

QUANTIDADE E QUALIDADE ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E  
MATURAÇÃO SEXUAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

por

Keila Donassolo Santos

---

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da  
Universidade Federal de Santa Catarina como Requisito Parcial à Obtenção do  
Título de Mestre em Educação Física

Setembro, 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A dissertação **QUANTIDADE E QUALIDADE ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES.**

Elaborada por Keila Donassolo Santos

e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, foi aceita pelo Curso de Pós Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina e homologada pelo Colegiado do Mestrado, como requisito parcial à obtenção do título de

### **MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Área de concentração: **Cineantropometria e Desempenho Humano**

Data: 24 de setembro de 2007

---

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física - UFSC

### **BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Edio Luiz Petroski**

---

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Edilson Serpeloni Cyrino**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosane Carla Rosendo da Silva**

## DEDICATÓRIA

*Sem dívida, dedico esse trabalho à pessoa mais importante da minha vida... Minha amada Mãe.*

*Exemplo de mulher, principalmente por ser uma pessoa simples, honesta, alegre, sincera, por priorizar o respeito e justiça nas suas ações e por ser forte o suficiente para sempre me colocar como prioridade nos seus ideais de vida. Que sempre esteve, e tenho certeza que sempre estará, ao meu lado, nos momentos de maior alegria como nos de tristeza e dificuldades.*

## EPÍGRAFE

*Quem planta flores, planta beleza e perfumes  
para alguns dias. Quem planta árvores, planta  
sombra e frutos por anos, talvez séculos.*

*Mas quem planta idéias verdadeiras, planta para  
a eternidade.*

*Jesus*

## AGRADECIMENTOS

### ***Ao Criador***

*Que me deu a vida e que em todos os momentos confiei firme e decididamente. Assim como também dotou-me de uma mente e uma inteligência que me incitam na busca do saber e da verdade.*

### ***À meu esposo Regis***

*Por tudo o que sua sabedoria, paciência e amor foram capazes de fazer e suportar durante todo o mestrado. Agradeço por partilhar comigo em toda essa jornada, paixão, afeto e trabalho e, sobretudo, pelo benefício de contar com sua irrestrita cumplicidade.*

### ***Ao Prof. Dr. Edio Luiz Petroski, Orientador***

*Pela oportunidade de me permitir ingressar no programa de Mestrado do CDS e por confiar na capacidade de meu trabalho*

### ***À minha cunhada Soeli***

*Sou muito grata pelas horas de conversa que tivemos, e que você com presteza e paciência, aliás, marcas registradas de sua generosidade pessoal, me ouviu, me aconselhou e ainda aconselha sempre que preciso.*

### ***Aos familiares e amigos***

*Pelos momentos de convívio e companheirismo, pelo incentivo e ajuda prestada. Obrigada, simplesmente por fazerem parte da minha vida.*

### ***À “minha” equipe de coleta de dados***

*Muito obrigada pela dedicação, desejo muito sucesso a todos.*

*Quanto maior é o caminho já percorrido maior é o número de pessoas que participaram de nossa vida, e mais difícil fica agradecer nominalmente sem cometer alguma injustiça.*

*Portanto, obrigada a todos que de alguma forma me auxiliaram nesta minha caminhada.*

*Espero ter retribuído o que recebi.*

***A todos vocês o meu sincero e feliz muito obrigado...***

## RESUMO

### QUANTIDADE E QUALIDADE ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Autora: Keila Donassolo Santos

Orientador: Prof. Dr. Edio Luiz Petroski

Data: 24 de setembro de 2007

Local: Universidade Federal de Santa Catarina/SC/Brasil

**Objetivo:** O presente estudo teve o objetivo de avaliar a quantidade e qualidade óssea de escolares saudáveis, do sexo feminino, na faixa etária de 8 a 17 anos, por meio do ultrassom quantitativo (QUS) a fim de obter valores normativos para população brasileira. **Método:** Foram avaliadas 1775 escolares saudáveis do sexo feminino, na faixa etária de 8 a 17 anos. Foram realizadas as medidas de peso, estatura, espessuras das dobras cutâneas tricípital (TR), subescapular (SE), abdominal (AB) e panturrilha medial (PM). A composição corporal, percentual de gordura corporal (%G), peso gordo e peso magro foram estimados por um analisador de bioimpedância. Para a maturação sexual utilizou os critérios de estágios puberais propostos por Tanner para mamas sendo realizado por auto-exame. Para a coleta das medidas dos parâmetros ósseos de interesse quantidade e qualidade óssea, utilizou-se o equipamento DBM Sonic<sup>®</sup> BP, IGEA, 3<sup>a</sup> geração. As medidas foram realizadas na metafase distal das falanges proximais da mão não dominante, nos dedos II a V. Com as medidas de peso e estatura calculou-se o IMC, foram definidos os desvios de normalidade de peso, estatura e IMC para idade, adotou-se como pontos de corte, valores abaixo de -2 e acima de +2 dos valores do escore z. Para o cálculo dos valores de escore z foi utilizado o software Siscre<sup>®</sup> versão 2002. A partir da espessura das dobras cutâneas foi calculada a soma das quatro dobras ( $\sum TR+SE+AB+PM$ ) e duas dobras ( $\sum TR+SE$ ) e ( $\sum TR+PM$ ). No tratamento estatístico utilizou-se análise descritiva com valores de médias e desvio padrão, testes t *Student*, análise de variância (ANOVA *one – way*), seguido do teste de comparações múltiplas de *Bonferroni*, coeficientes de correlação simples de *Pearson*, e *Spearman* e análise de regressão linear múltipla “*stepwise*” com nível de significância de 5%. **Resultados:** As correlações entre quantidade óssea e idade, peso, estatura e peso magro, foram moderadas e baixas para meninos, e baixas para as meninas. Foi observado aumento progressivo com o avanço da idade para as variáveis de peso, estatura, IMC, quantidade e qualidade óssea. Os valores de média para os indicadores de quantidade e qualidade óssea apresentam variação crescente e significativa dos 8 aos 17 anos (1938-2103 m/s, incremento de 8,52%,  $p < 0,0001$  e 0,84-1,45 m/s, incremento 72,6%,  $p < 0,0001$ ) respectivamente. As médias de quantidade e qualidade óssea não se diferenciam estatisticamente entre os estágios maturacionais I e II, no entanto, ambos se diferenciam dos estágios maturacionais III, IV e V. A partir do estágio maturacional III há um incremento significativo para o estágio IV para ambas as variáveis, e do estágio maturacional IV para o V somente para BTT. A análise de regressão multivariada apresentou interação de quatro variáveis independentes (idade, peso, IMC e estágios maturacionais) para prever quantidade óssea ( $r^2 = 0,52$ ) já para qualidade óssea ( $r^2 = 0,53$ ) as variáveis de interação foram idade, altura e estágios maturacionais. **Conclusão:** A quantidade e a qualidade óssea aumentam gradualmente com a idade, sendo mais evidente na puberdade, provavelmente reflexo da organização estrutural do crescimento e desenvolvimento ósseo ou mudanças no conteúdo do tecido ósseo.

**Palavras-chave:** escolares, falanges, massa óssea, ultrassonografia, ultrassonometria.

## ABSTRACT

### BONE QUANTITY AND QUALITY, BODY COMPOSITION AND SEXUAL MATURATION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Author: Keila Donassolo Santos Ribeiro

Advisor: Dr. Edio Luiz Petroski

Date: September 24, 2007-08-31

Federal University of Santa Catarina/SC/Brazil

**Objective:** to evaluate the bone quantity (AD-SoS) and quality (BTT) of healthy students, from the female gender, between 8 and 17 years old, by quantitative ultra-sound (QUS) in order to obtain normative values for the Brazilian population. **Method:** the sample is constituted of 1775 healthy students of the female gender, between 8 and 17 years old. The measures of weight, stature, thickness of the tricipital skinfolds, subscapular, abdominal and medial calf were realized. The body composition, body-fat percentage, fat weight and thin weight were estimated by a bio-impedance analyzer. For the sexual maturation it was used the puberty stages criteria proposed by Tanner for breast being realized by auto-exam. For the gathering of measures of the bone parameters of AD-SoS and BTT interest, it was used the DBM Sonic® BP equipment, IGEA, 3<sup>rd</sup> generation. The measures were realized in the distal metaphyse of the proximal phalanxes of the non-dominant hand, in the finger II and V. With the weight and stature measures the BMI was calculated, the weight normality deviations were defined, stature and BMI for the age, as cut points were adopted, values under -2 and above +2 of the z score values. For the calculus of the z score values the software Siscre® version 2002 was used. By the thickness of the skinfolds the sum of four skinfolds was calculated ( $\Sigma$  medial calf subscapular+ abdominal+ medial calf) and two skinfolds ( $\Sigma$ tricipital+subscapular) and ( $\Sigma$  tricipital+ medial calf). In the statistical treatment descriptive analysis was used with values of means and pattern deviation, test t Student analysis of ANOVA variance (one-way), followed by the *Bonferroni* multiple comparisons test, *Pearson* and *Spearman* simple correlation coefficients, and “stepwise” multiple linear regression analysis with significance of 5%. **Results:** the correlation between AD-SoS and age, weight, stature and thin weight, were moderated and low for boys, and just low for girls. It was observed a progressive growth with the age advance for the weight, height, BMI, AD-SoS and BTT variables. The mean values for the AD-SoS and BTT indicators presented raising and significant variation from 8 to 17 years old (1938-2103 m/s, increment of 8,52%,  $p < 0,0001$  and 0,84-1,45 m/s, increment of 72,6%  $p < 0,0001$ ) respectively. The means of AD-SoS and BTT don't differentiate statistically between maturational stages I and II, although, both differentiate from maturational stages III, IV and V. From the maturational stage III there is a significant increment in relation to stage IV for both variables, and from the maturational stage IV to the V only for BTT. The analysis of multivariate regression presented interaction of four independent variables (age, weight, BMI and maturational stages) to predict AD-SoS ( $r^2 = 0,52$ ) yet for BTT ( $r^2 = 0,53$ ) the interaction variables were age, height and maturational stages. **Conclusion:** the bone quantity and quality raise gradually with age, being more evident in the puberty, probably a reflex of the structural organization of the bone growth and development or changes in the content of the bone skin.

**Key-words:** students, phalanxes, bone mass, ultrasonography, ultrasonometry.

# ÍNDICE

	Página
LISTA DE ANEXOS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
Capítulo	
I. INTRODUÇÃO .....	01
Mineralização Óssea	
Pico de Massa Óssea	
Puberdade e Massa Óssea	
Composição Corporal Massa Óssea	
Conceito de Qualidade Óssea	
Técnicas de Medida da Massa	
Objetivos	
Objetivo Geral	
Objetivos Específicos	
Estrutura da Dissertação	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	12
II. ARTIGO I.....	19
Avaliação da quantidade e qualidade óssea de crianças por meio do ultra-som quantitativo – um estudo piloto	
III. ARTIGO 2 .....	34
Quantidade e qualidade óssea de crianças e adolescentes do sexo feminino	
IV. CONCLUSÃO .....	64
ANEXOS .....	63

## LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Parecer da Revista Brasileira de Medicina .....	65
2. Parecer do Comitê de Ética.....	67
3. Ofício Encaminhado ao Núcleo Regional de Educação Secretaria Municipal Educação do Município de Cascavel.....	70
4. Ofício Encaminhado aos Diretores das Escolas .....	72
5. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	74
6. Avaliação do Desenvolvimento Puberal.....	77
7. Ficha de Coleta de Dados .....	79

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabelas	Página
1. Valores de média e desvio padrão das variáveis de crescimento .....	31
2. Valores de média e desvio padrão de quantidade óssea (AD-SoS) e qualidade óssea (UBPI) .....	32
3. Coeficiente de correlação da quantidade óssea (AD-SoS) e qualidade óssea (UBPI) em relação as variáveis de crescimento e composição corporal.....	33

### CAPÍTULO II

Tabelas	Página
1. Valores de média e desvio padrão das variáveis antropométricas e de composição corporal de acordo com idade de crianças e adolescentes.....	56
2. Valores de média e desvio padrão das variáveis AD-SoS e BTT de acordo com idade de crianças e adolescentes.....	57
3. Ofício Encaminhado ao Núcleo Regional de Educação Secretaria Municipal Educação do Município de Cascavel.....	58
4. Valores de média e desvio padrão das variáveis AD-SoS e BTT de acordo com os estágios maturacionais .....	59
5. Correlações das variáveis de AD-SoS e BTT com variáveis antropométricas, IMC e estágios maturacionais .....	60

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

### Mineralização Óssea

#### *Pico de Massa Óssea*

Ao nascer, apresenta-se um nível de massa óssea estabelecido durante o desenvolvimento intra-uterino, determinado pela carga genética dos pais e pelas condições metabólicas de desenvolvimento da gestação. Grande parte do conteúdo mineral ósseo, presente na vida adulta, é incorporado desde a vida fetal, estendendo-se pela infância e apresentando maior aceleração de incremento durante a adolescência, junto com o estirão de crescimento, a partir daí, o crescimento torna-se gradativo (Campos, Liphhaus, Silva, Pereira, 2003; Vargas, Rigotti, Gütz, Lobe, Fernades, 2003).

O pico de massa óssea é a quantidade máxima de massa óssea atingida pelo adulto jovem, sendo essencial para o equilíbrio do esqueleto ao longo da vida. Resulta da interação de fatores endógenos, como os hereditários e endócrinos, e de fatores exógenos, como os nutricionais e a atividade física (Bailey, Faulkner, Mckay, 1996; Bonjour, Theintz, Slosman, Rizzoli, 1994; Matkovic, Fontana, Tominac, Goel, Chesnut, 1990; Mazzes, 1982; Ruiz, Mandel, Garbedian, 1995; Stevenson, Lees, Devenport, Cust, Ganger, 1989). Cerca de 60% do risco de desenvolver osteoporose no futuro pode ser explicado pela quantidade de massa óssea quando o pico é atingido (Bachrach, 1999; Lloyd., Rollings, Andon, Demers, Egli, Kieselhorst, 1992; Ott, 1990).

Existe um grande interesse na compreensão de como a massa óssea se comporta durante o crescimento e desenvolvimento, bem como na identificação dos mais importantes fatores que podem influenciar a sua taxa de acumulação.

Apesar do desenvolvimento de inúmeras pesquisas, vários aspectos da aquisição de massa óssea permanecem controversos, dentre os quais não se sabe ao certo em que idade

o indivíduo atinge o pico de massa óssea (Boot, Ridder, Pols, Krenning, Muinck, Keizer-Schrama, 1997; Gilsanz, Skaggs, Kovanlikaya, Sayre, Loro, Kaufman, Korenman, 1998; Matkovic, Jelic, Wardlaw, Llich, Goel, Wright, Andon Smith, Heaney, 1994; Sabatier, Guaydier-Souquières, Laroche, Benmalek, Fournier, Guillon-Metz, Delavenne, Denis, 1996; Teegarden, Proulx, Martin, Zhao, McCabe, Lyle, Peacock, Slemenda, Johnston, Weaver, 1995; Wang, Aguirre, Bhudhikanok, Kendall, Kirsch, Marcus, Bachrach, 1997; Young, Hopper, Nowson, Green, Sherwin, Kaymakci, Smid, Guest, Larkins, Wark, 1995).

Nesse sentido alguns estudos sugerem que o pico de massa óssea é atingido por volta dos 20 anos (Boot et al., 1997; Lu, Briody, Ogle, 1994; Sabatier et al., 1996; Theintz, Buchs, Rizzoli, Slosman, Clavien, Sizonenko, Bonjour, 1992; Young et al., 1995) enquanto outros indicam variações desde a adolescência até por volta dos 30 anos (Bonjour et al., 1994; Heaney, Abrams, Dawson-Hughes, Looker, Markus, Maltovic, Weaver, 2000; NIH, 2001; Recker, Davies, Hinders, Heaney, Stegman, Kimmel, 1992; Teegarden et al., 1995). Vale ressaltar que investigações têm demonstrado que o pico de massa óssea é atingido em tempos diferentes nas várias regiões do esqueleto (Lu et al., 1994; Matkovic et al., 1994; Recker et al., 1992; Theintz et al., 1992).

Vários são os fatores que interferem na aquisição de massa óssea e conseqüentemente no pico de massa óssea, tais como: sexo, desenvolvimento puberal, potencial genético, etnia (Boot et al., 1997; Leonard & Zemel, 2002; Liu, Zhao, Ning, Zhao, Zhang, Sun, Xu, Chen, 2004; NIH, 2005).

### *Puberdade e a Massa Óssea*

Durante a adolescência, a idade cronológica perde parte de sua importância como condicionante do crescimento e desenvolvimento. As amplas variações entre indivíduos e populações em relação ao início, duração, seqüência e magnitude dos eventos pubertários, principalmente entre 10 e 14 anos, determinam que o adolescente seja avaliado levando-se em conta sua maturação biológica (Colli, 1988; Marshall & Tanner 1969; Saito, 1993; Tanner, 1962;)

A maturação biológica do indivíduo pode ser mensurada tanto pelos estágios de maturação sexual, como pela maturação esquelética, cujo índice utilizado é a idade óssea (Tanner, 1962). A observação do estágio de desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, pela facilidade e custo, é o método mais indicado para avaliar a maturação dos adolescentes em estudos populacionais. Adolescentes de mesma idade e sexo, com mesmo

peso e estatura, podem atravessar fases idênticas de seu desenvolvimento em momentos diferentes.

