

# DENSIDADE MINERAL ÓSSEA ASSOCIADA A CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ESTILO DE VIDA EM ADOLESCENTES



## BONE MINERAL DENSITY ASSOCIATED WITH PHYSICAL TRAITS AND LIFESTYLE IN ADOLESCENTS

Romulo Maia Carlos Fonseca<sup>1</sup>  
Ricardo Jacó de Oliveira<sup>1</sup>  
Rinaldo Wellerson Pereira<sup>2,3</sup>  
Nanci Maria de França<sup>2</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, PPGEF – Universidade de Brasília
2. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, PPGEF – Universidade Católica de Brasília.
3. Programa de Pós-Graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia – Universidade Católica de Brasília.

### Correspondência:

Nanci Maria de França  
Universidade Católica de Brasília  
QS 07, Lote 1, EPCT, Sala G-119  
71966-700 Águas Claras – Taguatinga,  
DF, Brasil  
E-mail: nfranca@pos.ucb.br

### RESUMO

**Introdução:** No Brasil, ainda são poucos os estudos que apresentam dados relevantes sobre fatores relacionados às características físicas ou estilo de vida e a densidade mineral óssea (DMO) de adolescentes do sexo feminino. **Objetivo:** Identificar e verificar a contribuição das características físicas e de estilo de vida relacionadas à DMO de adolescentes do sexo feminino. **Métodos:** A amostra deste estudo foi composta por 329 meninas com idades entre 10 e 20 anos. Como características físicas, foram avaliados: peso corporal, estatura, índice de massa corporal, estágio de maturação sexual, raça e pigmentação cutânea. Já para o estilo de vida, os seguintes fatores foram avaliados: consumo diário de cálcio, nível de atividade física (NAF) e nível socioeconômico (NSE). A densidade mineral óssea (DMO) do corpo inteiro, da coluna lombar e do colo do fêmur foram avaliados pela densitometria óssea. As relações existentes entre variáveis dependentes e independentes foram avaliadas pela correlação de Pearson ( $r$ ) e regressão múltipla Stepwise ( $p \leq 0,05$ ). **Resultados:** A DMO dos três sítios ósseos tende a aumentar conforme o aumento do peso corporal, estatura, IMC, idade e estágio de maturação sexual ( $r \geq 0,43$ ;  $p < 0,01$ ). Por outro lado, somente o NAF ( $r = 0,12$ ;  $p < 0,05$ ) e o NSE ( $r = 0,14$ ;  $p < 0,05$ ) correlacionaram-se positivamente com a DMO. O peso corporal, estágio de maturação sexual, idade, consumo de cálcio, NSE e NAF explicaram de 48 a 68% da variação da DMO das adolescentes. **Conclusão:** Os resultados sugerem que a utilização de critérios como peso corporal, idade e maturação sexual sejam os mais indicados para controlar as variações da DMO de adolescentes do sexo feminino. Além disso, o NSE, o NAF e o consumo diário de cálcio possuem uma pequena participação na variação da DMO das adolescentes quando comparados com as características físicas.

**Palavras-chave:** densidade mineral óssea, adolescentes, peso corporal, puberdade.

### ABSTRACT

**Introduction:** Just a few studies have evaluated physical traits, lifestyle and bone mineral density (BMD) acquisition in Brazilian female adolescents. **Objective:** To identify physical traits and lifestyle factors related to BMD in Brazilian female adolescents. **Methods:** 329 healthy adolescent girls aged between 10 and 20 years participated in this study. The physical characteristics evaluated were: body weight, stature, body mass index, pubertal stage, self-declared ethnicity and skin color. Concerning lifestyle, the following factors were evaluated: socioeconomic status (SES), physical activity level (PAL) and daily calcium intake. Additionally, total body, lumbar spine and femoral neck bone mineral density (BMD) was assessed by bone densitometry. Pearson's coefficient of correlation ( $r$ ) and stepwise regression analysis were employed to check dependent and independent variables correlation ( $p \leq 0.05$ ). **Results:** Total body, lumbar spine and femoral neck BMD increase as body weight, height, BMI, age and pubertal stage increase ( $r \geq 0.43$ ;  $p < 0.01$ ). On the other hand, only SES ( $r = 0.14$ ;  $p < 0.05$ ) and PAL ( $r = 0.12$ ;  $p < 0.05$ ) were correlated. After stepwise regression, body weight, pubertal stage, age, height, calcium intake, SES, and PAL explained around 48-68% for BMD variation in female adolescents. **Conclusion:** The results suggest body weight, age and pubertal stage should be used as control variables for BMD variations in female adolescents. Furthermore, SES, PAL and dialy calcium intake were less important than physical traits for BMD during adolescence.

