

**WELLINGTON ROBERTO GOMES DE CARVALHO**

**ULTRASSONOGRRAFIA QUANTITATIVA DAS FALANGES  
E COMPOSIÇÃO CORPORAL EM  
ESCOLARES DE BAIXO NÍVEL SOCIOECONÔMICO**

**CAMPINAS**

**Unicamp**

**2011**

**WELLINGTON ROBERTO GOMES DE CARVALHO**

**ULTRASSONOGRAFIA QUANTITATIVA DAS FALANGES  
E COMPOSIÇÃO CORPORAL EM  
ESCOLARES DE BAIXO NÍVEL SOCIOECONÔMICO**

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

**ORIENTADOR:** PROF. DR. GIL GUERRA JÚNIOR

**CAMPINAS**

**Unicamp**

**2011**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNICAMP**

Bibliotecário: Rosana Evangelista Poderoso - CRB-8ª / 6652

C253u

Carvalho, Wellington Roberto Gomes de  
Ultrasonografia quantitativa das falanges e composição  
corporal em escolares de baixo nível socioeconômico /  
Wellington Roberto Gomes de Carvalho. Campinas, SP: [s.n.],  
2011.

Orientador: Gil Guerra Júnior  
Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Ultrasonografia. 2. Densidade óssea. 3. Composição  
corporal. 4. Escolares. 5. Falanges dos dedos da mão. I. Guerra  
Júnior, Gil. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade  
de Ciências Médicas. III. Título.

**Título em inglês: Quantitative ultrasonography of phalanges and body  
composition in schoolchildren of low socioeconomic status**

**Keywords:** • Ultrasonography  
• Bone density  
• Body composition  
• Schoolchildren  
• Finger phalanges

**Titulação: Doutor em Saúde da Criança e do Adolescente**

**Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente**

**Banca examinadora:**

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Gil Guerra Júnior**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ângela Maria Spinola-Castro**

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. José Espin Neto**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lília Freire Rodrigues de Souza Li**

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Miguel de Arruda**

**Data da defesa: 04-02-2011**

---

# Banca Examinadora de Tese de Doutorado

---

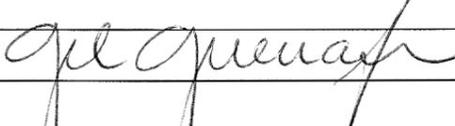
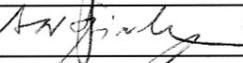
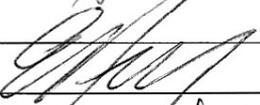
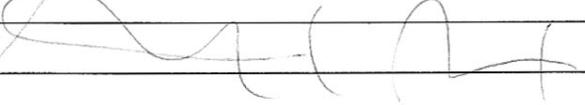
Aluno Wellington Roberto Gomes de Carvalho

---

---

**Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Gil Guerra Júnior**

---

<b>Membros:</b>	
Professor (a) Doutor (a) Gil Guerra Júnior	
Professor (a) Doutor (a) Ângela Maria Spinola-Castro	
Professor (a) Doutor (a) José Espin Neto	
Professor (a) Doutor (a) Lília Freire Rodrigues de Souza Li	
Professor (a) Doutor (a) Miguel de Arruda	

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

---

**Data: 04/02/2011**

---

## DEDICATÓRIA

À Deus pelas dádivas alcançadas.

Aos meus pais Carlos e Marinalva, e irmãos Wendell e Jovane,  
constantes fontes de amor, apoio e estímulo.

À minha querida e maravilhosa esposa, Sara, pela felicidade que trouxe  
à minha vida, pelo amor, paciência, permanente incentivo, companheirismo nos  
momentos mais difíceis, pela colaboração no estudo, e, sobretudo, por suportar e  
compreender minhas ausências em vários momentos de nossas vidas,  
muito obrigado **Amor...** Beijos!

Ao meu querido e amado filho, Miguel, que trouxe muita alegria e luz à  
minha vida, e meu maior motivo para sorrir... **Te amo filho!**

## AGRADECIMENTOS

---

Ao Prof. Dr. Gil Guerra Júnior, meu orientador, exemplo admirável de competência profissional, como Pediatra, Pesquisador e Professor. A essa pessoa muito especial e querida, que confiou e me recebeu de braços abertos no Ambulatório de Endocrinologia Pediátrica da FCM - UNICAMP, agradeço a amizade, oportunidade, dedicação, incentivo, paciência, otimismo e alegria cativante que tornaram a realização desse estudo de Doutorado uma atividade extremamente prazerosa. Quem tem a felicidade e o privilégio de trabalhar com o Dr. Gil, aprende muito!

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Ângela Maria Spinola-Castro, Prof. Dr. José Espin Neto, Profa. Dra. Lília Freire Rodrigues de Souza Li e o Prof. Dr. Miguel de Arruda, por aceitarem participar da defesa e pelas relevantes sugestões na redação final do estudo.

Ao Prof. Dr. André Moreno Morcillo e a Profa. Dra. Denise Barbieri Marmo, pelas discussões e valiosas sugestões no exame de qualificação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro concedido.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, FCM - UNICAMP, pela minha formação no ensino e na pesquisa científica, e a todos os Professores com quem tive o privilégio de aprender.

Aos amigos do Laboratório de Crescimento e Composição Corporal do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) - FCM - UNICAMP, Edson Farias dos Santos, Ezequiel Moreira Gonçalves, Roberto Régis Ribeiro e Alexandre Duarte Baldin.

À Simone Cristina Ferreira do CIPED - FCM, pela atenção e disponibilidade prestando-me auxílios importantes.

À Sônia Penido, pela disponibilidade em ajudar na logística da coleta de dados.

À Diretora da Escola Municipal “Professora Lydia Scalet Walker”, Francisco Morato (SP), Profa. Noemi Ruiz da Silva Pereira, ao Vice-Diretor Prof. Edinaldo Antônio Milan, e aos alunos e seus respectivos pais ou responsáveis pela colaboração no estudo.



# RESUMO

**Estrutura da tese:** No presente estudo optou-se pelo “Modelo Escandinavo”, o qual é chamado de “Modelo Alternativo” no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM - UNICAMP). Sendo assim, a tese foi composta por introdução geral, objetivos, capítulos (1 e 2) e conclusão geral. A introdução geral abordou aspectos sobre massa óssea e composição corporal, assim como os respectivos e principais estudos na área. Nos capítulos 1 e 2 encontram-se os artigos formatados segundo as normas específicas de cada periódico a que foram submetidos. Na conclusão geral foram apresentadas as principais conclusões dos dois artigos. As referências bibliográficas foram apresentadas no final de cada capítulo e da tese. A seguir, foram apresentadas as principais informações que se referem à estruturação dos dois capítulos da tese.

**Objetivo:** Os objetivos do presente estudo foram: **(1)** avaliar as alterações na quantidade óssea em relação à idade, peso, altura, índice de massa corporal, nível socioeconômico e estadio puberal em estudantes de baixo nível socioeconômico e **(2)** avaliar a influência da composição corporal sobre a massa óssea em crianças e adolescentes. **Materiais e Métodos:** Participaram do estudo 270 estudantes saudáveis de baixo nível socioeconômico, de ambos os sexos com idades entre 7 e 19 anos. Por métodos antropométricos foram avaliados o peso e a estatura e calculados o índice de massa corporal (IMC), massa gorda, índice de massa gorda e percentual de gordura corporal, circunferência da cintura e do quadril e a relação cintura-quadril. A quantidade óssea (*Amplitude Dependent Speed of Sound, AD-SoS*) foi avaliada por meio de transmissão de sinais de ultrassom nas falanges utilizando-se a terceira geração do equipamento DBM Sonic BP (IGEA, Carpi, Italy). Para cálculo do z score da AD-SoS foram usados a média e o desvio-padrão para idade e gênero de acordo com dados presentes no *software* do aparelho. Foi realizada a análise descritiva dos dados, e aplicaram-se os testes de *Wilcoxon*, *Mann-Whitney*, coeficiente de correlação linear de

*Spearman* e análise de regressão linear múltipla *stepwise* com significância de 5%. **Resultados:** No estudo longitudinal, observou-se que meninos e meninas apresentaram em geral ganho significativo de peso, altura e IMC, porém com diminuição da AD-SoS entre os meninos mais jovens e as meninas mais velhas. Porém, o z score da AD-SoS girou em torno de zero na segunda avaliação para todas as idades e ambos os sexos. Em ambos os sexos AD-SoS apresentou correlações significativas com idade, peso e altura, e IMC após um ano nos meninos e nas duas avaliações nas meninas, sendo a idade a única preditora nos meninos nas duas avaliações, e a idade, a altura, o estadio púbere e o IMC preditores na primeira avaliação, e a idade, o estadio púbere e o IMC preditores na segunda avaliação para as meninas. No estudo transversal, observou-se que as meninas apresentaram maior massa óssea em relação aos meninos com o avanço da idade e do estadio puberal. Em ambos os sexos, a massa óssea apresentou correlações significativas com idade, peso, altura, IMC, circunferência da cintura e quadril; com massa gorda, índice de massa gorda e percentual de gordura corporal apenas nas meninas; e correlação negativa com a relação cintura-quadril em ambos os sexos. A idade e a altura foram preditoras nos meninos e a idade, o estadio púbere e o índice de massa gorda preditores nas meninas. **Conclusão:** Apesar do aumento do peso, da altura e do avanço do estadiamento puberal, após um ano de acompanhamento não ocorreu um ganho proporcional de massa óssea neste grupo de estudantes de baixo nível socioeconômico; e a correlação entre massa óssea e composição corporal ocorreu em ambos os sexos, porém, apenas nas meninas, o índice de massa gorda foi preditor da massa óssea.

**Palavras-chave:** ultrassonografia, densidade óssea, composição corporal, escolares, falange dos dedos da mão.



# **ABSTRACT**

**Structure of the thesis:** In this study we opted for the "Scandinavian Model", which is called "Alternative Model" in the Post-Graduate Program of Child and Adolescent Health of the Faculty of Medical Sciences, at State University of Campinas (FCM - UNICAMP). Thus, the thesis was composed of general introduction, objectives, chapters (1 and 2) and general conclusion. The general introduction approached aspects on bone mass and body composition as well as the major studies in the area. Chapters 1 and 2 contain the articles formatted according to the specific rules of the journals to which they were submitted. In general conclusion we presented the main conclusions of the two articles. References were presented at the end of each chapter and of the thesis. Next, we present the main information that refers to the structuring of the two chapters of the thesis. **Objectives:** The objectives of this study were: **(1)** to evaluate changes in bone density for age, weight, height, body mass index, socioeconomic status, and pubertal stage in Brazilian students from low socioeconomic status and **(2)** to evaluate the influence of body composition on the bone mass in healthy students of low socioeconomic status. **Materials and Methods:** The study included 270 healthy students of low socioeconomic status, of both genders aged 7 and 19 years. Anthropometric methods, weight and height, were obtained to calculate the body mass index (BMI), fat mass, fat mass index and percentage body fat, waist and hip circumferences were also obtained and the waist-hip ratio was calculated. The bone quantity (Amplitude Dependent Speed Sound, AD-SoS) was evaluated by means of signal transmission of ultrasound at the phalanges using the third generation of DBM Sonic BP device (Igea, Carpi, Italy). To calculate the z score of the AD-SoS, the mean and standard deviation for age and gender according to data on the device software were used. A descriptive analysis of the data was performed, followed by the Wilcoxon and Mann-Whitney tests, correlation coefficient and Spearman's analysis of stepwise linear regression with a

significance of 5%. **Results:** In a longitudinal study, we observed that boys and girls showed a significant gain in overall weight, height and BMI, but with reduced AD-SoS among younger boys and older girls. However, z scores of AD-SoS was around zero in the second assessment for all ages and both genders. In both genders AD-SoS was significantly correlated with age, weight and height, and BMI after one year in boys and girls in both evaluations. Age was the only predictor among boys in both evaluations. Among girls, age, height, pubertal stage and BMI were predictors in the first evaluation, and age, pubertal stage and BMI in the second. A cross-sectional study showed that girls had higher bone mass than boys with advancing age and pubertal stage. In both sexes, bone mass was significantly correlated with age, weight, height, BMI, waist circumference and hip. Correlation with fat mass, fat mass index and percentage of body fat was observed only in girls, and there was negative correlation with waist -hip in both genders. Age and height were predictors for boys and age, pubertal stage and fat mass index predictors for girls. **Conclusion:** Despite the increase in weight, height and advancement of pubertal stage, after a year of monitoring there was not a proportional gain of bone mass in this group of Brazilian students from low socioeconomic level; and girls tended to have higher body fat and higher bone density compared with boys, with a contribution of adiposity on bone density for the group of girls.

**Keywords:** Ultrasonography, Bone density, Body composition, Schoolchildren, Finger phalanges.

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

<b>ABEP</b>	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
<b>AD-SoS</b>	<i>Amplitude Dependent Speed of Sound</i>
<b>BMI</b>	<i>Body Mass Index</i>
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CC</b>	Circunferência da cintura
<b>CeCAES</b>	Centro de Ciências Aplicadas à Educação e Saúde
<b>CEP</b>	Comitê de Ética em Pesquisa
<b>CIPED</b>	Centro de Investigação em Pediatria
<b>cm</b>	Centímetro
<b>CNPq</b>	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>CQ</b>	Circunferência do quadril
<b>DEXA</b>	<i>Dual Energy X Ray Absorptiometry</i>
<b>DP</b>	Desvio-Padrão
<b>DPA</b>	<i>Dual Photon Absorptiometry</i>
<b>Dr.</b>	Doutor
<b>Dra.</b>	Doutora
<b>DXR</b>	<i>Digital X-Ray Radiogrammetry</i>
<b>Eds.</b>	Editores
<b>et al</b>	e outros
<b>FCM</b>	Faculdade de Ciências Médicas
<b>g</b>	Grama
<b>g/cm</b>	Grama por Centímetro

<b>g/cm<sup>2</sup></b>	Gramas por Centímetro Quadrado
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	Gramas por Centímetro Cúbico
<b>GC</b>	Gordura Corporal
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IFSULDEMINAS</b>	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corporal
<b>IMG</b>	Índice de Massa Gorda
<b>kg</b>	Quilograma
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Quilograma por Metro Quadrado
<b>m</b>	Metro
<b>M</b>	Média
<b>m/s</b>	Metros por Segundo
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro ao Quadrado
<b>Md</b>	Mediana
<b>MG</b>	Massa Gorda
<b>mg/cm<sup>3</sup></b>	Miligramas por Centímetro Cúbico
<b>Mhz</b>	Mega Hertz
<b>mm</b>	Milímetro
<b>n</b>	Amostra
<b>p</b>	Valor de Significância Estatística
<b>p.</b>	Página
<b>PÁG.</b>	Página
<b>PMO</b>	Pico de Massa Óssea

<b>pQCT</b>	<i>Peripheral Quantitative Computed Tomography</i>
<b>Prof.</b>	Professor
<b>Profa.</b>	Professora
<b>QCT</b>	<i>Quantitative Computed Tomography</i>
<b>QMR</b>	<i>Quantitative Magnetic Resonance</i>
<b>QUS</b>	<i>Quantitative Ultrasound</i>
<b>r</b>	Coeficiente de Correlação de <i>Spearman</i>
<b>RCQ</b>	Relação Cintura-Quadril
<b>RG</b>	Registro Geral
<b>SBE</b>	Dobra Cutânea Subescapular
<b>SP</b>	São Paulo
<b>SPA</b>	<i>Single Photon Absorptiometry</i>
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
<b>Suppl</b>	Suplemento
<b>SXA</b>	<i>Single X Ray Absorptiometry</i>
<b>TRI</b>	Dobra Cutânea Tricipital
<b>UNICAMP</b>	Universidade Estadual de Campinas
<b>URL</b>	<i>Uniform Resource Location</i>
<b>WHO</b>	World Health Organization
<b>www</b>	<i>World Wide Web</i>
<b>z</b>	Escore de Desvio-Padrão

## LISTA DE SÍMBOLOS

---

-	Menos
%	Percentual
±	Mais ou menos
/	Dividido por
+	Mais
<	Menor
=	Igual
Δ%	Varição Percentual

**Capítulo 1**

<b>Tabela 1</b>	Dados da média (M), mediana (Md), desvio-padrão (DP), da AD-SoS (m/s e escore z) de acordo com a idade (anos), estadio puberal, sexo na primeira e segunda avaliação, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	72
<b>Tabela 2</b>	Coeficiente de correlação linear de <i>Spearman</i> da AD-SoS na primeira e segunda avaliação de acordo com o sexo e variáveis antropométricas, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	73
<b>Tabela 3</b>	Análise de regressão linear múltipla <i>stepwise</i> da AD-SoS em relação a primeira e segunda avaliação e ao sexo, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	74

**Capítulo 2**

<b>Tabela 1</b>	Dados da média, (M), mediana (Md), desvio-padrão (DP), da idade (anos), variáveis antropométricas e composição corporal, em relação ao sexo e estadio puberal, em relação ao gênero, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	88
<b>Tabela 2</b>	Dados da média (M), mediana (Md), desvio-padrão (DP), da AD-SoS (m/s) de acordo com a idade (anos), estadio puberal e sexo, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	89
<b>Tabela 3</b>	Coeficiente de correlação linear de <i>Spearman</i> da quantidade óssea AD-SoS (m/s) de acordo com o sexo, variáveis antropométricas e composição corporal, e análise de regressão linear multivariada da AD-SoS em relação ao sexo, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	90

**Introdução**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Equipamento DBM <i>Sonic</i> BP (IGEA, Carpi, Italy) e posicionamento do compasso na metáfise distal da mão para realização da avaliação.....	47

**Capítulo 1**

<b>Figura 1</b> Seleção dos estudantes da amostra.....	70
<b>Figura 2</b> Mudanças do peso (kg), da altura (cm), e do índice de massa corporal (IMC) (Kg/m <sup>2</sup> ) em relação ao sexo na primeira e segunda avaliação, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	70
<b>Figura 3</b> Mudanças do peso (kg), da altura (cm), e do índice de massa corporal (IMC) (Kg/m <sup>2</sup> ) em relação ao sexo e estadio puberal na primeira e na segunda avaliação, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.....	71

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMO</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>1- INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	35
<b>2- OBJETIVOS</b> .....	49
<b>3- CAPÍTULOS</b> .....	53
<b>3.1- Capítulo 1</b> .....	55
<b>3.2- Capítulo 2</b> .....	75
<b>4- CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	91
<b>5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	95
<b>6- ANEXOS</b> .....	115
<b>6.1- Anexo 1- Aprovação do Comitê de Ética</b> .....	117
<b>6.2- Anexo 2- Avaliação Socioeconômica</b> .....	119
<b>7- APÊNDICES</b> .....	123
<b>7.1- Apêndice 1- Termo de Consentimento Enviado à Escola</b> .....	125
<b>7.2- Apêndice 2- Termo de Consentimento Enviado aos Pais</b> .....	129
<b>7.3- Apêndice 3- Ficha de Avaliação</b> .....	133



# **1- INTRODUÇÃO GERAL**

A osteoporose é um grave problema de saúde pública, que afeta um número crescente de pessoas em todo o mundo (Samelson e Hannan, 2006; Ioannidis et al., 2009). Segundo a Organização Mundial de Saúde, a osteoporose é considerada uma doença esquelética sistêmica progressiva caracterizada por baixa massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo, levando à fragilidade e conseqüente aumento no risco de fratura (WHO, 1994).

Em geral, a osteoporose e as fraturas relacionadas têm sérias conseqüências físicas, psicológicas e financeiras, gerando encargos significativos sobre os indivíduos, as famílias dos afetados, a sociedade e onerando muito serviços de saúde (Lorrain et al, 2003).

Atualmente, sabe-se que a osteoporose deixou de ser um problema exclusivo de adultos e idosos, tendo em vista que grande parte da densidade mineral óssea nestas fases da vida depende, na verdade, da quantidade de massa óssea adquirida desde a fase fetal e, especificamente durante a época da puberdade (Brandão e Vieira, 1999; van der Sluis e Muinck Keizer-Schrama, 2001; Silva et al., 2007; Tan et al., 2007).