Em meninas a menarca, ou seja, a chegada do primeiro fluxo menstrual corresponde ao pico de incremento de massa óssea (Bonjour, Theintz, Buchs, Slosman, Rizzoli, 1991; Lu et al., 1994; Theintz et al., 1992). Vale destacar que os estrógenos constituem um dos fatores mais importantes envolvidos na aquisição de massa óssea nas mulheres (Heaney, Abrams, Dawson-Hughes, Looker, Markus, Maltovic, Weaver, 2000), uma vez que possuem atividade anti-reabsortiva, por meio de uma ação inibitória sobre os osteoclastos, diminuindo a reabsorção óssea (NIH, 2000), ou por uma ação indireta através do sistema hormonal, regulando o balanço do cálcio mediante o aumento da produção da calcitonina, que por sua vez inibe a reabsorção óssea, acarretando didroxilação da vitamina D e aumento na absorção intestinal de cálcio (Fernandes, Wehba, Melo, 2001; NIH, 2000).

A menarca em idades mais precoces está associada à ação antecipada do estrogênio, o que na adolescência faz com que essas meninas tenham o ganho do conteúdo mineral ósseo de forma mais acelerada, diminuindo assim o ganho final de massa óssea (Brandão & Vieira, 1998).

Estudos comparando a fase puberal e o ganho de massa óssea tem demonstrado a importância dessa fase. Bass, Delmas, Pearce, Hendrich, Tabensky, Seeman (1999) observaram que o pico de velocidade de ganho de massa óssea no corpo total ocorre na menarca, ao passo que o aumento na densidade mineral óssea da coluna lombar e fêmur ocorre após a menarca. Além disso, a massa óssea parece aumentar principalmente nos 12 meses antes e depois da menarca, sendo que aos 17 anos atinge cerca de 93% do conteúdo mineral e 94% da densidade volumétrica dos valores de referência do adulto (Magarey, Boulton, Chatterton, Schultz, Nordin, Cockington, 1999).

Pesquisadores descrevem o aumento significativo da mineralização óssea em função do grau de maturação sexual, chegando a um máximo nos estágios III e IV dos estágios propostos por Tanner (Glastre, Brasillon, David, Cochat, Meunier, Delmas, 1990; Silva Goldberg, Teixeira, Dalmas, 2004) e na faixa etária acima de 14-15 anos de idade (Silva et al., 2004) sendo depende da população estudada e do sítio esquelético avaliado (Lloyd, Taylor, Lin, Matthews, Egli, Legro, 2000).

Bonjour et al. (1994) observaram que o aumento do conteúdo de massa óssea na coluna lombar durante a puberdade é cerca de 10 vezes maior do que o correspondente aumento da densidade volumétrica trabecular das vértebras, em pessoas de ambos os sexos.

Isto sugere que grande parte do aumento da massa óssea observado durante a puberdade, resultaria em aumento no tamanho do osso associado com aumento da espessura cortical.

Lu et al. (1994) em uma análise com mulheres de 4 a 27 anos mostrou que o maior ganho de densidade mineral óssea está ao redor de 15,8 anos, ou seja, logo após a menarca já Sabatier et al. (1996) observaram um acentuado ganho no conteúdo mineral óssea e densidade mineral óssea da coluna para a faixa etária entre 10 anos e 14 anos, com maior relevância para o primeiro ano após a menarca. Este ganho torna-se moderado entre 14 e 17 anos, contudo após esse período, não parece significativo.

### *Composição Corporal e Massa Óssea*

Deve-se ressaltar o caráter multifatorial da aquisição de massa óssea, sendo vários os fatores relacionados com a aquisição, manutenção e perda desta massa óssea, além de alterar a idade em que o pico de massa óssea é atingido (Lewin, Gouvenia, Marone, Wehba, Malvestiti, 1997). Alguns destes fatores não são modificáveis, tais como sexo, idade, raça e genética. Outros, entretanto, são tidos como modificáveis, tais como: sedentarismo, consumo de tabaco, cálcio e cafeína (Szejnfeld, Lima & Atra, 1995). Acredita-se que entre 38% e 56% da densidade mineral óssea possa ser influenciada por fatores relacionados com o estilo de vida (Osteoporose, 2000), e que o fator genético responde por cerca de 60% a 80% da variação da massa óssea, despontando, provavelmente, como o principal determinante do pico de massa óssea (Chesnut, 1991; Smith, Nance, Kong, Johnston Jr., 1973).

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 (Slemenda et al., 1995).

Estudo realizado por Reid, Evans, Cooper, Ames, Stapleton, (1993), indica que o componente adiposo do peso corpóreo, ao produzir estrógeno, atuaria melhorando a densidade óssea. A hiperinsulinemia decorrente da obesidade também é citada como fator protetor ósseo, devido a atuação direta da insulina sobre os osteoblastos (Hahn, Downing, Phang, 1971; Puche, Romaro, Locato, 1973). Indivíduos de maior peso corporal possuem uma absorção de cálcio mais eficiente e um mecanismo de remodelação óssea menos

sensível ao paratormônio (Lim, Joung, Shin, Lee, Kim, Shin, Kim, Lim, Cho, 2004). Por outro lado mulheres muito magras, que também são hipogonádicas, podem apresentar uma massa óssea excessivamente baixa (Heiss, Sanborn, Nichols, Bonnick, Alford, 1995; NIH, 2005).

Embora exista uma forte correlação entre o Índice de Massa Corporal (IMC) e a composição corporal (massa magra e massa gorda), ainda permanece controverso se é a massa gorda ou a massa magra que contribui mais para a correlação entre o IMC e a densidade mineral óssea (De Laet, Kanis, Oden, Johanson, Johnell, Delmas, Eisman, Kroger, Fujiwara, Garnero, McCloskey, Mellstrom, Melton, Meunier, Pols, Reeve, Silman, Tenenhouse, 2005; Lim et al., 2004).

Alguns pesquisadores acreditam que a massa gorda seja a principal determinante da massa óssea (Reid, Plank, Evans, 1992), enquanto outros que a massa magra tenha maior impacto para o osso (Bedogni, Mussi, Malavolti, Borghi, Poli, Battistini, Salvioli, 2002; Li, Van Langendonck, Claessens, Lysens, Koninckx, Beunen, 2002; Wagner, Holm, Lehotsky, Zinaman, 2004). Apesar da controvérsia, a tendência dos trabalhos mais recentes aponta para uma importância maior da massa magra.

Em um estudo com 282 mulheres saudáveis de 20 a 55 anos, foi demonstrado que a massa magra era um importante fator determinante da densidade mineral óssea, o que poderia ser atribuído, em grande parte, à massa muscular, variável influenciada pela atividade física (Liu et al., 2004).

Nguyen, Sambrook & Eximan (1998) estudaram a relação genética e ambiental da estrutura mineral óssea e verificaram que uma maior porcentagem de gordura corporal influencia mais no aumento da densidade mineral óssea do que a massa corporal magra, sendo que 65% da massa gorda foi atribuída a fatores genéticos.

Embora a obesidade esteja associada com risco aumentado de muitas doenças crônicas tais como doença cardiovascular, diabetes, hipertensão e câncer, alguns estudos indicam que a obesidade pode proteger o organismo contra a osteoporose (Albala, Yanez, Devoto, Sostin, Zeballos, Santos, 1996; Reid et al., 1992). Acredita-se que isso ocorra devido ao aumento do hormônio leptina, que age no controle do peso corporal bem como da massa óssea (Cock, Auwerx, 2003). Dessa forma, o aumento do peso pode ser associado positivamente com a massa óssea.

Reid et al. (2002), em uma revisão de literatura, concluíram que o efeito do peso corporal na densidade óssea pode ser atribuído tanto a massa magra quanto a massa gorda,

embora a massa gorda seja, aparentemente, uma melhor preditora da densidade mineral óssea em mulheres pós-menopausa.

Em crianças, adolescentes e mulheres jovens, as contribuições do peso, massa magra e massa gorda não são claras. Contudo, recentes estudos sugerem que em populações jovens, a massa magra é um preditora de massa óssea (Goulding, Taylor, Jones, McAuley, Manning, Williams, 2000; Lazcano-Ponce, Tamayo, Cruz-Valdez, Diaz, Hernandez, Del, Cueto, 2003), enquanto que a adiposidade estaria associada com baixa massa óssea e mais alto risco de fraturas (Goulding et al., 2000).

Faulkner, Bailey, Drinkwater, Wilkinson, Houston, McKay (1993), estudando a composição corporal pelo método de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), em crianças e adolescentes de oito a 16 anos, observaram que a massa magra tem o maior valor preditivo para a massa óssea. De forma semelhante Wang, Bachrach, Van Loan, Hudes, Flegal & Crawford (2005), encontraram resultados que sugerem que a massa magra tem um efeito mais forte na densidade mineral óssea do que a massa magra em mulheres jovens.

Em estudo com mulheres atletas e não atletas de diversos esportes encontraram-se associações significativas entre densidade mineral óssea regional de perna e massa magra, além de maior densidade nas atletas quando comparada com as não atletas (Nichols, Sanborn, Bonnick, Gench, Dimarco, 1995). Estes resultados sugerem que quando a avaliação da massa magra é realizada regionalmente pode-se perceber sua importância na determinação da densidade mineral óssea.

### *Conceito de Qualidade Óssea*

Há aproximadamente 10 anos um novo parâmetro conceitual no estudo da estrutura óssea apresenta-se em intenso crescimento em atividades de pesquisa, ou seja qualidade óssea. A respeito dessa nova compreensão, importantes questões permanecem não resolvidas. Seeman (2003), referindo-se à qualidade óssea, citou-o como um termo vago. Porém, o termo qualidade óssea tem sido utilizado amplamente para explicar um incontável número de observações clínicas que não podem ser explicadas de pronto pelas medidas da densidade mineral óssea. Sendo assim, tal conceito depende de uma definição a respeito da limitação de uma técnica clínica e, por esse motivo, tal conceituação se sujeita a mudanças de acordo com novas técnicas de medidas que forem introduzidas (Donowski, 2005; Bouxsein, 2003; Seeman, 2003).

A qualidade óssea pode ser definida como a “totalidade de aspectos e características que influenciem uma capacidade do osso para resistir a fraturas” (Donowski, 2005; Bouxsein, 2003). Com isso, observam-se os aspectos biológicos e a estrutura material que contribuem para determinar a resistência à falha estrutural: tamanho do osso; espessura da cortical óssea; números de trabéculas; conectividade; conteúdo do tecido mineral; sobrecarga da microdanificação; densidade dos osteócitos; porosidade e propriedades do colágeno dentro da ramificação das trabéculas (Seeman, 2003).

### *Métodos de Medida da Massa Óssea*

Avaliar as estruturas ósseas com acurácia, de forma não invasiva, de modo acessível, tem sido um grande desafio de vários pesquisadores.

As avaliações da massa óssea têm sido muito utilizadas tanto no adulto, como nas crianças para mapear doenças ósseas primárias ou secundárias, a osteoporose e osteopenia e o risco de fraturas. Pesquisadores têm mostrado as dificuldades técnicas para a realização das medidas na infância e adolescência, bem como os mais comuns erros de interpretação (Bouillon, 2004; Crabtree, Kibirige, Fordham, Banks, Muntoni, Chinn, 2004; Daci, Van Cromphaut, Gafni & Baron, 2004; Leonard & Zemel, 2002; Schoenau, Land, Stabrey, Remer, Kroke, 2004a, Schoenau, Saggese, Peter, Baroncelli, Shaw, Crabtree, et al., 2004b). Schoenau et al. (2004a) afirmam que a avaliação do conteúdo mineral ósseo é um parâmetro dependente do tamanho ósseo, ou seja, ossos pequenos têm menor conteúdo mineral que os grandes. Portanto, crianças com distúrbios de crescimento têm menor conteúdo mineral ósseo que os controles saudáveis pareados por idade, mesmo que os ossos sejam completamente normais, apesar de pequenos.

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

Nas últimas décadas os recursos estratégicos para mensuração da massa óssea foram bastante aprimorados e diversificados, desde as pioneiras análises de raios-x, até as técnicas quantitativas de foto absorptometria como o DEXA, amplamente utilizado,

sobretudo em pesquisas, e ainda a *tomografia computadorizada*, método considerado o mais preciso (Bonnick, 1998). Todavia, esses dois últimos métodos apresentam o indesejável contratempo, principalmente para crianças, adolescentes e mulheres pós-menopausadas, de emitir radiação cumulativa. O DEXA revela também o revés de embutir um significativo coeficiente de variabilidade (2 a 10 %) nas medidas, por vezes, mais alto do que o próprio ganho ou perda do conteúdo mineral ósseo (Iannetta, 2001).

A técnica de DEXA mede a atenuação dos raios X de duas fontes de energia de fótons. Os efeitos diferentes do osso e dos tecidos moles nestes dois pólos permitem um cálculo matemático a respeito do conteúdo de material ósseo, corrigido pela presença de tecido mole. A principal substância atenuadora de raios X no osso é a hidroxiapatita, substância com alto valor atômico (cálcio e fósforo) e uma densidade em torno dos  $3\text{g/cm}^3$ . Na realidade, as medidas de densidade mineral óssea do DEXA não representam a densidade óssea real em  $\text{g/cm}^3$  (somente a tomografia computadorizada o faz), mas a expressa em  $\text{g/cm}^2$ , resultando em uma medida de área e não de volume, o que se considera uma limitação do método por utilizar uma medida estimada e não real. Mesmo assim, as medidas centrais e periféricas da DEXA têm sido amplamente aceitas e utilizadas (Phillipov, Holsman & Phillips, 2000).

É importante ressaltar que o sentido de saúde óssea precisa estar fundamentado não apenas na investigação dos índices quantitativos, mas também, na análise qualitativa complementar, relativa ao grau de organização das micro-estruturas trabeculares e a matriz de colágeno disponível na camada endostal (Currey, 2001; Iannetta, 2001; Wüster, Albanese, De Aloysio, Duboeuf, Gambacciani, Gonelli, 2000). Para Gonçalves (2000) e Baptista (2000), em tese, a combinação das propriedades força (capacidade de resistir à tensão) e elasticidade (capacidade de se submeter à deformação), é que conferiria a conotação mais adequada ao conceito de integridade óssea.

Nas últimas décadas, novos métodos de estudos para avaliação da quantidade e principalmente da qualidade óssea têm contribuído para a uma melhor compreensão do desenvolvimento do esqueleto humano. Tais métodos têm proporcionado importantes avanços para o conhecimento da fisiologia normal do tecido ósseo, abrindo novas possibilidades de detectar e intervir precocemente nas doenças ósseas.

A comunidade científica que realiza trabalhos de pesquisa na área da osteoporose tem procurado investigar, de forma obsessiva, novos parâmetros que permitam efetuar uma real avaliação da arquitetura trabecular com a finalidade de utilizá-los para prever o risco de fratura, já que o mesmo não é depende apenas da quantidade de massa óssea.

Nesse sentido, tem se solidificado no campo investigativo, o emprego do ultra-som quantitativo (*Quantitative Ultrasound - QUS*), com o equipamento DBM *Sonic BP* (Wüster & Hadji, 2001). O diferencial do método é que além de mensurar a massa, avalia fatores da micro arquitetura óssea como a conectividade e espaçamento das trabéculas. A utilização do ultra-som tem crescido continuamente devido ao seu baixo custo, à possibilidade de se conseguir imagens em tempo real e prover informações das propriedades elásticas dos tecidos, além de ser um método não-invasivo, e principalmente devido à sua característica não ionizante (Ringa, Durieux, Bréart, 1994). Essa técnica foi validada após o crivo rigoroso de estudos longitudinais bastante extensos e com grandes casuísticas (Iannetta, 2001). Além disso, a QUS tem mostrado nas pesquisas um índice de erro interno de medidas bem mais confiável do que outros equipamentos, o qual varia entre 0,23 e 0,57 % (Ferreira, 2001).

O método QUS utiliza uma onda sonora com frequência acima da audível ao ouvido humano. O som é uma onda mecânica que se propaga em um determinado meio, onde a velocidade e a atenuação da onda estão relacionadas às propriedades físicas do meio.

Na ultra-sonometria, uma onda ultra-sônica longitudinal atravessa uma parte do esqueleto apendicular e as mudanças resultantes na onda sonora estão relacionadas às mudanças estruturais e mecânicas do osso e ao seu conteúdo mineral (Phillipov et al., 2000). A QUS Usa como pontos de referências para mensuração, as metáfises distais das falanges proximais (2° ao 5° dedo) da mão não dominante.

Dois parâmetros fundamentais resultam das medidas: a velocidade do som, chamada de AD-SOS e (*Amplitude Dependent Speed Sound*) expressa em metros por segundo (m/s), representando a velocidade de som após percorrer os três tipos de ossos das falanges, sendo denominado osteossonometria. Este valor é obtido de forma automática e representa a média de 96 aquisições de medida de velocidade do ultra-som, que por transmissão rastreiam as trabéculas do tecido ósseo nas quatro falanges proximais, em sua metáfise distal, dos dedos II-IV da mão não dominante. Na avaliação do registro elétrico, a amplitude do sinal somente é considerada quando um mínimo de valor é atingido, denominado nível limiar ou nível de gatilho (Iannetta, 2006).

O outro parâmetro é o UBPI (*Ultrasound Bone Profile Index*) desenvolvido a partir da análise do comportamento dos três tipos de ossos (endostal, trabecular e cortical) representado no Perfil Biofísico Ósseo, que também é denominado osteossonografia, obtido após aquisição de 96 registros por automação, mediante análise matemática

multifatorial, cujo cálculo independe do operador que manuseia a tecnologia. A aplicação desse índice é de vital importância porque realiza as correlações entre seus parâmetros (FWA - *Fast Wave Amplitude*; SDy - *Signal Dynamic* e BTT - *Bone Transmission Time*), que refletem as propriedades mecânicas do osso. Este índice tem a capacidade de refletir a elasticidade e a homogeneidade óssea da região, acusando a sua deterioração com decênios de antecedência através da atenuação progressiva do osso, que é o primeiro a refletir as inadequadas interferências dos fatores endógenos e exógenos (Iannetta, 2006).