**Keywords:** bone mineral density, adolescents, body weight, puberty.

### INTRODUÇÃO

A quantidade de densidade mineral óssea (DMO) adquirida durante a infância e a adolescência pode ser determinante para reduzir o risco de osteoporose no futuro<sup>1</sup>. Esse fato está relacionado com o pico de massa óssea, que pode ser alcançado ao final da adolescência, sendo que a DMO do colo do fêmur pode chegar ao seu máximo antes que

os outros sítios ósseos<sup>1,2</sup>. Portanto, a identificação de mecanismos que otimizem o ganho de DMO durante a adolescência pode ser a melhor resposta para a prevenção da osteoporose.

Nesse sentido, segundo Jouanny *et al.*<sup>3</sup>, a hereditariedade pode estimar entre 60 e 80% da variação da DMO, sendo que o restante dessa variação é influenciado pelas características físicas e por fatores

relacionados ao estilo de vida. Sendo que vários estudos já comprovaram a participação dos fatores relacionados ao estilo de vida e as características físicas<sup>1,2,4-11</sup>. Dentre as características físicas que influenciam diretamente a aquisição de massa óssea estão fatores relacionados à puberdade<sup>1</sup>, a raça<sup>16</sup> e a massa corporal. E entre os fatores relacionados ao estilo de vida estão os níveis de atividade física (NAF), de ingestão alimentar de cálcio e o nível socioeconômico (NSE).

Entretanto, a parcela de contribuição das características físicas e do estilo de vida sobre o ganho de DMO pode variar de acordo com a população estudada. No Brasil, ainda são poucos os estudos que apresentam dados relevantes sobre esses fatores relacionados com as características físicas ou estilo de vida e a DMO de adolescentes do sexo feminino<sup>12-14</sup>. Além disso, ainda não foi encontrado nenhum estudo que considerasse características fenotípicas de raça e/ou cor da pele e a DMO na população brasileira. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi identificar e verificar a contribuição das características físicas e de estilo de vida relacionadas à DMO de adolescentes do sexo feminino.

## METODOLOGIA

### Amostra

A população considerada para este estudo incluiu pares de irmãs, devendo pelo menos uma delas ter estudado na Rede de Ensino Pública de Brasília – Distrito Federal. Essas adolescentes foram primariamente recrutadas para participar de um estudo mais amplo que analisou a ligação cromossômica das regiões 1q e 11q com a DMO em pares de irmãs. Assim, a amostra foi constituída, por conveniência, com 329 meninas com idades entre 10 e 20 anos. Os critérios de inclusão adotados na seleção da amostra foram: não possuir doença crônico-degenerativa; não ter histórico de doenças ou fazer uso de medicamentos que afetassem o desenvolvimento ósseo; e não ter imobilizado qualquer segmento corporal durante longo período no ano anterior à pesquisa.

Além disso, para caracterização da amostra, todas as adolescentes responderam perguntas sobre o consumo regular de cigarros e/ou bebidas alcoólicas e sobre o uso de contraceptivo oral. As participantes e os responsáveis (para aquelas com idade inferior a 18 anos) preencheram e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da participação no estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica de Brasília (CEP/UCB nº 078/2006), de acordo com a Resolução 196/96, da CONEP.

### Antropometria e maturação sexual

O peso corporal e a estatura foram avaliados conforme procedimentos padronizados. A estatura foi mensurada com um estadiômetro, da marca Seca, fixado à parede com resolução de 0,1cm, e a massa corporal foi medida em uma balança digital com resolução de 100g, da marca Plena. O Índice de massa corporal (IMC) foi obtido pela fórmula: massa corporal (kg) ÷ altura<sup>2</sup> (m). O nível de maturação sexual foi determinado pela autoavaliação de pelos pubianos conforme descrito por Tanner<sup>15</sup>.