A puberdade compreende o período de transição entre a infância e a idade adulta cuja fase é marcada pelo estirão do crescimento, mudanças na composição corporal, desenvolvimento das características sexuais secundárias e culmina com a capacidade reprodutiva (Buck Louis et al., 2008; Euling et al., 2008; Lomba-Albrecht e Styne, 2009), e destaca-se como período crucial para a aquisição do pico de massa óssea (Abrams et al., 1997; Jones et al., 2001). Após o término da puberdade, a velocidade de ganho anual de densidade mineral óssea diminui progressivamente até aproximadamente a terceira década de vida, quando é atingido o pico de massa óssea (Silva et al., 2004).

A infância e a adolescência são consideradas as fases mais importantes para aquisição do pico de massa óssea, definido como a quantidade máxima de massa óssea atingida pelo adulto jovem. O acúmulo de massa óssea ao longo da vida sugere uma importante contribuição de fatores ambientais, aliados a fatores

genéticos e hormonais (Bonjour et al., 1994; Ruiz et al., 1995; Mora e Gilsanz, 2003). Vale ressaltar que a prevenção deve ser focalizada não somente na perda óssea, mas principalmente na obtenção do pico de massa óssea ideal (Heaney et al., 2000), podendo este contribuir com aproximadamente 50% na variação do conteúdo mineral ósseo até a idade de 65 anos (Nordström et al., 1995; Mora e Gilsanz, 2003; Wu et al., 2008).

A saúde óssea depende de três prováveis fatores que se inter-relacionam: os níveis de hormônios circulantes que agem no processo de calcificação, a sobrecarga mecânica imposta ao esqueleto, além da ingestão adequada de cálcio e vitamina D e a sua produção (Heaney, 2000).

O cálcio é essencial para formação e manutenção dos ossos e dentes. Além disso, este mineral está envolvido no transporte de membranas celulares, ativação ou liberação de enzimas, contração muscular e na transmissão de impulsos nervosos (regulação da batida cardíaca). Quando não ingerimos quantidades suficientes de cálcio na alimentação ele, é retirado dos ossos, enfraquecendo-os, podendo causar fraturas (Czajka-Narins, 2005).

A vitamina D é um pró-hormônio (Greer, 2004) essencial para o crescimento e desenvolvimentos normais, é importante para a formação dos ossos (é necessária para a absorção do cálcio e para deposição de cálcio nos ossos) e dos dentes porque é responsável por fixar o cálcio e o fósforo (Holick, 2006). Exerce função na imunidade, reprodução e secreção de insulina. A vitamina D também está envolvida no crescimento ósseo, pois estimula a diferenciação dos condrócitos da placa de crescimento (Palmer e Hirschhorn, 2003). A deficiência, ingestão inadequada e a má absorção, de vitamina D pode levar a má formação óssea causando raquitismo que tem como característica marcante baixa estatura e crescimento deficiente; enfraquecimento dos ossos (descalcificação) e dos dentes (cáries) em crianças; e osteomalácia e osteoporose em adultos (Docio et al., 1998).

Devido ao fato deste nutriente também estar disponível pela ação da luz solar nos tecidos subcutâneos, a quantidade necessária pelas fontes dietéticas depende de fatores tais como a localização geográfica e o tempo passado fora de casa. Para estimular e aumentar a produção de vitamina D pelo organismo é importante tomar sol e praticar atividade física (Holick, 1995).

Nutrição e crescimento estão intrinsecamente associados, já que as crianças não conseguem alcançar seus potenciais genéticos de crescimento se não tiverem atendido suas necessidades nutricionais básicas, acarretando déficits estaturais para sua idade (Rivera et al., 2003). O atraso de crescimento é altamente prevalente entre crianças em países de baixa renda. No Brasil, uma causa frequente de baixa estatura é a desnutrição crônica (ingestão calórica e protéica inadequada), sendo esta de manifestação pré-natal ou pós-natal (Onis e Blössner, 2003).

Assim, a saúde óssea passou a ser um tema de grande interesse científico, tendo em vista que a quantidade de massa óssea atingida no período da infância e da adolescência é marcada por uma importante taxa de formação óssea, com predomínio da formação em relação à reabsorção. Vale lembrar ainda que, na fase adulta os processos se estabilizam e a partir da quarta década de vida especialmente no gênero feminino, ocorre predomínio da reabsorção óssea (Wüster et al., 2000; Maalouf et al., 2007).

Embora não haja consenso sobre a idade em que o pico de massa óssea ocorre, vários autores consideram a infância e a adolescência como os períodos de maior aumento na massa óssea, para ambos os sexos (Abrams et al., 1997; Crawford et al. 2002; Cromer e Harel, 2000). Cerca de 40% de sua massa óssea total é acumulada durante as transformações dos eventos pubertários da adolescência (Cromer e Harel, 2000).

Estudos sugerem que o pico de massa óssea pode ser atingido por volta dos 20 anos (Lu et al., 1994; Young et al., 1995; Sabatier et al., 1996), porém outros estudos demonstram variações desde a adolescência até por volta

dos 30 anos de idade (Bonjour et al., 1994; Teegarden et al., 1995). Considerando a variabilidade do pico de massa óssea desde a adolescência, vale lembrar que a maturação sexual apresenta grande variação entre indivíduos e populações quanto à idade de início ou fim, à velocidade que se expressam e suas inter-relações, independentemente de etnia, gênero ou ambiente em que o indivíduo vive apesar de condições de vida relativamente similares (Parent et al., 2003). A variabilidade da maturação sexual sugere, ainda, uma importante contribuição de fatores ambientais, aliados a fatores genéticos (Palmert e Hirschorn, 2003; van Weissenbruch e Delemarre-van de Waal, 2006; Gajdos et al., 2009).

Vários são os estudos que avaliaram os efeitos do gênero, antropométricos, puberdade, socioeconômicos e da composição corporal sobre a massa óssea, no entanto, seus resultados ainda são bastante controversos. Brandão et al. (1999) e Fonseca et al. (2001), utilizando-se o DEXA (*Dual-Energy X-Ray Absorptiometry*), avaliaram o conteúdo e a densidade mineral óssea em crianças e adolescentes e demonstraram que não houve diferença entre os gêneros, com exceção na puberdade, onde as meninas apresentaram maior massa óssea. Santos et al. (2008), avaliando a quantidade e qualidade óssea, em 99 escolares com idades entre 6 e 10 anos, demonstraram que as meninas apresentavam melhor quantidade e similar qualidade óssea em relação aos meninos.

Em crianças pré-púberes, há uma grande correlação entre massa óssea na coluna lombar e no fêmur com a altura (Bonjour et al., 1991). Em um estudo longitudinal, Cadogan et al. (1998) observaram em meninas púberes, uma dissociação entre o estirão de crescimento e o ganho de massa óssea do corpo inteiro. Não houve correlação entre os dois parâmetros e o ganho de altura não foi preditivo para o ganho de massa óssea. O pico na velocidade de ganho estatural ocorreu dois anos antes da menarca, enquanto que o pico de incremento na massa óssea coincidiu com a menarca. Estes resultados foram confirmados por outras pesquisas (Theintz et al., 1992; Lu et al., 1994).

Outros estudos enfatizaram a importância da puberdade das jovens para a aquisição da massa óssea, mostrando que o ganho em meninas é reduzido após 15 anos ou entre o segundo e quarto ano após a menarca (Katzman et al., 1991). No estudo de Hui et al. (2003), realizado com crianças e adolescentes de 4 a 16 anos, foi observado que idade, gênero, estádios puberais e o tamanho corporal juntos explicariam aproximadamente 92% da variação da massa óssea.

Bass et al. (1999) observaram que o pico de massa óssea no corpo total ocorreu na época da menarca, ao passo que o aumento na densidade mineral óssea da coluna lombar e fêmur ocorreu após a menarca. Além disso, a massa óssea parece aumentar principalmente nos 12 meses antes e depois da época da menarca, sendo que aos 17 anos atinge cerca de aproximadamente 93% do conteúdo mineral e 94% da densidade volumétrica (Magarey et al., 1999). De acordo com a literatura, o aumento da massa óssea coincide com os estádios de maturação sexual III e IV de Tanner (Silva et al., 2004).

Assim como a osteoporose, a obesidade atingiu proporções epidêmicas em todo o mundo. Estudos indicam que o número de crianças com sobrepeso, com idades entre 6 e 17 anos, duplicou em três décadas (Troiano et al., 1995) e que também aumentou entre as crianças de baixa renda (Mei et al., 1998).

Durante a última década, o aumento da obesidade foi observado nos Estados Unidos (Ogden et al., 2006), Europa (Chinn e Rona, 2001; Rolland-Cachera, et al., 2002), Canadá (Tremblay e Willms, 2000), Austrália (Cameron et al., 2003; Ball et al., 2001; Lazarus et al., 2000), China (Hu et al., 2000; Wang et al., 2000), assim como no Brasil (IBGE, 2006), elegendo a obesidade como o mais grave e urgente problema de saúde pública (Lobstein et al., 2004; Casazza et al., 2009).

Verifica-se que a epidemia global da obesidade associa-se a múltiplos problemas crônicos de saúde tais como, *diabetes mellitus*, doença cardiovascular e hipertensão (Daniels et al., 2005; Hannon et al., 2005; Kelishadi, 2007; Nathan e Moran, 2008; Misra e Khurana, 2008; Parisi e Goodman, 2008).

Em contraste com tais consequências, a literatura aponta que a obesidade pode ser um fator protetor para ocorrência de fraturas e baixa densidade óssea (Kirchengast et al., 2001; Knobe e Barrett-Connor, 2003; Liu et al., 2004; Gjesdal et al., 2008).

Estudos recentes têm ressaltado a importância da serotonina na regulação da massa óssea. Resultados de estudos intrigaram os pesquisadores com o fato de que pacientes que tomavam inibidores seletivos da recaptação da serotonina, eram mais propensos ao desenvolvimento da massa óssea, hiperfagia e ganho de peso (Laekeman et al., 2008; Ziere et al., 2008; Richards et al., 2007; Haney et al., 2007; Kaye et al., 1998). Este dado clínico sugere que a serotonina cerebral regula, direta ou indiretamente, a remodelação óssea e o apetite.

Em 2009, Yadav et al. em um estudo com camundongos desativaram a enzima triptofano hidroxilase 2 no tronco cerebral, responsável pela produção de serotonina no cérebro, e observaram que com a falta de serotonina os camundongos apresentaram três fenótipos: osteopenia, anorexia e aumento do gasto energético. A existência destas alterações fenotípicas sugerem que o derivado de serotonina no cérebro pode ser um regulador da remodelação óssea e do metabolismo energético. Além disso, os autores observaram que os camundongos com deficiência de triptofano hidroxilase 2 apresentaram redução na massa adiposa, devido ao fato de que esses animais comeram menos e gastaram mais energia.

Desse modo, o estudo demonstrou que a serotonina no cérebro favorece o acúmulo de massa de óssea e diminui o gasto energético atuando através do receptor serotoninérgico (Htr2c), que se expressa nos neurônios do núcleo hipotalâmico ventral e medial, e o mediador periférico da regulação de serotonina no cérebro da massa óssea é o sistema nervoso simpático, atuando através dos receptores adrenérgicos ( $\beta$ 2) expressos nos osteoblastos.

O peso corporal tem sido sempre associado positivamente à massa óssea (Teegarden et al., 1995), sendo um dos mais importantes fatores na predição da densidade e do conteúdo mineral ósseo. Os dois maiores componentes do peso corporal, massa muscular e massa de gordura, estão correlacionados com o ganho de densidade mineral total no esqueleto, embora o músculo tenha o maior valor preditivo segundo alguns autores (Slemenda et al., 1994; Henderson et al., 1995; Bradney et al., 1998).

Outros estudos sugerem que em populações jovens, a massa magra é uma preditora de massa óssea (Goulding et al., 2000; Lazcano-Ponce et al., 2003), enquanto que a adiposidade estaria associada com a baixa massa óssea e o maior risco de fraturas (Goulding et al., 2000). A época, a duração e a magnitude do estirão de crescimento puberal também se relacionam diretamente com a aquisição de massas gorda e magra, bem como da mineralização óssea, ou seja, o adequado pico de massa óssea é um fator crítico para o risco tardio do desenvolvimento de osteoporose (Guerra-Júnior, 2006).

Pritrobelli et al. (2002), avaliando crianças e adolescentes na faixa etária entre 5 e 17 anos, verificaram correlação significativa entre a massa magra e a massa gorda com a massa óssea. De acordo com a literatura, acredita-se que a maior quantidade de tecido adiposo observada nos obesos possa contribuir para o incremento da aromatização de andrógenos em estrógenos, e conseqüentemente, aumentar a concentração circulante de esteróides sexuais, que influenciam positivamente a massa óssea (Tremollieres et al., 1993; Ricci et al., 2001; Bouillon et al., 2004; Lorentzon et al., 2005).

Estudos realizados por Leonard et al. (2004) e Rocher et al. (2008) demonstraram que as crianças obesas parecem ter ossos mais densos do que os controles, sugerindo que o peso corporal pode melhorar a mineralização óssea, aumentando a carga mecânica sobre o osso. Marie et al. (2000), concordam que o efeito protetor do peso corporal sobre a densidade óssea pode ser atribuído ao estresse imposto ao esqueleto devido à carga mecânica. Teoricamente, o osso se adapta tornando-se mais denso e forte com a demanda do aumento de peso

corporal. No estudo de Hui et al. (2003), realizado com crianças e adolescentes de 4 a 16 anos, foi observado que a idade, o gênero, os estádios puberais e o tamanho corporal juntos explicariam aproximadamente 92% da variação da massa óssea.

Verifica-se que o nível socioeconômico também exerce influência sobre a massa óssea. Estudos demonstram que adolescentes saudáveis de alto nível socioeconômico apresentam maior massa óssea comparados àqueles de baixo nível socioeconômico (Arabi et al., 2004; Marwaha et al., 2005).

Deve-se ressaltar o caráter multifatorial da aquisição de massa óssea, sendo vários os fatores relacionados com a aquisição, manutenção e perda óssea, além de alterar a idade em que o pico de massa óssea é atingido (Lewin et al., 1997). Portanto, alguns destes fatores não são modificáveis, tais como gênero, idade, raça e genética. No entanto, outros são tidos como modificáveis, tais como sedentarismo, consumo de tabaco, cálcio e cafeína (Szejnfeld et al., 1995). As avaliações da massa óssea têm sido muito utilizadas tanto no adulto como nas crianças para estudar doenças ósseas primárias ou secundárias, a osteoporose, a osteopenia e o risco de fraturas (Guerra-Junior, 2006).

Pode-se inferir então que a quantidade de massa óssea atingida no pico de sua formação é um dos fatores mais importantes para se prever o risco de fratura. Uma das formas de solucionar este grave problema é implantar métodos para o diagnóstico precoce da osteoporose. O diagnóstico deve ser feito na fase assintomática da doença para que se possa intervir e prevenir a perda óssea. Este diagnóstico precoce, no entanto, depende de exames altamente especializados e caros.

Neste sentido, várias técnicas incluindo a absorptometria por emissão simples de fótons (SPA - *single photon absorptometry*), emissão simples de raios X (SXA - *single X-ray absorptometry*), dupla emissão de fótons (DPA - *dual photon absorptometry*), dupla emissão de raios X (DEXA - *dual-energy X-ray absorptometry*), tomografia computadorizada quantitativa (QCT - *quantitative*

*computed tomography*), tomografia computadorizada quantitativa periférica (pQCT - *peripheral quantitative computed tomography*), ressonância magnética quantitativa (QMR - *quantitative magnetic resonance*), raio X digital (DXR - *digital X-ray radiogrammetry*) e a ultrassonografia quantitativa (QUS - *quantitative ultrasound*), têm sido utilizadas para avaliar a geometria óssea (Bradney et al., 1998; Haapasalo et al., 2000; Woodhead et al., 2001; Micklesfield et al., 2004).

Com exceção da ultrassonografia quantitativa, que mede a velocidade de propagação e atenuação do ultrassom no osso, todos os demais métodos utilizam radiação ionizante. Desse modo, uma fonte de radionucleotídeos ou um tubo de raios X são usados para gerar um feixe de radiação que é absorvido parcialmente pelo tecido ósseo. Um sistema detector avalia a quantidade de radiação absorvida e os dados coletados são computadorizados e comparados a padrões internacionais obtidos de uma população com densidade mineral óssea normal (Gowin e Felsenberg, 1996).

Densidade é a relação entre peso e volume de um material e a sua unidade de medida é o grama por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ). A densidade mineral óssea mensurada por SPA, SXA, DPA ou DEXA, é a relação entre a quantidade de minerais presentes na área projetada de osso, ou seja, é a avaliação bidimensional de uma variável tridimensional, empregando grama por centímetro quadrado ( $\text{g/cm}^2$ ) como unidade. A QCT, método considerado o mais preciso, avalia a densidade com a verdadeira medida de volume em miligramas por centímetro cúbico ( $\text{mg/cm}^3$ ), porém, este método não é freqüentemente indicado em crianças e mulheres em idade fértil, pois emprega altas doses de radiação ionizante (Kreipe, 1992; Gowin e Felsenberg, 1996; Chan e Bishop, 2002).

Entre os métodos supracitados, que usam radiação ionizante, o DEXA é o mais utilizado na avaliação da massa óssea em crianças, pois é rápido, preciso e utiliza quantidade baixa de radiação ionizante (Slosman et al., 1995; Carrascosa et al., 1996; Horlick et al., 2004; Canhão et al., 2004). A técnica da DEXA baseia-se na atenuação sofrida pelos raios X ao atravessar tecidos do corpo, de forma que os dois tipos de energia padronizados nestes raios

possibilitam diferenciar os vários tecidos corporais, dividindo o organismo em tecido ósseo, conteúdo e densidade mineral óssea, massa gorda e massa magra (Lazaretti-Castro, 2004).

O conteúdo mineral ósseo é a quantidade de mineral presente na extensão de osso avaliada. Por convenção, usa-se o grama (g) como unidade para o conteúdo mineral ósseo aferido pela DEXA. Para SPA, SXA e DPA, utiliza-se grama por centímetro (g/cm) (Gowin e Felsenberg, 1996). Desse modo, dividindo esta variável pela área, obtém-se a densidade mineral óssea em  $\text{g/cm}^2$ , ou seja, uma densidade de área, não volumétrica. Este é um dos problemas na interpretação da densidade mineral óssea avaliada pela DEXA na faixa etária pediátrica, pois a geometria e o tamanho do osso durante o crescimento e o desenvolvimento variam consideravelmente. Uma vez que a área não aumenta na mesma proporção que o volume do osso, a densidade mineral óssea verdadeira pode ser superestimada em ossos grandes e subestimada em ossos pequenos (Kröger, 1996; Chan e Bishop, 2002; Campos et al., 2003; Lazaretti-Castro, 2004). Na verdade, as medidas de densidade mineral óssea realizadas pela DEXA não representam a densidade mineral óssea real em  $\text{g/cm}^3$ , mesmo assim, as medidas centrais e periféricas da DEXA têm sido amplamente utilizadas e aceitas (Phillipov et al., 2000).

Diante disto, desde a última década, o emprego da ultrassonografia quantitativa (QUS - *quantitative ultrasound*), por meio do equipamento DBM *Sonic* tem se solidificado no campo investigativo (Wüster e Hafji, 2001), sendo aceito como método de predição de risco de fratura, diagnóstico e monitoramento da osteoporose. A QUS é um método isento de radiação ionizante, portátil e econômico, quando comparado ao DEXA, tanto em termos de custo de equipamento, quanto em termos da execução pelo qual muitos exames podem ser realizados em curto espaço de tempo (Lu et al., 1996; Wren et al., 2005). Além de mensurar a massa óssea, o método QUS avalia a microarquitetura óssea como a conectividade e espaçamento das trabéculas (Ringa et al., 1994).

O equipamento de ultrassonografia utilizado neste estudo (Figura 1) é provido de um compasso que acopla dois transdutores (emissor e receptor) de 12mm de diâmetro cada, sendo estes de alta precisão ( $\pm 0,02\text{mm}$ ). O compasso é posicionado no ponto anatômico da metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (II a V) na mão não-dominante do paciente, o transdutor emissor emite uma onda sonora de 1,25Mhz, que perpassa, transversalmente, os elementos constitutivos do tecido ósseo (camada cortical, micro-estruturas trabeculares e matriz de colágeno), o transdutor receptor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange (Lu et al., 1996; Wren et al., 2005).



**Figura 1-** Equipamento DBM *Sonic BP* (IGEA, Carpi, Italy) e posicionamento do compasso na metáfise distal da mão para realização da avaliação.