O parâmetro FWA representa a amplitude do primeiro pico do Perfil Biofísico Ósseo, é expresso em mV e avalia a elasticidade óssea. O SDy representa a análise comparativa entre os dois picos do Perfil Biofísico Ósseo, expresso em  $\text{mV}/\mu\text{sec}^2$  e avalia a homogeneidade estrutural do tecido ósseo na região da metáfise falangeal. O parâmetro BTT representa o arco temporal, percorrido pelo ultra-som na unidade de  $\mu$  seg, entre o ápice do primeiro pico e a cauda do último com o cruzamento com a linha basal do registro (Iannetta, 2006).

O estudo dos três parâmetros do perfil ósseo permite analisar a elasticidade, homogeneidade óssea e efetuar reconstrução digital em cortes transversais, em tempo real, na região da metáfise distal das falanges proximais das mãos. O método é apropriado para a avaliação da qualidade óssea da infância a senilidade, em decorrência de possuir tanto curva de formação como de reabsorção óssea, obtidas de forma inócua, ao longo das faixas etárias (Iannetta, 2006).

O método QUS tem capacidade de refletir as características estruturais do osso promovendo informações adicionais e independentes daquelas obtidas pelo DEXA. Assim, a metodologia desde a infância pode servir como um indicador da integridade óssea, como também para acompanhamento de várias enfermidades que apresentam repercussão óssea (Iannetta, 2006).

Ante o exposto, ressalta-se a necessidade de estudos relacionados à densidade mineral óssea na infância e adolescência, sobretudo, em função das associações que existem entre os eventos pubertários, o pico de velocidade de crescimento e a mineralização óssea. É necessário também que se obtenham dados de referência concernentes a quantidade e qualidade óssea para a população brasileira.

## **Objetivo Geral**

Obter valores de referência de quantidade e qualidade óssea pelo método de ultra-som quantitativo e verificar o efeito das variáveis de crescimento e composição corporal, em uma população de escolares brasileiras na faixa etária de 08 a 17 anos do sexo feminino.

### *Objetivos Específicos*

Artigo 1: *“Avaliação da quantidade e qualidade óssea de crianças pelo método de ultra-som quantitativo – um estudo piloto”*.

Avaliar a quantidade e qualidade óssea de escolares e correlacionar estes valores com idade, sexo, variáveis de crescimento e de composição corporal.

Artigo 2: *“Quantidade e qualidade óssea de crianças e adolescentes do sexo feminino”*.

Avaliar a quantidade e qualidade óssea de escolares saudáveis, do sexo feminino, na faixa etária de 8 a 17 anos, por meio de ultra-som quantitativo a fim de obter valores normativos para esta população.

## **Estrutura da Dissertação**

O presente estudo optou pelo “Modelo Europeu”, o qual é chamado de “Modelo Alternativo” no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFSC. A dissertação é composta por IV capítulos. O capítulo I teve como objetivo apresentar os principais norteadores teóricos sobre a mineralização óssea, nos capítulos II e III encontra-se os artigos que foram redigidos segundo as normas específicas de cada periódico a que foram ou serão submetidos e no capítulo IV são apresentadas as conclusões. As referências bibliográficas são apresentadas no final de cada capítulo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁICAS

- Albala, C., Yanez, M., Devoto, E., Sostin, C., Zeballos, L., Santos, J. L. (1996). Obesity as a protective factor for postmenopausal osteoporosis. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 20 (11), 1027-1032.
- Bachrach, L. K. (1999). Bone mineral acquisition in healthy Asian, Hispanic, Black, and Caucasian youth: a longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metabol*, 8 (12 ), 4702-4712.
- Bailey, D. A., Faulkner, R. A., McKay, H. A. (1996). Growth, physical activity, and bone mineral acquisition. *Exerc Sport Sci Rev*, 24, 233-266.
- Baptista, F. (2000). *Exercício físico e metabolismo ósseo*. Lisboa: FMH Edições.
- Bass, S., Delmas, P. D., Pearce, G., Hendrich, E., Tabensky, A., Seeman, E. (1999). The differing tempo of growth in bone size, mass, and density in girls is region-specific. *J Clin Invest*, 104 (6), 795-804.
- Bedogni, G., Mussi, C., Malavolti, M., Borghi, A., Poli, M., Battistini, N., Salvioli G. (2002). Relationship between body composition and bone mineral content in young and elderly women. *Ann Hum Biol*, 29 (5), 559-565.
- Bonjour, J. P., Theintz, G., Law F., Slosman, D., Rizzoli, R. (1994). Peak bone mass. *Osteoporos Int*, 1 (Suppl 1), S7-13.
- Bonjour, J. P., Theintz, G., Buchs, B., Slosman, D., Rizzoli, R. (1991). Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab*, 73 (3), 555-563.
- Bonnick, S. L. (1998). *Bone densitometry in clinical practice*. Totowa: Human Press.
- Boot, A. M., Ridder, M. A. J., Pols, H. A. P., Krenning, E. P., Muinck Keizer-Schrama, S. M. P. F. (1997). Bone mineral density in children and adolescents: relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab*, 82 (1), 57-62.
- Bouxsein, L. M. (2003). Bone quality: where do we go from here? *Osteoporosis Int*, 14, (suppl 5), 118-127.
- Campos, L. M. A., Liphhaus, B. L., Silva, C. A. A., Pereira, R. M. R. (2003). Osteoporose na infância e adolescência. *J Pediatr*, 79 (6), 481-488.
- Chesnut, C. H. III. (1991). Theoretical overview bone development, peak bone mass, bone loss and fractures risk. *Am J Med*, 91 (suppl 5), 2S-4S.

- Cock, T. A., Auwerx, J. (2003). Leptin: cutting the fat off the bone. *Lancet*, 362 (9395), 1572-1574.
- Colli, A. S. (1988). Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros, VI. Maturação sexual. São Paulo: Ed. Brasileira de Ciências.
- Crabtree, N. J., Kibirige, M. S., Fordham, J. N., Banks, L. M., Muntoni, F., Chinn, D., Binin, C. M., Shaw, N. J. (2004). The relationship between lean body mass and bone mineral content in paediatric health and disease. *Bone*, 35 (4), 965-972.
- Currey, J.D. (2001). Bone strength: what are we trying to measure? *Calc Tis Int*, 68 (4), 205-210.
- Daci, E., Van Cromphaut, S., Bouillon, R. (2004). Mechanisms influencing bone metabolism in chronic illness. *Horm Res*, 58 (suppl 1), 44-51.
- De Laet, C., Kanis, J. A., Oden, A., Johanson, H., Johnell, O., Delmas, P., Eisman, J. A., Kroger, H., Fujiwara, S., Garnero, P., McCloskey, E. V., Mellstrom, D, Melton, L. J. 3rd., Meunier, P. J., Pols, H. A., Reeve, J., Silman, A., Tenenhouse, A. (2005). Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int*, 16 (11), 1330-1338.
- Donowski, J. Boletim da SOBEMOM (2005). *Qualidade óssea*. Acesso em 20/04/2007. Disponível em <http://www.sobrao.com.br/boletim>.
- Faulkner, R. A., Bailey, D. A., Drinkwater, D. T., Wilkinson, A. A., Houston, C. S., McKay, H. A. (1993). Regional and total body bone mineral content and bone mineral density; and total body tissue composition in children 8-16 years of age. *Calcif Tissue Int*, 53 (1), 07-12.
- Fernandes, C. E., Wehba, S., Melo, N. R. (2001). *Osteoporose pós-menopáusia*. Acesso em: 20/04/2006. Disponível em <http://www.vicnet.com.br/starfire/sobrac/7.html>
- Ferreira, R. A. Boletim da SOBORAGE (2001). *Osteoporose primária. Solução: diagnóstico precoce*. Acesso em 18/05/2006. Disponível em <http://www.sobrage.org.br>.
- Gafni, R. I., Baron, J. (2004). Overdiagnosis of osteoporosis in children due to misinterpretation of dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA). *J Pediatr*, 144 (2) 253-257.
- Gilsanz, V., Skaggs, D. L., Kovanlikaya, A., Sayre, J., Loro, M. L., Kaufman, F., Korenman, S. G. (1998). Differential effect of race on the axial and appendicular skeletons of children. *J Clin Endocrinol Metab*, 83 (5), 1420-1427.
- Glastre, C., Brailion, P., David, L., Cochat, P., Meunier, P. J., Delmas, P. D. (1990). Measurement of bone mineral content of lumbar spine by dual energy x-ray

- absorptometry in normal children: correlations with growth parameters. *J Clin Endocrinol Metabol*, 70, 1330-1333.
- Gonçalves, M. Biomecânica do tecido ósseo. In: Amadio, A.C., Barbanti, V. J. (2000). *A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares*. (pp. 89-112). São Paulo: Estação Liberdade/EEFE-USP.
- Goulding, A., Taylor, R. W., Jones, I. E., McAuley, K. A., Manning, P. J., Williams, S. M. (2000). Overweight and obese children have low bone mass and area for their weight. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24 (5), 627-632.
- Hahn, T. J., Downing, S. J., Phang, J. M. (1971). Insulin effect on amino acid transport in bone: dependence on protein synthesis. *Am J Physiol*, 220 (6), 1717-1723.
- Heaney, R. P., Abrams, S., Dawson-Hughes, B., Looker, A., Markus, R., Maltovic, V., Weaver, C. (2000). Peak bone mass. *Osteoporosis Inter*, 11 (12), 985-1009.
- Heiss, C. J., Sanborn, C. F., Nichols, D. L., Bonnick, S. L., Alford, B. B. (1995). Associations of body fat distribution, circulating sex hormones, and bone density in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*, 80 (5), 1591-1596.
- Horlick, M., Wang, J., Pierson, R. N., Thornton, J. C. (2004). Prediction models for evaluation of total-body bone mass with dual-energy x-ray absorptiometry among children and adolescents. *Pediatric*, 114 (3), 337-345.
- Iannetta, O. Boletim da SOBAGE (2001). *Osteo-sonometria & osteo-sonograma: uma associação segura*. Acesso em: 17/04/2006. Disponível em <http://www.sobrage.org.br>.
- Iannetta, O. (2006). *Osteoporose: uma ex-enfermidade silenciosa*. São Paulo: Tecmed.
- Lazcano-Ponce, E., Tamayo, J., Cruz-Valdez, A., Diaz, R., Hernandez, B., Del Cueto, R., Hernández-Avila, M. (2003). Peak bone mineral area density and determinants among females aged 9 to 24 years in Mexico. *Osteoporos Int*, 14 (7), 539-547.
- Leonard, M. B. Zemel, B. S. (2002). Current concepts in pediatric bone disease. *Pediatr Clin N Am*, 49 (1), 143-173.
- Lewin, S., Gouvenia, C. H. A., Marone, M. M. S., Wehba, S., Malvestiti, L. F. (1997). Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras, influência da idade e do peso corporal. *Rev Ass Med Bras*, 43 (2), 127-136.
- Li, S., Wagner, R., Holm, K., Lehotsky, J., Zinaman, M. J. (2004). Relationship between soft tissue body composition and bone mass in perimenopausal women. *Maturitas*, 47 (2), 99-105.
- Lim, S., Joung, H., Shin, C. S., Lee, H. K., Kim, K. S., Shin, E. K., Kim, H. Y., Lim, M. K., Cho, S. I. (2004). Body composition changes with age have gender-specific impacts on bone mineral density. *Bone*, 35 (3), 792-798.

- Liu, J. M., Zhao, H. Y., Ning, G., Zhao, Y. J., Zhang, L. Z., Sun, L. H., Xu, M. Y., Chen, J. L. (2004). Relationship between body composition and bone mineral density in healthy young and premenopausal Chinese women. *Osteopors Int*, 15 (3) 238-242.
- Lloyd, T., Taylor, D. S., Lin, H. M., Matthews, A. E., Eggli, D. F., Legro, R. S. (2000) Oral contraceptive use by teenage women does not affect peak bone mass: a longitudinal study. *Fertil Steril*, 74 (4), 734-737.
- Lloyd, T., Rollings, N., Andon, M. B., Demers, L. M., Eggli, D. F., Kieselhorst, K., Kulin, H., Landis, J. R., Martel, J. K., Orr, G., Smith, P. (1992). Determination of bone density in young women. Relationships among prepubertal development, total body bone mass and total body bone density in premenarchal females. *J Clin Endocrinol Metab*, 75 (2), 383-387.
- Lu, P. W., Briody, J. N., Ogle, G. D., Morley, K., Humphries, I. R., Allen, J., Howman-Giles, R., Sillence, D., Cowell, C. T. (1994). Bone mineral density of total body, spine, and femoral neck in children and young adults: a cross-sectional and longitudinal study. *J Bone Miner Res*, 9 (9), 1451-1458.
- Magarey, A. M., Boulton, T. J. C., Chatterton, B. E., Schultz, C., Nordin, B. E. C., Cockington, R. A. (1999). Bone growth from 11 to 17 years: relationship to growth, gender and changes with puberal status including timing of menarche. *Acta Paediatr*, 88, 139-146.
- Matkovic, V., Jelic, T., Wardlaw, G. M., Llich, J. Z., Goel, P. K., Wright, J. K., Andon M. B, Smith, K. T. S., Heaney, R. P. (1994). Timing of peak bone mass in caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. *J Clin Invest*, 93 (2), 799-808.
- Matkovic, V., Fontana, D., Tominac, C., Goel, P., Chesnut III, C. H. (1990). Factors that influence peak bone mass formation: a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr*, 52, 878-888.
- Mazess, R.B. On aging bone loss. (1982). *Clin Orthop Rel Res*, 165, 239-252.
- Nguyen, T. V., Sambrook, P. N., Eisman, J. A. (1998). Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the dubbo osteoporosis epidemiology study. *J Bone Miner Res*, 13 (9), 1339-1364.
- Nichols, D. L., Sanborn, C. F., Bonnick, Gench, B., Dimarco, N. (1995). Relationship of regional body composition to bone mineral density in college females. *Med Sci Sports Exerc*, 27 (2), 178-182.
- NHI, National Institutes of Health. Consensus development conference statement. (2000). *Osteoporosis prevention, diagnoses and therapy*. Acesso em: 25/09/2006. Disponível: <http://www.consensus.nih.gov/2000/2000Osteoporosis.html.htm> .
- NIH, National Institutes of Health. (2001). Consensus development panel on osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA*, 285, 785-795.

- NIH, National Institutes of Health. (2005). *Osteoporosis and related bone diseases national resource center 2005*. Acesso em: 25/09/2006. <http://www.consensus.nih.gov/2000/2000Osteoporosis.html.htm>.
- Osteoporose. (2000). *Consenso Brasileiro de Osteoporose*. Acesso em: 20/09/2006. Disponível: <http://www.osteoporose.com.br>.
- Ott, S. M. (1990). Attainment of peak bone mass. *J Clin Endocrinol Metabol*, 71:1082A-C, 1990.
- Phillipov, G., Holsman, M., Phillips, J. (2000). The clinical role of quantitative ultrasound in assessing fracture risk and bone status. *Med J Aust*, 173 (4), 208-211.
- Puche, R. C., Romaro, M. C., Locato, M. E. (1973). The effect of insulin on bone resorption. *Calcif Tissue Res*, 12-18.
- Recker, R. R., Davies, M., Hinders, S. M., Heaney, R. P., Stegman, M. R., Kimmel, D. B. (1992). Bone gain in young adult women. *JAMA*, 268 (17), 2403-2408.
- Reid, I. R., Evans, M. C., Cooper, G. J. S., Ames, R. W., Stapleton, J. (1993). Circulation insulin levels are related to bone density in normal postmenopausal women. *Am Physiol Soc*, E, 655-669.
- Reid, I. R., Plank, L. D., Evans, M. C. (1992). Fat mass is an important determinant of whole body bone density in pre-menopausal women but not in man. *J Clin Endocrinol Metab*, 75, 779-782.
- Ringa, V., Durieux, P., Bréart, G. (1994). Bone mass measurements around menopause and prevention of osteoporotic fractures. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 54 (3), 205-213.
- Ruiz, J. C., Mandel, C., Garbedian, M. (1995). Influencie of spontaneous calcium intake and physical exercise on the vertebral and femoral bone mineral density of children and adolescents. *J Bone Miner Res*, 10, 675-682.
- Sabatier, J. P., Guaydier-Souquière, G., Laroche, D., Benmalek, A., Fournier, L., Guillon-Metz, F., Delavenne, J., Denis, A. Y. (1996). Bone mineral acquisition during adolescence and early adulthood: a study in 574 healthy females 10-24 years of age. *Osteoporosis Int*, 6 (2), 141-148.
- Schoenau, E., Land, C., Stabrey, A., Remer, T., Kroke, A. (2004a). The bone mass concept: problems in short stature. *Eur J Endocrinol*, 151 (suppl 1), S87-S91.
- Schoenau, E., Saggese, G., Peter, F., Baroncelli, G. I., Shaw, N. J., Crabtree, N. J. et al. (2004b). From bone biology to bone analysis. *Horm Res*, 61 (6), 257-269.
- Seeman, E. (2003). Bone quality. *Osteoporosis Int*, 14 (suppl V), 5-7.

