R² ajustado foi 0,25. Isto indica que 25% da variância na DMOCF foram explicados pelo modelo.

4.2.4 – Análise da DMO do Quadril total (DMOQT)

As variáveis independentes predizem a DMOQT, $F(2,62) = 10,895$; $p \leq 0,001$, porém somente duas variáveis contribuem significativamente para a predição. O valor beta, presente na tabela 5, sugere que a massa corporal magra contribuiu mais para predição da DMOQT do que a força muscular abdominal. O valor do R^2 ajustado foi 0,24. Isto indica que 24% da variância na DMOCF foram explicados pelo modelo.

Tabela 5. Resumo da análise de regressão múltipla das variáveis independentes (massa corporal, estatura, IMC, VO_2 max, abdominal, apoio de frente ao solo, flexibilidade, massa corporal magra e gordura corporal) para cada sítio ósseo do sexo masculino. As variáveis que não contribuíram significativamente para a predição foram excluídas dos modelos (N=65).

	Coeficiente (B)	Erro-padrão	β
DMOCI^a			
Massa corporal magra	0,007	0,002	0,453***
Abdominal	0,003	0,001	0,338**
Constante	0,663	0,083	
DMOL2-L4^b			
Massa corporal magra	0,011	0,003	0,441***
Constante	0,582	0,143	
DMOCF^c			
Abdominal	0,006	0,002	0,363**
Massa corporal magra	0,007	0,003	0,254*
Constante	0,610	0,159	
DMOQT^d			
Massa corporal magra	0,010	0,004	0,323**
Abdominal	0,005	0,002	0,283*
Constante	0,492	0,174	

a: Densidade mineral óssea do Corpo Inteiro ($R^2 = 0,45$; $F(2,62) = 24,926$, $p \leq 0,001$).

b: Densidade mineral óssea da Coluna Lombar ($R^2 = 0,19$; $F(1,63) = 15,18$, $p \leq 0,001$).

c: Densidade mineral óssea do Colo do Fêmur ($R^2 = 0,27$; $F(2,62) = 11,611$, $p \leq 0,001$).

d: Densidade mineral óssea do Quadril Total ($R^2 = 0,26$; $F(2,62) = 10,895$, $p \leq 0,001$).

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

4.3 - Valores da correlação - Feminino

Os coeficientes de correlação de Pearson para massa corporal, estatura, IMC, VO_2 max, abdominal, apoio de frente ao solo, flexibilidade, massa corporal magra e

gordura corporal com a DMO dos quatro sítios (Corpo inteiro, Coluna, Colo do fêmur, Quadril total) estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Correlação de Pearson entre as variáveis dependentes e independentes.

	DMOCI (g/cm ²)	DMOL2-L4 (g/cm ²)	DMOCF (g/cm ²)	DMOQT (g/cm ²)
Massa corporal (Kg)	0,44***	0,27*	0,36***	0,35**
Estatura (m)	0,12	0,26*	0,11	0,03
IMC (Kg/m ²)	0,39***	0,13	0,31**	0,35**
Massa corporal magra (Kg)	0,43***	0,40***	0,40***	0,32**
Gordura corporal (Kg)	0,28*	0,11	0,21	0,23*
VO ₂ max (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	-0,31**	-0,11	-0,14	-0,19
Abdominal (repetições)	0,08	0,19	0,14	0,17
Apoio de frente (repetições)	0,15	0,12	0,26*	0,25*
Flexibilidade (cm)	0,05	-0,01	0,12	0,20

*p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001.

DMO: densidade mineral óssea; CI: corpo inteiro; L2-L4: coluna lombar; CF: colo do fêmur; QT: quadril total.

A DMO do corpo inteiro correlacionou-se significativamente com a massa corporal (r= 0,44), o IMC (r= 0,39), o VO₂max (r= -0,31), a massa corporal magra (r= 0,43) e a gordura corporal (r= 0,28). Já a DMO da coluna lombar correlacionou-se significativamente com a massa corporal (r= 0,27), a estatura (r= 0,26) e a massa corporal magra (r= 0,40).

Para o fêmur proximal, a DMO do colo do fêmur correlacionou-se significativamente com a massa corporal (r= 0,36), o IMC (r= 0,31), o número de flexões de braço (r= 0,26) e a massa corporal magra (r= 0,40), enquanto que a DMO do quadril total correlacionou-se com a massa corporal (r= 0,35), o IMC (r= 0,35), o número de flexões de braço (r= 0,25), a massa corporal magra (r= 0,32) e a gordura corporal (r= 0,23).

4.3.1 – Análise da DMO do Corpo inteiro (DMOCI)

Uma regressão múltipla *stepwise* foi conduzida para determinar a melhor combinação linear entre a massa corporal, estatura, IMC, VO₂max, abdominal, apoio de frente ao solo, flexibilidade, massa corporal magra e gordura corporal, para prever a densidade mineral óssea do corpo inteiro. Esta combinação de variáveis prediz significativamente a DMOCI, $F(3,75) = 9,999$; $p \leq 0,001$, porém foi diagnosticada uma multicolinearidade entre as variáveis independentes (Gordura corporal, IMC e massa corporal) que contribuíram significativamente para a predição. Isto pode ter acontecido devido à alta correlação existente entre essas variáveis ($r > 0,8$ e $p \leq 0,001$).

O valor beta, presente na tabela 7, demonstra as variáveis que contribuem significativamente para predição da DMOCI. O valor do R² ajustado foi 0,26. Isto indica que 26% da variância na DMOCI seriam explicados pelo modelo, porém o valor do R² ajustado pode ter sido influenciado pela multicolinearidade existente entre as variáveis independentes.

4.3.2 – Análise da DMO da Coluna Lombar (DMOL2-L4)

Outra regressão múltipla *stepwise* foi conduzida para determinar a melhor combinação linear entre as variáveis independentes, com a finalidade de prever a densidade mineral óssea da coluna lombar. As variáveis predizem a DMOL2-L4, $F(1,77) = 14,545$; $p \leq 0,001$, porém somente uma variável contribuiu significativamente para a predição. O valor beta, presente na tabela 7, demonstra que somente a massa corporal magra contribuiu para a predição da DMOL2-L4. O valor do R² ajustado foi 0,15. Isso indica que 15% da variância na DMOL2-L4 foram explicados pelo modelo.

4.3.3 – Análise da DMO do Colo do Fêmur (DMOCF)

As variáveis independentes predizem a DMOCF, $F(3,75) = 10,871$; $p \leq 0,001$, porém somente três variáveis contribuem significativamente para a predição. O valor beta, presente na tabela 7, sugere que entre as três variáveis que contribuíram significativamente para a predição, a massa corporal magra foi a que mais contribuiu para

predição da DMOCF, seguida pela força muscular de membros superiores e IMC, respectivamente. O valor do R^2 ajustado foi 0,28. Isso indica que 28% da variância na DMOCF foram explicados pelo modelo.

4.3.4 – Análise da DMO do Quadril total (DMOQT)

As variáveis independentes predizem a DMOQT, $F(2,76) = 9,539$; $p \leq 0,001$, porém apenas duas variáveis contribuem significativamente para a predição. O valor beta, presente na tabela 7, sugere que entre as duas variáveis que contribuíram significativamente para a predição, a massa corporal contribuiu mais para predição da DMOQT do que a força muscular de membros superiores. O valor do R^2 ajustado foi 0,18. Isso indica que 18% da variância na DMOCF foram explicados pelo modelo.

Tabela 7. Resumo da análise de regressão múltipla das variáveis independentes (massa corporal, estatura, IMC, VO_2 max, abdominal, apoio de frente ao solo, flexibilidade, massa corporal magra e gordura corporal) para cada sítio ósseo do sexo feminino. As variáveis que não contribuíram significativamente para a predição foram excluídas dos modelos (N=79).