A avaliação realizada na região da metáfise das falanges (II a V) foi escolhida como sítio ideal para avaliar toda a faixa etária da população por suas inúmeras indicações: praticidade e instrumento de medida apropriado, exclusivos tipos de ossos (endostal, trabecular e cortical) e, sobretudo em decorrência das mãos sofrerem precocemente mudanças estruturais que são muito sensíveis a reabsorção de massa óssea (Kleerekoper et al., 1994; lanetta, 2006).

O parâmetro da quantidade óssea (*Amplitude Dependent Speed of Sound*, AD-SoS) expresso em metros por segundo (m/s), representa a velocidade de som após percorrer os três tipos de ossos das falanges. Este valor é obtido de forma automática e representa a média dos melhores valores de cada falange proximal (II - V), após 96 aquisições de medida de velocidade do ultrassom, que por transmissão rastreiam as trabéculas do tecido ósseo, podendo variar entre 1650-2250m/s (Wüster et al, 2000; Baroncelli et al, 2001; Vignolo et al, 2003; Halaba e Pluskiewicz, 2004).

Diante disto, o estudo da massa óssea e da composição corporal são importantes indicadores dos níveis de saúde e de qualidade de vida da população. Além da importância científica destacamos a importância social do estudo, particularmente pela contribuição no diagnóstico individual e populacional acerca de implicações importantes sobre o processo de crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes.

Sendo o Brasil um país bastante heterogêneo em seu desenvolvimento e por apresentar marcantes diferenças regionais, verificamos que o estudo alerta para a necessidade de aplicação de estratégias de suplementação, assim como orientação para consumo alimentar adequado que exercem papel fundamental no crescimento e desenvolvimento ósseo como conduta nutricional preventiva e/ou corretiva da deficiência destes em populações de risco.



## **2- OBJETIVOS**

## **2.1- Objetivo geral**

- Avaliar a massa óssea por meio de ultrassonografia das falanges e a composição corporal em um grupo de estudantes saudáveis de baixo nível socioeconômico.

## **2.2- Objetivos específicos**

### **Capítulo 1: “Avaliação Longitudinal da Massa Óssea pela Ultrassonografia das Falanges em Estudantes de Baixo Nível Socioeconômico”**

- Avaliar a massa óssea por meio de ultrassonografia das falanges de estudantes em relação à idade, sexo, peso, estatura, índice de massa corporal, nível socioeconômico e estadió puberal.

### **Capítulo 2: “Influência da Composição Corporal sobre a Massa Óssea em Crianças e Adolescentes”**

- Avaliar a influência da composição corporal sobre a massa óssea em crianças e adolescentes.



## **3- CAPÍTULOS**

## Capítulo 1

### **Avaliação Longitudinal da Massa Óssea pela Ultrassonografia das Falanges em Estudantes de Baixo Nível Socioeconômico**

Wellington Roberto Gomes de Carvalho<sup>1,2,3</sup>; Ezequiel Moreira Gonçalves<sup>1,2,4</sup>; Roberto Regis Ribeiro<sup>1,5</sup>; Edson Santos Farias<sup>1,6</sup>; Sara Silveira Penido de Carvalho<sup>7</sup>; Gil Guerra-Júnior<sup>1,8</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Crescimento e Composição Corporal - Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) - Faculdade de Ciências Médicas (FCM) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP);

<sup>2</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente - FCM - UNICAMP;

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Centro de Ciências Aplicadas à Educação e Saúde (CeCAES) - Curso de Educação Física - Campus Muzambinho (MG);

<sup>4</sup>Grupo de Estudo e Pesquisa em Nutrição Metabolismo e Exercício - Universidade Estadual de Londrina (UEL);

<sup>5</sup>Departamento de Educação Física - Faculdade Assis Gurgacz - Cascavel (PR);

<sup>6</sup>Centro de Ciências da Saúde e do Desporto (CCSD) - Universidade Federal do Acre (UFAC);

<sup>7</sup>Graduada em Educação Física - Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR);

<sup>8</sup>Departamento de Pediatria - FCM - UNICAMP.

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar a massa óssea por meio de ultrassonografia das falanges de estudantes em relação à idade, sexo, peso, altura, índice de massa corporal, nível socioeconômico e estadio puberal. **Métodos:** Estudo longitudinal de um ano de acompanhamento envolvendo 270 estudantes saudáveis de ambos os sexos (143 meninos e 127 meninas) com idades entre 7 e 19 anos, sendo todos das classes C, D ou E de avaliação socioeconômica. Peso, altura e índice de massa corporal (IMC) foram avaliados. O parâmetro da quantidade óssea (AD-SoS) foi avaliado por ultrassonografia das falanges da mão não-dominante (DBM Sonic BP - IGEA, Carpi, Italy). A maturação sexual foi realizada por auto-avaliação. **Resultados:** Após um ano de acompanhamento, meninos e meninas apresentaram em geral ganho significativo de peso, altura e IMC, porém com diminuição da AD-SoS entre os meninos mais jovens e as meninas mais velhas. Porém, o z score da AD-SoS girou em torno de zero na segunda avaliação para todas as idades e ambos os sexos. Em ambos os sexos a AD-SoS apresentou correlações significativas com idade, peso e altura, e IMC após um ano nos meninos e nas duas avaliações nas meninas, sendo idade a única preditora nos meninos nas duas avaliações, e idade, altura, estadio púbere e IMC preditores na primeira avaliação, e idade, estadio púbere e IMC preditores na segunda avaliação para as meninas. **Conclusão:** Apesar do ganho de peso e altura, este grupo de escolares de baixo nível socioeconômico não apresentou ganho proporcional da massa óssea durante um ano de acompanhamento.

**Palavras-chave:** massa óssea, ultrassonografia, falanges, estadio puberal, estudo longitudinal.

## Introdução

A massa óssea sofre influência de fatores genéticos, hormonais e ambientais, e aumenta com a idade, altura e peso durante a infância, com ganho significativo na puberdade (Yilmaz et al, 2005), coincidindo com o pico de massa óssea (PMO) (Mora e Gilsanz, 2003; Rideout et al, 2006).

O PMO e a subsequente perda óssea são importantes determinantes de osteoporose na fase adulta. Nesse sentido, a absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA) tem sido o método mais utilizado na avaliação da massa óssea. Embora considerado padrão-ouro, o DEXA, além da exposição à radiação, não distingue osso trabecular de cortical e não avalia a microarquitetura e qualidade óssea, além de necessitar de ambiente hospitalar para a sua realização (Bouxsein, 2003; Prais et al, 2008). Embora o DEXA seja muito utilizado na avaliação da massa óssea tanto em crianças como em adultos, a técnica de avaliação da massa óssea pela ultrassonografia da metáfise distal das falanges proximais tem sido sugerida como um método alternativo para estudos fora do ambiente hospitalar por utilizar um aparelho portátil, não ser invasivo, ser de fácil utilização e baixo custo, e também isento de irradiação (Wüster et al, 2000; Halaba, 2008).

A maioria dos estudos com esta técnica em crianças e adolescentes é baseada em dados transversais. Até o momento, apenas os estudos realizados por Lappe et al (2000), Vignolo et al (2006) e Halaba (2008) foram longitudinais em crianças saudáveis. Diante disto, mais estudos longitudinais envolvendo crianças e adolescentes saudáveis são necessários para avaliar a precisão e as limitações das medidas deste método e, sobretudo estabelecer a aplicação desses dados em estudos de monitoramento durante a infância e adolescência, para estimar o risco de fratura e a partir daí tomar as devidas precauções. Além disso, não existem estudos longitudinais sobre avaliação da quantidade óssea envolvendo crianças e adolescentes saudáveis, porém de baixo nível socioeconômico.

O objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações na quantidade óssea em relação à idade, peso, altura, índice de massa corporal, nível socioeconômico e estadio puberal em estudantes de baixo nível socioeconômico.

## **Casuística e Métodos**

Trata-se de estudo longitudinal realizado em estudantes, de ambos os sexos, com idade entre 7 e 19 anos, matriculados em escola da rede pública da Cidade de Francisco Morato (SP), localizada na região norte-nordeste do Estado de São Paulo, Brasil. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Protocolo nº. 504/2009) e o consentimento informado por escrito foi outorgado pela direção da escola e pelos responsáveis dos estudantes.

Os critérios de exclusão foram a presença de deficiências físicas permanentes ou temporárias que impossibilitassem as avaliações, a não concordância dos pais e/ou dos estudantes e/ou o não comparecimento na avaliação, sendo a mesma repetida após intervalo de um ano. Inicialmente foram convidados 512 estudantes a participar do estudo, no entanto a amostra foi reduzida em função da não concordância dos responsáveis e/ou estudantes (perda= 186 alunos) e da não participação na segunda avaliação, um ano após (perda= 56). Portanto, a amostra final foi composta por 270 estudantes (masculino= 143 ou 53% e feminino= 127 ou 47%) (Figura 1).

O perfil econômico foi verificado segundo critérios sugeridos pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas (ABEP, 2008), sendo todos os alunos pertencentes às classes C (28,5%), D (58,9%) ou E (12,6%).

Foi realizada avaliação com medidas de peso e altura, utilizando técnicas padronizadas (Lohman et al., 1988). O peso foi aferido (em quilogramas) utilizando-se uma balança portátil digital com precisão de 0,1kg. A altura foi

medida (em centímetros) utilizando-se um estadiômetro vertical, com precisão de 0,1cm. A partir dessas medidas, o índice de massa corporal (IMC) foi obtido como resultado da divisão do peso (em quilogramas) pela altura (em metros) elevada ao quadrado.

A quantidade óssea (*Amplitude Dependent Speed Sound*, AD-SoS) foi avaliada utilizando-se a terceira geração do equipamento DBM Sonic BP (IGEA, Carpi, Italy). A técnica é baseada na transmissão de sinais de ultrassom por meio de um compasso que acopla dois transdutores, um agindo como emissor e o outro como receptor de ultrassom, de 12mm de diâmetro, com precisão de  $\pm 0,02$ mm. O compasso foi posicionado na metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (II-V) na mão não-dominante do escolar, cujo acoplamento acústico foi realizado por meio de gel padrão para ultrassonografia. O transdutor emite uma onda sonora de 1,25Mhz, que perpassa, transversalmente, os elementos constitutivos do tecido ósseo, enquanto o outro transdutor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange. A AD-SoS é obtida de forma automática e representa 96 aquisições de medidas de velocidade de ultrassom (m/s), que variam entre 1650-2250m/s. A AD-SoS avalia a velocidade de ultrassom (m/s), que por transmissão, rastreia as trabéculas do tecido ósseo nas quatro falanges proximais (Wüster et al., 2000; Baroncelli et al., 2001; Vignolo et al., 2003; Halaba e Pluskiewicz, 2004). Os dados de AD-SoS foram avaliados em m/s e em escore z. Para o cálculo do z escore da AD-SoS foram usados a média e o desvio-padrão para idade e gênero de acordo com dados presentes no *software* do aparelho.

O estadio de maturação sexual foi realizado por auto-avaliação (Duke et al., 1980), com o auxílio de pranchas com figuras específicas para cada gênero de acordo com os estadios de mamas (M1-5) para as meninas (Marshall e Tanner, 1969) e genitais (G1-5) para os meninos (Marshall e Tanner, 1970), classificados em pré-púbere (estadio I), intra-púbere (estadios II e III) e púbere (estadios IV e V). A menarca foi avaliada questionando-se as meninas se havia ocorrido e quando. Todas as meninas que tiveram menarca foram incluídas no grupo púbere (estadios IV ou V).

Para o arquivo de dados e a análise estatística, foi utilizado o *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences, Inc., Chicago, IL, USA*) versão 16.0. Os dados foram tratados por meio de procedimentos descritivos, com cálculos de média, mediana e desvio-padrão. A distribuição dos dados quanto à normalidade foi verificada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. O teste de *Wilcoxon* foi utilizado para verificar as diferenças entre a primeira e segunda avaliação, seguido por teste de correlação de *Spearman*. Quando necessário, foi verificada a variação da medida da AD-SoS no fim do estudo, a partir da fórmula: [(medida final - medida inicial)/medida inicial]\*100. Análises de regressão linear múltipla *stepwise* foram utilizadas para determinar os possíveis efeitos de cada variável independente (idade, peso, altura, IMC, nível socioeconômico e estadios puberal) sobre a dependente (AD-SoS). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para  $p < 0,05$ .

## Resultados

Em relação às características antropométricas, nos meninos, observou-se aumento significativo do peso ( $p=0,0001$ ), da altura ( $p=0,0001$ ) e do IMC ( $p=0,0001$ ) após um ano de acompanhamento; o mesmo ocorrendo entre as meninas, com aumento significativo do peso ( $p=0,0001$ ), da altura ( $p=0,0001$ ) e do IMC ( $p=0,0001$ ) (Figura 2).

Na primeira avaliação, havia 41 meninos no grupo pré-púbere, 71 no intra-púbere e 34 no púbere; enquanto que na segunda avaliação foram 9 no grupo pré-púbere, 64 no grupo intra-púbere e 70 no grupo púbere. Entre as meninas, na primeira avaliação, foram 26 no grupo pré-púbere, 56 no intra-púbere e 45 no púbere, e, na segunda avaliação, 4 no pré-púbere, 60 no intra-púbere e 63 no púbere. Na segunda avaliação, 58 (46%) meninas já haviam tido menarca, com idade variando de 9,9 a 14,6 anos ( $12,2 \pm 1,2$  anos). Observou-se aumento do peso, da altura e do IMC entre os grupos de estadios puberais em ambos os sexos (Figura 3).

Os dados da AD-SoS de acordo com os grupos de idade, estádios puberais e sexo na primeira e na segunda avaliação são apresentados na Tabela 1. Em relação a AD-SoS e aos grupos de idade, observou-se diminuição significativa nas idades de 8-10 ( $p=0,0001$ ) e 11-13 anos ( $p=0,0001$ ) nos meninos e apenas na idade de 17-19 anos ( $p=0,01$ ) nas meninas após um ano de acompanhamento. Nestes grupos que apresentaram diferença significativa a variação percentual ( $\Delta\%$ ) da AD-SoS entre as avaliações foi de -1,08%, -1,48% e -4,47%, respectivamente. Ao avaliar a média e a mediana do escore z da AD-SoS na segunda avaliação, observou-se que em todos os grupos de idade e puberdade, em ambos os gêneros, os valores variaram de -0,59 a 0,80 para a média e -0,59 a 0,88 para a mediana.

Os coeficientes de correlação da AD-SoS e as variáveis antropométricas em relação aos sexos e às avaliações são apresentados na Tabela 2. Em ambos os sexos, nas duas avaliações, a AD-SoS apresentou correlações positivas significativas com idade, peso e altura. Nos meninos, apenas na segunda avaliação, AD-SoS apresentou correlação positiva significativa com IMC. Nas meninas, a AD-SoS apresentou correlações positivas significativas com IMC na primeira e na segunda avaliação.

A análise de regressão multivariada *stepwise* da AD-SoS em relação às duas avaliações, em ambos os sexos e para as variáveis independentes são apresentadas na Tabela 3. A idade foi preditora independente de AD-SoS nos meninos nas duas avaliações. Entre as meninas, idade, altura, estádio púbere e IMC foram preditores independentes de AD-SoS na primeira avaliação, e idade, estádio púbere e IMC foram preditores independentes de AD-SoS na segunda avaliação.

## **Discussão**

Neste estudo longitudinal, foi avaliada a massa óssea por meio de ultrassonografia das falanges em estudantes saudáveis de baixo nível socioeconômico, em relação à idade, ao peso, à altura, ao IMC,

ao nível socioeconômico e ao estadio puberal. Embora existam no Brasil pesquisas sobre tecido ósseo, os estudos que utilizaram esta técnica em crianças e adolescentes foram baseados em dados transversais (Santos et al., 2009; Ribeiro et al., 2009; Ribeiro et al., 2010), sendo este estudo, de acordo com nosso conhecimento, o primeiro longitudinal realizado no Brasil, e, também, o primeiro na literatura com crianças e adolescentes de baixo nível socioeconômico.

Após um ano de acompanhamento, observou-se que os estudantes de ambos os sexos apresentaram aumento significativo do peso, altura e IMC com o avanço da idade. Esses achados corroboram com estudos longitudinais de uma forma geral. Lappe et al. (2000), avaliando 184 meninos e 144 meninas saudáveis na faixa etária entre oito e 15,5 anos, também observaram que ambos os sexos apresentaram aumento de peso, altura e IMC após os três anos de acompanhamento. Vignolo et al. (2006), avaliaram 290 meninos e 299 meninas saudáveis na faixa etária entre três e 16 anos e observaram aumento na altura, peso e IMC após dois anos de acompanhamento. Halaba et al. (2008), avaliando 130 meninos e 139 meninas saudáveis na faixa etária entre sete e 12 anos, observaram que ambos os sexos tiveram aumento de peso, altura e IMC após um ano de observação.

No presente estudo, a quantidade óssea aparentemente não seguiu um aumento esperado para idade e estadio puberal. Observou-se diminuição significativa da AD-SoS entre os meninos mais jovens (8 a 13 anos) e as meninas mais velhas (17 a 19 anos) após um ano de acompanhamento. Tendo em vista a baixa amplitude de transmissão dos sinais de ultrassom observada, este achado pode sugerir que o tecido ósseo não apresentou após um ano de estudo integridade das trabéculas ósseas. Em geral, as variações entre os meninos foram menores que 2%. É importante ressaltar que o coeficiente de variação inter e intraobservador do método gira em torno de 1,1% (Louis et al., 1998). Portanto, deve-se considerar que a variação encontrada entre os meninos pode ser decorrente da variação do próprio método isoladamente ou associada a outros fatores que possam interferir na aquisição de massa óssea. Porém, entre as

meninas a variação significativa alcançou valor de -4,47%. Estes achados podem estar relacionados à carência de nutrientes específicos, como cálcio e vitamina D (Heaney, 2000; Craeford et al., 2002), frequentes em populações de baixo nível socioeconômico (Salamoun et al., 2005). Ao contrário do observado no presente estudo, a literatura aponta evidências de que a massa óssea aumenta com a idade, peso e altura durante a infância, com ganho significativo na época da puberdade (Yilmaz et al., 2005; Silva et al., 2006; Kalkwarf et al., 2007; Ribeiro et al., 2009).

Desse modo, os achados do presente estudo são diferentes quando comparados com dados de estudos transversais (Baroncelli et al. 2001; Vignolo et al., 2003; Dib et al., 2005; Santos et al., 2009; Ribeiro et al., 2009; Kalkwarf et al., 2010) e longitudinais (Lappe et al., 2000; Vignolo et al., 2006; Halaba et al., 2008). Mesmo as crianças e os adolescentes crescendo e ganhando peso e, sobretudo, apresentando avanço na puberdade não houve melhora na massa óssea após um ano de estudo.

No entanto, ao avaliar a média ou a mediana do escore z da AD-SoS alcançada na segunda avaliação observou-se que estes valores giraram em torno de zero, ou seja, em torno da média esperada para idade e sexo. Portanto, neste grupo de crianças e adolescentes avaliado, apesar da massa óssea não ter aumentado o esperado em relação à primeira avaliação, ela alcançou valores normais para idade e sexo. Como já foi dito, este dado pode ter ocorrido por variação do próprio método, por carências nutricionais específicas, e/ou, pelo intervalo entre as avaliações ter sido de apenas um ano.

A interpretação dos dados de massa óssea durante o processo de desenvolvimento puberal é muito complexa, porque as alterações no tecido ósseo, em geral, são acompanhadas por mudanças no tamanho ósseo, além disso, existe uma grande variabilidade interindividual em relação à época da puberdade e a progressão do desenvolvimento puberal. Os dados obtidos neste estudo revelaram informações que poderão refletir sobre o pico de massa óssea quando se vive em ambiente de baixo nível socioeconômico.

Com já foi dito, a discrepância dos achados pode ser atribuída às condições socioeconômicas dos estudantes, tendo em vista a realidade do ambiente em que vivem essas crianças e adolescentes. Arabi et al. (2004), avaliando 363 adolescentes saudáveis com idade entre 10 e 17 anos, observaram que aqueles de alto nível socioeconômico apresentaram maior massa óssea comparados àqueles de baixo nível socioeconômico. Marwaha et al. (2005), em estudo envolvendo estudantes saudáveis com idades entre 10-18 anos, observaram que estudantes de baixo nível socioeconômico possuíam significativamente menores valores de massa óssea do que aqueles de alto nível socioeconômico.