- Silva, C. C., Goldberg, T. B. L., Teixeira, A. S., Dalmas, J. C. (2004). Mineralização óssea em dolescentes do sexo masculino: anos críticos para a aquisição de massa óssea. *J Pediatr*, 80, 461-467.
- Smith, D. M., Nance, W. E., Kong, K. W., Johnston Jr., C. C. (1973). Genetic factors in determining bone mass. *J Clin Invest*, 52, 2800-2808.
- Stevenson, J. C., Lees, B., Devenport, M., Cust, M. P., Ganger, K. F. (1989). Determinants of bone density in normal women: risk factors for future osteoporosis? *Br Med J*, 298: 924-928.
- Szejnfeld, V. L., Rodrigues de Lima, G., Atra, E. (1995). Osteoporose no climatério. In: J. A. Pinotti, H. W. Halbe, R. Hegg. (Org.). *Menopausa*. (pp. 189-211). São Paulo: Rocca.
- Tanner, J. M. (1962). Growth at adolescence. *Oxford: Blackwell Scientific Publication*, 326.
- Teegarden, D., Proulx, W. R., Martin, B. R., Zhao J., Mc Cabe, G. P., Lyle, R. M., Peacock, M., Slemenda, C., Johnston, C. C., Weaver, C. M. (1995). Peak bone mass in young women. *J Bone Miner Res*, 10, 711-715.
- Theintz, G., Buchs, B., Rizzoli, R., Slosman, D., Clavien, H., Sizonenko, P. C., Bonjour, J-PH. (1992). 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*, 75, 1060-1065.
- Van Langendonck, L., Claessens, L., Lysens, R., Koninckx, P. R., Beunen, G. (2002). Association between bone, body composition and strength in premenarcheal girls and postmenopausal women. *Ann Hum Biology*, 31, 228-244.
- Vargas, D. M., Rigotti, T., Gütz, C. N. R. M., Lobe, M. C. S., Fernandes, J. A. (2003). Mineralização óssea em crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. *J Pediatr*, 79 (3), 253-258.
- Wang, M. C., Bachrach, L. K., Van Loan, M., Hudes, M., Flegal, K. M., Crawford, P. B. (2005). The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone*, 37, 474-481.
- Wang, M. C., Aguirre, M., Bhudhikanok, G. S., Kendall, C. G., Kirsch, S., Marcus, R., Bachrach, L. K. (1997). Bone mass and hip axis length in healthy Asian, black, Hispanic, and white American youths. *J Bone Miner Res*, 12, 1922-1935.
- Wüster, C., Albanese, C., De Aloysio, D., Duboeuf, F., Gambacciani, S., Gonelli, S. et al. (2000). Phalangeal osteosonogrammetry study: age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. *J Bone Miner Res*, 15 (8), 1603-1614.
- Wüster, C., Hadji, P. (2001). Use of quantitative ultrasound densitometry (QUS) in male osteoporosis. *Calc Tis Int*, 69, 225-228.

Young, D., Hopper, J. L., Nowson, C. A., Green, R. M., Sherwin, A. J., Kaymakci, B., Smid, M., Guest, C. S., Larkins, R. G., Wark, J. D. (1995). Determinants of bone mass in 10- to 26-year-old females: a twin study. *J Bone Miner Res*, 10, 558-567.

## CAPÍTULO II

### ARTIGO I

**Periódico:** Revista Brasileira de Medicina

Avaliação da quantidade e qualidade óssea de crianças por meio do de ultra-som  
quantitativo – um estudo piloto

Evaluation of the quantity and quality of children's bones by means of quantitative  
ultrasound – a pilot study.

**Keila Donassolo Santos<sup>1</sup>, Edio Luiz Petroski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NuCIDH).  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NuCIDH).  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

**Endereço para correspondência:**

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Desportos/NuCIDH

Prof. Dr. Edio Luiz Petroski

Campus Universitário - Trindade – Caixa Postal 476

Cep 88.040-900 - Florianópolis, SC. Brasil.

Fone / fax : (48) 3331-8562.

E-mail: [petroski@cds.ufsc.br](mailto:petroski@cds.ufsc.br)

**Unitermos:** escolares, quantidade óssea, qualidade óssea, composição corporal.

**Uniterms:** children, bone quantity bone quality, body composition.

## Resumo

Este estudo objetivou avaliar a quantidade e qualidade óssea em escolares por meio de ultra-som qualitativo e relacionar com idade e variáveis de crescimento. Trata-se de um estudo exploratório, transversal, com 99 escolares entre 06 e 10 anos de idade, sendo 52 meninos e 47 meninas. As variáveis de peso corporal, estatura e dobras cutâneas foram mensuradas e posteriormente calculou-se o IMC. O percentual de gordura corporal, peso gordo e peso magro foram estimados por um analisador de bioimpedância. A quantidade óssea (AD-SoS) (m/s) e a qualidade óssea (UBPI) foram avaliadas pelo equipamento DBM Sonic BP-01. Utilizou-se a estatística descritiva, o teste t *Student* para amostras independentes e a correlação de Pearson. Não foram encontradas diferenças significativas entre meninos e meninas para: a idade, peso, estatura e IMC. As meninas apresentaram valores superiores e estatisticamente significativos para a soma de quatro (TR+SE+AB+PM) e duas dobras cutâneas (AB+PM), %GC e peso gordo. A quantidade e a qualidade óssea aumentaram progressivamente com a idade, em ambos os sexos, com diferenças significativas e superiores para o feminino. As correlações entre AD-SoS e idade, peso, estatura e peso magro, foram moderadas e baixas para meninos, e baixas para as meninas. Como conclusões, os meninos apresentaram valores inferiores de tecido adiposo e superiores de reserva protéica em relação às meninas. As meninas apresentaram melhor quantidade óssea, no entanto a qualidade óssea foi similar para ambos os sexos. A tecnologia QUS mostrou a habilidade para medir mudanças na estrutura e crescimento ósseo.

**Unitermos:** escolares, quantidade óssea, qualidade óssea, composição corporal.

## Introdução

Sabe-se que grande parte do conteúdo mineral ósseo, presente na vida adulta, foi incorporada desde a vida fetal, estendendo-se pela infância e apresentando seu pico máximo de incremento durante a adolescência<sup>(1,2)</sup>. Esse período de aquisição de massa óssea representa a chave determinante para a saúde do osso no decorrer da vida.

Aproximadamente, 60% do risco de osteoporose pode ser explicado pela conteúdo de osso mineral ineficazmente adquirida, no início da vida adulta, o que representa um risco importante para o desenvolvimento de osteoporose senil<sup>(3)</sup>. Alguns autores sugerem que a osteoporose senil é uma doença pediátrica<sup>(4)</sup>.

Neste sentido, a avaliação da qualidade óssea e massa óssea acumulada durante a infância e adolescência, pode ser uma ferramenta útil na identificação precoce de doenças que impedem o desenvolvimento e mineralização óssea, bem como no monitoramento de intervenções médicas capazes de interferir no crescimento do esqueleto<sup>(5)</sup>. Alguns métodos, como a absorptometria de 1λ ou 2 λ ondas de raio X (DEXA) e a tomografia computadorizada, podem ser usados para esse propósito, mas a exposição à radiação é um fator limitante para estudos preventivos. Além disso, o DEXA possui um coeficiente de variação de medida bastante elevado (2-7%), o que diminui sua acurácia<sup>(6)</sup>.

O desenvolvimento, nos últimos anos, de métodos para avaliar a massa óssea com grande acurácia, permitiu uma melhor compreensão da dinâmica do tecido ósseo. O ultra-som quantitativo (QUS) é um método alternativo, não invasivo que avalia o perfil biofísico ósseo, estima a quantidade mineral óssea e a arquitetura óssea, com parâmetros específicos, derivados de ondas sonoras que passam através do osso cortical e trabecular. Este método é seguro, de fácil aplicação, livre de radiação, e de baixo custo operacional quando comparada a técnicas disponíveis<sup>(7)</sup>. Somando-se a isso, o equipamento QUS tem as vantagens de ser portátil e gerar informações confiáveis sobre a arquitetura do osso<sup>(8)</sup>. A análise do perfil biofísico ósseo, provê informações sobre as propriedades biomecânicas do osso, que são importantes na avaliação do risco de fraturas.

O método QUS de falanges é baseado na transmissão de ultra-som pela diáfise distal da falange proximal da mão. O resultado obtido mostra as

características de um sinal elétrico gerado pelo ultra-som, depois de cruzar a falange, o tecido mole e o osso. As medidas do QUS não só são afetadas pela densidade de osso, mas também pelo tamanho, qualidade e características do tecido ósseo<sup>(9)</sup>.

Existem evidências de que o QUS, além da quantidade óssea, reflete a arquitetura do crescimento ósseo, sugerindo que pode ser um método útil para reconhecer as crianças osteopenicas<sup>(10)</sup>. Este novo método possui um coeficiente de variação muito baixo (0,48% *in vivo* e 0,30% *in vitro*) conferindo-lhe uma grande precisão e confiabilidade na medida realizada<sup>(9,11)</sup>.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a quantidade e qualidade óssea de escolares e correlacionar estes valores com idade, sexo, variáveis de crescimento e de composição corporal.

### **Procedimentos Metodológicos**

Fizeram parte deste estudo 99 escolares saudáveis, com idades entre 6 a 10 anos, sendo 52 meninos e 47 meninas, regularmente matriculados em uma escola particular da cidade de Cascavel/PR.

Foram incluídos no estudo, os escolares que não tinham histórico médico de doenças crônicas que pudessem afetar a aquisição óssea, como: doença renal, diabetes melito, doenças gastro-intestinais, bulimia, anorexia, doença celíaca e doenças ósseas congênitas ou adquiridas. Ainda aqueles que não tivessem feito uso prolongado de medicamentos que afetam o tecido ósseo como corticóides, antiepiléticos, tratamentos hormonais ou utilizaram suplementação de vitamina D, cálcio e/ou ferro no último ano.

Este trabalho foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina - parecer projeto nº 131/06. O consentimento livre e esclarecido foi assinado pelos pais ou responsáveis.

## Coleta de dados

As crianças foram pesadas em balança de bioimpedância Tanita® com graduação em 0,1 quilogramas, usando roupas leves e descalças.

A estatura foi mensurada com um estadiômetro de parede, de marca Seca®, com graduação em 1 mm. O peso corporal foi expresso em quilogramas (Kg) e a estatura em centímetros (cm).

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi obtido pela relação entre o peso corporal dividido pela estatura elevada ao quadrado ( $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura (m}^2\text{)}$ ).

As espessuras das dobras cutâneas tricipital (TR), subescapular (SE), abdominal (AB) e panturrilha medial (PM) foram medidas, em mm, no hemitórax direito, conforme procedimentos propostos por Cameron<sup>(12)</sup>, utilizando-se um compasso científico do tipo Lange® com precisão de 1,0 mm.

A partir destes dados, foi calculada a soma das quatro dobras cutâneas ( $\sum TR+SE+AB+PM$ ) e duas dobras cutâneas ( $\sum TR+SE$ ) e ( $\sum TR+PM$ ).

A composição corporal, percentual de gordura corporal (%GC), peso gordo e peso magro foram estimados por um analisador de bioimpedância (Tanita® modelo TBF-305). Todas as medidas foram feitas pela manhã, sem participação na aula de educação física.

A medida do conteúdo mineral óssea foi avaliada pelo ultra-som de falanges, utilizando-se o equipamento DBM *Sonic Bone Profiler* BP-01 (IGEA®, Carpi, Itália). As medidas foram realizadas segundo protocolo padrão do fabricante, na metáfise distal das falanges proximais da mão não dominante, nos dedos II a V.

Este sistema de medida está provido de um compasso que acopla dois transdutores (emissor e receptor) de 12 mm de diâmetro cada, sendo estes de alta precisão ( $\pm 0,02$  mm). O compasso é posicionado na superfície lateral de cada dedo, o transdutor emissor emite uma onda sonora de 1,25 Mhz, o receptor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange.

A quantidade óssea (AD-SoS – *amplitude dependent speed sound*), também denominada ósteo-sonometria, é obtida de forma automática e representa a média de 96 aquisições de medidas de velocidade de ultra-som

(m/s), que por transmissão rastreiam as trabéculas do tecido ósseo nas quatro falanges proximais.

Os resultados obtidos nessa medida compreendem valores entre 1650 a 2250m/s. Nesse sentido, quanto mais alto o valor maior a quantidade óssea. Este parâmetro depende da amplitude do sinal elétrico, obtido após o ultra-som percorrer os três tipos ósseos das falanges (endostal, trabecular e cortical). Na avaliação do registro elétrico, a amplitude do sinal somente é considerada quando um mínimo de valor é atingido, denominado nível de limiar ou nível de gatilho, sendo este determinado mediante estudos clínicos, desenvolvidos durante aperfeiçoamento da metodologia<sup>(12,13)</sup>.

A qualidade óssea (UBPI – *ultrasound bone profile index*) é um índice que foi desenvolvido a partir do comportamento dos três tipos de ossos, denominado perfil osteossonográfico, após aquisição de 96 registros por automação, por um processo de análise matemática multifatorial, cujo cálculo independe do operador que manuseia a tecnologia – o que é fundamental para confiabilidade do método. O software gera valores compreendidos entre 0 a 1, quanto mais próximos de 1 melhor é a qualidade óssea. A aplicação deste índice é de vital importância, pois tem a capacidade de refletir a elasticidade e a homogeneidade óssea da região<sup>(9)</sup>.

## **Análise Estatística**

O teste t *Student* para amostras independentes foi utilizado para comparar os sexos em relação à idade, às variáveis antropométricas e às de composição corporal. A relação entre os parâmetros do QUS (AD-SoS e UBPI) e variáveis de idade, peso corporal, estatura, IMC, soma de dobras cutâneas, %G, peso gordo e peso magro foram analisadas, usando o coeficiente de correlação de *Pearson*. Todos os resultados foram expressos em média e desvio padrão, considerando um nível de significância de  $p < 0,05$ .

Os dados foram armazenados e avaliados, utilizando-se o programa SPSS® for Windows (*Statistical Package of Social Sciences*), versão 11.0.

## Resultados

A caracterização geral da população estudada, em relação à idade e variáveis de crescimento, é mostrada na tabela 1.

Observam-se diferenças estatisticamente significativas nas variáveis de  $\Sigma\text{TR}+\text{SE}+\text{AB}+\text{PM}$ ,  $\Sigma\text{AB}+\text{PM}$ , %GC, peso gordo e peso magro, sendo que os maiores valores são característicos das meninas, com exceção de peso magro.

Os resultados da quantidade (AD-SoS) e qualidade óssea (UBPI) mensurados através do ultra-som qualitativo são apresentados na tabela 2.

Com relação ao indicador de AD-SoS e UBPI, os resultados apontam diferenças significativas na quantidade óssea, com valores superiores nas meninas.

Na tabela 3, são apresentados os coeficientes de correlação entre a AD-SoS, UBPI e as variáveis de crescimento de crianças de ambos os sexos.

Para os meninos, as correlações foram moderadas e estatisticamente significativas com a idade, peso, estatura, IMC e peso magro tanto para AD-SoS como para UBPI, para %G e peso gordo as correlações foram somente com AD-SoS. Nas meninas, somente a estatura apresentou correlação significativa, e esta para AD-SoS.

## Discussão

Nesse estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre meninos e meninas para as variáveis de idade, peso, estatura e IMC, mostrando assim uma homogeneidade da amostra, corroborando outras investigações<sup>(5,14)</sup>. Verificou-se nas meninas maior acúmulo de tecido adiposo, evidenciados por valores de médias superiores e estatisticamente significativas nas variáveis de  $\Sigma\text{TR}+\text{SE}+\text{AB}+\text{PM}$ ,  $\Sigma\text{AB}+\text{PM}$ , %GC e peso gordo.

As análises realizadas por meio da soma de dobras cutâneas indicaram que meninas tendem a ter maior quantidade de tecido adiposo que os meninos, sendo a fase púbera período de gradativo aumento de peso que se perpetua na adolescência<sup>(15)</sup>.

No presente estudo, verificou-se que 29,7% das meninas estão na faixa etária de 9 e 10 anos, freqüências que podem ter influenciado as médias a

valores superiores nas variáveis associadas à adiposidade. As meninas, em média, atingem a puberdade cerca de 1,5 a 2 anos antes dos meninos, iniciando o estirão com média de 9,5 anos de idade, quando se inicia o pico da velocidade de crescimento, ocorrendo um aumento de acúmulo de gordura, chegando a ser o dobro em relação aos meninos no final da maturação sexual<sup>(16)</sup>. No entanto, não foram avaliados os estágios pubertários neste estudo.

Em ambos os sexos, a AD-SoS aumentou com a idade, as diferenças foram significativas e superiores nas meninas. Resultados similares foram encontrados, em sujeitos de 3 a 21 anos<sup>(13)</sup> e adolescentes poloneses de 9 a 15 anos de idade, sendo que as meninas apresentaram valores de média de AD-SoS, maiores que os meninos, porém as diferenças significativas aparecem somente a partir dos 12 anos, provavelmente reflexo do desenvolvimento puberal<sup>(17)</sup>.

As correlações encontradas para AD-SoS foram relacionadas com a idade, peso, estatura e peso magro, sendo moderadas e baixas para os meninos, nas meninas a correlação foi baixa e somente com a estatura. Os resultados do presente estudo estão de acordo com outras investigações quanto à correlação entre AD-SoS e as variáveis antropométricas, como peso e estatura<sup>(18)</sup>.

Resultados similares foram encontrados em crianças libanesas, com correlações moderadas e significativas nas variáveis de peso corporal, estatura e peso magro, com relação à AD-SoS, as associações são maiores nos meninos do que nas meninas<sup>(19)</sup>.

As correlações de UBPI foram, em geral, melhores que para AD-SoS, com a idade, variáveis de crescimento e também para %GC, peso gordo e peso magro, as quais foram de moderadas a baixas para meninos, enquanto que para as meninas não foram observadas associações.