	Coeficiente (B)	Erro-padrão	β
DMOCI^a			
Massa corporal	0,007	0,002	0,757***
Gordura corporal	-0,009	0,003	-0,755**
IMC	0,011	0,005	0,427*
Constante	0,662	0,091	
DMOL2-L4^b			
Massa corporal magra	0,017	0,004	0,399***
Constante	0,508	0,162	
DMOCF^c			
Massa corporal magra	0,015	0,004	0,353***
Apoio de frente ao solo	0,004	0,001	0,307**
Abdominal	0,013	0,005	0,252*
Constante	0,174	0,165	
DMOQT^d			
Massa corporal	0,006	0,002	0,373***
Apoio de frente ao solo	0,004	0,001	0,286**
Constante	0,625	0,098	

a: Densidade mineral óssea do Corpo Inteiro ($R^2 = 0,29$; $F(3,75) = 9,999$, $p \leq 0,001$).

b: Densidade mineral óssea da Coluna Lombar ($R^2 = 0,16$; $F(1,77) = 14,454$, $p \leq 0,001$).

c: Densidade mineral óssea do Colo do Fêmur ($R^2 = 0,30$; $F(3,75) = 10,871$, $p \leq 0,001$).

d: Densidade mineral óssea do Quadril Total ($R^2 = 0,20$; $F(2,76) = 9,539$, $p \leq 0,001$).

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

5 – DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar a associação entre os componentes da aptidão física relacionada à saúde (AFRS) e a densidade mineral óssea de adolescentes. Foi realizada uma análise descritiva dos valores da DMO obtidos para cada sítio ósseo. Observou-se que os valores apresentavam normalidade e não havia presença de *outliers*, demonstrando características homogêneas.

5.1 – Características dos participantes

A maioria dos participantes do sexo masculino (86,2%) foram classificados como muito ou moderadamente ativos, este fato poderia ser um viés de seleção da amostra, pois rapazes mais fortes estão provavelmente mais envolvidos em atividades esportivas do que os mais fracos (Nordstrom et al., 1997). Porém, esta possibilidade torna-se pouco provável neste estudo, porque somente cinco rapazes e uma moça poderiam ser classificados como aptos fisicamente em todos os testes, conforme os critérios referenciados pelo *physical best* (AAHPERD, 1988). Essa situação é semelhante ao que Glaner (2002) descreve em seu estudo, o que vem a corroborar com a idéia de Guedes et al. (2002), de que adolescentes habitualmente ativos não são necessariamente aptos fisicamente.

Apenas 26,6% das moças mencionaram algum tipo de distúrbio menstrual, contudo os distúrbios mencionados afetam de 30 a 80% das mulheres, podendo ser causados até por modificações alimentares (Sampaio, 2002). Distúrbios menstruais, uso de pílulas contraceptivas, consumo de álcool ou cigarros não apresentaram nenhuma influência consistente na massa óssea de inglesas com idades entre 18 e 21 anos (Parsons et al., 1996). Isso sugere que estes fatores possuem pouca relevância para o presente estudo.

Os valores médios da massa corporal e da estatura de ambos os sexos, apresentados na tabela 1, estão de acordo com os resultados encontrados em adolescentes de Santa Catarina (Waltrick e Duarte, 2000) e em americanos (Bachrach et al., 1999) com faixa etária similar à do presente estudo.

Os componentes da aptidão física relacionada à saúde (tabela 2) estão ligeiramente inferiores aos valores médios apresentados por Guedes et al. (2002), em estudantes com idades entre 15 e 18 anos de Londrina, Paraná e por Glaner (2002) em estudantes do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porém, nossos resultados apresentaram a mesma tendência em relação ao gênero; nessa faixa etária, as moças possuem mais flexibilidade e menos força muscular e $VO_2\text{max}$ do que os rapazes, enquanto que o IMC apresenta um comportamento similar para ambos os sexos. Os valores médios da massa corporal magra e gordura corporal apresentam similaridades com os valores apresentados por Valdimarsson et al. (1999), em jovens da Islândia, e por Nordstrom et al. (1996), em suecos.

Os resultados apresentados para a DMO corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal (tabela 3) são ligeiramente superiores aos encontrados por Bachrach et al. (1999) em americanos de ambos os sexos, mas são similares aos encontrados por Maynard et al. (1998). Esta superioridade está de acordo com o estudo de Tothill e Hannan (2002), que demonstraram que DXA da marca Hologic, utilizado no estudo de Bachrach et al. (1999), apresenta valores de DMO menores do que o DXA da marca Lunar DPX, utilizado no presente estudo e no de Maynard et al. (1998).

5.2 – Masculino

A correlação realizada entre as variáveis analisadas (tabela 4) demonstra que a massa corporal, a massa corporal magra, o IMC e a aptidão muscular abdominal são os

fatores que correlacionaram-se mais consistentemente com a DMO nos quatro sítios avaliados.

Achados semelhantes foram encontrados na literatura: Delvaux et al (2001) encontraram correlações entre o IMC e a força estática do braço com a DMO do corpo inteiro e da coluna lombar. Nos estudos de Cheng et al (1998); Cheng et al (1999) e Casez et al. (1995), os autores encontraram associações positivas entre a DMO da coluna lombar com variáveis antropométricas e aptidão muscular em meninos, com idades entre 12 e 13 anos, 12 e 16 anos, e em jovens recrutas suíços, respectivamente.

A massa corporal magra, a força muscular de membros inferiores e o peso corporal correlacionaram-se com a DMO do corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal em adolescentes do sexo masculino (Nordstrom et al., 1996) e com a DMO do corpo inteiro e do fêmur proximal em adultos jovens (Nordstrom et al., 1997).

Esses resultados juntos sugerem que entre os componentes da aptidão física relacionada à saúde (AFRS), a aptidão muscular, a massa corporal magra e o peso corporal possuem uma relação positiva com a DMO do corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal no grupo masculino analisado.

Regressões múltiplas *stepwise* foram realizadas para analisar a contribuição das variáveis antropométricas e componentes da AFRS na predição da DMO do corpo inteiro, coluna lombar e do fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total). Os resultados do presente estudo demonstraram que a massa corporal magra e a aptidão muscular abdominal são os principais preditores da DMO do corpo inteiro, colo do fêmur e quadril total e que, para a DMO da coluna lombar, somente a massa corporal magra contribuiu significativamente (tabela 5).

Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos, onde a força muscular de adultos jovens (Nordstrom et al., 1997) e de rapazes (Nordstrom et al., 1996), definida pela força dos músculos flexores e extensores do joelho e massa corporal magra,

teve uma contribuição independente para a DMO do fêmur proximal e corpo inteiro, no primeiro estudo, e para a DMO do fêmur proximal, corpo inteiro e coluna lombar, no segundo. Já no estudo de Cheng et al. (1998), o peso corporal e a impulsão vertical foram preditores independentes da DMO da coluna lombar. Em contrapartida, a força muscular do quadríceps não foi um preditor independente de nenhum sítio ósseo de rapazes ou homens (Duppe et al., 1997).

Kemper et al. (2000) relataram que a atividade física e a aptidão neuromotora são importantes preditores da DMO da coluna lombar e colo do fêmur em homens, quando estes tinham idades entre 13 e 16 anos, enquanto que Delvaux et al. (2001) acharam o IMC, velocidade de corrida e força de membros superiores como os fatores que contribuíram significativamente para a DMO da coluna lombar e do corpo inteiro de homens, quando eles estavam com 18 anos.

Em estudos onde o conteúdo mineral ósseo (CMO) foi utilizado em vez de DMO, a massa corporal magra foi o principal preditor do antebraço e do calcânhar em garotos com idades entre 12 e 16 anos (Afghani et al., 2003), porém não foi apresentada nenhuma relação significativa com o CMO da coluna lombar, corpo inteiro e fêmur proximal de adultos jovens (18-21 anos) (Parsons et al., 1996).

O único estudo que apresentou a massa corporal magra como uma variável explicativa da DMO da coluna lombar foi realizado em rapazes (idade: $15,9 \pm 0,3$ anos) (Nordstrom et al., 1996). Nos outros estudos, a massa corporal magra não apresentou associação significativa com a DMO da coluna lombar de adultos (idade: $24,8 \pm 2,3$ anos) (Nordstrom et al., 1997) ou não foi avaliada como uma variável independente (Duppe et al., 1997; Cheng et al., 1998; Kemper et al., 2000; Delvaux et al., 2001).