Como o Brasil é um país bastante heterogêneo em seu desenvolvimento, e embora a cidade escolhida localize-se em uma das regiões mais ricas do país (Sudeste), Francisco Morato teve um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 0,713 em 1991 e de 0,738 em 2000, ocupando em 2000 o 586º lugar no ranking do Estado de São Paulo, considerando os 645 municípios no Estado, e o 2.205º lugar no ranking nacional, levando em consideração os 5.561 municípios do País. Além disso, a Cidade de Francisco Morato possui um dos mais elevados índices de pobreza (66,89%) do Estado de São Paulo.

O presente estudo demonstrou que em ambos os sexos, nas duas avaliações, a AD-SoS apresentou correlações positivas significativas com idade, peso e altura. Resultados semelhantes foram descritos por outros autores (Barkman, et al., 2002; Dib et al., 2005; Santos et al., 2009; Ribeiro et al., 2009) e, também, demonstrou que a idade foi o preditor independente da AD-SoS nos meninos nas duas avaliações e que nas meninas idade, altura, estadio púbere e IMC foram os preditores independente da AD-SoS na primeira avaliação e que idade, estadio púbere e IMC foram os preditores independente da AD-SoS na segunda avaliação. Esses achados são confirmados por Rubin et al. (1993) que, avaliando 299 crianças saudáveis de ambos os sexos com idades entre 6 e 18 anos, verificaram que a massa óssea correlacionou-se com a idade, peso,

altura, IMC e estadio puberal. Lappe et al. (2000) demonstraram correlações positivas significativas no sexo masculino entre a mudança no valor de AD-SoS com idade, altura, peso e estadio puberal e nas meninas com altura, idade e IMC. Halaba et al (2008), após um ano de acompanhamento, mostraram forte correlação entre AD-SoS e estadio puberal apenas nas meninas.

No presente estudo, para os meninos 29,1% e 37,8% da variabilidade da AD-SoS pode ser explicada pela idade nas duas avaliações e para as meninas 61,6% e 56,6% da variabilidade da AD-SoS pode ser explicada pela idade, altura, estadio púbere e IMC na primeira avaliação e pela idade, estadio púbere e IMC na segunda avaliação. Desse modo, os achados do presente estudo corroboram com dados de outros estudos (Lappe et al., 2000; Vignolo et al., 2006; Halaba et al., 2008; Kalkwarf et al., 2010).

Alguns fatores limitantes podem ser citados no presente estudo, como não ter comparado os dados de ultrassonografia com o DEXA, a falta de avaliação objetiva da maturação sexual, a não avaliação de ingestão de nutrientes específicos para a aquisição de massa óssea como cálcio e vitamina D, a não avaliação do nível de atividade física, e o tempo de apenas um ano no intervalo das avaliações da massa óssea. No entanto, a contribuição de estudo para mostrar o risco do não ganho adequado de massa óssea entre crianças e adolescentes saudáveis de baixo nível socioeconômico supera suas limitações.

## **Conclusão**

Conclui-se no presente estudo longitudinal que, apesar do aumento do peso, da altura e do avanço do estadiamento puberal, após um ano de acompanhamento não ocorreu um ganho proporcional de massa óssea neste grupo de estudantes de baixo nível socioeconômico.

## Referências

ABEP. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de Classificação Econômica Brasil [on-line] 2008 [acesso em 20 de fevereiro de 2008]; Disponível em: URL: <http://www.abep.org>

Arabi A, Nabulsi M, Maalouf J, Choucaira 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.

Barkmann R, Rohrschneider W, Vierling M, Tröger J, Terlizzi F, Cadossi R, et al. German pediatric reference data for quantitative transverse transmission ultrasound of finger phalanges. *Osteoporos Int* 2002; 13:55-61.

Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, de Terlizzi F, Cadossi R, Saggese G. Bone quality assessment by quantitative ultrasound of proximal phalanxes of the hand in healthy subjects aged 3-21 years. *Pediatr Res* 2001; 49:713-8.

Bouxsein, LM. Bone quality: where do we go from here? *Osteoporos Int* 2003; 14(suppl 5):118-27.

Craeford PB, Wang MC, Sabry ZI, Hudes M, Van Loan M, Bachach LK. Adolescent diet is predictive of peak bone mass. *Am J Clin Nutr* 2002; 75:356-9.

Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, El-Hajj Fuleihan G. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in school children. *Bone* 2005;36:736-42.

Duke PM, Litt IF, Gross RT. Adolescents' self assessment of sexual maturation. *Pediatrics* 1980;66:918-20.

Halaba ZP, Pluskiewicz W. Quantitative ultrasound in the assessment of skeletal status in children and adolescents. *Ultrasound Med Biol* 2004; 30:239-43.

Halaba ZP. Quantitative ultrasound measurements at hand phalanges in children and adolescents: a longitudinal study. *Ultrasound Med Biol* 2008; 34:1547-53.

Heaney RP. Calcium, dairy products and osteoporosis. *J Am Coll Nutr* 2000;19(suppl):83-99.

Kalkwarf HJ, Gilsanz V, Lappe JM, Oberfield S, Shepherd JA, Hangartner TN, et al. Tracking of bone mass and density during childhood and adolescence. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:1690-8.

Kalkwarf HJ, Zemel BS, Gilsanz V, Lappe JM, Horlick M, Oberfield S, et al. The bone mineral density in childhood study: bone mineral content and density according to age, sex, and race. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92: 2087-99.

Lappe JM, Stegman MR, Davies KM, Barber S, Becker RR. A prospective study of quantitative ultrasound in children and adolescents, *J Clin Densitom* 2000; 2:167-75.

Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (Eds). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988, 177p.

Louis O, Moreels X, Osteaux M. Reproducibility of phalanx osteosonography and relation with forearm peripheral quantitative computed tomography: single finger versus average measurement on the last four fingers. *Eur J Radiol* 1998; 28:270-5.

Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969; 44:291-303.

Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970; 45:13-23.

Marwaha RK, Tandon N, Reddy DHK, Aggarwal R, Singh R, Sawhney RC, et al. Vitamin D and bone mineral density status of healthy schoolchildren in northern India. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:477-82.

Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin* 2003; N Am 32:39-63.

Prais D, Diamond G, Kattan A, Salzberg J, Inbar D. The effect of calcium intake and physical activity on bone quantitative ultrasound measurements in children: a pilot study. *J Bone Miner Metab* 2008; 26:248-53.

Ribeiro RR, Guerra-Junior G, Barros-Filho. Bone mass in schoolchildren in Brazil: the effect of racial miscegenation, pubertal stage, and socioeconomic differences. *J Bone Miner Metab* 2009; 27:494-501.

Ribeiro RR, Santos-Ribeiro KD, Guerra-Junior G, Barros-Filho AA. Comparison of bone quantity by ultrasound measurements of phalanges between white and black children living in Paraná, Brazil, with Europeans. *Braz J Med Biol Res* 2010 (Epub ahead of print).

Rideout CA, McKay HA, Barr SI. Self-reported lifetime physical activity and areal bone mineral density in healthy postmenopausal women: the importance of teenage activity. *Calcif Tissue Int* 2006; 79:214-22.

Rubin K, Schirduan V, Gendreau P, Sarfarazi M, Mendola R, Daisky G. Predictors of axial and peripheral bone mineral density in health children and adolescents, with special attention to the role of puberty. *J Pediatric* 1993; 123:863-70.

Salamoun MM, Kizirian AS, Tannours RI, Nabulsi MM, Choucair MK, Deeb ME, et al. Low calcium and vitamin D intake in healthy children and adolescents and their correlates. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59:177-84.

Santos KD, Petroski EL, Ribeiro RR, Guerra-Junior G. Bone quantity and quality in Brazilian female schoolchildren and adolescents. *J Bone Miner Metab* 2009; 27:507-12.

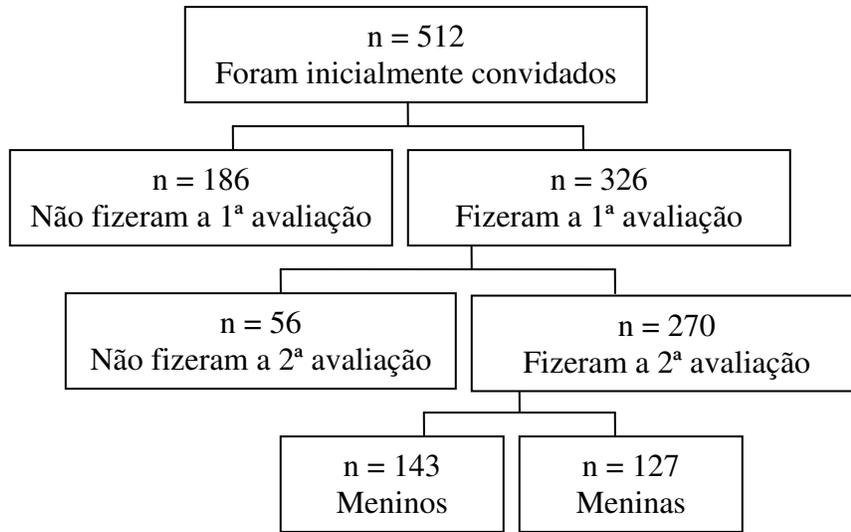
Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. Análise preditiva da densidade mineral óssea em adolescentes Brasileiros eutróficos do sexo masculino. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006; 50:105-13.

Vignolo M, Brignone A, Mascagni A, Ravera G, Biasotti B, Aicardi G. Influence of age, sex, and growth variables on phalangeal quantitative ultrasound measures: a study in healthy children and adolescents. *Calcif Tissue Int* 2003; 72:681-8.

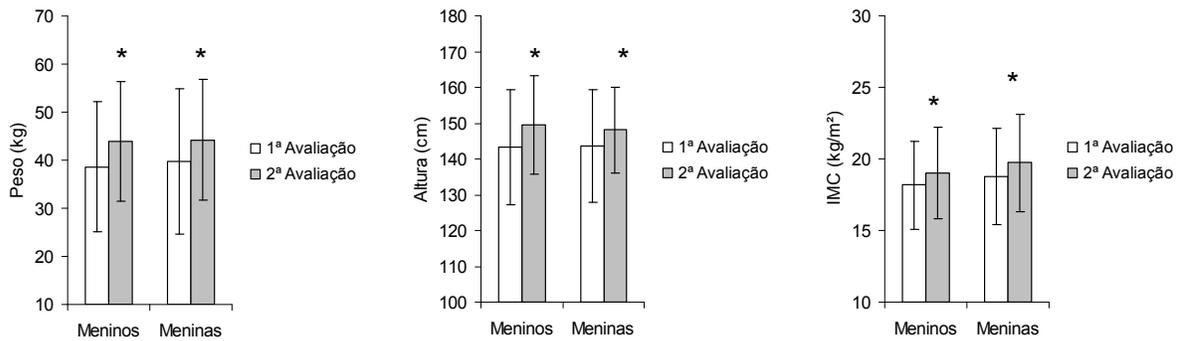
Vignolo M, Parodi A, Mascagni A, Torrisi C, De Terlizzi F, Aicardi G. Longitudinal assessment of bone quality by quantitative ultrasonography in children and adolescents. *Ultrasound Med Biol* 2006; 32:1003-10.

Wüster C, Albanese C, De Aloysio D, Duboeuf F, Gambacciani M, Gonnelli S, et al. Phalangeal osteosonogrammetry study: age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. *J Bone Miner Res* 2000; 15:1603-14.

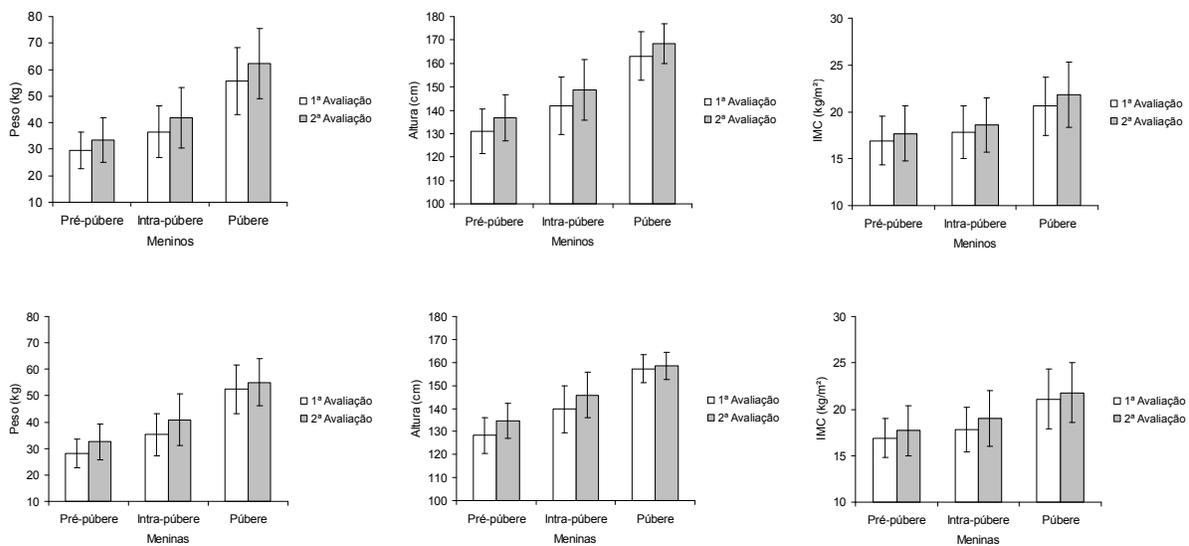
Yilmaz D, Ersoy B, Bilgin E, Gümüşer G, Onur E, Pinar ED. Bone mineral density in girls and boys at different pubertal stages: relation with gonadal steroids, bone formation markers, and growth parameters. *J Bone Miner Metab* 2005; 23:476-82.



**Figura 1-** Seleção dos estudantes da amostra.



**Figura 2-** Mudanças do peso (kg), da altura (cm), e do índice de massa corporal (IMC) ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) em relação ao sexo na primeira e na segunda avaliação, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.



**Figura 3-** Mudanças do peso (kg), da altura (cm), e do índice de massa corporal (IMC) ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) em relação ao sexo e estadiopuberal na primeira e na segunda avaliação, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.

**Tabela 1-** Dados da média (M), mediana (Md), desvio-padrão (DP), da AD-SoS (m/s e escore z) de acordo com a idade (anos), estadiu puberal, sexo gênero na primeira e segunda avaliação, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.

<b>AD-SoS (m/s)</b>							
<b>Masculino (n=143)</b>							
<b>Primeira Avaliação</b>				<b>Segunda Avaliação</b>			
<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>M(Md) ± DP</b>	<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>M(Md) ± DP</b>	<b>Δ(%)</b>	<b>z M(Md)</b>
7-9	44	1936(1936)±39	8-10	44	<b>1915(1923)±48*</b>	-1,08	-0,02(0,05)
10-12	58	1957(1960)±38	11-13	58	<b>1928(1931)±45*</b>	-1,48	-0,59(-0,58)
13-15	32	1979(1968)±47	14-16	32	1991(1987)±61	0,61	-0,33(-0,59)
16-18	9	2064(2055)±78	17-19	9	2066(2056)±84	0,10	-0,15(-0,19)
<b>Puberdade</b>		<b>Puberdade</b>					
I	41	1942(1941)±33	I	9	1905(1896)±39	-1,91	-0,22(-0,51)
II e III	71	1956(1965)±42	II e III	64	1921(1930)±50	-1,79	-0,21(-0,11)
IV e V	31	2003(1980)±73	IV e V	70	1975(1963)±72	-1,40	-0,45(-0,58)
<b>Feminino (n=127)</b>							
<b>Primeira Avaliação</b>				<b>Segunda Avaliação</b>			
<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>M(Md) ± DP</b>	<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>M(Md)±DP</b>	<b>Δ(%)</b>	<b>z M(Md)</b>
7-9	36	1973(1949)±168	8-10	36	1935(1937)±47	-1,93	0,11 (0,19)
10-12	49	1991(1987)±46	11-13	49	1967(1982)±145	-1,21	0,15 (0,15)
13-15	32	2059(2063)±51	14-16	32	2071(2063)±53	0,58	0,80 (0,51)
16-18	10	2169(2118)±220	17-19	10	<b>2072(2086)±45*</b>	-4,47	0,27 (0,88)
<b>Puberdade</b>		<b>Puberdade</b>					
I	26	1942(1940)±32	I	4	1931(1927)±28	-0,57	0,36 (0,30)
II e III	56	2001(1984)±134	II e III	60	1932(1952)±124	-3,45	-0,08 (0,02)
IV e V	45	2081(2072)±119	IV e V	63	2053(2052)±60	-1,35	0,66 (0,63)

**Tabela 2-** Coeficiente de correlação linear de *Spearman* da AD-SoS na primeira e segunda avaliação de acordo com o sexo e variáveis antropométricas, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.

Variáveis	Masculino (n=143)			
	Primeira Avaliação		Segunda Avaliação	
	AD-SoS		AD-SoS	
	R	p	r	p
Idade (anos)	<b>0,44</b>	<b>0,001</b>	<b>0,55</b>	<b>0,001</b>
Peso (kg)	<b>0,32</b>	<b>0,001</b>	<b>0,47</b>	<b>0,001</b>
Altura (cm)	<b>0,42</b>	<b>0,001</b>	<b>0,55</b>	<b>0,001</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,12	0,17	<b>0,25</b>	<b>0,001</b>
Variáveis	Feminino (n=127)			
	Primeira Avaliação		Segunda Avaliação	
	AD-SoS		AD-SoS	
	R	p	r	p
Idade (anos)	<b>0,78</b>	<b>0,001</b>	<b>0,76</b>	<b>0,001</b>
Peso (kg)	<b>0,65</b>	<b>0,001</b>	<b>0,60</b>	<b>0,001</b>
Altura (cm)	<b>0,75</b>	<b>0,001</b>	<b>0,71</b>	<b>0,001</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	<b>0,35</b>	<b>0,001</b>	<b>0,34</b>	<b>0,001</b>

**Tabela 3-** Análise de regressão linear múltipla *stepwise* da AD-SoS em relação a primeira e segunda avaliação e ao sexo, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.

<b>Gênero</b>	<b>AD-SoS, Primeira Avaliação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Ajustado</b>	<b>p</b>
<b>Modelo</b>				
<b>Masculino</b>	AD-SoS=1838,917+(11,174 x idade)	0,296	0,291	0,0001
<b>Feminino</b>	AD-SoS=1735,433+(10,243 x idade)+(1,444 x altura) +(33,532 x estadio púbere)+(-3,490 x IMC)	0,628	0,616	0,0001
<b>Gênero</b>	<b>AD-SoS, Segunda Avaliação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Ajustado</b>	<b>p</b>
<b>Modelo</b>				
<b>Masculino</b>	AD-SoS=1751,513+(16,146 x idade)	0,383	0,378	0,0001
<b>Feminino</b>	AD-SoS=1892,523+(12,708 x idade)+(71,559 x estadio púbere)+(-4,313 x IMC)	0,576	0,566	0,0001

## Capítulo 2

### Influência da Composição Corporal sobre a Massa Óssea em Crianças e Adolescentes

Wellington Roberto G. Carvalho<sup>1,2,3</sup>; Ezequiel M. Gonçalves<sup>1,2,4</sup>; Roberto Regis Ribeiro<sup>2,5,6</sup>; Edson S. Farias<sup>2,5,7</sup>; Sara S. P. Carvalho<sup>8</sup>; Gil Guerra-Júnior<sup>2,9</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente - FCM - UNICAMP;

<sup>2</sup>Laboratório de Crescimento e Composição Corporal - Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) - Faculdade de Ciências Médicas (FCM) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP);

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Centro de Ciências Aplicadas à Educação e Saúde (CeCAES) - Curso de Educação Física - Campus Muzambinho (MG);

<sup>4</sup>Grupo de Estudo e Pesquisa em Nutrição Metabolismo e Exercício - Universidade Estadual de Londrina (UEL);

<sup>5</sup>Doutor, Saúde da Criança e do Adolescente - FCM - UNICAMP;

<sup>6</sup>Departamento de Educação Física - Faculdade Assis Gurgacz - Cascavel (PR);

<sup>7</sup>Centro de Ciências da Saúde e do Desporto (CCSD) - Universidade Federal do Acre (UFAC);

<sup>8</sup>Graduada em Educação Física - Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR);

<sup>9</sup>Livre-Docente, Departamento de Pediatria - FCM - UNICAMP.