As principais limitações do presente estudo referem-se ao tamanho reduzido da amostra, e à questão racial/étnica, que é apontada como fator determinante no ganho de massa óssea, segundo estudos internacionais<sup>(20,21)</sup>.

Este estudo evidencia uma nova metodologia de avaliação do perfil biofísico ósseo, pouco difundido e utilizado no Brasil na avaliação pediátrica. Estudos utilizando essa metodologia são fundamentais, uma vez que podem ser usados preventivamente no diagnóstico de doenças relacionadas ao

desenvolvimento ósseo, com as vantagens de poder ser realizado em um grande número de indivíduos, pois a técnica é livre de radiação e de baixo custo.

Por fim, como sugestão e desafio para futuros estudos na área de saúde óssea, que se desenvolvam pesquisas com o intuito de criar critérios de referência para população brasileira de modo a termos parâmetros mais próximos a nossa realidade.

## **Conclusão**

Com base nos resultados encontrados, pode-se sugerir que meninos apresentam valores inferiores de tecido adiposo e superiores de reserva protéica em relação às meninas.

O estudo evidenciou que meninas apresentaram melhor AD-SoS que meninos e similar UBPI. AD-SoS aumenta com a idade, em ambos os sexos, provavelmente refletindo a arquitetura organizacional ao longo do crescimento ou mudança da elasticidade do tecido ósseo.

Finalmente, que a tecnologia QUS mostrou habilidade para medir mudanças na estrutura e crescimento ósseo, a medida da AD-SoS das falanges pode ser útil na avaliação da qualidade óssea em idade pediátrica, uma vez que não existe exposição à radiação, somando-se a isto o baixo custo e a facilidade de transporte do equipamento. Futuros estudos são necessários para o estabelecimento de valores normativos para a população brasileira.

## Summary

The objective of this study was to assess the quantity and quality of the bone of schoolchildren by means of qualitative ultrasound and to relate these to age and variables of growth. This was a cross-sectional, explorative study of 99 schoolchildren aged from 6 to 10 years, 52 of whom were boys and 47 girls. Measurements were taken of body weight, height and skinfolds and BMI was calculated. Percentage body fat, fat mass and lean mass were estimated using a bioimpedance analyzer. Bone quantity (AD-SoS) (m/s) and quality (UBPI) were evaluated using DBM Sonic BP-01 equipment. Results were presented using descriptive statistics, Student's *t* test for independent samples and Pearson's correlation coefficient. No significant differences between boys and girls were observed for age, weight, stature or BMI. Girls exhibited statistically significantly greater values for the sums of four and two skinfolds, %body fat and fat mass. Both bone quantity and quality increased progressively with age, for both sexes, with girls' results being significantly greater. Correlations between AD-SoS and age, weight, height and lean mass, were moderate and low for boys, and low for girls. In conclusion, the boys exhibited lower quantities of adipose tissue and larger protein reserves compared with the girls. The girls exhibited better bone quantity, but bone quality was similar for both sexes. The QUS technology demonstrated capability for measuring changes in bone structure and growth.

**Uniterms:** children, bone quantity bone quality, body composition.

## Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Campos LMA, Liphaut BL, Silva CAA, Pereira RMR. Osteoporose na infância e adolescência. *J Pediatr* 2003;79(6):481-8.
- <sup>2</sup> Vargas DM, Rigotti T, Gütz CNRM, Lobe MCS, Fernandes JA. Mineralização óssea em crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. *J Pediatr* 2003;79(3):253-8.
- <sup>3</sup> Riggs BL, Khosla S, Melton III LJ. The assembly of the adult skeleton during growth and maturation: implications for senile osteoporosis. *J Clin Invest* 1999;104:671-672.
- <sup>4</sup> Kreipe RE. Bones of today, bones of tomorrow. *Am J Dis Child* 1992;146:22-5.
- <sup>5</sup> 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( 7):1003-1010.
- <sup>6</sup> Iannetta O, Novais DA, Martins DCS. Determinação do coeficiente de variação do DBM Sonic 1200E para o estudo da perda de osso trabecular no climatério. *GO Atual* 1998;9:61-62.
- <sup>7</sup> Hans D, Njeh CF, Genant HK, Meunier PJ. Quantitative ultrasound in bone status assessment. *Rev Rhum Engl* 1998;65:489-98.
- <sup>8</sup> Kaufman JJ, Einhorn TA. Perspective: ultrasound assessment of bone. *J Bone Miner Res* 1993;8:517-25.
- <sup>9</sup> Iannetta O. Osteoporose uma ex-enfermidade silenciosa. Ribeirão Preto: Tecmed; 2006.
- <sup>10</sup> Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, Saggese G. Ultrasound data in normal and diseased children [abstract]. *Osteoporos Int* 2000;11 (suppl 4):S28-S29.
- <sup>11</sup> Duboeuf F, Hans D, Schott AM. Ultrasound velocity measured at the proximal phalanges: precision and age-related changes in normal females. *Revu du Rhumatieme* 1996;63:427-434.
- <sup>12</sup> Cameron N. The measurement of human growth. London: Coom-Helm, United Kingdom; 1984.
- <sup>13</sup> Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, 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.

- <sup>14</sup> Cadossi R, Cane V. Pathways of transmission of ultrasound energy through the distal metaphysis of the second phalanx of pigs: an in vitro study. *Osteoporos Int* 1996;6:196-206.
- <sup>15</sup> Consenso Latino-americano de obesidade. Disponível em: <<http://www.abeso.com.br.htm>>. [Acesso em 16 de Junho de 2006].
- <sup>16</sup> Brook CGD, Stanhope R. Normal puberty: physical characteristics and endocrinology. In: Brook CGD, Grumbach MM (eds.). *Clinical Paediatric Endocrinology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1989. p. 169-88.
- <sup>17</sup> Halaba Z, Pluskiewicz W. The assessment of development of bone mass in children by quantitative ultrasound through the proximal phalanxes of hand. *Ultrasound Med Biol* 1997;23(9):1331-35.
- <sup>18</sup> Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, Fuleihan GEI-H. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in school children. *Bone* 2005;36:736-742.
- <sup>19</sup> Glastre C, Braillon P, David L, Cochat P, Meunier PJ. Measurement of bone mineral content of lumbar spine by dual energy x-ray absorptiometry in normal children, correlations with growth parameters. *J Clin Endocrinol Metab* 1990;70:1330-33.
- <sup>20</sup> Horlick M, Wang J, Pierson RN, Thornton JC. Prediction models for evaluation of total-body bone mass with dual-energy x-ray absorptiometry among children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114:337-45.
- <sup>21</sup> Gilsanz V, Skaggs DL, Kovanlikaya A, Sayre J, Loro ML, Kaufman F, Korenman SG. Differential effect of race on the axial and appendicular skeletons of Children. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:1420-27.

## Lista de tabelas

**Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão das variáveis de crescimento.

Variáveis	Meninos (52)	Meninas (47)
Idade (anos)	7,96±1,42	7,89±1,31
Peso corporal (kg)	24,29±4,43	24,35±5,47
Estatura (cm)	123,31±8,58	124,43±8,84
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	15,84±1,27	15,57±1,98
∑ TR+SE+AB+PM (mm)	35,46±11,96*	40,70±14,39
∑ TR+SE (mm)	15,69±5,00	16,89±5,73
∑ AB+PM (mm)	19,76±7,38*	23,80±9,11
%GC (%)	12,67±4,82*	20,37±5,32
Peso gordo (kg)	3,26±1,70*	5,17±2,41
Peso magro (kg)	20,99±2,92*	19,12±3,22

\*p<0,05.

IMC = Índice de massa corporal;

∑ TR+SE+AB+PM = soma das pregas cutâneas: tricipital, subescapular, abdominal e panturrilha medial;

∑ TR+SE = soma das pregas cutâneas: tricipital e subescapular;

∑ AB+PM = soma das pregas cutâneas: abdominal e panturrilha medial;

% GC = percentual de gordura corporal

**Tabela 2.** Valores de média e desvio padrão de quantidade (AD-SoS) e qualidade (UBPI) óssea.

<b>Variáveis</b>	<b>Meninos (52)</b>	<b>Meninas (47)</b>
AD-SoS (m/s)	1772,41±55,36*	1810,06±66,38
UBPI	0,21±0,05	0,22±0,06

\*p<0,05.

**Tabela 3.** Coeficiente de correlação da quantidade (AD-SoS) e qualidade (UBPI) óssea em relação às variáveis de crescimento e composição corporal.

Variáveis	Meninos		Meninas	
	AD-SoS	UBPI	AD-SoS	UBPI
	r	r	r	r
Idade (anos)	0,48**	0,43**	0,26	0,02
Peso corporal (kg)	0,37**	0,42**	0,21	0,04
Estatura (cm)	0,46**	0,46**	0,28*	0,04
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,08	0,18	-0,01	-0,06
∑TR+SE+AB+PM (mm)	0,01	0,18	0,01	0,05
∑ TR+SE (mm)	-0,00	0,14	0,02	0,03
∑ AB+PM (mm)	0,02	0,20	0,00	0,06
%GC (%)	0,22	0,30*	0,01	-0,28
Peso gordo (kg)	0,26	0,34*	0,14	0,02
Massa magra (kg)	0,42**	0,44**	0,25	0,06

\*p<0,05, \*\*p<0,01.

IMC = Índice de massa corporal;

∑ TR+SE+AB+PM = soma das pregas cutâneas: tricipital, subescapular, abdominal e panturrilha medial;

∑ TR+SE = soma das pregas cutâneas: tricipital e subescapular;

∑ AB+PM = soma das pregas cutâneas: abdominal e panturrilha medial;

% GC = percentual de gordura corporal

## **CAPÍTULO III**

### **ARTIGO II**

**Periódico: Bone**

**QUANTIDADE E QUALIDADE ÓSSEA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES DO**

**SEXO FEMININO**

**BONE QUANTITY AND QUALITY OF CHILDREN'S AND ADOLESCENTS**

**FROM THE FEMALE GENDER**

**Keila Donassolo Santos, Edio Luiz Petroski**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NuCIDH)

**Endereço para correspondência:**

Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Desportos/NuCIDH

Prof. Dr. Edio Luiz Petroski

Campus Universitário - Trindade – Caixa Postal 476

Cep 88.040-900 - Florianópolis, SC. Brasil.

Fone / fax : (48) 3721-8562.

E-mail: [petroski@cds.ufsc.br](mailto:petroski@cds.ufsc.br)

## RESUMO

O presente estudo teve o objetivo de avaliar a quantidade e qualidade óssea de escolares de oito a 17 anos, por meio do ultra-som quantitativo de falanges (QUS, DBM Sonic, IGEA) a fim de obter valores normativos para população brasileira. O estudo caracterizou-se como analítico de corte transversal representativo dos escolares da rede pública de ensino do município de Cascavel/PR/Brasil. A população considerada para este estudo foi de 22.131 escolares do sexo feminino. Para garantir à representatividade das escolas e das escolares utilizou-se o procedimento de amostragem aleatória proporcional por conglomerado, para escolha das escolas, intencional por conglomerado para escolha das classes, sendo a amostra constituída de 1775 escolares saudáveis. Foram realizadas mensurações de peso, estatura, quantidade óssea (AD-SoS - *Amplitud Dependent Speed of Sound*) - e qualidade óssea (BTT - *Bone Transmission Time*) por meio do equipamento DBM Sonic BP e determinação da maturação sexual. No tratamento estatístico utilizou-se análise descritiva com valores de médias e desvio padrão, análise de variância seguida pelo teste de comparações múltiplas *Bonferroni*, coeficientes de correlação simples de *Pearson* e de *Spearman* e análise de regressão múltipla. Os dados foram processados no programa SPSS® for Windows (*Statistical Package of Social Sciences*) versão 13.0. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de  $p < 0,05$ . Observa-se um aumento progressivo com o avanço da idade para as variáveis de peso, estatura, IMC, AD-SoS e BTT. Os resultados na AD-SoS indicam variação crescente e significativa dos 8 aos 17 anos (1938-2103 m/s, incremento de 8,52%,  $p < 0,0001$ ) e BTT (0,84-1,45 m/s, incremento 72,6%,  $p < 0,0001$ ). Verifica-se um aumento gradual nos valores de AD-SoS e BTT com o avanço dos estágios maturacionais. A análise de regressão multivariada apresentou interação de quatro variáveis independentes (idade, peso, IMC e estágios maturacionais) para prever AD-SoS ( $r^2 = 0,52$ ) já para BTT ( $r^2 = 0,53$ ) as variáveis de interação foram idade, altura e estágios maturacionais. Este estudo demonstrou que AD-SoS e BTT avaliadas pela ultrassonometria óssea de falanges aumentam gradualmente com a idade, sendo mais evidente na puberdade, provavelmente reflexo da organização estrutural do crescimento e desenvolvimento ósseo ou mudanças no conteúdo do tecido ósseo.

**Palavras-chave:** ultrassonometria, massa óssea, puberdade, falanges, escolares.

## ABSTRACT

The present study had the aim of evaluating the bone quantity and quality of children and adolescents, aged 8-17 years, using by phalangeal quantitative ultrasound (QUS, DBM Sonic, IGEA) in order to obtain normative values for the Brazilian population. The study was characterized as analytical of representative transversal cut from the schoolchildren of the public teaching from the township of Cascavel/PR/Brazil. For this study a population of 22.131 schoolchildren from the female gender was considered. To assure the representativity of the schools and schoolchildren the procedure of random sampling proportional by conglomerate was used for the choice of schools, intentional by conglomerate for the choice of classes, being the sample constituted of 1775 healthy schoolchildren. Measurements of weight, height, bone quantity (AD-SoS - *Amplitude Dependent Speed of Sound*) and bone quality (BTT - *Bone Transmission Time*) were realized by the equipment DBM Sonic BP and determination of the sexual maturation. The analyses were performed using descriptive statistics with mean and standard deviation, analysis of variance followed by the test of multiple comparisons *Bonferroni*, coefficients of simple correlation of *Pearson* and of *Spearman* and analysis of multiple regression were used. The data were processed in the program SPSS<sup>®</sup> for Windows (*Statistical Package of Social Sciences*) version 13.0. For all the analysis establishing the level of significance of  $p < 0,05$ . It's observed a progressive raise with the advance of age for the variables of weight, height, BMI, AD-SoS and BTT. The results in the AD-SoS indicate raising and significant variation from 8 to 17 years old (1938-2103 m/s, increment of 8,52%,  $p < 0,0001$ ) and BTT (0,84-1,45 m/s, increment of 72,6%,  $p < 0,0001$ ). A gradual raise in the values of AD-SoS and BTT is verified with the advance of the maturation stages. The analysis of multi-varied regression presented interaction of four independent variables (age, weight, BMI and maturational stages) to predict AD-SoS ( $r^2 = 0,52$ ) although for BTT ( $r^2 = 0,53$ ) the interaction variables were age, height and maturational stages. This study has demonstrated that AD-SoS and BTT evaluated by the bone ultrasonometry of the phalanges raise gradually with the age, being more evident in the puberty, probably as a reflex of the structural organization of the bone growth and development or changes in the content of the bone tissue.

**Key-words:** ultrasonometry, phalanges, bone mass, puberty, schoolchildren.

## **Introdução**

O período da infância e adolescência é considerado o mais importante para aquisição do pico de massa óssea, definido como quantidade máxima de tecido ósseo presente ao final do período de maturação esquelética de um indivíduo, sendo vinculado e influenciado por fatores genéticos, hormonais e ambientais [1-3]. A massa de tecido ósseo presente após a obtenção do pico resulta da diferença entre a quantidade atingida na maturidade e a perda que ocorre com a idade [4].

Estudos progressos têm demonstrado que a aquisição de massa óssea é gradual na infância e aumenta durante a adolescência, até que a maturidade sexual seja atingida [5]. Tem sido observado aumento significativo da mineralização óssea em função do grau de maturação sexual, sendo significativo no estágio maturacional III de Tanner [6,7], ocorrendo variação em função da população e do sítio esquelético avaliado [8].

Aproximadamente 85-90% da massa óssea final do adulto é adquirida até os 18 anos, no sexo feminino, e até os 20 anos, no sexo masculino. A partir de então, mantém-se constante até a quarta década de vida, quando se inicia a perda fisiológica gradual decorrente do processo de envelhecimento [9].

Assim, a adolescência torna-se um período crítico no que se refere à saúde óssea, visto que quanto maior a massa óssea alcançada durante a infância e adolescência, maior o pico de densidade óssea na idade adulta, o que proporciona importantes vantagens como diminuição de riscos futuros de fraturas, associadas à osteopenia e osteoporose, tanto precocemente quanto em idades mais avançadas [10].

Conseqüentemente o monitoramento da massa óssea em jovens torna-se imprescindível para avaliar o risco do desenvolvimento da osteoporose senil. Segundo alguns autores assinalam, o risco de ocorrência dessa doença pode ser reduzido se houver

um ganho adequado de massa óssea durante a fase de crescimento físico da infância e adolescência [1,10].

Sendo assim, o pico de massa óssea e os locais específicos para avaliação da densidade mineral óssea são indicadores importantes quando se pretende atuar de maneira preventiva a um estado de osteopenia e ou osteoporose senil.

Os métodos habitualmente utilizadas na avaliação da massa óssea como densitometria de emissão única e a densitometria de dupla emissão com fonte de gadolínio ou raios X – não são capazes de especificar as propriedades do osso [11], tais como estrutura, elasticidade e geometria, importantes fatores para a determinação do risco de fraturas. Em estudos populacionais, torna-se inviável o uso dos métodos citadas anteriormente, devido ao alto custo operacional, além do que a aplicação em populações pediátricas requer o emprego de *software* específico, o que em muitos serviços torna-se um fator limitante a sua aplicabilidade.