Em um estudo realizado com americanas (idades entre 18 e 26 anos), a massa corporal magra foi o único fator explicativo para a DMO da coluna lombar (Madsen et al., 1997) e, em outro estudo, realizado com mulheres da Islândia (idades entre 16 e 20

anos), a massa corporal magra foi o principal preditor da DMO da coluna lombar (Valdimarsson et al., 1999).

Esses resultados, juntamente com os desta pesquisa, sugerem que a massa corporal magra é o principal componente relacionado a DMO da coluna lombar, durante o final da adolescência e início da idade adulta, independente do sexo.

Em relação a DMO dos outros sítios ósseos, o componente cardiorrespiratório não contribuiu significativamente para a predição da DMO, em nenhum dos estudos mencionados, diferentemente da aptidão muscular e da massa corporal magra. Apesar de existirem resultados controversos, que podem ter sido ocasionados por diferentes análises estatísticas empregadas (Duppe et al., 1997) e diferentes mensurações de massa óssea (Parsons et al., 1996).

No estudo experimental com meninos ($10,3 \pm 0,6$ anos), Malckelvie et al. (2002) realizaram uma intervenção com exercícios de saltos, durante sete meses, baseados em movimentos que requeriam contrações dos músculos glúteos e quadríceps e geravam um impacto no corpo de 3,5 a 5 vezes o peso corporal. Os meninos que tinham baixo/moderado IMC (abaixo do percentil 75) obtiveram ganhos significativos na DMO, enquanto que o mesmo não ocorreu para aqueles que tinham um IMC alto (acima do percentil 75).

Isso sugere que a contração muscular e a massa corporal magra contribuem mais para a DMO dos adolescentes do sexo masculino do que o impacto suportado pelo esqueleto, ou seja, durante esta fase o efeito piezoelétrico pode ser mais importante para a DMO do que o aumento das cargas fisiológicas (teoria do *mechanostat*).

5.3 – Feminino

A correlação realizada entre as variáveis analisadas (tabela 6) demonstra que o peso corporal e a massa corporal magra são os fatores que correlacionaram-se mais consistentemente com a DMO dos quatro sítios avaliados.

Há achados semelhantes na literatura: Madsen et al. (1998) e Valdimarsson et al. (1999) encontraram correlações significativas entre a massa corporal magra e a DMO do corpo inteiro, coluna lombar e colo do fêmur. Já no estudo de Henderson et al. (1995), o peso corporal, a massa corporal magra e a força muscular de tronco correlacionaram-se com a DMO da coluna lombar e do fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total), em australianas com 18 anos de idade.

Outros estudos identificaram correlações significativas entre a DMO do fêmur proximal com o peso corporal (Lloyd et al., 2000) e com a massa corporal magra (Moro et al., 1996; van der Meulen et al., 2000). Porém, estes estudos apresentaram limitações como a não utilização da massa corporal magra como uma variável independente (Lloyd et al., 2000) e a avaliação de somente um componente da aptidão física relacionada à saúde (Moro et al., 1996; van der Meulen et al., 2000).

Estes resultados juntos sugerem que, entre os componentes da aptidão física relacionada à saúde (AFRS), apenas a massa corporal magra e o peso corporal possuem relação positiva com a DMO do corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal, no sexo feminino.

Regressões múltiplas *stepwise* foram realizadas para analisar a contribuição dos componentes da AFRS na predição da DMO do corpo inteiro, coluna lombar e do fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total). Ficou demonstrado neste estudo que o peso corporal, a gordura corporal e o IMC contribuíram significativamente para a predição da DMO do corpo inteiro, enquanto que, para a DMO do fêmur proximal, foram a massa corporal magra, a aptidão muscular (abdominal e de membros superiores) e o peso corporal. E semelhante ao sexo masculino, somente a massa corporal magra contribuiu significativamente para a predição da DMO da coluna lombar (tabela 7).

Em relação à DMO do corpo inteiro, os dados do presente trabalho contrastam com os achados de Valdimarsson et al. (1999) e Madsen et al. (1998). Em ambos os

estudos, a massa corporal magra foi o primeiro preditor da DMO do corpo inteiro, tendo como outros fatores os anos desde a menarca e a atividade física, no primeiro estudo, e a força muscular do tronco, no segundo.

Os resultados aqui obtidos podem não estar de acordo com outros estudos, devido à colinearidade diagnosticada entre o peso corporal, a gordura corporal e o IMC (dados não mostrados), que pode ter mascarado a associação dos achados. Para corrigir a multicolinearidade, Leech et al. (2005) sugerem que uma ou mais variáveis podem ser excluídas do modelo para aumentar o seu poder de predição. Porém, as variáveis excluídas devem possuir uma alta correlação entre si ($r > 0.80$, $p < 0,05$) e não possuírem correlação com a variável dependente (DMO do corpo inteiro), o que não foi possível neste estudo (tabela 6).

Assim como apresentado para o sexo masculino, a massa corporal magra foi a única variável preditora da DMO da coluna lombar. Este fato reforça a sugestão de que a massa corporal magra é o principal componente relacionado à DMO da coluna lombar, durante o final da adolescência e início da idade adulta, independente do sexo.

A aptidão muscular, o peso corporal e a massa corporal magra foram os principais componentes utilizados na predição da DMO do fêmur proximal. Esses resultados estão de acordo com os achados de Valdimarsson et al. (1999) e Madsen et al. (1998).

No estudo de Henderson et al. (1995), além da força muscular do tronco e peso corporal, o $VO_2Máx$ também foi encontrado como uma variável preditora da DMO do colo do fêmur, porém, no estudo de Lloyd et al. (2000) e no presente estudo, o $VO_2Máx$ não contribuiu significativamente para esta predição. No estudo realizado por Lehtonen-Veromaa et al. (2000), as atletas de ginástica olímpica possuíam a DMO do colo do fêmur significativamente maior do que a de atletas de corridas de longa distância e não atletas, sendo que, todas estavam no mesmo estágio maturacional do presente estudo (Tanner 4-5).

Exercícios aeróbicos combinados com exercícios resistidos (Friedlander et al., 1995) e exercícios aeróbicos com movimentos de alto impacto (Stear et al., 2003) aumentaram a DMO do colo do fêmur e da coluna lombar, em mulheres (20-35 anos) e moças (16-18 anos), respectivamente. Nesses dois estudos, torna-se evidente que a intervenção com exercícios causam aumento na DMO do colo do fêmur em mulheres, porém, como não foram analisados grupos separados por tipo de exercício, por exemplo somente exercícios aeróbicos ou resistidos ou de alto impacto, torna-se difícil concluir qual tipo de exercício contribuiu mais para o aumento da DMO do colo do fêmur.

No estudo de Heinonen et al. (1998), as mulheres pós-menopausa foram divididas em dois grupos de exercícios diferentes, resistência aeróbia e calistênicos (exercícios rítmicos de força/resistência muscular). Ambos os grupos mantiveram a DMO da coluna e do colo do fêmur, porém houve uma diminuição na DMO do rádio distal do grupo de resistência aeróbia. Os autores sugerem que o impacto causado pelas atividades aeróbicas, que podem ser de 1,2 a 5 vezes o peso corporal, foram os principais responsáveis pela manutenção da DMO no grupo de resistência aeróbia.

Isso sugere que a contribuição do componente cardiorrespiratório esteja relacionada aos movimentos de impacto das atividades aeróbicas, e não ao consumo de oxigênio, o que é corroborado por outros autores (Snow-Harter e Marcus, 1991; Chilibeck et al., 1995; Kemper, 2000; Janz, 2002).

Semelhante ao sexo masculino, a aptidão muscular e a massa corporal magra aparecem como importantes componentes para a DMO do fêmur, sugerindo a sua importância durante o final da adolescência, independente do gênero, e além destes, o peso corporal também contribui para a DMO, no sexo feminino.