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar a influência da composição corporal sobre a massa óssea em crianças e adolescentes. **Métodos:** Estudo transversal com 267 estudantes saudáveis de ambos os sexos (141 meninos e 126 meninas) com idades entre 8 e 18 anos. Peso, altura, índice de massa corporal, massa gorda, índice de massa gorda, percentual de gordura corporal, circunferência da cintura e do quadril e relação cintura-quadril foram avaliados. A massa óssea foi avaliada por ultrassonografia das falanges da mão (DBM Sonic BP - IGEA, Carpi, Italy). **Resultados:** As meninas apresentaram maior massa óssea em relação aos meninos com o avanço da idade e estadio puberal. Em ambos os sexos, a massa óssea apresentou correlações significativas com idade, peso, altura, índice de massa corporal, circunferência da cintura e quadril; com massa gorda, índice de massa gorda e percentual de gordura corporal apenas nas meninas; e correlação negativa com a relação cintura-quadril em ambos os sexos. A idade e a altura foram preditoras para a massa óssea nos meninos e a idade, o estadio púbere e o índice de massa gorda preditores nas meninas. **Conclusão:** A correlação entre massa óssea e composição corporal ocorreu em ambos os sexos, porém, apenas nas meninas, o índice de massa gorda foi preditor da massa óssea.

**Palavras-chave:** Ultrassonografia, densidade óssea, falanges dos dedos das mãos, obesidade, saúde escolar.

## Introdução

A avaliação da composição corporal em crianças e adolescentes assume grande relevância, pois expressa as condições de vida e de saúde da população e a sua influência sobre os riscos de morbimortalidade. A incidência de obesidade vem aumentando progressivamente em praticamente todo o mundo e pode ser considerada atualmente um dos principais problemas de saúde pública<sup>1</sup>. A infância tem sido apontada como período crítico para desenvolver a obesidade<sup>2,3</sup>.

Em contraste com tais consequências, estudos sugerem que a obesidade parece ser um fator protetor contra risco de fraturas e osteoporose<sup>4</sup>, tendo em vista que indivíduos obesos apresentam maior massa óssea quando comparados com eutróficos<sup>5</sup>. Em princípio, a maior massa óssea em indivíduos obesos pode ser uma consequência do aumento do peso corporal.

Ainda, é muito discutida a verdadeira contribuição da massa gorda para a massa óssea. Arabi et al<sup>6</sup>, realizaram um estudo transversal com 363 escolares com idade entre 10 e 17 anos e observaram que as massas magra e gorda foram preditoras da massa óssea em meninos e meninas.

Verifica-se que a avaliação da massa óssea em crianças e adolescentes é importante não apenas para elaboração de programas de intervenção, mas, sobretudo porque o acúmulo de massa óssea durante a fase de crescimento desempenha um importante fator de prevenção da osteoporose na fase adulta<sup>7</sup>. Estudos que levem a uma melhor compreensão desta problemática são de grande interesse da comunidade científica, sobretudo, tendo em vista que a contribuição da composição corporal sobre a massa óssea ainda não está totalmente esclarecida.

Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar a influência da composição corporal sobre a massa óssea em crianças e adolescentes.

## **Métodos**

Trata-se de estudo transversal realizado em estudantes, de ambos os sexos, com idade entre 8 e 18 anos, matriculados em escola da rede pública da Cidade de Francisco Morato (SP), região norte-nordeste do Estado de São Paulo, Brasil. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Protocolo nº. 504/2009) e o consentimento informado por escrito foi outorgado pela direção da escola e pelos responsáveis pelos alunos.

Foram incluídos todos os alunos regularmente matriculados na escola no ano letivo de 2009. Os critérios de exclusão foram presença de deficiências físicas (permanentes ou temporárias) que impossibilitassem as avaliações, uso de medicamentos que pudessem interferir na composição corporal ou na massa óssea, não concordância dos pais ou dos alunos, ou não comparecimento na avaliação.

Inicialmente foram convidados, intencionalmente, 512 estudantes a participar do estudo, porém a amostra foi reduzida em função da não concordância dos responsáveis e/ou alunos (perda= 242 escolares) e da exclusão de escolares com idade acima de 18 anos (perda= 3). Portanto, a amostra final foi composta por 267 escolares (masculino= 141 ou 52,8% e feminino= 126 ou 47,2%). A coleta dos dados foi realizada em setembro de 2009.

As idades cronológicas foram estabelecidas por meio de cálculo das idades decimais, tendo como referência a data de nascimento e a data de coleta de dados, adotando-se os intervalos decimais entre 0,50 a 0,49 de acordo com Eveleth e Tanner<sup>8</sup>, ou seja, uma criança para ser incluída no grupo etário de oito anos deveria apresentar idade centesimal de 7,50 a 8,49 anos na data da coleta de dados. A partir deste dado, todos os alunos foram divididos em grupos de 8 a 10 anos, 11 a 13 anos, 14 a 16 anos e 17 a 18 anos.

O perfil econômico foi verificado segundo critérios sugeridos pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas<sup>9</sup>, sendo todos os alunos pertencentes às classes C (28,5%), D (58,8%) ou E (12,7%).

Todas as medidas foram realizadas de acordo com as técnicas padronizadas<sup>10</sup>. O peso foi aferido (em quilogramas) utilizando-se uma balança portátil digital com precisão de 0,1kg. A altura foi medida (em centímetros) utilizando-se um estadiômetro vertical, com precisão de 0,1cm. A partir dessas medidas, o índice de massa corporal (IMC) foi obtido como resultado da divisão do peso (em quilogramas) pela altura (em metros) elevada ao quadrado.

As espessuras de dobras cutâneas nas regiões tricipital (TRI) e subescapular (SBE) foram medidas no lado direito do corpo, por um único avaliador experiente e previamente treinado, utilizando-se um adipômetro (Holtain Tanner-Whitehouse Skinfold Caliper, UK) com precisão de 0,2mm. A partir da somatória das espessuras das dobras cutâneas TRI e SBE, foram utilizadas as equações de Slaughter et al<sup>11</sup>, para calcular o percentual de gordura corporal (%GC). A partir desses dados, a massa gorda (MG) foi obtida pela multiplicação do %GC pelo peso corporal e o índice de massa gorda (IMG) foi obtido pela divisão da MG pela altura elevada ao quadrado.

A circunferência da cintura (CC) foi medida utilizando-se uma fita métrica metálica com precisão de 0,1cm e medida ao redor da cintura no nível da parte mais estreita do tronco, entre a última costela e a crista ilíaca, com os sujeitos em pé e após uma expiração normal. A circunferência do quadril (CQ) foi avaliada com os indivíduos em pé, utilizando-se uma fita métrica metálica com precisão de 0,1cm e medida ao redor da extensão posterior máxima dos glúteos. Utilizando-se essas medidas foi calculada a relação cintura-quadril (RCQ) pela divisão da CC pela CQ.

A quantidade óssea (*Amplitude Dependent Speed Sound*, AD-SoS) foi avaliada utilizando-se a terceira geração do equipamento DBM Sonic BP (IGEA, Carpi, Italy). A técnica é baseada na transmissão de sinais de ultrassom

por meio de um compasso que acopla dois transdutores, um agindo como emissor e o outro como receptor de ultrassom, de 12mm de diâmetro, com precisão de  $\pm 0,02$ mm. O compasso foi posicionado na metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (II - V) na mão não-dominante do paciente, cujo acoplamento acústico foi realizado por meio de gel padrão para ultrassonografia. O transdutor emite uma onda sonora de 1,25Mhz, que perpassa, transversalmente, os elementos constitutivos do tecido ósseo, enquanto o outro transdutor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange. A AD-SoS é obtida de forma automática e representa 96 aquisições de medidas de velocidade de ultrassom (m/s), que variam entre 1650-2250m/s. A AD-SoS avalia a velocidade de ultrassom (m/s), que por transmissão, rastreia as trabéculas do tecido ósseo nas quatro falanges proximais<sup>12</sup>.

O estadió de maturação sexual foi realizado por auto-avaliação<sup>13</sup>, com o auxílio de pranchas com figuras específicas para cada sexo de acordo com o estadió de mamas (M1-5) para as meninas<sup>14</sup> e genitais (G1-5) para os meninos<sup>15</sup>, classificados em pré-púbere (estadió I), intra-púbere (estádios II e III) e púbere (estádios IV e V). A menarca foi avaliada questionando-se as meninas se havia ocorrido e quando. Todas as meninas que tiveram menarca foram incluídas no grupo púbere (estádios IV ou V).

Para o arquivo de dados e a análise estatística, foi utilizado o *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences, Inc., Chicago, IL, USA*) versão 16.0. Os dados foram tratados por meio de procedimentos descritivos, com cálculos de média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo. A distribuição dos dados quanto à normalidade foi verificada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Para as variáveis com distribuição normal, foram apresentados os dados de média e desvio-padrão, e para as variáveis com distribuição não-normal, os dados de mediana, mínimo e máximo. O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para comparar as diferenças entre os sexos. O teste de correlação de *Spearman* foi utilizado para verificar as correlações entre os dados da medida óssea e variáveis antropométricas e composição corporal. Análises de regressão linear multivariada

passo a passo foram utilizadas para determinar os possíveis efeitos de cada variável independente (idade, peso, altura, IMC, MG, IMG, %GC, CC, CQ, RCQ e estadio puberal) sobre a dependente (AD-SoS). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para  $p < 0,05$ .

## Resultados

Os resultados da composição corporal por idade, sexo e estadio puberal estão apresentados na Tabela 1 e os da massa óssea (em AD-SoS) na Tabela 2.

Observou-se que 57 (45,2%) meninas já haviam tido menarca, com idade variando de 9,9 a 14,6 anos ( $12,2 \pm 1,1$  anos).

Os coeficientes de correlação linear de *Spearman* demonstraram que, em ambos os sexos, a AD-SoS apresentou correlações positivas significativas com idade, peso, altura, IMC, CC, CQ e correlação negativa significativa com RCQ. Apenas nas meninas, a AD-SoS apresentou correlações positivas significativas com MG, IMG e %GC (Tabela 3).

A análise de regressão linear multivariada passo a passo apontou que as variáveis mais importantes como preditoras independentes da AD-SoS foram a idade e a altura, com um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,345 nos meninos, e a idade, o estadio púbere e o IMG com um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,588 nas meninas (Tabela 3).

## Discussão

O presente estudo verificou com o avançar da idade valores superiores de peso, altura, CC e RCQ para os meninos em relação às meninas e de MG, IMG, %GC e CQ para as meninas em relação aos meninos. Em geral, estes foram

concordantes com outros estudos e estas diferenças entre os sexos podem ser explicadas pelo dimorfismo sexual. As diferenças entre os sexos ocorrem em resposta a determinantes genéticos, influências hormonais e ambientais, atuantes desde o período pré-natal apresentando variabilidade em sua progressão na época da puberdade<sup>16</sup>.

Gültekin et al<sup>17</sup>, em um estudo transversal avaliando 332 meninos e 269 meninas turcas com idade entre 8 e 11 anos, demonstraram evidências claras de dimorfismo sexual no padrão de gordura corporal, com as meninas apresentando maior adiposidade corporal. No presente estudo, as variáveis antropométricas e de composição corporal seguiram um resultado esperado de acordo com a progressão do estadiamento puberal. Observou-se no grupo intra-púbere maior valor da RCQ nos meninos em relação às meninas, porém estas apresentaram maior MG, IMG, %GC e CQ em relação aos meninos. No grupo púbere os meninos apresentaram maior altura em relação às meninas, porém estas apresentaram maior IMC, MG, IMG, %GC e CQ em relação aos meninos.

Estes resultados podem ser explicados pelo natural processo de desenvolvimento puberal, pois é durante a puberdade, que ocorrem mudanças no eixo do crescimento e alterações na composição corporal. Durante o crescimento e desenvolvimento das crianças, o conteúdo, a proporção e a distribuição de massa gorda podem mudar com a idade, especialmente na pré e pós-adolescência, com as meninas continuando a aumentar a massa gorda<sup>18</sup>.

No presente estudo, a quantidade óssea seguiu um aumento esperado para idade e estadiamento puberal. Observou-se que as meninas em geral e pertencentes aos estadios intra-púbere e púbere apresentaram maior quantidade óssea em relação aos meninos, corroborando os dados de estudos transversais<sup>19,20</sup> e longitudinais<sup>21-23</sup>.

A adolescência é um período crítico para a mineralização óssea e a aquisição de massa óssea durante a fase puberal apresenta uma forte relação com os estadios de Tanner<sup>24</sup>. Estudos têm demonstrado que a massa óssea é

maior nas meninas em comparação aos meninos até o final da adolescência<sup>25</sup>, porém essas diferenças podem desaparecer com a velocidade de crescimento e o desenvolvimento puberal<sup>26</sup>. No presente estudo, as diferenças entre o grupo de meninos e meninas persistiram tanto no grupo intra-púbere como no púbere.

Rocher et al<sup>27</sup>, em um estudo transversal avaliando 20 crianças obesas e 23 controles de ambos os sexos na faixa etária entre 9 e 12 anos de idade, demonstraram que a massa óssea em crianças pré-púberes não foi afetada pela obesidade. Com base nestes achados os autores sugerem que talvez a obesidade não exerça efeito protetor sobre os ossos.

Nossos achados demonstraram que em ambos os sexos, a AD-SoS apresentou correlações positivas significativas com idade, peso, altura, IMC, CC, CQ e correlação negativa significativa com RCQ, porém apenas nas meninas a AD-SoS apresentou correlações positivas significativas com MG, IMG e %GC. A base fisiológica para a explicação da relação entre peso, distribuição de gordura corporal e massa óssea permanece incerta, particularmente quando se considera distintos grupos populações.

A AD-SoS relacionou-se às variáveis antropométricas e de composição corporal. Diante disto, talvez seja possível confirmar que a AD-SoS possa fornecer acuradas informações sobre o acúmulo de massa óssea e mudanças na microarquitetura com o processo de crescimento, como sugerido por alguns estudos<sup>28</sup>.

Com base na literatura, observa-se que há inconsistência nos resultados dos estudos que investigaram a influência da gordura corporal sobre a massa óssea, entre as diferentes populações. Wosje et al<sup>29</sup>, com o objetivo de verificar a relação entre a massa gorda e o ganho de massa óssea, e o papel da atividade física, avaliaram 214 crianças com idade entre 3,5 e 7 anos e demonstraram que a massa gorda foi associada com a massa óssea e o tempo gasto assistindo TV foi relacionado com menores ganhos de massa óssea. Lippo et al<sup>30</sup>, em um estudo caso-controle demonstraram que adolescentes do

sexo feminino possuem maior risco para inatividade física, além de dedicarem mais tempo assistindo TV. Diante disto, a inatividade física pode contribuir para o aumento da adiposidade corporal.

O presente estudo demonstrou, neste grupo de estudantes, que a idade e a altura foram os preditoras independentes da AD-SoS para os meninos, e a idade, o estadio púbere e o IMG foram os preditores independentes da AD-SoS para as meninas. Esse achado demonstra que as variáveis independentes idade e altura podem explicar 34,5% da variabilidade na AD-SoS nos meninos, e que a idade, o estadio púbere e o IMG podem explicar 58,8% da variabilidade na AD-SoS nas meninas.

Alguns fatores limitantes podem ser citados no presente estudo, como não ter comparado os dados de ultrassonografia com o DEXA, a não avaliação de ingestão de nutrientes específicos para a aquisição de massa óssea como cálcio e vitamina D, e a não avaliação do nível de atividade física.

## **Conclusão**

Conclui-se no presente estudo com crianças e adolescentes que houve correlação entre a massa óssea e a composição corporal, porém, apenas nas meninas, o índice de massa gorda foi preditor da massa óssea.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de estudo de Doutorado (WRGC e EMG), à Direção da Escola, aos alunos e seus respectivos pais ou responsáveis pela colaboração no estudo.

## Referências

- 1- Orsi CM, Hale DE, Lynch JL. Pediatric obesity epidemiology. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2011;18:14-22.
- 2- Kim S, Popkin BM. Commentary: Understanding the epidemiology of overweight and obesity - a real global public health concern. *Int J Epidemiol.* 2006;35:60-7.
- 3- Parisi SM, Goodman E. Obesity and cardiovascular disease risk in children and adolescents. *Curr Cardiovasc Risk Rep.* 2008;2:47-52.
- 4- Ducher G, Bass SL, Naughton GA, Eser P, Telford RD, Daly RM. Overweight children have a greater proportion of fat mass relative to muscle mass in the upper limbs than in the lower limbs: implications for bone strength at the distal forearm. *Am J Clin Nutr.* 2009;90:1104-11.
- 5- Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone.* 2005;37:474-81.
- 6- Arabi A, Tamim H, Nabulsi M, Maalouf J, Khalifé H, Choucair M et al. Sex differences in the effect of body-composition variables on bone mass in healthy children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:1428-35.
- 7- Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin N Am.* 2003;32:39-63.
- 8- Eveleth PH, Tanner JM. *Worldwide variation in human growth.* Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- 9- ABEP. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de Classificação Econômica Brasil [site na Internet]. <http://www.abep.org>. Acesso: 20/02/2009.
- 10- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.

- 11- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60: 709-23.
- 12- Halaba ZP, Pluskiewicz W. Quantitative ultrasound in the assessment of skeletal status in children and adolescents. *Ultrasound Med Biol.* 2004; 30:239-43.
- 13- Duke PM, Litt IF, Gross RT. Adolescents' self assessment of sexual maturation. *Pediatrics.* 1980;66:918-20.
- 14- Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child.* 1969;44:291-303.
- 15- Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child.* 1970;45:13-23.
- 16- Taylor RW, Grant AM, Williams SM, Goulding A. Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity.* 2010;18:1410-16.
- 17- Gültekin T, Akin G, Ozer BK. Gender differences in fat patterning in children living in Ankara. *Anthropol Anz.* 2005;63:427-37.
- 18- Ma J, Feng N, Zhang SW, Pan YP, Huang YB. Comparison of changes in body composition during puberty development of obese and normal-weight children in China. *Biomed Environ Sci.* 2009;22:413-8.
- 19- Ribeiro RR, Guerra-Junior G, Barros-Filho. Bone mass in schoolchildren in Brazil: the effect of racial miscegenation, pubertal stage, and socioeconomic differences. *J Bone Miner Metab.* 2009;27:494-501.
- 20- Kalkwarf HJ, Gilsanz V, Lappe JM, Oberfield S, Shepherd JA, Hangartner TN et al. Tracking of bone mass and density during childhood and adolescence. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95:1690-8.
- 21- Lappe JM, Stegman MR, Davies KM, Barber S, Becker RR. A prospective study of quantitative ultrasound in children and adolescents, *J Clin Densitom.* 2000;2:167-75.

- 22- Vignolo M, Parodi A, Mascagni A, Torrisi C, De Terlizzi F, Aicardi G. Longitudinal assessment of bone quality by quantitative ultrasonography in children and adolescents. *Ultrasound Med Biol.* 2006;32:1003-10.
- 23- Halaba ZP. Quantitative ultrasound measurements at hand phalanges in children and adolescents: a longitudinal study. *Ultrasound Med Biol.* 2008;34:1547-53.
- 24- Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, El-Hajj Fuleihan G. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in school children. *Bone.* 2005;36:736-42.
- 25- Jones G, Dwyer T. Bone mass in prepubertal children: gender differences and the role of physical activity and sunlight exposure. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998;83:4274-9.
- 26- Baxter-Jones AD, Mirwald RL, McKay HA, Bailey DA. A longitudinal analysis of sex differences in bone mineral accrual in healthy 8-19-year-old boys and girls. *Ann Hum Biol.* 2003;30:160-75.
- 27- Rocher E, Chappard C, Jaffre C, Benhamou CL, Courteix D. Bone mineral density in prepubertal obese and control children: relation to body weight, lean mass, and fat mass. *J Bone Miner Metab.* 2008;26:73-8.
- 28- Fricke O, Tuttlewski B, Schwahn B, Schoenau E. Speed of sound: Relation to geometric characteristics of bone in children, adolescents, and adults. *J Pediatr.* 2005;146:764-8.
- 29- Wosje KS, Khoury PR, Claytor RP, Copeland KA, Kalkwarf HJ, Daniels SR. Adiposity and TV viewing are related to less bone accrual in young children. *J Pediatr.* 2009;154:79-85.
- 30- Lippo BR, da Silva IM, Aca CR, de Lira PI, da Silva GA, Motta ME. Determinants of physical inactivity among urban adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2010;86:520-4.