Embora os métodos citados anteriormente tenham utilidade clínica, seus resultados podem ser confundidos por alterações no tamanho dos ossos, levando a erros de interpretação do conteúdo mineral ósseo [12,13], que é particularmente importante durante o crescimento, quando as alterações nas dimensões dos ossos são substanciais. Durante a puberdade, o ganho de massa óssea que ocorre está muito mais relacionado a um aumento no tamanho do osso, mais do que a densidade óssea volumétrica [4, 14,15].

Conforme sinalizam alguns estudos [16,17] é importante ressaltar que o sentido de saúde óssea precisa estar calcado não apenas na investigação dos índices quantitativos de minerais depositados na camada cortical do tecido esquelético, mas também, na análise qualitativa complementar, relativa ao grau de organização das micro estruturas trabeculares e a matriz de colágeno disponível na camada endostal.

O QUS (ultra som quantitativo) tem-se apresentado como um método que, além de mensurar a massa, avalia fatores da micro arquitetura trabecular do tecido ósseo como a conectividade e espaçamento das trabéculas assim, essa nova metodologia mediria, de modo não invasivo, a quantidade e qualidade óssea. O QUS é um método por ultra-som, isento de radiação, portátil, mais econômico, quando comparado ao DEXA, tanto em termos de custo de equipamento, quanto em termos da execução [18].

Nesse sentido, observa-se na literatura medidas de quantidade e qualidade óssea de crianças e adolescentes através do ultra-som de falanges [19-22]. Entretanto, estudos utilizando esse método em crianças e adolescentes brasileiras ainda são incipientes. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a quantidade e qualidade óssea de escolares saudáveis, do sexo feminino, na faixa etária de 8 a 17 anos, comparando valores encontrados entre as faixas etárias, além de verificar as possíveis influências associadas às variáveis antropométricas, composição corporal e maturação sexual no conteúdo ósseo.

## **Materiais e métodos**

A população alvo deste estudo foi composta por escolares de oito a 17 anos, do sexo feminino, residentes na área urbana do município de Cascavel/PR. Conforme relatório do Núcleo Regional de Educação e Secretaria Municipal de Educação do município (2005), a população geral de escolares matriculadas no ensino fundamental e no ensino médio era de aproximadamente 44.262 escolares, distribuídas em 80 escolas, municipais e estaduais. Considerando que a população alvo do estudo é somente de escolares do sexo feminino, considerou-se uma distribuição entre sexo de 50/50 nesse sentido, totalizando 22.131 escolares de sexo feminino.

Na tentativa de garantir uma melhor representatividade dos escolares de todas as regiões geográficas, optou-se por dividir o município em três grandes pólos de acordo com os critérios utilizados pelo NRE: Pólo 1: 26 escolas (7927 escolares, 35,82%); Pólo 2: 27 escolas (7309 escolares, 33,03%) e Pólo 3: 27 escolas (6895 escolares, 31,15%).

A amostragem foi feita em dois estágios a partir dos 80 estabelecimentos de ensino. No estágio inicial, selecionou-se, de forma aleatória proporcional por pólo 14 escolas (pólo 1 = 4; pólo 2 = 5; pólo 3 = 5).

No segundo estágio, selecionou-se em cada escola sorteada participar do estudo (após autorização do responsável), de forma intencional por conglomerado de classe, uma quantidade de classes suficiente para se alcançar o número de sujeitos que garantisse a precisão em relação à população de escolares do ensino fundamental e médio, considerando a série do ensino (2<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> séries do ensino fundamental 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> e do 1<sup>o</sup> ao 3<sup>o</sup> ano ensino médio).

Na estimativa do tamanho da amostra considerou-se um erro amostral de aproximadamente 2% e intervalo de confiança de 95%. Dados esses parâmetros, estimou-se que seria necessário coletar dados em 1.905 escolares. Em função de outros objetivos do projeto, avaliou-se 2.004 escolares. Todas as escolares da turma sorteada, que estavam em sala de aula no dia da coleta, foram consideradas elegíveis para participar do estudo, mediante entrega do termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram excluídas escolares com idade decimal inferior a oito anos e superior a 17 anos, que não entregaram o questionário sobre doenças e uso de medicamentos, com valores de peso, estatura e IMC para idade abaixo de - 2 e acima + 2 valores de escore z, com doenças crônicas, histórico médico de ingestão de suplementos de cálcio e uso de medicamentos que afetassem o metabolismo ósseo. Desse modo, a amostra final foi composta por 1.775 escolares.

As escolares foram avaliadas pela pesquisadora (KDS) com o auxílio de uma equipe composta por acadêmicos do curso de educação física, previamente treinados em um estudo piloto [23], cada acadêmico foi responsável por uma medida.

Quanto á questão raça/etnia apontada em pesquisas internacionais [24] como fator determinante para ganho de massa óssea, assumiu-se que a população brasileira apresenta grande miscigenação, neste sentido não foram feitas diferenciações entre raça/etnia.

Foram realizadas mensurações de peso, estatura, quantidade óssea (AD-SoS - *Amplitude Dependent Speed of Sound*) - e qualidade óssea (BTT - *Bone Transmission Time*) e determinação da maturação sexual.

Para medida de peso, utilizou-se balança de Bioimpedância Tanita<sup>®</sup> (TBF - 305) com graduação em 0,1 quilograma, usando roupas leves e descalças, e para a estatura foi utilizado um estadiômetro de parede de marca Seca<sup>®</sup> com graduação em 0,1 cm. Posteriormente foi calculado o IMC obtido pela relação entre o peso (kg) e a estatura (m<sup>2</sup>).

Para definir os desvios de normalidade de peso, estatura e IMC para idade, foram adotados como pontos de corte, valores abaixo de -2 e acima de +2 dos valores do escore z. Para o cálculo dos valores de escore z foi utilizado o software Siscre<sup>®</sup> versão 2002, que adota como referência os dados do *National Center for Health Statistics* - NCHS [25].

Para a maturação sexual utilizou-se como critério os estágios puberais propostos por Marshall e Tanner [26] para mamas (I a V) com a categorização sendo realizado pelo auto-exame.

Para o procedimento de coleta das medidas individuais dos parâmetros ósseos de interesse AD-SoS e BTT, utilizou-se o equipamento DBM Sonic<sup>®</sup> BP - 01 3<sup>a</sup> geração.

Este equipamento está provido de um compasso que acopla dois transdutores (emissor e receptor) de 12 mm de diâmetro cada, sendo estes de alta precisão ( $\pm 0,02$  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, o transdutor emissor emite uma onda sonora de 1,25 Mhz, que perpassa, transversalmente, os elementos constitutivos do tecido ósseo (camada cortical, microestruturas trabeculares e matriz de colágeno), o transdutor receptor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange.

Dessa medida resultam os parâmetros quantitativos (AD-SoS - *amplitude dependent speed sound*) e qualitativos (BTT - *Bone Transmission Time*). A AD-SoS, também denominada osteossonometria, representa a quantidade óssea, é obtida de forma automática e representa a média de 96 aquisições de medidas de velocidade de ultra-som (m/s), que por transmissão rastreiam as trabéculas do tecido ósseo nas quatro falanges proximais. Os resultados obtidos nessa medida compreendem valores entre 1650 a 2250m/s. Este parâmetro depende da amplitude do sinal elétrico, obtido após o ultra-som percorrer os três tipos ósseos das falanges (endostal, trabecular e cortical). Na avaliação do registro elétrico, a amplitude do sinal somente é considerada quando um mínimo de valor é atingido, denominado nível limiar ou nível de gatilho (Iannetta, 2006).

O outro parâmetro BTT, referente à qualidade óssea, representa o arco temporal, percorrido pelo ultra-som *power beam* com unidade de medida em  $\mu$  seg, entre o ápice do primeiro pico e a cauda do último com o cruzamento com a linha basal do registro, os valores variam de 0 a 1.

No tratamento estatístico utilizou-se análise descritiva com valores de médias e desvio padrão. Para as comparações das variáveis de peso, estatura, IMC, AD-SoS e BTT entre as diferentes idades e estágios maturacionais, recorreu-se à análise de variância ANOVA *one – way* seguida pelo teste de comparações múltiplas *Bonferroni*, para identificação das possíveis diferenças quando  $p < 0,05$ . Foram calculados os coeficientes de

correlação simples de *Pearson* para análises das possíveis associações entre AD-SoS e BTT e a idade, variáveis antropométricas e IMC, e de *Spearman* para a variável estágio maturacional. Posteriormente utilizaram-se recursos de análise de regressão múltipla “*stepwise*” para determinar os possíveis efeitos de cada variável independente (idade, peso, estatura, IMC e estágio maturacional) sobre variáveis dependentes (AD-SoS e BTT).

Para a variável qualitativa estágios maturacionais serem introduzido no modelo de regressão múltipla, utilizou-se as variáveis chamadas indicadoras ou “dummy”, obtidas a partir de uma recodificação dos estágios maturacionais que originaram quatro novas variáveis. Os dados foram processados no programa SPSS<sup>®</sup> for Windows (*Statistical Package of Social Sciences*) versão 13.0. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de  $p < 0,05$ .

Os protocolos utilizados no estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina/SC/Brasil.

## **Resultados**

Os valores de média e desvio padrão para idade em relação aos indicadores de crescimento, peso, estatura e IMC são demonstrados na **Tabela 1**, onde se observa um aumento progressivo com o avanço da idade para todas as variáveis. Na idade de 8 anos as diferenças significativas ocorreram para as variáveis de peso e estatura, com valores inferiores, quando comparado ao grupo de 10 anos e para o IMC com relação ao grupo de 12 anos. Nas idades de 9 a 14 anos, para peso, e de 9 a 12, para estatura, as diferenças ocorreram quando comparadas com aos grupos de idade um ano mais velhos. No IMC, dos 9 aos 13 anos, as diferenças são em relação aos grupos de idade de dois anos mais velhos.

Na **Tabela 2** são apresentados os valores relativos à mineralização óssea (AD-SoS e BTT) de acordo com a idade, os valores de média para estes indicadores apresentam variação crescente e significativa dos 8 aos 17 anos (1938-2103 m/s, incremento de 8,52%,  $p < 0,0001$  e 0,84-1,45 m/s, incremento 72,6%,  $p < 0,0001$ ), respectivamente.

Para ambas as variáveis na idade de 8 anos as diferenças foram estatisticamente significativas a partir da idade de 11 anos, nas idades 9, 10 e 11 anos as diferenças são a partir da idade de 12 anos. Para AD-SoS nas idades de 12 até 14 anos de idade as diferenças são quando comparadas a partir de um ano mais velho, e aos 15 anos com o grupo de 17 anos. Para BTT dos 12 aos 13 anos de idade as diferenças foram em relação a um ano mais velho, e nas idades de 14 e 15 anos com dois anos mais velho.

A **Tabela 3** apresenta os valores normativos para o sexo feminino de AD-SoS e BTT ( $P_{2,5}$ ,  $P_{50}$  e  $P_{97,5}$ ) para cada faixa etária.

Verifica-se na **Tabela 4** um aumento gradual nos valores de AD-SoS e BTT com o avanço dos estágios maturacionais. Para ambas as variáveis foram observadas diferenças inferiores e estatisticamente significativas para a fase pré-púbere em relação à púbere ( $p = 0,001$ ) e pós-púbere ( $p = 0,001$ ) e ainda valores inferiores da fase púbere em relação a pós-púbere ( $p = 0,001$ ).

Na **Tabela 5** são apresentados os valores de correlação da AD-SoS e BTT com idade, peso, estatura, IMC e estágios maturacionais. Verificaram-se correlações positivas e estatisticamente significativas para todas as variáveis independentes. Para as variáveis dependentes, em uma análise mais acurada dos resultados, apresentam o IMC e o peso, dentre todos os indicadores estudados, como os mais fracos na correlação.

A análise de regressão multivariada indicou interação estatisticamente significativa de quatro variáveis independentes: idade, peso, IMC e estágios maturacionais para prever AD-SoS ( $r^2 = 0,52$ ) por outro lado para BTT ( $r^2 = 0,53$ ) as variáveis independentes que

apresentaram interação estatisticamente significativas foram idade, estatura e estágios maturacionais.

Esses resultados demonstraram que as variáveis independentes explicariam 53% da variabilidade de AD-SoS e BTT e que os modelos ( $AD-SoS = 1863,728 + 16,032 \times idade - 9,010 \times IMC + 12,134 \times maturação + 1,462 \times peso$ ) ( $BTT = -0,422 + 0,042 \times idade + 0,006 \times estatura + 0,033 \times maturação$ ) podem ser aceitos, pois a análise de variância ( $F = 762,66$  e  $p = 0,001$ ) indica que estas variáveis reduzem significativamente a variação de AD-SoS e BTT.

## **Discussão**

Os diagnósticos da massa óssea e do conteúdo mineral ósseo têm sido muito utilizados tanto em adultos quanto em crianças, para mapear doenças ósseas primárias ou secundárias, osteoporose, osteopenia e risco de fraturas. Estudos recentes têm mostrado as dificuldades técnicas para a realização desses diagnósticos na infância e adolescência, [20, 27].

Cuidados na avaliação da massa óssea devem existir na infância e na adolescência, já que o pico de massa óssea ocorre tardiamente na adolescência e, frequentemente, entre adultos jovens. É preciso ter especial atenção na interpretação da análise da massa óssea em crianças com baixa estatura, tendo em vista a estreita relação entre conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea com puberdade, maturação óssea, tamanho ósseo e composição corporal [28,29].

O método de medida do QUS empregado no presente estudo, tem se solidificado no campo investigativo nas últimas décadas, por meio da utilização do equipamento DBM Sonic BP [30]. O equipamento propicia informações sobre a quantidade e qualidade óssea

e apresenta as vantagens de ser portátil, não emitir radiação, não ser invasivo, além de ser de fácil manuseio, com erro interno de medida confiável, o qual varia entre 0,23 e 0,57 % [31]. O método usa como pontos de referências para mensuração, as metáfises distais das falanges proximais (2° ao 5° dedo) das mãos, eleita como sítio ideal para o estudo do remodelamento ósseo em função da região apresentar a mais elevada atividade metabólica do esqueleto e grande semelhança com o tecido ósseo corporal [22].

O presente estudo apresenta valores de quantidade e qualidade óssea avaliados pelo ultra-som de falanges para idade e estágios maturacionais da população brasileira do sexo feminino. Os valores de médias de qualidade e quantidade óssea para idade encontrada tendem a ser ligeiramente mais altos quando comparados com outros estudos [19,21,22,27]. Estas diferenças podem ser em parte atribuídas à variabilidade biológica da maturação do esqueleto entre diferentes populações.

A mineralização óssea é um processo multifatorial resultado de vários elementos que atuam modulando a aquisição da massa óssea. O presente estudo verificou correlação alta e significativa com a idade, peso, altura, IMC e estágios maturacionais para AD-SoS e BTT. Em ambas as variáveis o aumento foi gradual dos 8 aos 17 anos, com acréscimo mais significativo na puberdade. O efeito da idade, peso, altura, IMC e dos estágios maturacionais nos parâmetros do ultra-som corroboram com resultados de outros estudos obtidos por meio de ultra-som e densitometria de dupla energia (DEXA), que demonstram aumento do conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea [19,21,27].

O presente estudo aponta a idade e os estágios pubertários como indicadores de forte correlação com a quantidade e qualidade óssea, sendo indicados, pela análise de regressão multivariada, como as variáveis incluídas em ambos os modelos preditivos propostos para quantidade e qualidade óssea. De forma similar, Rubin et al. [32] observaram mediante análise de regressão múltipla, que idade, estatura e os estágios

pubertários, indicados pelos critérios de Tanner, foram às principais variáveis preditoras da massa óssea.

No presente estudo os aumentos significativos observados para AD-SoS e BTT em relação ao avanço dos estágios maturacionais, foram semelhantes aos encontrados em outras populações [10,22,27], o que indica que não apenas a idade cronológica deve ser levada em consideração para a avaliação da massa óssea na adolescência, mas também outras variáveis, como estatura, peso e estágios maturacionais.

A hipótese para a explicação do aumento gradativo da quantidade e qualidade óssea na puberdade, é que os hormônios sexuais produzidos pelos ovários são estimulados, pelo hormônio folículo-estimulante e hormônio luteinizante, o que dá início à maturação sexual. O estrogênio hormônio sexual feminino instiga o desenvolvimento das características femininas e ainda o crescimento de todos os ossos.

O estrogênio tem importante impacto para a mineralização do esqueleto, sendo determinante na densidade mineral óssea durante a puberdade. Isto foi demonstrado por Boot et al. [10], em estudo avaliando 295 mulheres de 4 a 20 anos, comparando adolescentes de mesma idade que tinham apresentado menarca e ciclos menstruais regulares, as mesmas, tinham valores superiores de densidade e volume mineral ósseo em relação as que não apresentavam menarca e que tinham ciclos irregulares. Puberdade tardia e amenorréia são fatores de risco para baixa densidade mineral óssea em mulheres [10].

O incremento da AD-SoS e BTT nas crianças e adolescentes no presente estudo, podem ser reflexo do aumento da quantidade óssea ou troca nas características estruturais do osso.

As pesquisas com o DBM Sonic BP revelam informações que refletem a arquitetura organizacional ao longo do crescimento ósseo, sendo útil na avaliação da qualidade e quantidade óssea desde as idades mais tenras, possibilitando intervenções quando

necessárias, desde a infância, abrindo novas perspectivas para sua aplicação na abordagem multidisciplinar, com visão eminentemente preventiva [30].