Esses resultados sugerem que a DMO do fêmur proximal das moças, durante o final da adolescência, pode ser beneficiada com o aumento simultâneo das cargas

suportadas pelo esqueleto (teoria do *mechanostat*), da aptidão muscular (efeito piezoelétrico) e da massa corporal magra.

Os componentes da AFRS analisados no presente estudo puderam explicar uma variabilidade de 18 a 43% da DMO do sexo masculino e 15 a 28% da DMO do sexo feminino. Essa parcela de contribuição apresenta uma grande utilidade para a aquisição de massa óssea, durante o final da adolescência, principalmente porque a contribuição dos fatores genéticos para o pico de massa óssea é estimada em 60 a 80% (Bailey, 1996; Kemper, 2000).

6 – CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo sugerem que o peso corporal, a massa corporal magra e a aptidão muscular abdominal são os principais componentes correlacionados à DMO do corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total) dos adolescentes do sexo masculino. Quando analisados para identificar quais os componentes teriam a maior contribuição para a DMO dos sítios avaliados, os resultados do presente estudo sugerem que a aptidão muscular e a massa corporal magra são os fatores mais importantes para a DMO do corpo inteiro e fêmur proximal, e que somente a massa corporal magra contribuiu significativamente para a DMO da coluna lombar, no final da adolescência. Estes resultados sugerem que a contração muscular e a massa corporal magra contribuam mais para a DMO dos adolescentes do sexo masculino do que o impacto suportado pelo esqueleto.

Os resultados deste estudo propõem que o peso corporal e a massa corporal magra são os principais componentes correlacionados à DMO do corpo inteiro, coluna lombar e fêmur proximal (colo do fêmur e quadril total) das adolescentes. Quando analisados para que se identificassem quais os componentes teriam a maior contribuição para a DMO dos sítios avaliados, os resultados do presente estudo mostram que a aptidão muscular, a massa corporal magra e o peso corporal são os fatores mais importantes para a DMO do fêmur proximal e, semelhante aos resultados encontrados no sexo masculino, somente a massa corporal magra contribuiu significativamente para a DMO da coluna lombar, no final da adolescência. Para a predição DMO do corpo inteiro, o peso corporal, a gordura corporal e o IMC foram os fatores que contribuíram significativamente, porém, devido à existência de colinearidade entre estas variáveis explicativas e a discordância desses resultados com outros estudos, esses fatores podem não ter uma influência tão significativa para a DMO do corpo inteiro. Esses resultados

sugerem que a DMO das moças, durante o final da adolescência, pode ser beneficiada com o aumento simultâneo das cargas suportadas pelo esqueleto, da aptidão muscular e da massa corporal magra.

6.1 – Limitações do estudo e sugestão para novos estudos

- Devido à natureza transversal e correlacional deste estudo, os resultados não permitem concluir que, priorizando somente alguns componentes da AFRS, será aumentado o pico da DMO, havendo necessidade de estudos longitudinais e experimentais para esta averiguação.

- O presente estudo investigou a relação dos componentes da AFRS e da DMO de moças e rapazes no final da adolescência. Novos estudos devem ser realizados em diferentes níveis de maturação de ambos os sexos.

- Pelas limitações estatísticas do presente estudo, novas pesquisas devem ser realizadas, a fim de se confirmar a contribuição dos componentes da AFRS na DMO do corpo inteiro do sexo feminino.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFGHANI, A. et al. Bone mass of Asian adolescents in China: Influence of physical activity and smoking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. V. 35, p. 720-729, 2003.
- AMERICAN ALLIANCE OF HEALTH, PHYSICAL EDUCATION, RECREATION AND DANCE (AAHPERD). *Physical Best*. Reston, Virginia, 1988.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Guidelines for exercise testing and prescription*. 6 ed. USA: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000.
- ANDREOLI, A. et al. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. V. 33, p. 507-511, 2001.
- BACHRACH, L.K., et al. Bone Mineral Acquisition in Healthy Asian, Hispanic, Black, and Caucasian Youth: A Longitudinal Study. **J. Clin. Endocrinol. Metab.** V. 84, p. 4702-4712, 1999.
- BAILEY, D.A. The role of physical activity in the regulation of bone mass during growth. In: BAR-OR, O. **The child and adolescent athlete**. Blackwell Science, 1996.
- BAILEY, D.A. FAULKNER, R.A. MACKAY, H.A. Growth, physical activity, and bone mineral acquisition. **Exercise and sport sciences reviews**. V. 24, p.233-266, 1996.
- BAILEY, D.A. et al. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: The University of Saskatchewan bone mineral accrual study. **J. of Bone and Mineral Research**. V.14. p. 1672-1679, 1999.
- BALSAMO, S. **A influência da musculação e da hidroginástica na densidade mineral óssea**. Brasília, 2002 . 93 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2002.
- BASS, S. et al. The differing tempo of growth in bone size, mass, and density in girls is region-specific. **J Clin Invest**. V. 104, p. 795-804, 1999.
- BOUCHARD, C. et al. Exercise, fitness and health: the consensus statement. In:_____. **Exercise, Fitness and health: A consensus of current knowledge**. Champaign: Human Kinectics, 1990.

BOUCHARD, C. SHEPHARD, R.J. Physical activity, fitness and health: the model and key concepts. In: BOUCHARD, C.; SHEPHARD, R.J.; STEPHENS, T. **Physical Activity, Fitness and Health: international proceedings and consensus statement.** Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc, 1994

CARTER, D.R. et al. New approaches for interpreting projected bone densitometry data. **J Bone Miner Res.** V. 7, p. 137-45, 1992.

CASEZ, J.P. et al. Bone mass at lumbar spine and tibia in young males – impact of physical fitness, exercise, and anthropometric parameters: A prospective study in a cohort of military recruits. **Bone.** V.17, p. 211-219, 1995.

CESAR, M.C. PARDINI, D.P. BARROS, T.L. Efeitos do exercício de longa duração no ciclo menstrual, densidade óssea e potência aeróbia de corredoras. **Rev Bras Cien e Mov.** V. 9, p.07-13, 2001.

CHENG, J.C.Y. et al. Determinants of axial and peripheral bone mass in Chinese adolescents. **Arch Dis Child.** V. 78, p. 524-530, 1998.

CHENG, J.C.Y. et al. Axial and peripheral bone mineral acquisition: a 3-year longitudinal study in Chinese adolescents. **Eur J Pediatr.** V. 158, p.506-512, 1999.

CHILIBECK, P.D. SALE, D.G. WEBBER, C.E. Exercise and bone mineral density. **Sports Med.** V. 19, p. 103-122, 1995.

COOPER INSTITUTE FOR AEROBICS RESEARCH (CIAR). Fitnessgram, the test administration manual. Dallas, 1994.

CURETON, K.J. et al. A generalized equation for prediction of VO₂ peak from 1-mile run/walk performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise.** V. 27, p. 445-451, 1995.

DELVAUX, F. et al. Bone mass and lifetime physical activity in Flemish males: a 27-year follow-up study. . **Medicine & Science in Sports & Exercise.** V. 33, p. 1868-1875, 2001.

DUKE, P.M. Litt, I.F. Gross, R.T. Adolescents' self-assessment of sexual maturation. **Pediatrics.** V. 66, p. 918 –920, 1980.

DUPPE, H. et al. Bone mineral density, muscle strength and physical activity. **Acta Orthop Scand**. V. 68, p. 97-103, 1997.

ETTINGER, B. et al. Racial Differences in Bone Density between Young Adult Black and White Subjects Persist after Adjustment for Anthropometric, lifestyle, and Biochemical Differences. **J. Clin. Endocrinol. Metab**. V. 82, p. 429-434, 1997.

FONSECA, A.S.M. et al. Bone mineral density of lumbar spine in brazilian children and adolescents aged from 6 to 14 years. **Brazilian Pediatric News**. V. 3, 2001.

FRIEDLANDER, A.L. et al. A two-year program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women. **J. Bone and Mineral Research**. V.10, p. 574-585, 1995.