**Tabela 1-** Dados da média, (M), mediana (Md), desvio-padrão (DP), da idade (anos), variáveis antropométricas e composição corporal, em relação ao sexo e estadio puberal, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.

Variáveis	Masculino (n = 141)				Feminino (n = 126)			
	Idade				Idade			
	8-10 (n = 44)	11-13 (n = 58)	14-16 (n = 32)	17-18 (n = 7)	8-10 (n = 36)	11-13 (n = 49)	14-16 (n = 32)	17-18 (n = 9)
<b>Peso (kg)</b>	31,7±7,3	42,3±10,4	57,1±13,3	<b>66,8±14,9*</b>	32,0±7,0	43,7±9,3	55,0±10,2	55,3±4,7
<b>Altura (cm)</b>	133,0±6,7	149,3±9,2	<b>166,7±10,2*</b>	<b>169,2±3,6*</b>	134,0±6,5	148,9±8,2	159,2±6,0	159,6±3,8
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	16,6 (14,4-27,4)	18,3 (14,4-28,6)	19,4 (15,8-28,4)	20,8 (20,4-32,9)	17,0 (13-24,2)	19,1 (14,8-25,5)	21,4 (15,2-30,3)	22,0 (18,0-25,9)
<b>MG (kg)</b>	3,4 (1,5-19,6)	4,4 (1,6-27,1)	5,2 (1,8-29,6)	11,4 (4,7-45,0)	<b>5,3*</b> (2,1-17,0)	<b>8,3*</b> (3,5-20,6)	<b>12,4*</b> (1,1-32,0)	12,7 (9,8-22,3)
<b>IMG (kg/m<sup>2</sup>)</b>	1,9 (1,0-1,9)	2,0 (0,9-11,4)	1,8 (0,7-9,6)	2,4 (1,7-15,2)	<b>3,0*</b> (1,3-7,8)	<b>3,6*</b> (1,8-8,2)	<b>4,8*</b> (0,4-12,4)	<b>5,2*</b> (3,6-9,4)
<b>% GC</b>	11,3 (6,0-36,0)	11,9 (5,9-39,5)	9,3 (4,2-33,9)	11,4 (8,6-46,1)	<b>18,0*</b> (9,3-32,4)	<b>18,9*</b> (12,2-33,7)	<b>22,8*</b> (15,0-40,9)	<b>24,1*</b> (5,0-19,9)
<b>CC (cm)</b>	57,9±5,9	62,2±6,5	68,3±9,0	<b>73,5±9,5*</b>	57,3±6,6	60,9±5,4	65,7±6,0	65,2±3,7
<b>CQ (cm)</b>	68,7±8,2	75,5±8,6	83,7±7,7	92,1±11,5	70,8±7,3	<b>80,0±9,0*</b>	<b>89,7±7,5*</b>	91,0±4,3
<b>RCQ (cm)</b>	<b>0,85±0,04*</b>	<b>0,83±0,04*</b>	<b>0,80±0,03*</b>	<b>0,80±0,02*</b>	0,81±0,04	0,76±0,04	0,73±0,03	0,72±0,02

Variáveis	Masculino (n = 141)			Feminino (n = 126)		
	Idade			Idade		
	Pré-Púbere 9,1±1,1 (n = 9)	Intra-Púbere 10,4±1,5 (n = 64)	Púbere 14,0±1,8 (n = 68)	Pré-Púbere 9,3±1,5 (n = 9)	Intra-Púbere 10,4±1,4 (n = 64)	Púbere 14,4±1,8 (n = 68)
<b>Peso (kg)</b>	30,8±5,1	34,0±7,9	54,6±13,4	27,2±3,7	35,8±8,1	53,4±9,0
<b>Altura (cm)</b>	132,3±5,9	137,8±8,3	<b>162,4±10,6*</b>	129,4±1,3	139,9±9,6	157,1±6,2
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	17,4 (13,9-26,1)	16,6 (13,9-27,5)	19,3 (16,6-28,3)	15,5 (13,4-21,1)	17,2 (13,3-23,7)	<b>21,3*</b> (14,7-28,7)
<b>MG (kg)</b>	4,2 (1,4-17,3)	3,5 (1,3-30,1)	5,2 (3,0-37,9)	4,3 (2,0-9,3)	<b>5,7*</b> (1,9-17,9)	<b>12,5*</b> (4,9-26,5)
<b>IMG (kg/m<sup>2</sup>)</b>	2,3 (1,4-4,9)	1,8 (0,9-9,9)	2,0 (0,7-15,2)	2,5 (1,5-4,9)	<b>3,0*</b> (1,3-8,1)	<b>5,0*</b> (0,4-12,4)
<b>% GC</b>	12,9 (6,7-35,8)	11,2 (5,6-49,1)	10,3 (6,7-47,5)	16,2 (9,5-29,7)	<b>17,5*</b> (9,5-39,2)	<b>23,4*</b> (13,9-38,1)
<b>CC (cm)</b>	57,5±4,0	58,5±5,9	67,6±8,2	55,0±4,5	58,2±6,0	65,1±5,6
<b>CQ (cm)</b>	67,3±7,4	69,8±7,7	83,2±8,8	65,3±5,2	<b>73,5±7,9*</b>	<b>88,6±7,1*</b>
<b>RCQ (cm)</b>	0,86±0,05	<b>0,84±0,04*</b>	<b>0,81±0,03*</b>	0,84±0,03	0,79±0,05	0,74±0,03

IMC=índice de massa corporal; MG=massa gorda; IMG=índice de massa gorda; % GC=percentual de gordura corporal; CC=circunferência da cintura; CQ=circunferência do quadril; RCQ=relação cintura-quadril; \*p<0,05; teste não paramétrico de Mann-Whitney.

**Tabela 2-** Dados da média (M), mediana (Md), desvio-padrão (DP), da AD-SoS (m/s) de acordo com a idade (anos), estadio puberal e sexo, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.

<b>Masculino (n=141)</b>			<b>Feminino (n=126)</b>		
<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>M(Md) ± DP</b>	<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>M(Md)±DP</b>
8-10	44	1915(1923)±48	8-10	36	<b>1935(1937)±47*</b>
11-13	58	1928(1931)±45	11-13	49	<b>1967(1982)±145*</b>
14-16	32	1991(1987)±61	14-16	32	<b>2071(2063)±53*</b>
17-18	7	2049(2045)±81	17-18	9	2080(2096)±38
<b>Estadio Puberal</b>			<b>Estadio Puberal</b>		
Pré-Púbere	9	1905(1896)±39	Pré-Púbere	4	1931(1927)±28
Intra-Púbere	64	1921(1930)±50	Intra-Púbere	60	<b>1932(1952)±124*</b>
Púbere	68	1971(1961)±67	Púbere	62	<b>2054(2053)±60*</b>

\*p<0,05; teste não paramétrico de Mann-Whitney

**Tabela 3-** Coeficiente de correlação linear de *Spearman* da quantidade óssea (AD-SoS) de acordo com o sexo, variáveis antropométricas e composição corporal, e análise de regressão linear multivariada da AD-SoS em relação ao sexo, Francisco Morato (SP), Brasil, 2009.

Variáveis	Masculino (n=141)		Feminino (n=126)	
	AD-SoS		AD-SoS	
	rs	p	rs	p
Idade (anos)	0,53	0,001	0,77	0,001
Peso (kg)	0,45	0,001	0,60	0,001
Altura (cm)	0,53	0,001	0,71	0,001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,23	0,007	0,34	0,001
MG (kg)	0,14	0,11	0,41	0,001
IMG	-0,05	0,52	0,24	0,006
%GC	-0,15	0,07	0,23	0,01
CC (cm)	0,34	0,001	0,37	0,001
CQ (cm)	0,41	0,001	0,57	0,001
RCQ (cm)	-0,39	0,001	-0,60	0,001

Sexo	Modelo	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajustado	p
Masculino	AD-SoS=1671,043+(8,811 x idade)+ (1,117 x altura)	0,355	0,345	0,0001
Feminino	AD-SoS=1831,144+(13,613 x idade)+(66,514 x estadió púbere)+(-7,306 x índice de massa gorda)	0,598	0,588	0,0001

IMC=índice de massa corporal; MG=massa gorda; IMG=índice de massa gorda; % GC=percentual de gordura corporal; CC=circunferência da cintura; CQ=circunferência do quadril; RCQ=relação cintura-quadril.

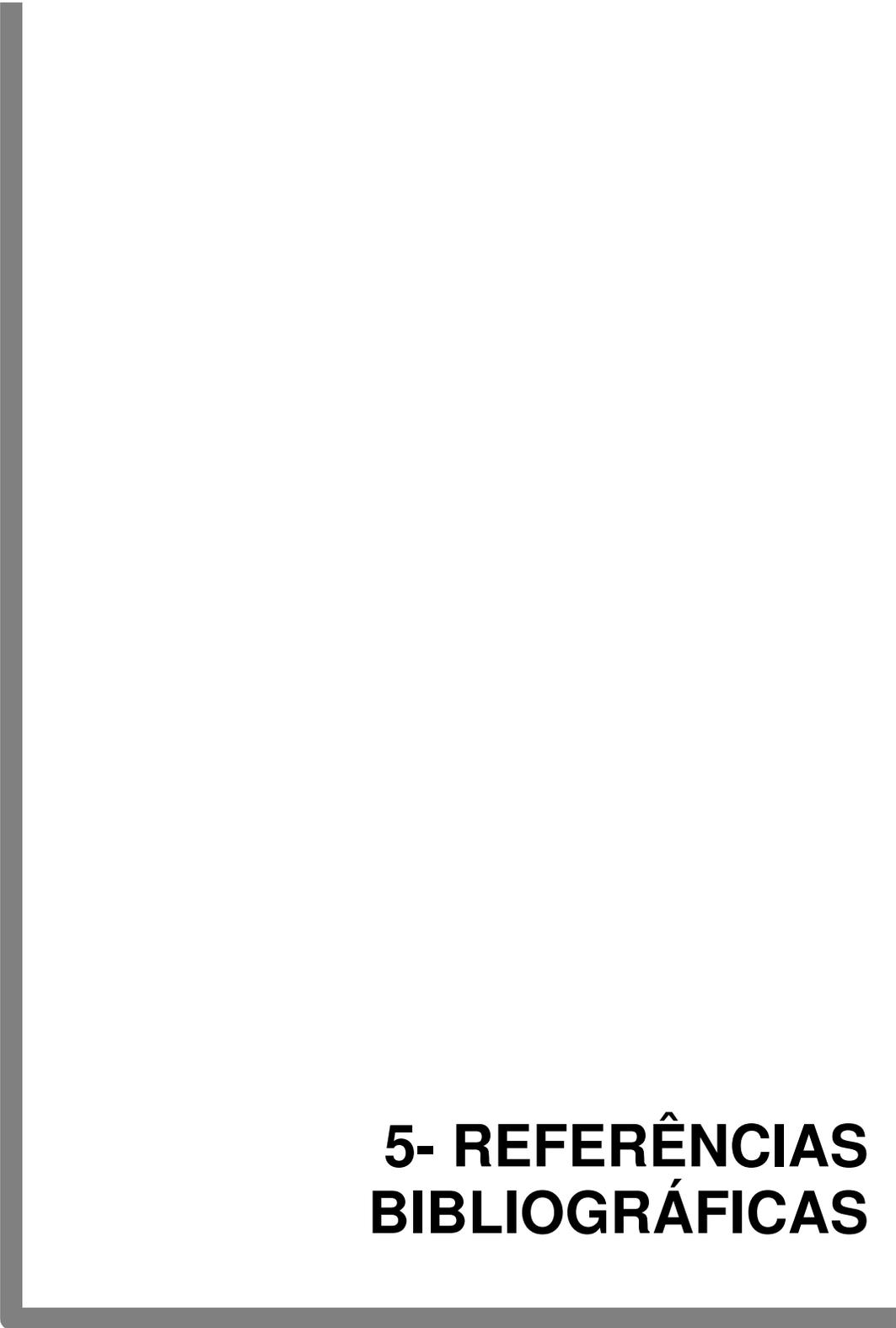


## **4- CONCLUSÕES GERAIS**

O presente estudo apresenta dados clínicos de estudantes saudáveis de baixo nível socioeconômico, avaliando a massa óssea por meio da ultrassonografia de falanges em relação ao sexo, à idade, peso, altura, composição corporal, nível socioeconômico e estadio puberal.

No estudo longitudinal (Capítulo 1), concluiu-se que apesar do aumento do peso, da altura e do avanço do estadiamento puberal, após um ano de acompanhamento, não ocorreu um ganho proporcional de massa óssea neste grupo de estudantes de baixo nível socioeconômico.

No estudo transversal (Capítulo 2), concluiu-se que no presente estudo com crianças e adolescentes que houve correlação entre a massa óssea e a composição corporal, porém, apenas nas meninas, o índice de massa gorda foi preditor da massa óssea.



## **5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABEP. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de Classificação Econômica Brasil [on-line] 2008 [acesso em 20 de fevereiro de 2008]; Disponível em: URL:<http://www.abep.org>

Abrams SA, Grusak MA, Stuff J, O'Brien KO. Calcium and magnesium balance in 9-14 y-old children. *Am J Clin Nutr* 1997; 66:1172-7.

Arabi A, Nabulsi M, Maalouf J, Choucaira 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.

Arabi A, Tamim H, Nabulsi M, Maalouf J, Khalifé H, Choucair M et al. Sex differences in the effect of body-composition variables on bone mass in healthy children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1428-35.

Ball EJ, O'Connor J, Abbott R, Steinbeck KS, Davies PSW, Wishart C et al. Total energy expenditure, body fatness, and physical activity in children aged 6-9 years. *Am J Clin Nutr* 2001;74:524-28.

Barkmann R, Rohrschneider W, Vierling M, Tröger J, Terlizzi F, Cadossi R et al. German pediatric reference data for quantitative transverse transmission ultrasound of finger phalanges. *Osteoporos Int* 2002; 13:55-61.

Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, de Terlizzi F, Cadossi R, Saggese G. Bone quality assessment by quantitative ultrasound of proximal phalanges of the hand in healthy subjects aged 3-21 years. *Pediatr Res* 2001; 49:713-8.

Bass S, Delmas PD, Pearce G, Hendrich E, Tabensky A, Seeman E. The differing tempo of growth in bone size, mass, and density in girls is region-specific. *J Clin Invest* 1999; 104(6):795-804.

Baxter-Jones AD, Mirwald RL, McKay HA, Bailey DA. A longitudinal analysis of sex differences in bone mineral accrual in healthy 8-19-year-old boys and girls. *Ann Hum Biol* 2003;30:160-75.

Bonjour JP, Theintz G, Buchs B, Slosman D, Rizzoli R. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab* 1991;73:555-63.

Bonjour JP, Theintz G, Law F, Slosman D, Rizzoli, R. Peak bone mass. *Osteoporosis Int* 1994;1(Suppl 1), S7-13.

Bouillon R, Bex M, Vanderschueren D, Boonen S. Estrogens are essential for male pubertal periosteal bone expansion. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(12): 6025-29.

Bouxsein, LM. Bone quality: where do we go from here? *Osteoporos Int* 2003; 14(suppl 5):118-27.

Bradney M, Pearce G, Naughton G, Sullivan C, Bass S, Beck T, et al. Moderate exercise during growth in prepubertal boys changes in bone mass, size, volumetric density and bone strength: a controlled prospective study. *J Bone Miner Res* 1998;13:1814-21.

Brandão CMA, Vieira, JGH. Fatores envolvidos no pico de massa óssea. *Arq Bras Endocrinol Metab* 1999;46(6):401-8.

Buck Louis GM, Gray LE, Jr, Michele Marcus, Ojeda SR, Pescovitz OH, Witchel SF et al. Environmental Factors and Puberty Timing: Expert Panel Research Needs. *Pediatrics* 2008;121: S192-S207.

Cadogan J, Blumsohn A, Barker ME, Eastell R. A longitudinal study of bone gain in pubertal girls: anthropometric and biochemical correlates. *J Bone Miner Res* 1998;13:1602-12.

Cameron AJ, Welborn TA, Zimmet PZ, Dunstan DW, Owen N, Salmon J et al. Overweight and obesity in Australia: the 1999-2000 Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Med. J. Aust.* 2003;178(9):427-32.

Campos LMA, Liphaut BL, Silva CAA, Pereira RMR. Osteoporose na infância e na adolescência. *J Pediatr* 2003;79(6):481-8.

Canhão H, Fonseca JE, Queiroz MV. Diagnóstico e terapêutica da osteoporose na idade pediátrica. *Acta Med Port* 2004;17:385-90.

Carrascosa A, Gussinyé M, Yeste D, del Rio L, Audí L, Enrubia M, et al. Skeletal mineralization during infancy, childhood and adolescence in the normal population and in populations with nutritional and hormonal disorders. Dual X-ray absorptiometry (DEXA) evaluation. In: Schönau E. *Paediatric Osteology* Amsterdam: Elsevier; 1996. p.93-102.

Casazza K, Dulin-Keita A, Gower BA, Fernandez JR. Intrabdominal fat is related to metabolic risk factors in Hispanic Americans, African Americans and in girls. *Acta Paediatr* 2009; 98(2):1965-71.

ChanYY, Bishop NJ. Clinical management of childhood osteoporosis. *Int J Clin Pract* 2002;56(4):280-6.

Chinn S, Rona RJ. Prevalence and trends in overweight and obesity in three cross-sectional studies of British children, 1974-1994. *BMJ* 2001; 322: 24-26.

Craeford PB, Wang MC, Sabry ZI, Hudes M, Van Loan M, Bachach LK. Adolescent diet is predictive of peak bone mass. *Am J Clin Nutr* 2002; 75:356-9.

Crawford MCW et al. Adolescent diet is predictive of peak bone mass. *Am J Clin Nutr* 2002; 75:356-9.

Cromer B, Harel Z. Adolescents: at increased risk for osteoporosis? *Clin Pediatrics* 2000; 39:565-74.

Czajka-Narins DM. In: *Minerais*. Mahan LK & Escott-Stump S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca, 2005.

Daniels SR, Arnett DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation* 2005; 111:1999-2012.

Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, El-Hajj Fuleihan G. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in school children. *Bone* 2005;36:736-42.

Docio S, Riancho JA, Pérez A, Olmos JM, Amado JA, González-Macías J. Seasonal deficiency of vitamin D in children: a potential target for osteoporosis-preventing strategies? *J Bone Miner Res* 1998; 13: 544-8.

Ducher G, Bass SL, Naughton GA, Eser P, Telford RD, Daly RM. Overweight children have a greater proportion of fat mass relative to muscle mass in the upper limbs than in the lower limbs: implications for bone strength at the distal forearm. *Am J Clin Nutr* 2009;90:1104-11.

Duke PM, Litt IF, Gross RT. Adolescents' self-assessment of sexual maturation. *Pediatrics* 1980;66:918-20.

Euling SY, Herman-Giddens ME, Lee PA, Selevan SG, Juul A, Sørensen TIA, et al. Examination of US Puberty-Timing Data from 1940 to 1994 for Secular Trends: Panel Findings. *Pediatrics* 2008;121: S172-S191.

Eveleth PH, Tanner JM. *Worldwide variation in human growth*. Cambridge, Cambridge University Press, 1976.

Fonseca ASM, Szejnfeld VL, Terreri MT, Goldenberg J, Ferraz MB, Hilário MOE. Bone mineral density of the lumbar spine of Brazilian children and adolescents aged 6 to 14 years. *Braz J Med Biol Res* 2001;34(3):347-52.

Fricke O, Tutlewski B, Schwahn B, Schoenau E. Speed of sound: Relation to geometric characteristics of bone in children, adolescents, and adults. *J Pediatr* 2005;146:764-8.

Gajdos ZKZ, Hirschhorn JN, Palmert MR. What controls the timing of puberty? An update on progress from genetic investigation. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2009;16:16-24.

Gjesdal CG, Halse JI, Eide GE, Brun JG, Tell GS. Impact of lean mass and fat mass on bone mineral density: The Hordaland Health Study. *Maturitas* 2008;59:191-200

Goulding A, Taylor RW, Jones IE, McAuley KA, Manning PJ, Williams SM. Overweight and obese children have low bone mass and area for their weight. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24 (5): 627-632.

Gowin W, Felsenberg D. Methods in osteodensitometry. In: Schönau, E. *Paediatric Osteology*. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 73-81.