Apesar da existência de algumas limitações, como tamanho reduzido da amostra nas idades de oito e 17 anos, a falta de informações sobre hábitos alimentares e estilo de vida, a não diferenciação étnica, que é apontada como fator determinante no ganho de massa óssea, [24], e a determinação da maturação sexual realizada por auto-avaliação, esse estudo é inédito no Brasil e representa o universo das escolares do sexo feminino da zona urbana da cidade de Cascavel/PR.

Estes resultados podem ser utilizados para construir um banco de dados a ser empregado no estudo do desenvolvimento da massa óssea da criança ou adolescente. Com aplicação dessa nova metodologia de avaliação óssea é possível diferenciar, com anos de antecedência, inadequações na massa óssea e avaliar em curto prazo as respostas frente às diferentes intervenções no acompanhamento individualizado ou populacional, o que certamente contribuirá na redução da ocorrência da osteoporose e na incidência de fraturas. As curvas regionalizadas para análise simultâneas, referentes à qualidade e quantidade óssea tornam-se possíveis, ampliando as aplicações em estudos de remodelagem óssea.

Sendo a adolescência período crucial para o estabelecimento do pico de massa óssea, as ações de prevenção devem ter início precoce, a fim de se prevenir as doenças do tecido ósseo, e diminuir riscos futuros de desenvolver osteoporose.

Em conclusão, os resultados deste estudo demonstram que AD-SoS e BTT avaliadas pela ultra-sonometria óssea de falanges aumentam gradualmente com a idade, sendo mais evidente na puberdade, reflexo da organização estrutural do crescimento e desenvolvimento ósseo ou mudanças no conteúdo do tecido ósseo.

No presente estudo as principais variáveis que se correlacionaram com AD-SoS e BTT foram idade, peso, estatura, IMC e estágios maturacionais e estas explicariam aproximadamente 53% dos valores de quantidade e qualidade óssea.

Acredita-se que os valores de normalidade apresentados no presente estudo possam ser de grande utilidade para avaliações clínicas, tanto na prevenção como na avaliação do risco de fraturas, bem como para um planejamento terapêutico adequado em pacientes com baixa quantidade e qualidade óssea.

## **Agradecimentos**

A Secretaria Municipal de Educação, Núcleo Regional de Educação do município de Cascavel/PR, aos diretores e professores das escolas do município de Cascavel. Aos familiares e às escolares que participaram da pesquisa, a toda equipe que auxiliou na coleta de dados e a Roberto Regis Ribeiro, pela dedicação e trabalhos técnicos.

## Referências

- [1] Bonjour JP, Theintz G, Buchs B, Sloman 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.
- [2] Theintz G, Buchs B, Rizzoli R, Sloman D, Clavien 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.
- [3] Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin of North Am* 2003;32:39-63.
- [4] Bonjour JP, Theintz G, Law F, Slosman D, Rizzoli R. Peak Bone Mass. *Osteoporos Int* 1994;1(Suppl):S7-13.
- [5] Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR, Marcus R. Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab* 1991;73:1332-9.
- [6] Southard RN, Morris JD, Mahan JD, Hayes JR, Toch MA, Sommer A, et al. Bone mass in healthy children: measurement with quantitative DEXA. *Radiology* 1991;179:735-8.

[7] Glastre C, Brasillon P, David L, Cochat P, Meunier PJ, Delmas PD. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy X-ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters. *J Clin Endocrinol Metab* 1990;70:1330-3.

[8] Lloyd T, Taylor DS, Lin HM, Matthews AE, Egglı DF, Legro RS. Oral contraceptive use by teenage women does not affect peak bone mass: a longitudinal study. *Fertil Steril* 2000;74:734-7.

[9] Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, et al. Peak bone mass. *Osteoporos Int* 2000;11:985-1009.

[10] Boot AM, Ridder MAJ, Pols HAP, Krenning EP, Muinck Keizer-Schrama MPF. Bone Mineral density in children and adolescents: Relation to puberty, calcium Intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab* 1997;82:57-62

[11] Hans D, Wu C, Njeh CF, Zhao S, Augat P, Newitt D, Link T, Lu Y, Majumdar S, Genant HK. Ultrasound velocity of trabecular bones reflects mainly bone density and elasticity. *Calcif Tissue Int* 1999; 64:18-23.

[12] 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; 81:1586-90.

- [13] 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;90:1925-8
- [14] Carter DR, Bouxsein ML, Marcus R. New Approaches for interpreting projected bone densitometry data. *J Bone Miner Res* 1992;7:137-45.
- [15] Sundberg M, Gardsell P, Johnell O, Ornstein E, Karlsson MK, Sernbo I. Pubertal bone growth in femoral necks predominantly characterized by increased bone size and not by increased bone density -4 year longitudinal study. *Osteoporos Int* 2003;14:548-58.
- [16] Wüster C, Aalbanese C, De Aloysio, D, Duboeuf F, Gambacciani S, Gonelli S, et al. Phalangeal osteosonogrammetry study: age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. *J Bone Miner Res* 2000;15:1603-14.
- [17] Currey, JD. Bone strength: what are we trying to measure? *Calcif Tissue Int* 2001;68:205-10.
- [18] Ringa V, Durieux P, Brèart G. Bone mass measurements around menopause and prevention of osteoporotic fractures. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1994;54:205-13.
- [19] Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, Fuleihan GEI-Hajj. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in school children. *Bone* 2005;36:736-42.

- [20] Baroncelli GI, Federico G, Vignolo M, Valério G, Del Puente A, Maghnie M, et al. Cross-sectional reference data for phalangeal quantitative ultrasound from early childhood to young-adulthood according to gender, age, skeletal growth, and pubertal development. *Bone* 2006;39:159-73.
- [21] 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.
- [22] Ballester JG, San Julián y L CA, Ariznabarreta S. Bone mineral density determination by osteosonography in healthy children and adolescents: normal values. *An Esp Pediatr* 2001;54:540-6
- [23] Santos KD. Avaliação da quantidade e qualidade óssea de crianças por meio de ultrassom quantitativo – um estudo piloto. *Rev Bras de Med* 2007.
- [24] Horlick M, Wang J, Pierson RN, Thornton JC. Prediction models for evaluation of total- body bone mass with dual-energy x-ray absorptiometry among children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114:337-45.
- [25] National Center for Health Statistics; 2000. Disponível em: <http://www.cdc.gov/growthcharts>.
- [26] Marshall WA, Tanner SM. Variations in the pattern of puberal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969;44:291-303.

[27] Halaba Z, Pluskiewicz W. The assessment of development of bone mass in children by quantitative ultrasound through the proximal phalanxes of the hand. *Ultrasound Med Biol* 1997;23:1331-5.

[28] Leonard MB, Zemel BS. Current concepts in pediatric bone disease. *Pediatr Clin North Am* 2001;49:143-73.

[29] Daci E, Van Cromphaut S, Bouillon R. Mechanisms influencing bone metabolism in chronic illness. *Horm Res* 2004;58:44-51.

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

[31] 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.

[32] 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.

## Lista de tabelas

**Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão das variáveis antropométricas e de composição corporal de acordo com idade das crianças e adolescentes.

Idade	n	Peso (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
		M±DP	M±DP	M±DP
8	61	29,15±4,01†	132,96±4,30†	16,30±2,03§
9	170	29,72±4,48*	135,64±5,68*	16,09±1,75†
10	202	33,62±5,74*	141,46±6,37*	16,72±2,07†
11	253	38,08±6,59*	148,06±6,43*	17,31±2,45†
12	249	43,92±7,60*	155,21±6,30*	18,15±2,41†
13	215	48,88±7,78*	159,10±5,53†	19,26±2,59†
14	194	51,34±7,53*	160,42±5,74	19,92±2,56
15	179	53,81±7,23	161,81±5,10	20,55±2,60
16	134	53,54±6,68	162,47±5,16	20,27±2,31
17	118	54,51±7,66	162,48±4,90	20,62±2,57

\*p < 0,05 ≠ a partir de um ano mais velho

†p < 0,05 ≠ a partir de dois anos mais velho

‡p < 0,05 ≠ a partir de três anos mais velho

§p < 0,05 ≠ a partir de quatro anos mais velho

**Tabela 2.** Valores de média e desvio padrão das variáveis AD-SoS e BTT de acordo com idade das crianças e adolescentes.

Idade	n	AD-SoS (m/s)	BTT ( $\mu$ /s)
		M $\pm$ DP	M $\pm$ DP
8	61	1938,53 $\pm$ 39,38‡	0,84‡ $\pm$ 0,14‡
9	170	1959,87 $\pm$ 48,63‡	0,92 $\pm$ 0,17‡
10	202	1960,96 $\pm$ 46,62†	0,92 $\pm$ 0,18†
11	253	1968,61 $\pm$ 51,20*	0,96 $\pm$ 0,19*
12	249	1996,60 $\pm$ 57,65*	1,07 $\pm$ 0,21*
13	215	2034,04 $\pm$ 48,87*	1,20 $\pm$ 0,19*
14	194	2059,67 $\pm$ 54,59*	1,30 $\pm$ 0,17†
15	179	2076,91 $\pm$ 54,72†	1,37 $\pm$ 0,17†
16	134	2090,11 $\pm$ 49,42	1,41 $\pm$ 0,17
17	118	2103,08 $\pm$ 52,01	1,45 $\pm$ 0,20

\*p < 0,05 ≠ a partir de um ano mais velho

† p < 0,05 ≠ a partir de dois anos mais velho

‡p < 0,05 ≠ a partir de três anos mais velho

**Tabela 3:** Valores de percentis P<sub>2,5</sub>, P<sub>50</sub> e P<sub>97,5</sub> de AD-SoS e BTT de acordo com a idade das crianças e adolescentes.

Idade	AD-SoS (m/s)			BTT ( $\mu$ /s)		
	P <sub>2,5</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>97,5</sub>	P <sub>2,5</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>97,5</sub>
8	1815,25	1933,00	2035,30	0,53	0,82	1,16
9	1836,57	1953,00	2068,00	0,62	0,88	1,28
10	1869,35	1953,00	2068,30	0,62	0,90	1,40
11	1853,37	1960,00	2072,62	0,60	0,97	1,40
12	1867,45	1995,00	2109,20	0,68	1,07	1,53
13	1925,22	2026,00	2127,95	0,80	1,20	1,57
14	1915,65	2061,50	2175,87	0,94	1,32	1,68
15	1965,60	2079,00	2180,50	1,05	1,38	1,70
16	1945,10	2087,50	2186,57	1,02	1,38	1,76
17	1987,07	2104,00	2198,00	1,00	1,44	1,93

**Tabela 4.** Valores de média e desvio padrão das variáveis AD-SoS e BTT de acordo com os estágios maturacionais.

<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>AD-SoS (m/s)</b>	<b>BTT (<math>\mu</math>/s)</b>
		<b>M<math>\pm</math>DP</b>	<b>M<math>\pm</math>DP</b>
<b>I</b>	292	1957,06 $\pm$ 50,13	0,90 $\pm$ 0,16
<b>II</b>	332	1963,17 $\pm$ 44,91*	0,93 $\pm$ 0,18*
<b>III</b>	329	2002,79 $\pm$ 62,87*	1,10 $\pm$ 0,23*
<b>IV</b>	596	2061,62 $\pm$ 58,73	1,30 $\pm$ 0,20*
<b>V</b>	226	2072,20 $\pm$ 57,95	1,37 $\pm$ 0,20

\*p < 0,001  $\neq$  a partir do estágio maturacional seguinte.

**Tabela 5:** Correlações das variáveis de AD-SoS e BTT com idade, peso, estatura, IMC e estágios maturacionais.

Variáveis independentes		AD-SoS (m/s)		BTT ( $\mu$ /s)	
		<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Idade		0,69	0,001	0,70	0,001
Peso	<i>Pearson</i>	0,50	0,001	0,63	0,001
Estatura		0,61	0,001	0,67	0,001
IMC		0,27	0,001	0,43	0,001
Estágios maturacionais	<i>Sperman</i>	0,64	0,001	0,69	0,001

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSÃO

*Capítulo II (Artigo I- Avaliação da quantidade e qualidade óssea de crianças por meio do ultra-som quantitativo – um estudo piloto).*

Com base nos resultados encontrados, pode-se sugerir que meninos apresentam valores inferiores de tecido adiposo e superiores de reserva protéica em relação às meninas.

O estudo evidenciou que meninas apresentaram melhor AD-SoS que meninos e similar UBPI. AD-SoS aumenta com a idade, em ambos os sexos, provavelmente refletindo a arquitetura organizacional ao longo do crescimento ou mudança da elasticidade do tecido ósseo.

Finalmente, que a tecnologia QUS mostrou habilidade para medir mudanças na estrutura e crescimento ósseo, a medida da AD-SoS das falanges pode ser útil na avaliação da qualidade óssea em idade pediátrica, uma vez que não existe exposição à radiação, somando-se a isto o baixo custo e a facilidade de transporte do equipamento. Futuros estudos são necessários para o estabelecimento de valores normativos para a população brasileira.

*Capítulo II (Artigo II - Quantidade e qualidade óssea de crianças e adolescentes do sexo feminino).*

Os resultados deste estudo demonstram que AD-SoS e BTT avaliadas pela ultrasonometria óssea de falanges aumentam gradualmente com a idade, sendo mais evidente na puberdade, reflexo da organização estrutural do crescimento e desenvolvimento ósseo ou mudanças no conteúdo do tecido ósseo.

As principais variáveis que se correlacionaram com AD-SoS e BTT foram idade, peso, estatura, IMC e estágios maturacionais e estas explicaram aproximadamente 53% dos valores de quantidade e qualidade óssea.

Este estudo não objetivou criar equações, mas apenas indicar as variáveis que, isoladas e/ou associadas, possam revelar variações na massa óssea durante o período de crescimento, no sentido de contribuir na compreensão do processo de mineralização.

Os valores de normalidade apresentados no presente estudo serão úteis no estudo da mineralização óssea para a população brasileira. Estes valores poderão ser de grande utilidade em avaliações clínicas, tanto na prevenção como na avaliação do risco de fraturas, como para um planejamento terapêutico adequado em pacientes com baixa quantidade e qualidade óssea.

De acordo com o estudo das observações e das avaliações efetuadas sugere-se como estudos futuros:

- a. Estudos de caráter longitudinal que controlem as modificações individuais ao longo do tempo, na tentativa de identificar os períodos sensíveis quanto aos indicadores massa óssea, crescimento físico, composição corporal monitorando as possíveis oscilações ambientais;
- b. Promover outros estudos agregando segmentos diferenciados da população como níveis socioeconômicos distintos, grupos étnicos diferentes e outras características socioculturais;
- c. Propor a realização de estudos semelhantes a este, com faixas etárias inferiores e superiores, para ambos os sexos, de forma a verificar a variabilidade destas variáveis em todo o período de crescimento e desenvolvimento e com isso desenvolvimento de curvas regionalizadas para a população brasileira.

## ANEXOS

ANEXO 1

PARECER DA REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA



GRUPO EDITORIAL MOREIRA JR.

São Paulo, 17 de agosto de 2007.

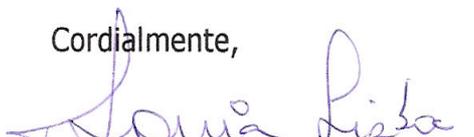
Ilma.Sra.  
Dra.Keila Donassolo Santos  
Rua Presidente Bernardes, 2.100 – bloco A – apto.34  
Centro  
85801-180 Cascável - PR

Prezada Dra.Keila:

Queremos, através desta, informar que o artigo intitulado: **"AVALIAÇÃO DA QUANTIDADE E QUALIDADE ÓSSEA DE CRIANÇAS PELO MÉTODO DE ULTRA-SOM QUANTITATIVO – UM ESTUDO PILOTO"**, de autoria dos Drs.: Keila Donassolo Santos e Edio Luiz Petroski foi **aprovado** pelo Conselho Editorial da **Revista Brasileira de Medicina** e será publicado segundo ordem cronológica de chegada de artigos.

Sempre ao seu inteiro dispor, subscrevemo-nos

Cordialmente,

  
Dra. Thelma A.B.P.P. de Moraes  
Editora  
[redacao@moreirajr.com.br](mailto:redacao@moreirajr.com.br)

## ANEXO 2

### PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS -CEP  
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 131/06

**I – Identificação:**

Título do Projeto: RELAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES.  
Pesquisador Responsável: Prof<sup>o</sup> Édio Luiz Petroski (Pós-Graduação em Educação Física/ CDS/UFSC)  
Pesquisador Principal: Keila Donassolo Santos (Mestranda em Educação Física).  
Data Coleta dados: junho a agosto de 2006  
Local onde a pesquisa será conduzida: Escolas da rede pública municipal e estadual.  
Data de apresentação ao CEP: 08 de maio de 2006.

**II - Objetivos:**

GERAL: Analisar a associação entre DMO (Densidade Mineral Óssea) em relação com a composição corporal, maturação sexual, nível socioeconômico e nível de atividade física de crianças e adolescentes do sexo feminino.

ESPECÍFICOS:

- Caracterizar a amostra por faixa etária, nível socioeconômico, estágios maturacionais, idade da menarca e nível de atividade física.
- Estabelecer valores de referência de DMO por idade, estágio maturacional e nível socioeconômico.
- Comparar as médias das variáveis antropométricas, composição corporal e DMO, por idade, nível socioeconômico, estágios maturacionais, idade da menarca e nível de atividade física.
- Analisar as medidas de DMO por grupos de percentual de gordura, MCM (Massa Corporal Magra) e MG (Massa de Gordura).