FROST, H.M. Bone "mass" and the "mechanostat": a proposal. **Anat. Rec**. V.1, p. 1-9, 1987.

GILSANZ, V. et al. Differential effect os race on the axial and appendicular skeletons of children. . **J. Clin. Endocrinol. Metab**. V. 83, p. 1420-1427, 1998.

GLANER, M.F. **Crescimento Físico e Aptidão Física Relacionada à Saúde de Adolescentes Rurais e Urbanos**. Santa Maria, 2002. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GUEDES, D.P. GUEDES, J.E.R.P. Atividade física, aptidão física e saúde. **Rev Bras de Atividade Física e Saúde**. V. 1, p. 18-35, 1995a.

GUEDES, D.P. GUEDES, J.E.R.P. Aptidão física relacionada a saúde de crianças e adolescentes: Avaliação referenciada por critério. . **Rev Bras de Atividade Física e Saúde**. V. 1, p. 27-38, 1995b.

GUEDES, D.P. et al. Atividade física habitual e aptidão física relacionada a saúde em adolescentes. **Rev Bras Cien e Mov**. V. 10, p.13-21, 2002.

HEINONEN, A. et al. Effect of two training regimens on bone mineral density in healthy perimenopausal women: A randomized controlled trial. **J. Bone and Mineral Research**. V.13. p. 483-490, 1998.

HELGE, E.W. KANSTRUP, I. Bone density in female elite gymnasts: impact of muscle strength and sex hormones. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. V. 34(1), p. 174-180, 2002

HENDERSON, N.K. et al. Bone density in young women is associated with body weight and muscle strength but not dietary intakes. **J. Bone and Mineral Research**. V.10. p. 384-393, 1995.

JANZ, K.F. Physical activity and bone development during childhood and adolescence. Implications for the prevention of osteoporosis. **Minerva Pediatric**. V.54, p.93-104, 2002.

JANZ, K.F. et al. Everyday activity predicts bone geometry in children: The Iowa bone development study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. V. 36, p. 1124-1131, 2004.

KATZMAN, D.K. et al. Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. **J. Clin. Endocrinol. Metab**. V. 73, p. 1332-9, 1991.

KELLEY, G.A. KELLEY, K.S. TRANS, Z.V. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. **Am J Phys Med Rehabil**. V. 80, p. 65-77, 2001.

KEMPER, H.C. et al. A fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass: The Amsterdam Growth And Health Longitudinal Study. **Bone**. V.27, p. 847-53, 2000.

KEMPER, H.C. Skeletal development during childhood and adolescence and the effects of physical activity. **Pediatric exercise Science**. V. 12, p. 198-216, 2000.

KONTULAINEN, S.A. et al. Does previous participation in high-impact training result in residual bone gain in growing girls? **J. Sports Med**. V.23, p.575-581, 2002.

LEECH, N.L. BARRETT, K.C. MORGAN, A.G. SPSS for intermediate statistics: use and interpretation. 2ed. New Jersey: LEA, 2005.

LEHTONEN-VEROMAA, L. et al. A 1-Year Prospective Study on the Relationship between Physical Activity, Markers of Bone Metabolism, and Bone Acquisition in Peripubertal Girls. **J. Clin. Endocrinol. Metab**. V. 85, p. 3726-3732, 2000.

LLOYD, T. et al. Adult female hip bone density reflects teenage sports-exercise patterns but not teenage calcium intake. **Pediatrics**. V. 106, p. 40-44, 2000.

MADSEN, K.L. ADAMS, W.C. VAN LOAN, M.D. Effects of physical activity, body weight and composition, and muscular strength on bone density in young women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. V. 30, p. 114-120, 1998.

MACKELVIE, K.J. et al. Bone mineral response to a 7-month randomized controlled, school-based jumping intervention in 121 prepubertal boys: Associations with ethnicity and body mass index. **J. Bone and Mineral Research**. V.17. p. 834-844, 2002.

MARCUS, R. The nature of Osteoporosis. **J. Clin. Endocrinol. Metab.** V. 81, p.1-5, 1996.

MARCUS, R. Role of Exercise in Preventing and Treating Osteoporosis. **Rheumatic Diseases Clinics of North America**. V. 27, 2001.

MAYNARD, L.M. et al. Total-body and bone mineral content and areal bone mineral density in children aged 8-18 y: the Fels longitudinal study. **Am J Clin Nutr**. V. 68, p. 1111-1117, 1998.

MAZZES, R. et al. Performance evaluation of a dual-energy X-ray bone densitometer. **Calcif Tissue Int**. V.44, p. 228-232, 1989.

MCARDLE, W.D. KATCH, F.I. KATCH, V.L. Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

MORA, S. GILZANS, V. Establishment of peak bone mass. **Endocrinology and Metabolism Clinics**. V. 32, p. 39-63, 2003.

MORO, M. et al. Body mass is the primary determinant of midfemoral bone acquisition during adolescent growth. **Bone**. V.19, p.519-526, 1996.

NAHAS, M.V. Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. 3 ed. Londrina: Midiograf, 2003.

NICKOLS-RICHARDSON, S.M. et al. Premenarcheal gymnasts possess higher bone density than controls. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. V. 3201, p. 63-0, 2000.

NORDSTROM, P. et.al. High bone mass and altered relationships between bone mass, muscle strength, and body constitution in adolescent boys on a high level of physical activity. **Bone**.V.19, p.189-195, 1996.

NORDSTROM, P. NORDSTROM, G. LORENTZON, R. Correlation of bone density to strength and physical activity in young men with a low or moderate level of physical activity. **Calcif Tissue Int.** V.60, p. 332-337, 1997.

PARSONS, T.J. et al. Bone mineral mass consolidation in young British adults. **J. Bone and Mineral Research.** V. 11, p. 264-274, 1996.

PITANGA, F.J.G., Epidemiologia da atividade física, exercício físico e saúde. 2 ed. São Paulo: Phorte Editora, 2004.

POSIÇÃO OFICIAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE: Atividade física e saúde. **Rev Bras Med Esport.** V. 2, p 79-81, 1996.

PRESIDENT'S COUNCIL ON PHYSICAL FITNESS AND SPORTS. The presidential physical fitness award program. Washington, 1997.

ROWLANDS, A.V. et al. Relationship between bone mass and habitual physical activity and calcium intake in 8-11-year-old boys and girls. **Pediatric Exercise Science.** V.14, p.358-368, 2002.

SAMPAIO, H.A.C. Aspectos nutricionais relacionados ao ciclo menstrual. **Rev. Nutr.** V.15, p. 309-317, 2002.

SILVA, C.C. et al. Mineralização óssea de adolescentes do sexo masculino: anos críticos para aquisição de massa óssea. **J. Pediatria.** V. 80, p. 461-467, 2004.

SNOW-HARTER, C. MARCUS, R. Exercise, bone mineral density and osteoporosis. **Exercise and sport sciences reviews.** V.19, p.351-388, 1991.

SNEAD, D.B. BIRGE, S.J. KOHRT, W.M. Age-related differences in body composition by hydrodensitometry and dual-energy X-ray absorptiometry. **J Appl Physiol.** V. 74, p. 770-775, 1993.

STEAR, A.J. et al. Effect of a calcium and exercise intervention on the bone mineral status of 16-18-y-old adolescent girls. **Am J Clin Nutr.** V. 77, p. 985-92, 2003.

TANNER, J.M. Growth at adolescence. 2ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

THEINTZ, G. et al. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: Evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. **J. Clin. Endocrinol. Metab.** V. 5, p. 1060-1065, 1992.

THOMAS, J. R. NELSON, J.K. Métodos de Pesquisa em Atividade Física. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

TOTHILL, P. HANNAN, W.J. Bone mineral and soft tissue measurements by dual-energy X-ray absorptiometry during growth. **Bone.** V.31, p.492-496, 2002.

VALDIMARSSON, O. et al. Lean mass and physical activity as predictors of bone mineral density in 16-20-year old women. **J. Intern Med.** V.245, p. 489-496, 1999.

van der MEULEN, M.C.H. et al. Mechanobiology of femoral neck structuring during adolescence. **J Rehabilitation Research Development.** V. 30, 2000.