### Autodenominação de cor de pele e mensuração da pigmentação cutânea

A classificação étnica foi realizada por autoavaliação, conforme o sistema de classificação de cor da pele ou raça adotado pelas pesquisas domiciliares do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – branca, preta, parda, amarela e indígena. Além disso, a pigmentação cutânea foi mensurada por um refratômetro de mão. Esse aparelho emite dois feixes de luz, um de cor azul e outro verde e mede a quantidade de luz refletida, apontando, assim, valores numéricos para a pigmentação cutânea.

## Fatores do estilo de vida

### Questionários

O nível de atividade física (NAF) foi mensurado pela versão curta, em português, do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). A estimativa do consumo diário de cálcio foi baseada no recordatório alimentar de um dia. Para a análise do consumo de cálcio, foi utilizado o *software* nutricional Diet pro versão 5.1i.

Para identificar as classes socioeconômicas das participantes foi utilizado o Critério de Classificação Econômica Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Estatística (ABEP, 2009 – www.abep.org). Esse questionário é baseado na posse de itens domésticos e cômodos da casa, e no grau de instrução do chefe da família. A quantidade de itens corresponde a uma pontuação e o somatório dos pontos classifica as pessoas em A (classe mais alta – renda mensal ≥ R\$ 4.648), B (renda mensal ≥ R\$ 1.669), C (renda mensal ≥ R\$ 927), D (renda mensal ≥ R\$ 424) e E (renda mensal ≥ R\$ 207).

### Densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo (DMO / CMO)

A DMO da coluna lombar, do corpo inteiro e do colo do fêmur foram mensuradas por um aparelho de absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA), da marca Lunar, modelo DPX-IQ (*software* versão 4.7e). O coeficiente de variação encontrado nas avaliações realizadas para todos os sítios ósseos situou-se entre 0,7% e 2,4%<sup>12</sup>.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Primeiramente, as variáveis foram analisadas de forma descritiva por meio de médias e desvios padrão. A normalidade foi verificada por meio de Skewness e Kurtosis. A estimativa do consumo diário de cálcio estava positivamente enviesada e foi corrigida pela raiz quadrada dela mesma ( $\sqrt{x}$ ) antes de ser utilizada nas análises seguintes. O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi utilizado para verificar a existência de correlações entre as características físicas, o estilo de vida e a DMO da coluna lombar, colo do fêmur e do corpo inteiro. Um modelo de regressão múltipla Stepwise foi utilizado com a DMO da coluna lombar, do colo do fêmur e de corpo inteiro como variáveis independentes e o peso corporal, estatura, estágio puberal, idade, cor de pele autodeclarada, pigmentação cutânea, nível de atividade física, consumo de cálcio e nível socioeconômico foram usados para identificar os fatores preditivos da DMO. Como o IMC é estabelecido pelo peso corporal e estatura, não foi utilizado nas análises para evitar a colinearidade. A análise dos dados foi realizada no pacote estatístico SPSS for Windows, versão 16. O nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

As características principais de todas as participantes encontram-se na tabela 1. Nenhuma das adolescentes fumava e somente quatro responderam que consumiam bebidas alcoólicas semanalmente. Além disso, 23 garotas reportaram o uso de contraceptivo oral, porém os parâmetros ósseos delas eram similares aos das outras garotas. A média da idade da menarca foi de  $12,2 \pm 1,28$  (média  $\pm$  desvio padrão).

A tabela 2 apresenta os resultados da matriz de correlação entre as variáveis dependentes e independentes. Os resultados demonstram que a DMO das adolescentes tendem a aumentar conforme o aumento do peso corporal, estatura, IMC, idade e estágio puberal. Por outro lado, entre os fatores relacionados ao estilo de vida, somente o NAF e o NSE correlacionaram-se positivamente com a DMO (tabela 2). O peso corporal, estágio puberal, idade, consumo de cálcio, NSE e NAF explicaram de 48 a 68% da variação da DMO das adolescentes (tabela 3).