**III - Sumário do Projeto**

Estudo de caráter epidemiológico seccional de associação apresentado como proposta para finalização do curso de Mestrado em Educação Física da UFSC. Serão investigadas alunas com idades entre 9 e 17 anos, do ensino médio e fundamental de escolas municipais e estaduais do município de Cascavel/PR. A amostra será de 2.221 sujeitos, selecionados em 12 escolas divididas em três pólos educacionais do município e foi calculada com base no total de alunos, considerando um percentual de 50% de escolares do sexo feminino.

Os critérios de inclusão e exclusão foram descritos no projeto. As variáveis do estudo foram apresentadas em tabela, inclusive com indicação do instrumento e protocolos de avaliação. Cabe ressaltar que a avaliação da maturação sexual será realizada por auto-avaliação comparativa, ou seja, a participante observa fotografias de mamas e aponta aquela que corresponde a sua característica sexual. Para essa etapa, a fim de minimizar constrangimentos, será realizada individualmente, por avaliadoras do sexo feminino e em presença de uma professora da escola. Para avaliação do nível socioeconômico, os pais deverão responder a um questionário e devolvê-lo juntamente com o TCLE assinado.

A coleta de dados será realizada por uma equipe de 10 pessoas, alunos do Curso de Educação Física da Faculdade Assis Gurgacz, em Cascavel/PR, que serão treinados pela pesquisadora principal e participarão de um projeto piloto cuja amostragem será de 216 alunas. Os dados receberão tratamento estatístico descrito no projeto e adequado à pesquisa quantitativa.

#### IV - Comentário

O projeto é audacioso em relação ao tamanho da amostra e tempo para sua execução, mas, o tema é relevante e beneficiará as crianças e adolescentes avaliadas, pois serão orientadas para procurar atendimento médico, caso sejam encontrados problemas ou deficiências ósseas. Possibilitará também que os pais, educadores e autoridades sejam orientados para mudanças no estilo de vida das crianças e medidas que melhorem a qualidade de vida da população, tais como, atividade física, controle adequado da ingestão de cálcio, cafeína e álcool. Os resultados poderão ser comparados com a literatura internacional e servir de estímulo para o desenvolvimento de estudos similares em outras regiões do país, a fim de comparar dados.

O orçamento prevê o empréstimo de alguns equipamentos da Faculdade Assis Gurgacz, no valor de R\$107.740,00 pelos quais a pesquisadora principal ficará responsável e assumirá um seguro no valor de R\$4.000,00, além das outras despesas, com custo total orçado em R\$7.783,16.

Destaca-se um cuidado ético importante que foi a apresentação de 17 declarações assinadas por diretores das escolas, secretários estadual e municipal de educação, além do coordenador da Pós-Graduação em Educação Física.

A **única fragilidade** está relacionada ao TCLE, que precisa ser reformulado adotando linguagem mais acessível à compreensão de pessoas leigas. Dentre todas as informações oferecidas, sugere-se que, principalmente o item 5 seja mais bem explicado, pois poderá suscitar desconfianças nos pais e dificultar a autorização de participação de suas filhas.

#### V – Parecer CEP:

**Com pendência (detalhes pendência)\***

**Informamos que o parecer dos relatores foi aprovado por unanimidade, em reunião deste Comitê na data de 29 de maio de 2006.**

Em agosto de 2006 recebemos o modelo de TCLE com algumas modificações sugeridas no parecer inicial, porém, a linguagem utilizada continua bastante técnica e poderá haver dificuldade para compreensão pelos pais e responsáveis. Uma vez que o TCLE não será explicado individualmente, alerta-se para a possibilidade de NÃO aceitação de participação das meninas/adolescentes, caso os pais não compreendam as colocações do TCLE. Outro aspecto importante é a data para coleta de dados, prevista para Junho de 2006, para o que os pesquisadores não apresentaram alteração. Apesar desses senões, os relatores aprovam o projeto, considerando atendidas as pendências.

Parecer: **Aprovado**

Florianópolis, 07 de agosto de 2006.



Prof. Washington Portela de Souza  
Coordenador - CEP

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.

ANEXO 3

OFÍCIO ENCAMINHADO AO NÚCLEO REGIONAL DE EDUCAÇÃO  
SECRETARIA MUNICIPAL EDUCAÇÃO DO MUNICÍPIO DE  
CASCAVEL



## OFÍCIO PARA O CHEFE DO NÚCLEO REGIONAL DE EDUCAÇÃO

Florianópolis, Abril de 2006.

Ao Chefe do Núcleo Regional de Educação

Exmo Sr. José Oliveira da Rocha

E

A Diretora do Departamento de Pedagógico

Sra. Loraine Alcântara

Solicito, através deste, campo de pesquisa nos colégios da rede estadual de ensino de Cascavel, para a aluna Keila Donassolo Santos (RG: 59576470) realizar a coleta de dados para a elaboração da tese de mestrado intitulada “Relação da Densidade Mineral Óssea, Composição Corporal e Maturação Sexual em Crianças e Adolescentes”.

Tendo em vista que é necessário avaliar um número considerável de escolares representar a população deste município, solicito permissão a V. Sa. para realizar nas escolas avaliações de medidas antropométricas de peso, estatura, dobras cutâneas, densidade mineral óssea e coleta de informações sobre o grau de desenvolvimento sexual e idade da menarca.

Esta pesquisa será realizada com o intuito de obter maior conhecimento sobre o conteúdo mineral ósseo e a sua relação com a composição corporal e maturação sexual em crianças e adolescentes, pretende-se contribuir para melhor conhecer esta condição. As informações sobre a densidade mineral óssea poderão diagnosticar a necessidade medidas preventivas, assim como da orientação sobre dieta e hábitos de vida que visem a redução do risco futuro de doenças relacionada ao tecido ósseo.

A pesquisa a ser realizada faz parte do trabalho de tese de mestrado da referida aluna, matriculada com aluna regular no Curso de Pós - Graduação em Atividade Física e Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC do Centro de Desporto – CDS, orientado pelo professor doutor Edio Luiz Petroski.

Gostaria de esclarecer que todas as informações obtidas serão mantidas em sigilo bem como o anonimato da escola.

Sem mais, aguardamos anuência por escrito desta Secretária.

Atenciosamente,

---

Prof. Dr. Edio Luiz Petroski  
Orientador

---

Keila Donassolo Santos  
Aluna Mestrado UFSC/CDS

ANEXO 4

OFÍCIO ENCAMINHADO AOS DIRETORES DAS ESCOLAS



Cascavel, Abril de 2006.

A (o) Sr (a):

Diretor da escola

Estamos realizando uma pesquisa intitulada “**Relação da Densidade Mineral Óssea, Composição Corporal e Maturação Sexual em Crianças e Adolescentes**” para a elaboração de dissertação de mestrado, que tem o objetivo de investigar se as variáveis de composição corporal, maturação sexual estão associadas à densidade mineral óssea em adolescentes do sexo feminino.

Para tanto, solicito sua colaboração no sentido de viabilizar autorização a mestranda **Keila Donassolo Santos**, aluna regular do curso de pós-graduação em educação física da Universidade Federal de Santa Catarina, e a respectiva equipe de pesquisadores auxiliares, para a realização da coleta de dados, constando da aplicação de um questionário, da realização de avaliações de medidas antropométricas de peso, estatura, dobras cutâneas, densidade mineral óssea, coleta de informações sobre o grau de desenvolvimento sexual e idade da menarca.

Informamos que a permanência dos investigadores nas dependências desta escola não afetará o desenvolvimento pleno das atividades. Além disso, será mantido sigilo das informações obtidas bem como o anonimato da escola estudada.

Certo de contarmos com sua colaboração para a concretização desta investigação, agradecemos antecipadamente a atenção dispensada e colocarmo-nos à sua disposição para quaisquer esclarecimentos ([keiladonassolo@hotmail.com](mailto:keiladonassolo@hotmail.com) / [petroski@cds.ufsc.br](mailto:petroski@cds.ufsc.br) ou fone 3223-380).

Cordialmente,

---

Edio Luiz Petroski

Prof. Dr. do programa de pós-graduação em  
Educação física da UFSC

---

Keila Donassolo Santos

Mestranda do programa de pós-graduação em  
Educação Física da UFSC  
Responsável pelo desenvolvimento e execução  
da pesquisa

ANEXO 5

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados Pais ou Responsáveis:

Por favor, antes de decidirem se concordam ou não que sua filha participe deste estudo, leiam atentamente as informações a seguir. Por favor, discutam esse assunto com ela para que seja uma decisão em conjunto.

1. Com o objetivo de investigar se as variáveis de composição corporal, maturação sexual estão associadas a densidade mineral óssea em adolescentes feminino, estaremos realizando nos próximos dias na sua escola de sua filha o estudo **“RELAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES”**. As informações levantadas sobre a densidade mineral poderão diagnosticar a necessidade de medidas preventivas, como da orientação sobre dieta e hábitos de vida que visem a redução do risco futuro de doenças relacionada ao tecido ósseo.
2. Este estudo faz parte do trabalho final para conclusão do mestrado do Prof<sup>a</sup>. Keila Donassolo Santos que é orientada pelo Prof. Dr. Edio Luiz Petroski do Programa de Mestrado em Educação Física da UFSC. Além disso, por meio da parceria firmada com a Secretaria Municipal de Educação de Cascavel (SEMEC) e Núcleo Regional de Educação (NRE), os resultados deste estudo servirão de ponto de partida para o planejamento de ações voltadas para promoção da saúde na infância e adolescência no município de Cascavel/PR.
3. Nesta pesquisa, 2.221 crianças e adolescentes, do sexo feminino, matriculadas nas escolas públicas (municipais e estaduais) que foram selecionadas ao acaso estão sendo convidadas a participar do estudo. A participação no estudo consistirá de resposta dos pais das crianças e/ou adolescentes a um questionário, e outro sobre prática de atividade física, este que deverá ser respondido pela criança e/ou adolescente e ainda avaliação de medidas antropométricas, grau de desenvolvimento das características sexuais e ocorrência da menarca (primeira menstruação), exame de densidade mineral óssea. Estas avaliações serão realizadas na escola em que sua filha estuda, durante um dia de aula normal (marcado previamente). A coleta será realizada no local que a direção da escola determinar.
4. O questionário que os senhores (pais ou responsáveis) deverão responder contém perguntas para estimar a renda familiar, já os questionários que sua filha irá responder contém questões sobre a prática de atividade física e hábitos alimentares.
5. As medidas de peso, altura e dobras cutâneas (para medir gordura corporal), serão realizadas por uma equipe de professores de educação física, treinados e capacitados para este tipo de avaliação.
6. A avaliação da maturação sexual será realizada por auto-avaliação comparativa, ou seja, será mostrado a sua filha uma folha com 5 fotografias de diferentes estágios de desenvolvimentos das mamas (seios), então será solicitado que ela escreva em uma folha aquele que corresponde a sua característica sexual. Sua filha será orientada por uma professora de educação física e por uma médica pediatra, que irão explicar quais os objetivos, importância e como proceder na avaliação. Para que não haja nenhum constrangimento, esta avaliação será feita em uma sala reservada, previamente preparada, onde estará presente no momento da avaliação somente a aluna a professora regente, a de educação física e uma médica pediatra.
7. Na avaliação da densidade mineral óssea, realizada pela pesquisadora, será averiguada se existem alterações na densidade mineral. As crianças e/ou adolescentes que apresentarem

alterações na densidade óssea, seus pais serão informados e orientados a procurarem atendimento médico, de sua preferência.

8. Saliento que o exame não traz desconforto ao avaliado, sendo realizado nos dedos da mão, procedimento este não invasivo, indolor e sem exposição à radiação. Este exame é de suma importância, pois a detecção precoce de problemas na densidade óssea pode auxiliar na no diagnóstico e prevenção de problemas no tecido ósseo como, por exemplo, a osteoporose. A osteoporose, ao contrário do que muitos imaginam, é uma doença que começa na infância, período onde ocorre maior acúmulo de massa óssea.
9. Os custos dos exames serão de responsabilidade da pesquisadora.
10. A Escola de seu sua filha também está interessada no presente estudo e já deu a permissão por escrito para que esta pesquisa seja realizada. Porém, a participação ou não de sua filha no estudo não implicará nem em benefícios ou restrições de qualquer ordem para sua filha ou para o senhor (a).
11. Ressalto que esta pesquisa não oferece nenhum risco físico ou moral a sua filha. Fica garantido a ela o direito de desistir de participar, sem sofrer qualquer penalidade ou prejuízo, mesmo que de antemão tenha concordado. As informações obtidas, bem como o anonimato de sua filha, serão mantidas em sigilo, sendo utilizada, somente para o desenvolvimento desta pesquisa.
12. Caso concorde que sua filha participe desta pesquisa, assine e entregue a parte destacável deste consentimento para a professora de sua filha, responsável por recolher o consentimento. Este consentimento será arquivado juntamente com os questionários preenchidos pelo senhor (a) e por sua filha.
13. Qualquer dúvida pode ser esclarecida com a Prof<sup>a</sup>. Keila (45) 3223-3850 / (45) 9105-8024 ou pelo endereço eletrônico: [keiladonassolo@hotmail.com](mailto:keiladonassolo@hotmail.com) .

Antecipadamente, agradecemos a colaboração.

\_\_\_\_\_  
Edio Luiz Petroski

Prof. Dr. do programa de pós-graduação em  
Educação física da UFSC

\_\_\_\_\_  
Keila Donassolo Santos

Mestranda em Educação Física da UFSC  
Responsável pelo desenvolvimento e execução da  
pesquisa

Solicito que completem o documento abaixo se estiverem de acordo com a participação da sua filha na pesquisa

-----  
**CONSENTIMENTO**

Eu, \_\_\_\_\_, (*nome completo do pai, mãe ou responsável*), declaro que li as informações sobre o estudo **“RELAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES”** e concordo que ela participe.

Igualmente, minha filha, \_\_\_\_\_, (*nome completo da sua filha*) concorda em participar do presente estudo.

Assinatura Pai ou Responsável: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

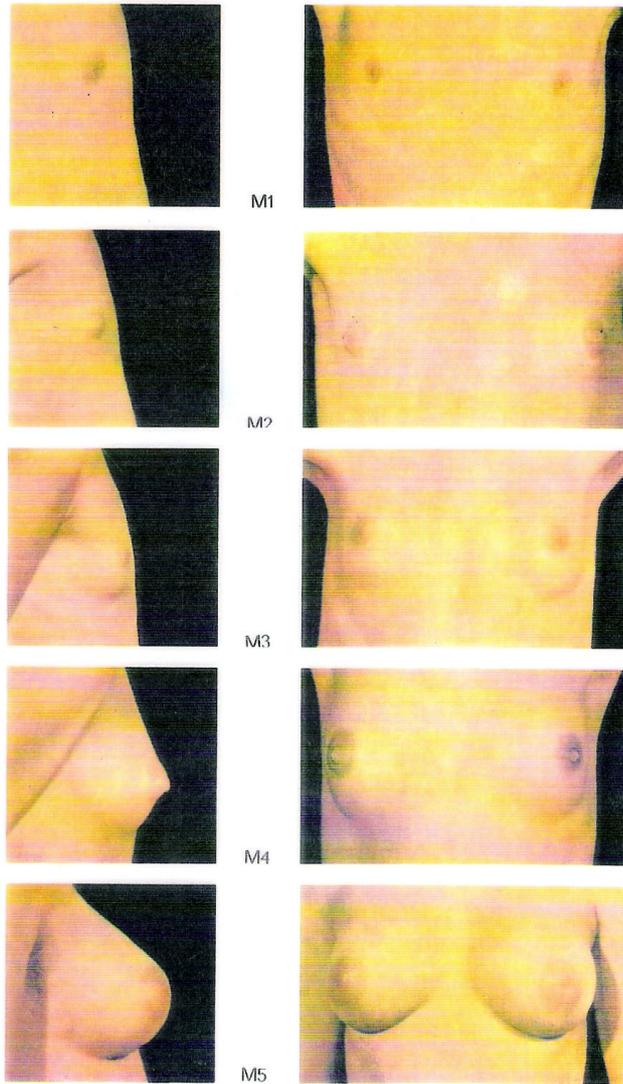
Assinatura da aluna: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

Cascavel, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006.

## ANEXO 6

### AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO PUBERAL

## GRAUS DE DESENVOLVIMENTO MAMÁRIO



Gráficos tomados de "Growth diagrams 1965 netherlands" de Netherland Institute for preventive Medicine TNO Leiden Wolters-Noordhoff Publishing Groningen

(Para descrição ver texto no Folheto de instruções)

ANEXO 6

FICHA DE COLETA DE DADOS



**FICHA DE COLETA DE DADOS N°: \_\_\_\_\_**

**DADOS DA ESCOLA**

Nome da escola: \_\_\_\_\_ Data da avaliação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Diretor(a): \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_ Pólo: \_\_\_\_\_

**DADOS DA CRIANÇA**

Nome: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

**MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS**

Peso (Kg): \_\_\_\_\_ Altura (cm): \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

Massa Magra (Kg): \_\_\_\_\_ Massa Gorda (Kg): \_\_\_\_\_ % de Gordura: \_\_\_\_\_

**DOBRAS CUTÂNEAS**

<b>Tríceps</b>	<b>Subescapular</b>	<b>Abdominal</b>	<b>Pant. medial</b>
1 <sup>a</sup> _____ mm			
2 <sup>a</sup> _____ mm			
3 <sup>a</sup> _____ mm			

**AUTO-AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL**

( ) GI      ( ) GII      ( ) GIII      ( ) GIV      ( ) GV

**DENSIDADE ÓSSEA**

1º Dedo Indicador      2º Dedo Médio      3º Dedo Anular      4º Dedo Mínimo

\_\_\_\_\_

AD-SoS: \_\_\_\_\_ BTT: \_\_\_\_\_ UBPI: \_\_\_\_\_