VIEIRA, J.G.H. Considerações sobre os marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo e sua utilidade prática. **Arq Bras Endocrinol Metab.** V. 43, p. 415-423, 1999.

WARD, A. EBBELING, C.B. AHLQUIST, L.E. Indirect methods for estimation of aerobic power. In: MAUD, P.J. FOSTER, C. **Physiological assessment of human fitness.** United States of America: Human Kinetics, 1995.

WALTRICK, A.C.A. DUARTE M.F.S. Estudo das características antropométricas de escolares de 7 a 17 anos – uma abordagem longitudinal mista e transversal. **Rev. Bras Cineantropometria & Desempenho humano.** V.2, p. 17-30, 2000.

ANEXO I

Autorização dos Pais

Sr. Responsável, estou conduzindo um estudo que relaciona a aptidão física com a densidade mineral óssea de adolescentes, com idade entre 15 e 18 anos, como trabalho de final de curso de Mestrado em Educação Física na Universidade Católica de Brasília. Por isso, estou convidando o (a) seu (sua) filho(a) para participar do estudo, que será realizado na escola que ele(a) frequenta e na Universidade Católica de Brasília. Para participar no estudo o seu filho(a) precisa de sua autorização, de acordo com o procedimento solicitado pelo Comitê de Ética de Pesquisa da Universidade.

A participação no estudo envolve várias medidas. Nenhuma delas oferece risco de lesões físicas. O teste de correr/caminhar 1600m é o único que envolve risco mínimo de lesões. Para diminuir esse risco o teste será realizado após uma sessão de aquecimento, e será supervisionado pelo próprio pesquisador. Seu/sua filho(a) será orientado(a) a parar o teste se sentir cansaço ou se sentir algum tipo de mal-estar. Por favor nos notifique se seu/sua filho(a) tiver alguma doença em que a atividade física intensa não seja recomendada, tal como asma ou diabetes.

Outras medidas incluem a altura, o peso e gordura subcutânea, além da avaliação da maturação sexual.

O procedimento da avaliação da maturação sexual será explicado por uma professora para as meninas e pelo próprio pesquisador para os meninos. Nesta avaliação, cada adolescente, individualmente, irá classificar em índices de 1 a 5 a sua pilosidade pubiana por comparação a um modelo fotográfico fornecido pelo Ministério da Saúde. Esta é uma avaliação comumente utilizada em estudos porque pode classificar adolescentes com diferentes idades em um mesmo estágio de maturação, visto que existem grandes diferenças no amadurecimento biológico de adolescentes com a mesma idade. O tempo aproximado para esses testes é de 1 hora.

Após estes testes, seu/sua filho(a) será convidado a fazer um exame de Densitometria Óssea (DXA) na Universidade Católica de Brasília. Neste exame seu/sua filho(a) ficará deitado(a) em uma mesa, por volta de 30 minutos, enquanto seu corpo será percorrido por um scanner a uma distância de aproximadamente 60 cm. Ainda que este seja um aparelho similar ao de raios X, a quantidade de radiação a que a pessoa é exposta é de 1/20 da de uma radiografia dental. O método é seguro para crianças, adolescentes e adultos. O exame demonstrará a densidade mineral óssea do seu/sua filho(a).

Todas as informações coletadas nesse estudo são estritamente confidenciais. Apenas o pesquisador terá acesso aos dados, que poderão ser requisitados pelo responsável pelo adolescente ou com o próprio pesquisador. Em caso de publicação do trabalho, o anonimato será garantido.

O estudo não envolve nenhum gasto para o participante ou sua família. Todos os materiais necessários para os testes serão providenciados, porém o adolescente deverá utilizar roupas apropriadas para a aula de Educação física no dia do teste físico. O transporte dos alunos entre escola a Universidade Católica de Brasília será por responsabilidade do próprio pesquisador. Se você tiver qualquer pergunta sobre o estudo, você pode entrar em contato com o próprio pesquisador: Prof. Rômulo Maia C. Fonseca (fone: 99085253).

A folha que contem a sua permissão deverá ser devolvida a fim de que seu/sua filho(a) possa participar do estudo. Desde já agradeço a sua colaboração.

Atenciosamente,

Prof. Rômulo Maia C. Fonseca

Formulário de Consentimento

Eu permito que meu/minha filho(a) _____ participe do estudo "Aptidão física relacionada à saúde e densidade mineral óssea em adolescentes", que relaciona a aptidão física com a densidade mineral óssea de adolescentes, com idade entre 15 e 18 anos e que será realizado na escola em que ele(a) estuda e na Universidade Católica de Brasília (UCB). Entendo que meu/minha filho(a) pode sair do estudo em qualquer momento que eu ou ele(a) decidir não mais participar, sem que haja nenhuma consequência negativa para ele(a) ou para mim, em minhas relações com a UCB, no presente ou futuro.

Assinatura do pai, mãe ou responsável

Data

Eu compreendo que meus pais consentiram a minha participação no estudo que relaciona a aptidão física com a densidade mineral óssea de adolescentes, com idade entre 15 e 18 anos, sob direção do Prof Rômulo Maia C. Fonseca.

Minha participação nesse estudo é voluntária, e eu fui informado que posso desistir de participar a qualquer momento, sem nenhum prejuízo a minha pessoa. Assinando este documento eu indico que concordo em participar do estudo e que entendo o que me será solicitado.

Assinatura do participante

Data

Assinatura do pesquisador

Data

Por favor devolva esta página para o pesquisador.

ANEXO III**Questionário de Atividades Físicas Habituais****MARQUE UM X SOMENTE NAS ATIVIDADES QUE VOCÊ COSTUMA FAZER****Atividades Ocupacionais Diárias**

() Eu geralmente vou e volto do trabalho (ou escola) caminhando ou de bicicleta (ao menos 800 m cada percurso)

() Eu geralmente uso as escadas ao invés do elevador

Minhas atividades diárias podem ser descritas como:

() Passo a maior parte do tempo sentado e, quando muito, caminho distâncias curtas

() Na maior parte do dia realizo atividades físicas moderadas, como caminhar rápido ou executar tarefas manuais

() Diariamente realizo atividades físicas intensas (trabalho pesado)

Atividades de Lazer

() Meu lazer inclui atividades físicas leves, como passear de bicicleta ou caminhar (duas ou mais vezes por semana).

() Ao menos uma vez por semana participo de algum tipo de dança

() Quando sob tensão, faço exercícios para relaxar

() Ao menos duas vezes por semana faço ginástica localizada

() Participo de aulas de ioga ou tai-chi-chuan regularmente

() Faço musculação duas ou mais vezes por semana

Jogo tênis, basquete, futebol ou outro esporte recreacional, 30 minutos ou mais por jogo:

() uma vez por semana

() duas vezes por semana

() três ou mais vezes por semana

Participo de exercícios aeróbicos fortes (correr, pedalar, remar, nadar) 20 minutos ou mais por sessão:

() uma vez por semana

() duas vezes por semana

() três ou mais vezes por semana

ANEXO IV

ESTÁGIOS DA MATURAÇÃO SEXUAL (SEXO FEMININO)**PELOS PÚBICOS**

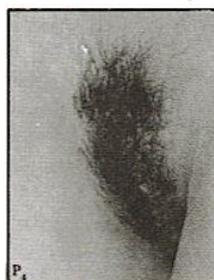
P₁ = Ausência de pelos pubianos. Pode haver uma leve penugem semelhante à observada na parede abdominal



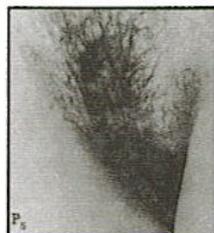
P₂ = Aparecimento de pelos longos e finos, levemente pigmentados, lisos ou pouco encaracolados, principalmente ao longo dos grandes lábios



P₃ = Maior quantidade de pelos, agora mais grossos, escuros e encaracolados, espalhando-se esparsamente pela sínfise púbica



P₄ = Pelos do tipo adulto, cobrindo mais densamente a região púbica, mas ainda sem atingir a face interna das coxas



P₅ = Pilosidade pubiana igual ao adulto, em quantidade e distribuição, invadindo a face interna das coxas

P₆ = Extensão dos pelos para cima da região púbica



ANEXO V

ESTÁGIOS DA MATURAÇÃO SEXUAL

(SEXO MASCULINO)

PELOS PÚBICOS



P₁ = Ausência de pelos pubianos. Pode haver uma leve penugem semelhante à observada na parede abdominal.