**Tabela 1.** Características gerais das participantes (média ± desvio padrão).

	<b>Meninas (n = 329)</b>
Idade (anos)	14,8 ± 2,5
Peso corporal (kg)	50,4 ± 10,0
Estatura (cm)	158,1 ± 7,9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20 ± 3,28
Pigmentação cutânea	37,9 ± 4,8
DMO corpo inteiro (g/cm <sup>2</sup> )	1,086 ± 0,105
DMO coluna lombar (g/cm <sup>2</sup> )	1,015 ± 0,176
DMO colo do fêmur (g/cm <sup>2</sup> )	1,019 ± 0,150
Consumo de cálcio (mg/dia)	446,8 ± 306,6
<b>Estágio puberal</b>	
I	32 (9,7%)
II	25 (7,6%)
III	49 (14,9%)
IV	86 (26,1%)
V	137 (41,6%)
<b>Nível socioeconômico</b>	
A (≥ R\$ 8.295)	16 (4,9%)
B (≥ R\$ 2.656)	136 (41,3%)
C (≥ R\$ 1.459)	145 (44,1%)
D (≥ R\$ 680)	32 (9,7%)
<b>Nível de atividade física</b>	
Baixa (< 600 MET – min/semana)	118 (35,9%)
Moderada (≥ 600 MET – min/semana)	129 (39,2%)
Alta (≥ 3.000 MET – min/semana)	82 (24,9%)
<b>Raça autodeclarada</b>	
Branca	108 (32,8%)
Preta	24 (7,3%)
Parda	185 (56,2%)
Amarela	5 (1,5%)
Ameríndia	7 (2,1%)

**Tabela 2.** Matriz de correlação entre as características físicas, fatores de estilo de vida e parâmetros ósseos das garotas.

	<b>DMO corpo inteiro</b>	<b>DMO coluna lombar</b>	<b>DMO colo do fêmur</b>
Idade (anos)	0,58**	0,63**	0,43**
Peso corporal (kg)	0,75**	0,65**	0,64**
Estatura (cm)	0,53**	0,57**	0,47**
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,64**	0,49**	0,54**
Estágio puberal	0,59**	0,62**	0,44**
Raça autodeclarada	0,00	0,00	0,00
Pigmentação cutânea	-0,17**	-0,21**	-0,10
Consumo de cálcio (mg/dia)	-0,05	-0,01	0,01
Nível socioeconômico	0,10	0,09	0,14*
Nível de atividade física	0,12*	0,09	0,12*

DMO: Densidade mineral óssea (g/cm<sup>2</sup>)

\* p &lt; 0,05; \*\* p &lt; 0,01

**Tabela 3.** Coeficiente beta e o R<sup>2</sup>\* acumulativo, derivados dos modelos de regressão múltipla Stepwise.

	<b>DMO corpo inteiro R<sup>2</sup>*(β)</b>	<b>DMO coluna lombar R<sup>2</sup>*(β)</b>	<b>DMO colo do fêmur R<sup>2</sup>*(β)</b>
Peso corporal	55,6 (0,557)	41,7 (0,407)	41,1 (0,560)
Idade	8,8 (0,242)	15,6 (0,325)	3,1 (0,218)
Estágio puberal	2,5 (0,193)	3,9 (0,250)	–
Nível socioeconômico	1,1 (-0,100)	0,5 (-0,073)	2,3 (-0,148)
Consumo de cálcio	–	0,8 (0,089)	0,9 (0,095)
Nível de atividade física	0,8 (0,099)	0,4 (0,070)	0,6 (0,089)
ΣR <sup>2</sup> (%)	68,8	62,7	48

\*R<sup>2</sup> acumulativo: O valor de R<sup>2</sup> em cada linha apresenta a porcentagem de contribuição que a variável adicionou ao modelo.

## DISCUSSÃO

### Características físicas

Os valores médios de estatura, peso corporal e IMC da amostra avaliada estão de acordo com os dados encontrados em uma amostra nacional com escolares das cinco regiões brasileiras<sup>16</sup>. Entretanto, os valores de DMO encontrados podem apresentar diferenças quando comparados com estudos regionais<sup>14</sup>.

A análise de correlação de Pearson demonstrou que a DMO das adolescentes tende a aumentar conforme o aumento do peso corporal, estatura, IMC, idade e estágio puberal (tabela 2). Além disso, o peso corporal foi o principal fator explicativo da DMO em todos os sítios avaliados, sendo responsável por quase 56% da variação da DMO do

corpo inteiro (tabela 3). Outros estudos também encontraram associações do peso corporal com a DMO, tanto em meninas<sup>17</sup> quanto em mulheres jovens<sup>18</sup>. A mineralização e a resistência dos ossos, tanto em adultos quanto em crianças, constituem uma função dos estresses que produzem compressões sobre o esqueleto e como o peso corporal proporciona o estresse mecânico mais constante para os ossos<sup>19</sup>, em tende-se o paralelismo entre a DMO e o peso corporal.