Greer FR. Issues in establishing vitamin D recommendations for infants and children. *Am J Clin Nutr* 2004; 80 (suppl): 1759-62.

Guerra-Junior G. Distúrbios do crescimento ósseo na infância e na adolescência (como causa de osteoporose no adulto). In: Iannetta O. *Osteoporose: uma ex-enfermidade silenciosa*. 1 ed. São Paulo: Tecmed Editora, 2006, v. 1, p. 115-143.

Gültekin T, Akin G, Ozer BK. Gender differences in fat patterning in children living in Ankara. *Anthropol Anz* 2005;63:427-37.

Haapasalo H, Kontulainen S, Sievänen H, Kannus P, Vuori I. Exercise-induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density: A peripheral Quantitative Computed Tomography study of the upper arms of male tennis players. *Bone* 2000;27: 351-57.

Halaba ZP, Pluskiewicz W. Quantitative ultrasound in the assessment of skeletal status in children and adolescents. *Ultrasound Med Biol* 2004;30:239-43.

Halaba ZP. Quantitative ultrasound measurements at hand phalanges in children and adolescents: a longitudinal study. *Ultrasound Med Biol* 2008;34:1547-53.

Haney EM, Chan BK, Diem SJ, Ensrud KE, Cauley JA, Barrett-Connor E et al. Association of low bone mineral density with selective serotonin reuptake inhibitor use by older men. *Arch Intern Med* 2007;167:1246-51.

Hannon TS, Rao G, Arslanian SA. Childhood obesity and type 2 *diabetes mellitus*. *Pediatrics* 2005; 116:473-80.

Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Markus R, Maltovic V, et al. Peak bone mass. *Osteoporosis Inter* 2000;11(12):985-1009.

Heaney RP. Calcium, dairy products and osteoporosis. *J Am Coll Nutr* 2000;19(suppl):83-99.

Henderson NK, Price RI, Cole JH, Gutteridge DH, Bhagat CI. Bone density in young women is associated with body weight and muscle strength but not dietary intakes. *J Bone Miner Res* 1995;10:384-93.

Holick MF. Environmental factors that influence the cutaneous production of vitamin D. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 638-45.

Holick MF. Resurrection of Vitamin D deficiency and rickets. *J Clin Invest* 2006; 116: 2062-72.

Horlick M, Wang J, Pierson RN Jr, Thornton JC. Prediction models for evaluation of total-body bone mass with dual-energy X-ray absorptiometry among children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114(3)337-45.

Hu F, Wang B, Chen C, Jin Y, Yang J, Stampfer M et al. Body mass index and cardiovascular risk factors in a rural Chinese population. *Am J Epidemiol* 2000;15(1): 88-97.

Hui SL, DiMeglio LA, Longcope C, Peacock M, McClintock R, Perkins AJ, 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(2):642–649.

Iannetta O. Osteoporose: uma ex-enfermidade silenciosa. São Paulo: Tecmed; 2006. p.37-373.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares (2002-2003): Antropometria e análise do estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil. Rio de Janeiro: 2006 [acesso em 12 setembro 2009]. Disponível em URL:<http://www.ibge.gov.br>.

Ioannidis G, Papaioannou A, Hopman WM, Akhtar-Danesh N, Anastassiades T, Pickard L, et al. Relation between fractures and mortality: results from the Canadian Multicentre Osteoporosis Study. *CMAJ* 2009; 181(5):265-71.

Jones G, Dwyer T. Bone mass in prepubertal children: gender differences and the role of physical activity and sunlight exposure. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:4274-9.

Jones G, Riley MD, Whiting S. Association between urinary potassium, urinary sodium, current diet, and bone density in prepubertal children. *Am J Clin Nutr* 2001; 73:839-44.

Kalkwarf HJ, Gilsanz V, Lappe JM, Oberfield S, Shepherd JA, Hangartner TN et al. Tracking of bone mass and density during childhood and adolescence. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:1690-8.

Kalkwarf HJ, Zemel BS, Gilsanz V, Lappe JM, Horlick M, Oberfield S, et al. The bone mineral density in childhood study: bone mineral content and density according to age, sex, and race. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92: 2087-99.

Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR, Marcus R. Clinical and anthropometrics correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab* 1991;73(6):1332-39.

Kaye W, Gendall K, Strober M. Serotonin neuronal function and selective serotonin reuptake inhibitor treatment in anorexia and bulimia nervosa. *Biol Psychiatry* 1998; 44:825-38.

Kelishadi R. Childhood Overweight, Obesity, and the Metabolic Syndrome in Developing Countries. *Epidemiol Rev* 2007;29:62-76.

Kim S, Popkin BM. Commentary: Understanding the epidemiology of overweight and obesity - a real global public health concern. *Int J Epidemiol* 2006;35:60-7.

Kirchengast S, Peterson B, Hauser G, Knogler W. Body composition characteristics are associated with the bone density of the proximal femur and in middle- and old- aged women and men. *Maturitas* 2001; 39(2):133-45.

Kleerekoper M, Nelson DA, Flynn MJ, Pawluszka AS, Jacobsen G, Peterson EL. Comparison of radiographic absorptiometry with dual-X-ray absorptiometry and quantitative computed tomography in normal older white and black women. *J Bone Miner Res* 1994;9:1745-9.

Knoke JD, Barrett-Connor E. Weight Loss: A Determinant of Hip Bone Loss in Older Men and Women The Rancho Bernardo Study. *Am J Epidemiol* 2003; 158 (12):1132-38.

Kreipe RE. Bones of today, bones of tomorrow. *Am J Dis Child* 1992;146(1):22-5.

Kröger HPJ. Measurement of bone mass and density in children. In: Schönau E. *Paediatric Osteology*. Amsterdam: Elsevier; 1996. p.103-8.

Laekeman G, Zwaenepoel L, Reyntens J, de Vos M, Casteels M. Osteoporosis after combined use of a neuroleptic and antidepressants. *Pharm World Sci* 2008; 30:613-16.

Lappe JM, Stegman MR, Davies KM, Barber S, Becker RR. A prospective study of quantitative ultrasound in children and adolescents, *J Clin Densitom* 2000; 2:167-75.

Lazarus R, Wake M, Hesketh K, Waters E. Change in BMI in Australian primary school children, 1985-1997. *Int J Obes* 2000; 24: 679-84.

Lazcano-Ponce E, Tamayo J, Cruz-Valdez A, Diaz R, Hernandez B, Del Cueto R, et al. Peak bone mineral area density and determinants among females aged 9 to 24 years in Mexico. *Osteoporos Int* 2003;14(7):539-547.

Lazzareti-Castro M. Por que medir densidade mineral óssea em crianças e adolescentes? *J Pediatr* 2004;80:(6):339-40.

Leonard MB, Shults J, Wilson BA, Tershakovec AM, Zemel BS. Obesity during childhood and adolescence augments bone mass and bone dimensions. *Am J Clin Nutr* 2004; 80(2):514-23.

Lewin S, Gouveia CHA, Marone MMS, Wehha S, Malvestiti LF. Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal. *Rev Ass Med Bras* 1997; 43(2):127-36.

Lippo BR, da Silva IM, Aca CR, de Lira PI, da Silva GA, Motta ME. Determinants of physical inactivity among urban adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2010;86:520-4.

Liu JM, Zhao HY, Ning G, Zhao YJ, Zhang LZ, Sun LH, et al. Relationship between body composition and bone mineral density in healthy young and premenopausal Chinese women. *Osteoporos Int* 2004;15:238-42.

Lobstein T, Baur L, Uauy R; IASO International Obesity TaskForce. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004: (Suppl 1): 4-104.

Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (Eds). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988, 177p.

Loomba-Albrecht LA, Styne D. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2009;16:10-15.

Lorentzon M, Swanson C, Andersson N, Mellstrom D, Ohlsson C. Free testosterone is a positive, whereas free estradiol is a negative, predictor of cortical bone size in young Swedish men: the GOOD study. *J Bone Miner Res* 2005; 20(8):1334-41.

Lorrain J, Paiement G, Chevrier N, Lalumiere G, Laflamme G, Caron P, et al. Population and demographics and socioeconomic impact of osteoporotic fractures in Canada. *Menopause* 2003; 10:228-34.

Louis O, Moreels X, Osteaux M. Reproducibility of phalanx osteosonography and relation with forearm peripheral quantitative computed tomography: single finger versus average measurement on the last four fingers. *Eur J Radiol* 1998; 28:270-5.

Lu PW, Briody JN, Ogle GD, Morley K, Humphries IRJ, Allen J, et al. Bone mineral density of total body, spine and femoral neck in children and young adults: a crosssectional and longitudinal study. *J Bone Miner Res* 1994;9:1451-8.

Lu PW, Cowell CT, Lloyd-Jones SA, Briody JN, Howman-Giles R. Volumetric bone mineral density in normal subjects, aged 5-27 Years. *J Clin Endocrinol Metab* 1996;81(4):1586-90.

Ma J, Feng N, Zhang SW, Pan YP, Huang YB. Comparison of changes in body composition during puberty development of obese and normal-weight children in China. *Biomed Environ Sci* 2009;22:413-8.

Maalouf G, Wehbe J, Farah G, Sawan D, Tannous Z, Nehme A, et al. Phalangeal osteosonogrammetry age-related changes and assessment of a Lebanese reference population. *Bone* 2007;40(6):1650-4.

Magarey AM, Boulton TJC, Chatterton BE, Shultz C, Nordin BEC, Cockington RA. Bone growth from 11 to 17 years: relationship to growth, gender and changes with pubertal status including timing of menarche. *Acta Paediatr* 1999;88:139-46.

Marie P, Franoise D, Cohen-Solal M, de Vernejoul MC. New factors controlling bone remodeling. *Joint Bone Spine* 2000;67:150-6.

Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls. Arch Dis Child 1969;44:291-303.

Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. Arch Dis Child 1970;45:13-23.

Marwaha RK, Tandon N, Reddy DHK, Aggarwal R, Singh R, Sawhney RC et al. Vitamin D and bone mineral density status of healthy schoolchildren in northern India. Am J Clin Nutr 2005; 82:477-82.

Mei Z, Scanlon KS, Grummer-Strawn LM, Freedman DS, Yip R, Trowbridge FL. Increasing Prevalence of Overweight Among US Low-income Preschool Children: The Centers for Disease Control and Prevention Pediatric Nutrition Surveillance, 1983 to 1995. Pediatrics 1998; 101(1):1-6

Micklesfield LK, Zielonka EA, Charlton KE, Katzenellenbogen L, Harkins J, Lambert EV. Ultrasound bone measurements in pre-adolescent girls: interaction between ethnicity and lifestyle factors. Acta Paediatr 2004;93:752-58.

Misra A, Khurana L. Obesity and the Metabolic Syndrome in Developing Countries. J Clin Endocrinol Metab 2008;93:S9-S30.

Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. Endocrinol Metab Clin North Am 2003;32(1):39-63.

Nathan BM, Moran A. Metabolic complications of obesity in childhood and adolescence: more than just diabetes. Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes. 2008;15(1):21-9.

Nordström PK, Thorsen K, Nodström G, Bergström E, Lorentzon R. Bone mass, muscle strength, and different body constitutional parameters in adolescent boys with a low or moderate exercise level. Bone 1995;17(4):351-6.

Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM. Prevalence of Overweight and Obesity in the United States, 1999-2004. JAMA. 2006;295:1549-55.

Orsi CM, Hale DE, Lynch JL. Pediatric obesity epidemiology. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2011;18:14-22.

Onis M, Blössner M. The World Health Organization Global Database on Child Growth and Malnutrition: methodology and applications. *Intern J Epidemiol* 2003; 32:518-26.

Palmert MR, Hirschhorn JN. Genetic approaches to stature, pubertal timing, and other complex traits. *Mol Genet Metab* 2003; 80:1-10.

Parent AS, Teilmann G, Juul A, Skakkebaek NE, Topparrri J, Bourguignon JP. The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration. *Endocr Rev* 2003;24:668-93.

Parisi SM, Goodman E. Obesity and cardiovascular disease risk in children and adolescents. *Curr Cardiovasc Risk Rep* 2008;2:47-52.

Phillipov G, Holsman M, Phillipov J. The clinical role of quantitative ultrasound in assessing fracture risk and bone status. *Med J Aust* 2000;173(4):208-11.

Pietrobelli A, Faith MS, Wang J, Brambilla P, Chiumello G, Heymsfield SB. Association of lean tissue and fat mass with bone mineral content in children and adolescents. *Obes Res* 2002;10(1):56-60.

Prais D, Diamond G, Kattan A, Salzberg J, Inbar D. The effect of calcium intake and physical activity on bone quantitative ultrasound measurements in children: a pilot study. *J Bone Miner Metab* 2008; 26:248-53.

Ribeiro RR, Guerra-Junior G, Barros-Filho. Bone mass in schoolchildren in Brazil: the effect of racial miscegenation, pubertal stage, and socioeconomic differences. *J Bone Miner Metab* 2009;27:494-501.

Ribeiro RR, Santos-Ribeiro KD, Guerra-Junior G, Barros-Filho AA. Comparison of bone quantity by ultrasound measurements of phalanges between white and black children living in Paraná, Brazil, with Europeans. *Braz J Med Biol Res* 2010 (Epub ahead of print).

Richards JB, Papaioannou A, Adachi JD, Joseph L, Whitson HE, Prior JC, et al. Effect of selective serotonin reuptake inhibitors on the risk of fracture. *Arch Intern Med* 2007;167:188-94.

Rideout CA, McKay HA, Barr SI. Self-reported lifetime physical activity and areal bone mineral density in healthy postmenopausal women: the importance of teenage activity. *Calcif Tissue Int* 2006; 79:214-22.

Ringa V, Durieux P, Bréart G. Bone mass measurements around menopause and prevention of osteoporotic fractures. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*; 1994(10):675-82.

Rivera JA, Hotz C, González-Cossío T, Neufeld L, García-Guerra A. The effect of micronutrient deficiencies on child growth: a review of results from community-based supplementation trials. *J Nutr* 2003; 133:4010-20.

Rocher E, Chappard C, Jaffre C, Benhamou CL, Courteix D. Bone mineral density in prepubertal obese and control children: relation to body weight, lean mass, and fat mass. *J Bone Miner Metab* 2008; 26(1):73-78.

Rolland-Cachera MF, Castelbon K, Arnault N, Bellisle F, Romano M, Lehingue Y, et al. Body Mass Index in 7-9 year old French children: Frequency of obesity, overweight and thinness. *Int J Obes* 2002; 26:1610-16.

Rubin K, Schirduan V, Gendreau P, Sarfarazi M, Mendola R, Daisky G. Predictors of axial and peripheral bone mineral density in health children and adolescents, with special attention to the role of puberty. *J Pediatric* 1993; 123:863-70.

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

Sabatier JP, Guaydier-Souquieres G, Laroche D, Benmalek A, Fournier L, Guillon-Metz F, et al. Bone mineral acquisition during adolescence and early adulthood: a study in 574 healthy females 10-24 years of age. *Osteoporosis Int* 1996; 6(2):141-48.

Salamoun MM, Kizirian AS, Tannours RI, Nabulsi MM, Choucair MK, Deeb ME, et al. Low calcium and vitamin D intake in healthy children and adolescents and their correlates. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59:177-84.

Samelson EJ, Hannan MT. Epidemiology of osteoporosis. *Curr Rheumatol Rep* 2006; 8(1):76-83.

Santos KD, Petroski EL, Ribeiro RR, Guerra-Junior G. Bone quantity and quality in Brazilian female schoolchildren and adolescents. *J Bone Miner Metab* 2009;27:507-12.

Santos KD, Ribeiro RR, Petroski EL. Avaliação da quantidade e qualidade óssea de crianças por meio de ultra-som quantitativo um estudo piloto. *Rev Bras Med* 2008;65(4):96-9.

Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. Análise preditiva da densidade mineral óssea em adolescentes Brasileiros eutróficos do sexo masculino. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006; 50:105-13.

Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. Bone mineralization in Brazilian adolescents: the years of maximum bone mass incorporation. *Arch Latinoam Nutr* 2007; 57(2):118-24.

Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. Mineralização óssea em adolescentes do sexo masculino: anos críticos para aquisição de massa óssea. *J Pediatr* 2004; 80:461-67.

Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988;60: 709-23.

Slemenda CW, Reister TK, Hui SL, Miller JZ, Christian JC, Johnston CC. Influences on skeletal mineralization in children and adolescents: evidence for varying effects of sexual maturation and physical activity. *J Pediatr* 1994; 125:201-7.

Slosman DO, Rizzoli R, Bonjour JP. Bone absorptiometry: a critical appraisal of various methods. *Acta Paediatr* 1995;Suppl(411)9-11.

Szejnfeld VL, Rodrigues de Lima G, Atra E. Osteoporose no climatério. In: Pinotti HW, Halbe HW, Hegg R. *Menopausa*. São Paulo: Rocca 1995, p. 189-211.

Tan LJ, Lei SF, Chen XD, Liu MY, Guo YF, Xu H et al. Establishment of peak bone mineral density in Southern Chinese males and its comparisons with other males from different regions of China. *J Bone Miner Metabol* 2007;25(2):114-21.

Taylor RW, Grant AM, Williams SM, Goulding A. Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity* 2010;18:1410-16.

Teegarden D, Proulx WR, Martin BR, Zhao J, McCabe GP, Lyle RM, et al. Peak bone mass in young women. *J Bone Miner Res* 1995;10:711-5.

Theintz G, Buchs B, Rizzoli R, Slosman D, Clavieu H, Sizonenko PC, 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* 1992;75:1060-5.

Tremblay MS, Willms JD. Secular trends in the BMI of Canadian children. *Can Med Assoc J* 2000;16(11):1429-39.

Tremollieres FA, Pouilles JM, Ribot C. Vertebral postmenopausal bone loss is reduced in overweight women: a longitudinal study in 155 early postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 1993; 77(3):683-6.

Troiano RP, Flegal KM, Kuczmarski RJ, Campbell SM, Johnson CL. Overweight prevalence and trends for children and adolescents. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1963 to 1991. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1995;149(10):1085-91.

van der Sluis IM, Muinck Keizer-Schrama SMPF. Osteoporosis in childhood: bone density in children in health and disease. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2001;14(7):817-32.

van Weissenbruch MM, Delemarre-van de Waal HA. Early influences on the tempo of puberty. *Horm Res* 2006;65(Suppl 3):105-11.

Vignolo M, Brignone A, Mascagni A, Ravera G, Biasotti B, Aicardi G. Influence of age, sex, and growth variables on phalangeal quantitative ultrasound measures: a study in healthy children and adolescents. *Calcif Tissue Int* 2003; 72:681-8.

Vignolo M, Parodi A, Mascagni A, Torrisi C, De Terlizzi F, Aicardi G. Longitudinal assessment of bone quality by quantitative ultrasonography in children and adolescents. *Ultrasound Med Biol* 2006; 32:1003-10.

Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone* 2005;37:474-81.

Wang Y, Ge K., Popkin B. Tracking of body mass index from childhood to adolescence: a 6-y follow up study in China. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:1018-24.

WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1994;843:1-129.

Woodhead HJ, Kemp AF, Blimkie CJR, Briody JN, Duncan CS, Thompson M et al. Measurement of midfemoral shaft geometry: repeatability and accuracy using magnetic resonance imaging and dual-energy X-ray absorptiometry. *J Bone Miner Res* 2001;16:2251-59.

Wosje KS, Khoury PR, Claytor RP, Copeland KA, Kalkwarf HJ, Daniels SR. Adiposity and TV viewing are related to less bone accrual in young children. *J Pediatr* 2009;154:79-85.

Wren TAL, Liu X, Pitukcheewanont P, Gilsanz V. Bone acquisition in health children and adolescents: comparisons of dual-energy x-ray absorptiometry and computed tomography measures. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90(4):1925-8.

Wu X, Hou YL, Zhang H, Shan PF, Zhao Q, Cao XZ, et al. Establishment of BMD reference databases for the diagnosis and evaluation of osteoporosis in central southern Chinese men. *J Bone Mineral Metab* 2008;26(6):586-94.

Wüster C, Albanese C, De Aloysio D, Duboeuf F, Gambacciani M, Gonnelli S et al. Phalangeal osteosonogrammetry study: age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. *J Bone Miner Res* 2000; 15:1603-14.

Wüster C, Hadji P. Use of quantitative ultrasound densitometry (QUS) in male osteoporosis. *Calcif Tissue Int* 2001;69(4):225-8.