P₂ = Aparecimento de pelos longos e finos, levemente pigmentados, lisos ou pouco encaracolados, principalmente na base do pênis.



P₃ = Maior quantidade de pelos, agora mais grossos, escuros e encaracolados, espalhando-se esparsamente pela sínfise púbica.



P₄ = Pelos do tipo adulto, cobrindo mais densamente a região púbica, mas ainda sem atingir a face interna das coxas.



P₅ = Pilosidade pubiana igual ao adulto, em quantidade e distribuição, invadindo a face interna das coxas.

P₆ = Extensão dos pelos para cima da região púbica.

ANEXO VI



Universidade Católica de Brasília - UCB

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

Brasília, 24 de junho de 2004

Ofício CEP/UCB N° 024/2004

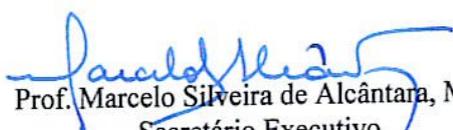
Prezado senhor,

É com satisfação que informamos formalmente a V. Sa. que o projeto “Aptidão física relacionada à saúde e densidade mineral óssea em adolescentes” foi aprovado por este CEP em sua 28ª Reunião, realizada em 18 de junho do corrente ano, podendo, portanto, ter a sua fase de coleta de dados iniciada. Informamos ainda que no prazo máximo de 1 (um) ano a contar desta data deverá ser enviado a este CEP um relatório sucinto sobre o andamento da presente pesquisa.

Solicitamos, entretanto, no sentido de contribuir com o aspecto ético que a) o teste de avaliação maturacional – Estágio de Turner – seja incluído no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, explicando-se como será feito, qual a sua relevância e anexando-se o protocolo ao termo e b) se realmente há a necessidade da presença de pronto atendimento de emergência.

Esperando poder servi-lo em outra ocasião, apresentamos nossos votos de estima e consideração.

Atenciosamente,


Prof. Marcelo Silveira de Alcântara, MSc.
Secretário Executivo
Comitê de Ética em Pesquisa - UCB

Ilmo Sr.
Rômulo Maia Carlos Fonseca
Brasília – DF
NESTA

ANEXO VII



GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
SUBSECRETARIA DE EDUCAÇÃO PÚBLICA



MEMORANDO
N.º 163/2004 – SUBEP

Brasília, 10 de agosto de 2004.

PARA: Diretoria Regional de Ensino do Plano Piloto/Cruzeiro

Apresentamos o aluno Rômulo Maia Carlos Fonseca que sob a orientação da professora Nanci Maria de França e a coordenação dessa Diretoria Regional de Ensino realizará uma pesquisa sobre Aptidão Física relacionada à saúde e densidade mineral óssea em adolescentes com alunos do Ensino Médio, durante o período de agosto a dezembro do corrente ano, nas escolas abaixo relacionada(s):

Nº	ESCOLA	ENDEREÇO	TELEFONE	CEP
1	Centro de Ensino Médio Asa Norte - CEAN	SGAN 606 Módulos G/H	272-2338	70.840-060
2	Centro de Ensino Médio Elefante Branco	SGAS 908 Módulos 25/26	443-4588	70390-080
3	Centro de Ensino Médio Paulo Freire	SGAN 610 Módulo A	273-8001	70.860-100
4	Centro de Ensino Médio Setor Leste	SAGAS 611/612 conjunto E	345-3025	70.200-715
5	Centro de Ensino Médio Setor Oeste	SGAS 912/913	346-4224	70.390-120
6	Centro Educacional 01 do Cruzeiro	SRES Área Especial - Bloco G	234-4492	70.640-570
7	Centro Educacional 02 do Cruzeiro	SHCES Quadra 805 – Lote 02-A	234-4939	70.655-850
8	Centro Educacional do Lago - CEL	SHIS Qi 09 Conjunto 10 Lote H	248-0491	71.625-100
9	Centro Educacional do Lago Norte	SHIN CA 02 Lote 24	468-2931	71.503-502
10	Centro Educacional GISNO	SGAN Quadra 907 Módulo A	272-4103	70.900-070

Cabe ressaltar a necessidade de encaminhar o resultado da pesquisa realizada junto às escola(s), para a Diretoria Regional de Ensino e a esta Subsecretaria.

Atenciosamente,

Eliana Moyses Mussi Ferrari
ELIANA MOYSÉS MUSSI FERRARI
Subsecretária

ANEXO VIII

RESUMO DO TRABALHO APRESENTADO NO 10º CONGRESSO DE CIÊNCIA DO DESPORTO E DE EDUCAÇÃO FÍSICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA – UNIVERSIDADE DO PORTO.

CORRELAÇÃO ENTRE APTIDÃO MÚSCULO-ESQUELÉTICA E DENSIDADE MINERAL OSSEA EM ADULTOS JOVENS: UM ESTUDO PILOTO

Rômulo Maia Carlos Fonseca; Nanci Maria de França.
Universidade Católica de Brasília – UCB-DF. romestrado@terra.com.br
Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde – LEEFS

A aptidão músculo-esquelética é universalmente reconhecida como de grande importância na aptidão física relacionada à saúde, destacando-se três componentes de particular interesse: a força, a resistência muscular e a flexibilidade (Guedes e Guedes, 1995). Aproximadamente 60% do risco de osteoporose pode ser explicada pela soma do mineral ósseo adquirido durante a juventude (Bachrach et al., 1999). Torna-se importante a realização de estudos que detectem quais fatores modificáveis podem alterar significativamente a aquisição do mineral ósseo durante a juventude, para que os riscos do surgimento da osteoporose no futuro sejam diminuídos.

OBJETIVO: Correlacionar a aptidão músculo-esquelética e a densidade mineral óssea (DMO) de adultos jovens.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram avaliados 5 homens (idade: $18,6 \pm 0,89$ anos; peso corporal: $68,6 \pm 11,87$ Kg; estatura: $173 \pm 3,81$ cm) e 3 mulheres (idade: $18 \pm 1,0$ anos; peso corporal: $56 \pm 13,45$ Kg; estatura: $162,67 \pm 13,61$ cm); Avaliou-se a aptidão músculo-esquelética pelos testes de flexibilidade (teste de sentar e alcançar - cm), força/resistência muscular abdominal (teste de repetições máximas de abdominal) e de membros superiores (teste de repetições máximas de apoio de frente ao solo), conforme descrito por Guedes e Guedes (1997). A densitometria óssea foi feita no aparelho da marca Lunar, modelo DPX-IQ. As regiões avaliadas foram: coluna lombar (L2-L4), fêmur (colo do fêmur e quadril total) e corpo inteiro. A densidade mineral óssea aparente (DMOA) foi determinada pelas fórmulas propostas por Katzman et al. (1991) e Carter et al. (1992), sendo Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) \div (área)² para colo do fêmur; CMO \div (área)^{1,5} para a coluna lombar e CMO \div (altura - cm) para o corpo inteiro. A DMOA é utilizada para diminuir as inconsistências nas mensurações que podem ser resultado das mudanças volumétricas do osso durante o crescimento. Foi utilizado a correlação de Spearman's ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS: Não foi encontrada nenhuma correlação significativa entre as variáveis para o sexo masculino. Porém, para o sexo feminino foi encontrada uma correlação negativa de alta magnitude entre a flexibilidade e a DMOA do fêmur ($r = -1,0$; $p < 0,01$) e entre a força muscular abdominal e a DMO da coluna ($r = -1,0$; $p < 0,01$). Ao analisar todo o grupo foi encontrada uma correlação negativa de alta magnitude entre a DMO da coluna e a força muscular de membros superiores ($r = -0,71$; $p = 0,48$).