A idade foi o segundo fator explicativo para a DMO, seguida pelo estágio de maturação sexual. Além de estarem correlacionadas com a DMO em todos os sítios ósseos, essas duas variáveis juntas puderam adicionar quase 20% na explicação da DMO da coluna lombar. Entretanto, somente a idade foi um fator explicativo para a DMO do colo do fêmur. Em um estudo prévio<sup>14</sup>, a DMO das adolescentes foi comparada quanto a idade e maturação sexual e foi observado um aumento significativo da DMO entre os 10 e 14 anos de idade e entre os estágios de maturação sexual, classificados como pré-púbere, púbere e pós-púbere. Esse fato também foi observado em adolescentes de outros países<sup>12,7</sup>. Em relação à DMO do colo do fêmur, a maturação sexual não apresentou nenhuma contribuição para o modelo de regressão, o que deve estar relacionado com o efeito dos hormônios sexuais serem mais pronunciados nos ossos trabeculares do que nos corticais<sup>7</sup>. Por isso, os fatores que podem influenciar os estresses mecânicos na DMO do colo do fêmur, possivelmente, sejam os mais importantes para a sua aquisição/manutenção.

Em contraste, outros estudos que demonstraram diferenças na DMO de pessoas de diferentes raças<sup>16</sup>, tanto a raça autodeclarada quanto a pigmentação cutânea não foram fatores explicativos para DMO das adolescentes. Além disso, somente a pigmentação cutânea apresentou uma fraca associação com a DMO e mesmo assim foi uma correlação negativa. Esse fato gerou uma interrogação que somente com o entendimento da ancestralidade genética da população brasileira pode ser compreendida. A população brasileira foi formada a partir da miscigenação entre europeus, africanos e índios, no qual um indivíduo classificado como branco, conforme várias características fenotípicas, tem ancestralidade africana e outro classificado como preto, tem ancestralidade europeia<sup>20</sup>. Além disso, os genes relacionados com a variação da DMO costumam atuar especificamente de acordo com a raça, idade e sexo<sup>21</sup> e a variação da DMO pode ser influenciada pela ancestralidade genética<sup>22</sup>.

Portanto, os resultados encontrados no presente estudo sugerem que a estratificação da DMO de meninas brasileiras por raça, considerando apenas características fenotípicas, possa apresentar resultados equivocados e que enquanto não forem realizados estudos comparando a DMO de meninas e mulheres estratificadas conforme os marcadores de ancestralidade genética, não será possível entender a relação entre a raça e a DMO na população brasileira. Além disso, é possível sugerir que a utilização de critérios como peso corporal, idade e maturação sexual sejam os mais indicados para controlar as variações da DMO de adolescentes do sexo feminino.

### Fatores relacionados com o estilo de vida

O nível socioeconômico (NSE) da amostra avaliada está de acordo com o que é esperado para a população do Distrito Federal, pois a maior parte das adolescentes foi classificada nas classes C e B, o que, apesar de estar de acordo com a média nacional, é diferente de outras capitais como Fortaleza, Recife e Salvador que apresentam maior parte da população nas classes D e C (ABEP, 2009 – www.abep.org). Já para o consumo diário de cálcio, os valores médios encontrados neste estudo representam somente 34% do que é recomendado para adolescentes (1.300mg/dia)<sup>23</sup>. Por outro lado, 64% das adolescentes praticavam atividades físicas em níveis de moderado a alto. Esses três fatores relacionados com o estilo de vida apresentaram baixas correlações com a DMO dos sítios ósseos analisados; entretanto, os três juntos puderam adicionar até 4,4% de explicação para a DMO nos modelos de regressão utilizados,

sendo que a maior contribuição ocorreu para a DMO do colo do fêmur.

No presente estudo, o NSE foi um fator explicativo para todos os sítios ósseos analisados. Outros estudos apresentaram associações entre o NSE e a DMO de crianças e adolescentes do Reino Unido<sup>8</sup>, da África do Sul<sup>9</sup> e do Líbano<sup>7</sup>. Esses resultados em conjunto sugerem que a influência do NSE na DMO seja uma consequência da relação entre o NSE com o crescimento longitudinal. As adolescentes das classes sociais mais elevadas teriam ganhos de DMO relacionados com maiores dimensões de estatura e tamanho ósseo<sup>9</sup>, enquanto aquelas das classes mais baixas, mesmo com estaturas menores, teriam o aumento da DMO proporcionado pela maior quantidade de gordura corporal<sup>8</sup> que influencia diretamente o aumento do peso corporal e os seus efeitos osteogênicos, como já mencionados no presente estudo.