Yadav VK, Oury F, Suda N, Liu ZW, Gao XB, Confavreux C et al. A serotonin-dependent mechanism explains the leptin regulation of bone mass, appetite, and energy expenditure. *Cell* 2009;138:976-89.

Yilmaz D, Ersoy B, Bilgin E, Gümüşer G, Onur E, Pinar ED. Bone mineral density in girls and boys at different pubertal stages: relation with gonadal steroids, bone formation markers, and growth parameters. *J Bone Miner Metab* 2005; 23:476-82.

Young D, Hopper JL, Nowson CA, Green RM, Sherwin AJ, Kaymakci B et al. Determinants of bone mass in 10- to 26-year-old females: a twin study. *J Bone Miner Res* 1995; 10:558-67.

Ziere G, Dieleman JP, van der Cammen TJ, Hofman A, Pols HA, Stricker BH. Selective serotonin reuptake inhibiting antidepressants are associated with an increased risk of nonvertebral fractures. *J Clin Psychopharmacol* 2008;28:411-17.



## **6- ANEXOS**

# APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

[www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html](http://www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html)

CEP: 15/07/09.  
(Grupo III)

**PARECER CEP:** Nº 504/2009 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)  
**CAAE:** 0399.0.146.000-09

## I - IDENTIFICAÇÃO:

**PROJETO:** "ESTADO NUTRICIONAL, CRESCIMENTO, PROPORÇÕES CORPORAIS, DESENVOLVIMENTO PUBERAL E METABOLISMO ÓSSEO DE ESCOLARES DE BAIXA RENDA".

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL:** Wellington Roberto Gomes de Carvalho.

**INSTITUIÇÃO:** Faculdade de Ciências Médicas/UNICAMP

**APRESENTAÇÃO AO CEP:** 08/06/2009

**APRESENTAR RELATÓRIO EM:** 15/07/10 (O formulário encontra-se no *site* acima)

## II - OBJETIVOS

Analisar a composição corporal, proporções corporais, maturação sexual e massa óssea de um grupo de escolares com baixo nível socioeconômico da cidade de Francisco Morato (SP).

## III - SUMÁRIO

Trata-se de um projeto de doutorado de natureza longitudinal, pois utiliza dados históricos de outros estudos realizados na mesma escola. Participarão aproximadamente 350 alunos de ambos os gêneros, de 7 a 18 anos de determinada escola municipal do bairro Batista Genaro da cidade Francisco Morato (SP). São critérios de exclusão: defeitos físicos permanentes ou temporários que impeçam as medidas antropométricas; ausência no dia da avaliação marcada.

## IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

## V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

---

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP



## VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

## VI I- DATA DA REUNIÃO

Homologado na VI Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 23 de junho de 2009.

*Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo*  
VICE-PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
FCM/UNICAMP

# CRITÉRIO PADRÃO DE CLASSIFICAÇÃO SOCIOECONÔMICA BRASIL



## Critério de Classificação Econômica Brasil

O Critério de Classificação Econômica Brasil, enfatiza sua função de estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas, abandonando a pretensão de classificar a população em termos de "classes sociais". A divisão de mercado definida abaixo é exclusivamente de classes econômicas.

### SISTEMA DE PONTOS

#### Posse de itens

	Quantidade de Itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada mensalista	0	3	4	4	4
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

#### Grau de Instrução do chefe de família

Analfabeto / Primário incompleto	Analfabeto / Até 3ª. Série Fundamental	0
Primário completo / Ginásial incompleto	Até 4ª. Série Fundamental	1
Ginásial completo / Colegial incompleto	Fundamental completo	2
Colegial completo / Superior incompleto	Médio completo	4
Superior completo	Superior completo	8

### CORTES DO CRITÉRIO BRASIL

Classe	PONTOS	TOTAL BRASIL (%)
A1	42 - 46	0,9%
A2	35 - 41	4,1%
B1	29 - 34	8,9%
B2	23 - 28	15,7%
C1	18 - 22	20,7%
C2	14 - 17	21,8%
D	8 - 13	25,4%
E	0 - 7	2,6%

## PROCEDIMENTO NA COLETA DOS ITENS

É importante e necessário que o critério seja aplicado de forma uniforme e precisa. Para tanto, é fundamental atender integralmente as definições e procedimentos citados a seguir.

Para aparelhos domésticos em geral devemos:

Considerar os seguintes casos

- Bem alugado em caráter permanente
- Bem emprestado de outro domicílio há mais de 6 meses
- Bem quebrado há menos de 6 meses

Não considerar os seguintes casos

- Bem emprestado para outro domicílio há mais de 6 meses
- Bem quebrado há mais de 6 meses
- Bem alugado em caráter eventual
- Bem de propriedade de empregados ou pensionistas

### Televisores

Considerar apenas os televisores em cores. Televisores de uso de empregados domésticos (declaração espontânea) só devem ser considerados caso tenha(m) sido adquirido(s) pela família empregadora.

### Rádio

Considerar qualquer tipo de rádio no domicílio, mesmo que esteja incorporado a outro equipamento de som ou televisor. Rádios tipo walkman, conjunto 3 em 1 ou microsystems devem ser considerados, desde que possam sintonizar as emissoras de rádio convencionais. Não pode ser considerado o rádio de automóvel.

### Banheiro

O que define o banheiro é a existência de vaso sanitário. Considerar todos os banheiros e lavabos com vaso sanitário, incluindo os de empregada, os localizados fora de casa e os da(s) suite(s). Para ser considerado, o banheiro tem que ser privativo do domicílio. Banheiros coletivos (que servem a mais de uma habitação) não devem ser considerados.

### Automóvel

Não considerar táxis, vans ou pick-ups usados para fretes, ou qualquer veículo usado para atividades profissionais. Veículos de uso misto (lazer e profissional) não devem ser considerados.

### Empregada doméstica

Considerar apenas os empregados mensalistas, isto é, aqueles que trabalham pelo menos 5 dias por semana, durmam ou não no emprego. Não esquecer de incluir babás, motoristas, cozinheiras, copeiras, arrumadeiras, considerando sempre os mensalistas.

Note bem: o termo "empregados mensalistas" se refere aos empregados que trabalham no domicílio de forma permanente e/ou contínua, pelo menos 5 dias por semana, e não ao regime de pagamento do salário.

### Máquina de Lavar

Considerar máquina de lavar roupa, somente as máquinas automáticas e/ou semi-automáticas. O tanquinho NÃO deve ser considerado.

### Videocassete e/ou DVD

Verificar presença de qualquer tipo de vídeo cassete ou aparelho de DVD.

### Geladeira e Freezer

No quadro de pontuação há duas linhas independentes para assinalar a posse de geladeira e freezer respectivamente. A pontuação será aplicada de forma independente:

- a) Havendo geladeira no domicílio, independente da quantidade, serão atribuídos os pontos (4) correspondentes a posse de geladeira;
- b) Se a geladeira tiver um freezer incorporado – 2ª porta – ou houver no domicílio um freezer independente serão atribuídos os pontos (2) correspondentes ao freezer.

As possibilidades são:

Não possui geladeira nem freezer	0 pt
Possui geladeira simples (não duplex) e não possui freezer	4 pts
Possui geladeira de duas portas e não possui freezer	6 pts
Possui geladeira de duas portas e freezer	6 pts
Possui freezer mas não geladeira (caso raro mas aceitável)	2 pt

## OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

Este critério foi construído para definir grandes classes que atendam às necessidades de segmentação (por poder aquisitivo) da grande maioria das empresas. Não pode, entretanto, como qualquer outro critério, satisfazer todos os usuários em todas as circunstâncias. Certamente há muitos casos em que o universo a ser pesquisado é de pessoas, digamos, com renda pessoal mensal acima de US\$ 30.000. Em casos como esse, o pesquisador deve procurar outros critérios de seleção que não o CCEB.

A outra observação é que o CCEB, como os seus antecessores, foi construído com a utilização de técnicas estatísticas que, como se sabe, sempre se baseiam em coletivos. Em uma determinada amostra, de determinado tamanho, temos uma determinada probabilidade de classificação correta, (que, esperamos, seja alta) e uma probabilidade de erro de classificação (que, esperamos, seja baixa). O que esperamos é que os casos incorretamente classificados sejam pouco numerosos, de modo a não distorcer significativamente os resultados de nossa investigação.

Nenhum critério, entretanto, tem validade sob uma análise individual. Afirmações frequentes do tipo "...

conheço um sujeito que é obviamente classe D, mas pelo critério é classe B..." não invalidam o critério que é feito para funcionar estatisticamente. Servem, porém, para nos alertar, quando trabalhamos na análise individual, ou quase individual, de comportamentos e atitudes (entrevistas em profundidade e discussões em grupo respectivamente). Numa discussão em grupo um único caso de má classificação pode pôr a perder todo o grupo. No caso de entrevista em profundidade os prejuízos são ainda mais óbvios. Além disso, numa pesquisa qualitativa, raramente uma definição de classe exclusivamente econômica será satisfatória.

Portanto, é de fundamental importância que todo o mercado tenha ciência de que o CCEB, ou qualquer outro critério econômico, não é suficiente para uma boa classificação em pesquisas qualitativas. Nesses casos deve-se obter além do CCEB, o máximo de informações (possível, viável, razoável) sobre os respondentes, incluindo então seus comportamentos de compra, preferências e interesses, lazer e hobbies e até características de personalidade.

Uma comprovação adicional da conveniência do Critério de Classificação Econômica Brasil é sua discriminação efetiva do poder de compra entre as diversas regiões brasileiras, revelando importantes diferenças entre elas.

## DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR REGIÃO METROPOLITANA

CLASSE	Total BRASIL	Gde. FORT	Gde. REC	Gde. SALV	Gde. BH	Gde. RJ	Gde. SP	Gde. CUR	Gde. POA	DF
A1	0,9%	1,5%	0,5%	0,4%	1,3%	0,6%	0,6%	1,6%	1,1%	2,2%
A2	4,1%	3,3%	3,2%	2,8%	3,5%	3,4%	4,5%	6,0%	4,2%	7,1%
B1	8,9%	5,9%	6,0%	4,6%	7,2%	8,3%	10,6%	11,4%	9,6%	11,5%
B2	15,7%	8,7%	8,0%	9,6%	14,3%	14,1%	19,0%	18,8%	19,4%	18,8%
C1	20,7%	11,3%	12,3%	16,1%	18,0%	23,1%	22,4%	23,9%	27,0%	17,9%
C2	21,8%	19,9%	21,8%	24,4%	21,5%	24,6%	21,5%	18,5%	18,5%	17,7%
D	25,4%	36,9%	40,7%	36,6%	31,5%	24,8%	20,7%	17,7%	18,3%	21,9%
E	2,6%	12,5%	7,5%	5,5%	2,6%	1,2%	0,7%	2,1%	1,9%	2,9%

## RENDA FAMILIAR POR CLASSES

Classe	Pontos	Renda média familiar (R\$)
A1	42 a 46	9.733
A2	35 a 41	6.564
B1	29 a 34	3.479
B2	23 a 28	2.013
C1	18 a 22	1.195
C2	14 a 17	726
D	8 a 13	485
E	0 a 7	277



## **7- APÊNDICES**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA  
A DIREÇÃO DA ESCOLA**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente



Prezado Diretor,

Temos o prazer de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **“Estado Nutricional, Crescimento, Proporções Corporais, Desenvolvimento Puberal e Metabolismo Ósseo de Escolares de Baixa Renda”**, sendo este um projeto de Tese de Doutorado do Prof. Wellington Roberto Gomes de Carvalho, orientado pelo Prof. Dr. Gil Guerra Júnior da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Esta pesquisa tem por objetivo avaliar o estado nutricional, crescimento, proporções corporais, desenvolvimento puberal e a massa óssea de um grupo de escolares de baixa renda da cidade de Francisco Morato (SP). Espera-se que este estudo, de natureza longitudinal, possa propiciar informações importantes. Permitindo assim, um melhor entendimento especificamente no que diz respeito às influências das marcantes diferenças sociais e econômicas no Brasil sobre o estado nutricional, crescimento, proporções corporais, desenvolvimento puberal e metabolismo ósseo de crianças a adolescentes em idade escolar.

Tendo em vista o cumprimento do objetivo da pesquisa, necessito coletar dados de medidas de peso, altura, altura sentada, envergadura, perímetro cefálico, perímetro braquial, comprimento da mão, comprimento do pé, circunferência da cintura, circunferência do quadril, dobras cutâneas (tricipital e

subescapular), massa óssea e maturação sexual. A massa óssea será avaliada por ultra-som da metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (2º ao 5º dedo) da mão não-dominante. A maturação sexual será avaliada em local privado por meio de auto-avaliação. Serão tomados todos os cuidados necessários, procurando não oferecer nenhum risco ou constrangimento para os alunos. Um questionário será enviado às residências dos alunos, para ser respondido pelos pais ou responsáveis, que por meio deste serão avaliados idade da menarca (meninas), etnia, nível sócio-econômico e escolaridade dos pais. Os alunos deverão entregar os questionários para seus respectivos professores de sala de aula e deverão ser entregues ao pesquisador responsável antes da avaliação marcada na escola.

As avaliações são simples, rápidas (cerca de 5 minutos de duração) e não causam nenhuma dor e não apresentam qualquer risco físico ou moral. As medidas serão realizadas na própria escola, em horário de aula em uma sala determinada direção da escola. Para garantir a confiabilidade de nosso trabalho, os procedimentos utilizados estarão de acordo com padrões científicos. As avaliações dos escolares somente serão realizadas com a prévia autorização do pai/responsável, mediante apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente preenchido e assinado pelos pais/responsáveis dos alunos. A permanência dos pesquisadores nas dependências não afetará o desenvolvimento pleno das atividades da escola. Além disso, será mantido total sigilo das informações obtidas bem como o anonimato de todos os alunos participantes da pesquisa. As informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para o desenvolvimento da pesquisa.

Ressaltamos que os escolares que forem identificados com alguma alteração nas variáveis mensuradas como, por exemplo, baixa densidade mineral óssea para idade e sexo, os seus pais receberão uma carta informando sobre a situação e convidando para atendimento no Ambulatório de Endocrinologia Pediátrica da UNICAMP para avaliação clínica, nutricional, radiológica e laboratorial.

A sua colaboração tornou-se imprescindível para o alcance dos objetivos propostos. Agradecemos antecipadamente a atenção dispensada e colocamo-nos à sua disposição para quaisquer esclarecimentos sobre os procedimentos da pesquisa (e-mail: [wrgc@fcm.unicamp.br](mailto:wrgc@fcm.unicamp.br) ou pelos telefones: (35) 3291-8529. Denúncias ou queixas podem ser feitas a qualquer tempo pelo telefone do CEP da UNICAMP pelo telefone (19) 3521-8936 ou pelo e-mail: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br)

De acordo com esclarecido, aceito colaborar (participar) na realização da pesquisa, estando devidamente informado sobre a natureza da pesquisa, objetivos propostos, metodologia empregada e benefícios previstos.

Francisco Morato (SP), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_\_\_\_.

Nome do (a) Diretor (a): \_\_\_\_\_

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

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
PARA O PAI/RESPONSÁVEL DO ALUNO**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente



---

**IDENTIFICAÇÃO DO (A) ALUNO (A):**

Nome do(a) aluno(a): \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ CEP.: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

Eu, \_\_\_\_\_,  
nome do pai/responsável do(a) aluno(a)

RG nº. \_\_\_\_\_ responsável pelo (a) aluno (a) acima identificado (a) entendo que o (a) mesmo (a) foi convidado (a) a participar da pesquisa intitulada **“Estado Nutricional, Crescimento, Proporções Corporais, Desenvolvimento Puberal e Metabolismo Ósseo de Escolares de Baixa Renda”**, sendo este, um projeto de Tese de Doutorado do Prof. Wellington Roberto Gomes de Carvalho, orientado pelo Prof. Dr. Gil Guerra Júnior da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Ao concordar por livre e espontânea vontade com a participação do (a) aluno (a) no estudo, estou ciente que a mesmo (a) será submetido (a) a uma avaliação clínica com medidas de medidas de peso, altura, altura sentada, envergadura, perímetro cefálico, perímetro braquial, comprimento da mão,

comprimento do pé, circunferência da cintura, circunferência do quadril, dobras cutâneas (tricipital e subescapular), massa óssea e maturação sexual. A massa óssea será avaliada por ultra-som da metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (2º ao 5º dedo) da mão não-dominante. A maturação sexual será avaliada em local privado por meio de auto-avaliação. As avaliações são simples, rápidas (cerca de 5 minutos de duração) e não causam nenhuma dor e não apresentam qualquer risco físico ou moral. As medidas serão realizadas na própria escola, em horário de aula em uma sala determinada direção da escola.

No questionário em anexo, para ser preenchido pelo pai/responsável do aluno, serão avaliados idade da primeira menstruação (meninas), etnia, nível sócioeconômico e escolaridade dos pais. O aluno deverá entregar o questionário respondido para seu respectivo professor de sala de aula.

A avaliação do escolar somente será realizada com a prévia autorização do pai/responsável, mediante apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente preenchido e assinado pelos pais/responsáveis dos mesmos. O (a) aluno (a) obterá com a participação no estudo a vantagem de confirmar ou não a presença de fatores ligados aos distúrbios de crescimento e nutricionais. Além disso, os escolares que forem identificados com alguma alteração nas variáveis mensuradas como, por exemplo, baixa densidade mineral óssea para idade e sexo, os seus pais receberão uma carta informando sobre a situação e convidando para atendimento no Ambulatório de Endocrinologia Pediátrica da UNICAMP para avaliação clínica, nutricional, radiológica e laboratorial.

Toda a informação médica, assim como os resultados desse projeto de pesquisa, será mantida em absoluto sigilo. Se os resultados ou informações fornecidas forem utilizados para fins de publicação científica, nenhum nome será mencionado. A participação do (a) aluno (a) sob minha responsabilidade nesse projeto de pesquisa é voluntária e o mesmo poderá recusar ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem sofrer qualquer penalidade ou prejuízo.

Qualquer dúvida ou esclarecimento sobre os procedimentos da pesquisa podem ser obtidos pelos telefones (35) 3291-8529 ou (35) 9149-1307, denúncias ou queixas podem ser feitas a qualquer tempo pelo telefone do CEP da UNICAMP pelo telefone (19) 3521-8936 ou pelo e-mail: **cep@fcm.unicamp.br**

De acordo,

---

Pai/responsável pelo (a) aluno (a)

Francisco Morato (SP), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_\_.

## FICHA DE AVALIAÇÃO

### IDENTIFICAÇÃO

**Aluno (a):** \_\_\_\_\_

**Sexo:** Masc[  ] Fem[  ] **Nascimento:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ **Avaliação:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_

**Etnia:** [  ] Branca [  ] Preta [  ] Parda [  ] Amarela [  ] Indígena

**Série:** \_\_\_\_\_ **Turma:** \_\_\_\_\_ **Turno:** Manhã [  ] Tarde [  ] Noite [  ]

#### Somente para as meninas

Você já **menstruou?** [  ] Sim [  ] Não

Se **Sim:** qual a data da sua primeira menstruação? \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

### AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Peso	A. Pé	A. Sent.	Enverg.	Per. Cef.	Per. Braç	Cintura	Quadril	Mão	Pé

### AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

<b>Dobras Cutâneas</b>	1ª Medida (mm)	2ª Medida (mm)	3ª Medida (mm)	Média (mm)
Subescapular				
Tríceps				
Somatória				

<b>AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL</b>				
<b>Sexo Feminino</b>			<b>Sexo Masculino</b>	
<b>MAMAS</b>	<b>ESTADIO</b>		<b>GENITAIS</b>	<b>ESTADIO</b>
<b>M</b>	<b>1</b>		<b>G</b>	<b>1</b>
<b>M</b>	<b>2</b>		<b>G</b>	<b>2</b>
<b>M</b>	<b>3</b>		<b>G</b>	<b>3</b>
<b>M</b>	<b>4</b>		<b>G</b>	<b>4</b>
<b>M</b>	<b>5</b>		<b>G</b>	<b>5</b>
<b>AVALIAÇÃO DA MASSA ÓSSEA</b>				
<b>Dedo Indicador</b>	<b>Dedo Médio</b>		<b>Dedo Anular</b>	<b>Dedo Mínimo</b>
<b>AD-SoS</b>	<b>T-Score</b>	<b>Z-Score</b>	<b>UBPI</b>	<b>BTT</b>