CONCLUSÃO: Apesar do baixo número de participantes, por ser um estudo piloto, foi encontrada uma correlação negativa de alta magnitude entre a flexibilidade e a DMOA do fêmur e força muscular abdominal e a DMO da coluna para o sexo feminino e DMO da coluna e a força muscular de membros superiores para todo o grupo. Porém, há necessidade de um estudo com um maior número de participantes para obtenção de resultados mais consistentes.

ANEXO IX

RESUMO DO TRABALHO APRESENTADO NO XXVII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE: "ATIVIDADE FÍSICA: DA CIÊNCIA BÁSICA PARA AÇÃO EFETIVA" – CELAFISCS.

CORRELAÇÃO ENTRE APTIDÃO CARDIORESPIRATÓRIA, IMC E DENSIDADE MINERAL OSSEA EM ADULTOS JOVENS: UM ESTUDO PILOTO

Rômulo Maia Carlos Fonseca; Nanci Maria de França.

Universidade Católica de Brasília – UCB-DF. romestrado@terra.com.br

Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde – LEEFS

É importante a realização de estudos que detectem quais fatores modificáveis podem alterar significativamente a aquisição do conteúdo mineral ósseo durante a juventude, para que os riscos do surgimento da osteoporose no futuro sejam diminuídos.

OBJETIVO: Correlacionar a aptidão cardiorrespiratória e o IMC com a densidade mineral óssea (DMO) de adultos jovens.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram avaliados 5 homens (idade: $18,6 \pm 0,89$ anos; peso corporal: $68,6 \pm 11,87$ Kg; estatura: $173 \pm 3,81$ cm) e 3 mulheres (idade: $18 \pm 1,0$ anos; peso corporal: $56 \pm 13,45$ Kg; estatura: $162,67 \pm 13,61$ cm); a aptidão cardiorrespiratória foi avaliada pelo teste de correr/caminhar uma milha, sendo utilizado a equação de Cureton et al. (1995) para determinar o consumo máximo de oxigênio (VO_2max). A composição corporal foi determinada pelo Índice de Massa Corporal (IMC). A densitometria óssea foi feita no aparelho da marca Lunar, modelo DPX-IQ. As regiões avaliadas foram: coluna lombar (L2-L4), fêmur (colo do fêmur e quadril total) e corpo inteiro. A densidade mineral óssea aparente (DMOA) foi determinada pelas fórmulas propostas por Katzman et al. (1991) e Carter et al. (1992), sendo Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) \div (área)² para colo do fêmur; CMO \div (área)^{1,5} para a coluna lombar e CMO \div (altura - cm) para o corpo inteiro. A DMOA é utilizada para diminuir as inconsistências nas mensurações que podem ser resultado das mudanças volumétricas do osso durante o crescimento. Foi utilizado a correlação de Spearman ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS: podem ser observados no quadro a seguir:

	MASCULINO (n=5)	FEMININO (n=3)
VO_2max (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	49,8 \pm 4,5	41,9 \pm 4,3
IMC (Kg/m ²)	22,9 \pm 3,5	20,9 \pm 2,5
L2-L4 (g/cm ²)	1,223 \pm 0,153	1,145 \pm 6,907
Colo do fêmur (CF) (g/cm ²)	1,170 \pm 0,171	0,974 \pm ,1620**
Quadril total (g/cm ²)	1,164 \pm 0,133	0,953 \pm ,1772**
Corpo inteiro (CI) (g/cm ²)	1,252 \pm 0,104	1,129 \pm 8,35**
DMOA L2-L4 (g/cm ³)	0,182 \pm 2,198	0,182 \pm 6,670
DMOA Colo Fêmur (g/cm ³)	0,222 \pm 2,907	0,232 \pm 2,906*
DMOA Corpo Inteiro (g/cm ³)	17,805 \pm 1,902	14,123 \pm 2,635**

*Alta correlação com IMC ($r = 1,0$; $p < 0,01$)

** Alta correlação com VO_2max ($r = -1,0$; $p < 0,01$)

CONCLUSÃO: Apesar do baixo número de participantes, por ser um estudo piloto, foi encontrada uma correlação positiva de alta magnitude entre o IMC e a DMOA do colo do fêmur e uma correlação negativa entre o VO_2max e a DMO do colo do fêmur, quadril total, corpo inteiro e a DMOA do corpo inteiro no sexo feminino. A alta correlação negativa entre o VO_2max e esses 4 sítios ósseos pode ser decorrente de que atividades que aparentemente são importantes para a saúde óssea, como levantamento de peso, são menos importantes para a saúde cardiovascular (Janz, 2002). Porém, há necessidade de um estudo com um maior número de participantes para obtenção de resultados mais consistentes.

APÊNDICE

DESCRIÇÃO DOS TESTES UTILIZADOS PARA AVALIAR OS COMPONENTES DA APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE

1 – Aptidão Cardiorrespiratória

1.1 - Teste de correr/caminhar uma milha (1.609m)

Objetivo: correr ou andar uma milha o mais rápido que o participante puder sustentar durante todo o percurso.

Instruções: os participantes são instruídos a correr uma milha no menor tempo que eles conseguirem. Deve ser enfatizado que a corrida seja mantida o mais rápido possível durante toda distância percorrida. Caminhar é permitido, mas como o objetivo é percorrer a distância no menor tempo possível, os participantes devem ser encorajados a correr durante toda distância.

Área de teste: o teste pode ser realizado em uma pista de atletismo ou em qualquer área plana demarcada.

Score: é marcado o tempo da distância percorrida em minutos e segundos.



2 – Aptidão Muscular

2.1 - Teste de repetições máximas de abdominal

Objetivo: avaliar a força/resistência muscular abdominal, realizando-se o máximo de repetições de abdominais em um minuto.

Instruções: Os participantes são instruídos a deitar as costas no chão, manterem o joelho flexionado (aproximadamente 120°) e os pés no chão. Os braços devem estar cruzados sobre o peito com as mãos no ombro oposto. Os pés e o calcanhar devem ser segurados por outro participante, mantendo-os sobre o solo durante todo o teste.

Mantendo esta posição do braço, ao comando de iniciar, o participante flexiona o tronco até que o antebraço toque a coxa e retorna a posição inicial até que as escápulas toquem o solo. Os participantes são encorajados a repetir corretamente o máximo de abdominais em um minuto. É permitido descansar entre as repetições.

Escore: é anotado o número de repetições realizadas corretamente em um minuto.



2.2 - Teste de apoio de frente ao solo

Objetivo: medir indiretamente a força muscular de membros superiores, pelo desempenho de elevar o corpo até a extensão dos cotovelos e voltar no tempo de 1 minuto.

Instruções:

Mulheres: Em decúbito ventral (deitada de frente para o solo), mãos e joelhos apoiados no solo, com as pernas e pés elevados num ângulo de 90° entre coxas e pernas. Estender e flexionar o cotovelo procurando atingir o solo com o queixo, mantendo o alinhamento do tronco.

Homens: Em decúbito ventral, mãos e pontas dos pés apoiados no solo. Estender e flexionar os cotovelos, mantendo o alinhamento do tronco e das pernas.

Escore: é anotado o número de repetições realizadas corretamente em um minuto.



2.3 - Teste de sentar e alcançar

Objetivo: avaliar a flexibilidade do tronco e quadril.

Material: banco de Wells

Instruções: O participante remove os sapatos e senta-se no solo com os pés apoiados no banco e com os joelhos completamente estendidos (o avaliador poderá segurá-los);

Os braços estarão estendidos à frente com uma mão colocada sobre a outra (palmas das mãos para baixo);

Procurar alcançar o máximo de distância ao longo da escala de medição;

Este procedimento será repetido de 3 a 4 vezes, considerando-se a maior distância atingida.



3 – Composição corporal

A composição corporal foi determinada pelo exame de absorptometria de Raios X de dupla energia (DXA) do corpo inteiro.