Já o consumo diário de cálcio não apresentou nenhuma associação significativa com a DMO dos três sítios ósseos analisados, porém ele foi um fator explicativo para a DMO da coluna lombar e do colo do fêmur. Aproximadamente 99% do cálcio corporal estão depositados nos ossos<sup>4</sup> e cerca de 26% do cálcio de um adulto é adquirido dois anos após o pico de crescimento<sup>24</sup>, o que denota a importância desse nutriente para a saúde óssea. Por isso, os resultados que não apresentaram significância no presente estudo devem ser analisados com cautela. Primeiramente, o consumo diário de cálcio não foi um fator explicativo para todos os sítios ósseos analisados, o que pode ser o efeito de um possível mecanismo compensatório entre os ossos trabeculares e corticais em aportes insuficientes de cálcio. Nesse mecanismo, um tipo de osso "empresta" o mineral do outro para ser compensado depois, quando a demanda estiver equilibrada<sup>24</sup>, o que corrobora outros estudos que sugerem que o consumo/suplementação de cálcio atue de forma específica para cada sítio ósseo<sup>5,11</sup>.

Além disso, o aporte insuficiente de cálcio também deve estar contribuindo para as baixas associações encontradas entre o NAF e a DMO, pois os benefícios induzidos pela atividade física no tecido ósseo, durante o crescimento, só costumam ser vistos quando o consumo de cálcio está em torno de 1.300mg por dia<sup>10</sup>. Mesmo assim, o NAF foi um fator explicativo para todos os sítios ósseos e os seus efeitos osteogênicos podem ser explicados pela teoria do mechanostat proposta por Frost<sup>25</sup>, na qual a intensidade da carga e da tensão no osso podem influenciar ganhos ou perdas ósseas. 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.

## REFERÊNCIAS

1. Bachrach LK, Hastie T, Wang MC, Narasimhan B, R M. Bone mineral acquisition in healthy Asian, Hispanic, black, and Caucasian youth: a longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab* 1999;84:4702-12.
2. Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL, Crocker PR, Faulkner RA. 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 Bone Miner Res* 1999;14:1672-9.
3. Jouanny P, Guillemin F, Kuntz C, Jeandel C, Pourel J. Environmental and genetic factors affecting bone mass: similarity of bone density among members of health families. *Arthritis Rheum* 1995;38:61-7.
4. Kemper HC. Skeletal development during childhood and adolescence and the effects of physical activity. *Pediatr Exerc Sci* 2000;12:198-216.
5. Bachrach LK. Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence. *Trends Endocrinol Metab* 2001;12:22-8.
6. Hui S, Dimeglio L, Longcope C, Peacock M, McClintock R, Perkins A, et al. Difference in bone mass between black and white American children: attributable to body build, sex hormone levels, or bone turnover? *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:642-9.
7. Arabi A, Nabulsi M, Maalouf J, Choucair M, Khalifé H, Vieth R, et al. Bone mineral density by age, gender, pubertal stages, and socioeconomic status in healthy Lebanese children and adolescents. *Bone* 2004;35:1169-79.
8. Clark EM, Ness A, JH; T, ALSPAC ST. Social position affects bone mass in childhood through opposing actions on height and weight. *J Bone Miner Res* 2005;20:2082-9.
9. Norris SA, Sheppard ZA, Griffiths PL, Cameron N, JM. P. Current socio-economic measures, and not those measured during infancy, affect bone mass in poor urban South african children. *J Bone Miner Res* 2008;23:1409-16.
10. Karlsson MK, Nordqvist A, C. K. Physical activity increases bone mass during growth. *Food Nutr Res* 2008;52.
11. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabédian M, McKay HA, LA. M. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone* 2010;46:294-305.
12. Fonseca RMC, França NM, Van Praagh E. Relationship Between Indicators of Fitness and Bone Density in Adolescent Brazilian Children. *Pediatr Exerc Sci* 2008;20:40-9.

Portanto, os resultados sugerem que o NSE, o NAF e o consumo diário de cálcio tenham uma pequena participação na variação da DMO durante a adolescência quando comparados com as características físicas como peso corporal, idade e estágio de maturação sexual. Porém, em nenhum momento eles deixaram de ser importantes, pois essa parcela de contribuição pode ser a diferença entre o surgimento precoce da osteoporose ou não. Além disso, vale ressaltar a importância da replicação deste estudo com mulheres em outras faixas etárias para ser estabelecida a contribuição de cada fator, característica física ou do estilo de vida, durante todas as fases da vida.

O presente estudo teve algumas limitações que precisam ser mencionadas. Os efeitos do consumo de cálcio no metabolismo ósseo foram avaliados somente pela análise do seu consumo, sendo que a melhor forma seria a análise das taxas de absorção e excreção de cálcio<sup>5</sup> o que não pôde ser realizado neste estudo. Além disso, a estratificação por raça foi realizada somente com características fenotípicas, sendo que, para a população brasileira, o mais adequado seria a utilização de marcadores genéticos de ancestralidade. Porém, essas limitações não inviabilizam as conclusões encontradas e apresentam novos aspectos que devem ser considerados nos próximos estudos.

Em resumo, o presente estudo identificou as características físicas e de estilo de vida relacionadas com a DMO de adolescentes do sexo feminino. Entre todos os fatores analisados no presente estudo, o peso corporal, a idade e a maturação sexual foram os principais fatores relacionados com a DMO das adolescentes, o que sugere que os próximos estudos devem considerar esses fatores para controlar as variações da DMO de adolescentes do sexo feminino. Ademais, os fatores relacionados ao estilo de vida, mesmo tendo uma parcela de contribuição menor em relação às características físicas, também podem influenciar os ganhos da DMO durante a adolescência, mas novos estudos devem ser realizados para identificar se a contribuição desses fatores pode ser alterada em outras fases da vida.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo recebeu apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº MCT/CNPq – 02/2006 – Universal – 475438/2006-0) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

13. Santos LC, Cintra IP, Fisberg M, Castro ML, Martini LA. Associação entre a perda de peso, a massa óssea, a composição corporal e o consumo alimentar de adolescentes obesos pós-púberes. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008;52:1001-8.
14. Fonseca RMC, Pereira RW, França NMD. Conteúdo e densidade mineral óssea de adolescentes do sexo feminino. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano (Online)* 2011;13:359-60.
15. Tanner J. Growth at Adolescence. Oxford, UK: Blackwell Scientific, 1962.
16. Silva DAS, Pelegrini A, Petroski EL, Gaya ACA. Comparação do crescimento de crianças e adolescentes brasileiros com curvas de referência para crescimento físico: dados do Projeto Esporte Brasil. *Jornal de Pediatria* 2010;86:115-20.
17. El Hage R, Jacob C, Moussa E, Groussard C, Pineau JC, Benhamou CL, et al. Influence of the weight status on bone mineral content and bone mineral density in a group of Lebanese adolescent girls. *Joint Bone Spine* 2009;76:680-4.
18. Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, PB. C. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone* 2005;37:474-81.
19. Hall SJ. *Biomecânica Básica*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
20. Parra F, Amado R, Lambertucci J, Rocha J, Antunes C, Pena S. Color and genomic ancestry in Brazilians. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2003;100:177-82.
21. Ralston SH, Galwey N, McKay I, Albarga OM, Cardon L, Compston JE, et al. Loci for regulation of bone mineral density in men and women identified by genome wide linkage scan: the FAMOS study. *Hum Mol Genet* 2005;14:943-51.
22. Shaffer JR, Kammerer CM, Reich D, McDonald G, Patterson N, Goodpaster B, et al. Genetic markers for ancestry are correlated with body composition traits in older African Americans. *Osteoporos Int* 2007;18:733-41.
23. National Institute Health. Optimal calcium intake. *Journal of the American Medical Association* 1994;272:1942-8.
24. Bailey DA, Martin AD, McKay HA, Whiting S, Mirwald R. Calcium accretion in girls and boys during puberty: a longitudinal analysis. *J Bone Miner Res* 2000;15:2245-50. Epub 2000/11/25.
25. Frost HM. Bone "mass" and the "mechanostat": a proposal. *Anat Rec* 1987;1:1-9.