



Luciana Nunes Mosca

**Densidade Mineral Óssea de Adolescentes
Sobrepesos, Obesos e Superobesos: O
Impacto do Excesso de Gordura Corporal
sobre a Massa Óssea**

Orientadora: Profa. Adj. Tamara Beres Lederer Goldberg

Mestrado

**FACULDADE DE MEDICINA DE BOTUCATU
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"**

UNESP

2013

LUCIANA NUNES MOSCA

**“DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE ADOLESCENTES SOBREPESOS,
OBESOS E SUPEROBESOS: O IMPACTO DO EXCESSO DE GORDURA
CORPORAL SOBRE A MASSA ÓSSEA”**

Orientadora: Profa. Adj. Tamara Beres Lederer Goldberg

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ginecologia, Obstetrícia e Mastologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP para obtenção do título de Mestre.
Projeto Aprovado pela FAPESP, Processo 2011/05991-0.

**FACULDADE DE MEDICINA DE BOTUCATU
Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”
UNESP**

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE**

Mosca, Luciana Nunes.

Densidade mineral óssea de adolescentes sobrepesos, obesos e superobesos :
o impacto do excesso de gordura corporal sobre a massa óssea / Luciana Nunes
Mosca. – Botucatu : [s.n.], 2013

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Medicina de Botucatu

Orientador: Tamara Beres Lederer Goldberg

Capes: 40503003

1. Obesidade. 2. Adolescentes. 3. Corpo – Peso. 4. Osteoporose. 5.
Ossos. 6. Índice de massa corpórea.

Palavras-chave: Adolescentes; Conteúdo mineral ósseo; Densidade mineral
óssea; Obesidade; Osteoporose; Sobrepeso.

“O homem não teria alcançado o possível, se inúmeras vezes não tivesse tentado atingir o impossível”

Max Weber

Dedicatória

Dedicatória

A Deus

*... por estar sempre presente em minha vida, por ter me dado forças,
garra e perseverança para vencer mais este desafio.*

*Aos meus pais **Márcia** e **José Carlos***

*... cujo apoio e estímulo foram imprescindíveis para que eu pudesse
concluir mais esta etapa da minha vida acadêmica. Por nunca desistirem
de mim e por me mostrarem o caminho dos estudos. Obrigado por
depositarem em mim a confiança para todas as horas.*

*À minha irmã **Juliana Nunes Mosca***

*... que tanto amo. Mesmo distante, sempre foi minha confidente e
minha melhor amiga, agradeço por vibrar comigo a cada conquista,
pelo apoio e incentivo de sempre.*

*À minha avó **Aurélia Piveta Nunes***

... por estar presente em mais uma trajetória da minha vida.

*Ao meu noivo **Sérgio Fiorelli***

*... por ser meu grande companheiro em tudo, pelo incentivo e apoio em
todas as minhas escolhas e decisões e que mesmo diante dos momentos
de desânimo e cansaço, soube ter paciência e carinho.*

Dedicatória

A todos os meus amigos

... que se fizeram presentes, se preocuparam, foram solidários, torceram por mim, que compartilharam momentos bons e ruins com amor, paciência e sabedoria e que, acima de tudo, compreenderam os momentos em que estive ausente, sou muito grata.

Agradecimientos

Agradecimentos

*Gostaria de agradecer, em especial, minha orientadora, meu grande exemplo, Prof. Adj. **Tamara Beres Lederer Golberg**, por ter acreditado em mim e no potencial desse projeto de pesquisa, pela paciência, compreensão e por todos os ensinamentos valiosos que contribuíram de forma significativa para minha carreira profissional.*

*Às minhas amigas, **Ana Carolina Demarchi e Amanda Petek**, por me acolherem com tanto carinho, atenção e amor. Agradeço também pelos conselhos, trocas de experiências e pela amizade que foi construída entre nós durante todo esse período. Muito obrigada.*

*A todos os adolescentes que concordaram em participar deste estudo.
Meu sincero respeito e gratidão.*

*Às minhas colegas **Valéria, Talita, Fernanda e Anapaula**, que me ajudaram muito com a coleta dos dados, agradeço imensamente pela atenção e disponibilidade. Obrigada por tudo e pela amizade. São pessoas muito especiais e serão lembradas para sempre.*

*A **Carla Cristiane Silva** que contribuiu com sugestões valiosas para este trabalho.*

*À Pesquisadora e suas colaboradoras do Laboratório de Pediatria Experimental **Cilmery, Cristina e Regina**, pela ajuda durante a coleta de dados, por toda disponibilidade, atenção e amizade.*

Agradecimentos

Ao Profº José Eduardo, do Grupo de Apoio a Pesquisa (GAP). Obrigada pelo pronto atendimento em nos receber, pela paciência, atenção e ensinamentos. Sem sua valiosa ajuda nosso trabalho não seria possível.

Ao Coordenador do Programa de Pós Graduação em Ginecologia, Obstetrícia e Mastologia, Profº Adriano e à Profª Kátia, pelas sugestões propostas durante a qualificação, agradeço pelas contribuições a nosso estudo.

Aos funcionários do Raio x, especialmente aqueles que nos ajudaram na realização dos exames de densitometria óssea, agradecemos pela eficiência e atenção.

Ao Profº Altamir, por nos auxiliar na realização dos exames de idade óssea, obrigada pela parceria, dedicação e competência.

À minha tutora Milena Costa Menezes Cornacini, pela oportunidade, pelo incentivo e apoio de sempre, pela compreensão e paciência. Obrigada por me mostrar esse caminho e por acreditar no meu trabalho. Minha eterna gratidão

À Adriane Lemos, pela confiança e apoio, pela oportunidade, pelos conselhos, ensinamentos, compreensão, amizade e carinho. Obrigada por me encontrar e me receber com tanta gentileza e atenção.

Agradecimentos

As minhas colegas de trabalho, Cristiane, Joselaine, Keny, Ana Cláudia e Gabriela, pela compreensão, companheirismo e amizade durante todo esse período. Agradeço imensamente pela ajuda nas horas em que mais precisei.

A todos os meus alunos que foram compreensivos durante todo esse período, pelo respeito, apoio e confiança.

Aos Funcionários da Seção de Pós-Graduação, pelo profissionalismo e eficiência em suas atividades.

Aos funcionários do Departamento de Pediatria e Ginecologia, Obstetrícia e Mastologia, pela gentileza, eficiência e dedicação com que me ajudaram.

À Juliana Interdonato secretária do GAP pelo pronto atendimento dispensados a nós, muito obrigada.

À Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP, que tornou possível a realização deste trabalho, muito obrigada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP (Processo 2011/05991-0) pelo auxílio pesquisa concedido.

RESUMO

Introdução: A obesidade e a osteoporose são duas morbidades que afetam a população geral, consideradas graves problemas de saúde pública. Sabe-se que, o excesso de peso se instala em idades cada vez mais precoces e que, com o ganho em sobrevida, o envelhecimento populacional resulta em aumento da prevalência da osteopenia/osteoporose e das fraturas delas resultantes.

Objetivo: Investigar o impacto do excesso de gordura corporal sobre a aquisição da massa óssea de adolescentes de ambos os sexos, de 10 a 19 anos, considerados sobrepesos, obesos e superobesos.

Casuística e Métodos: Adolescentes de 10 a 19 anos, matriculados na condição de casos novos no Ambulatório de Medicina do Adolescente da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, foram avaliados clínica e nutricionalmente, obtendo-se peso, estatura e Índice de Massa Corpórea (IMC). Aqueles que apresentavam $IMC \geq 85^{\circ}$ e $< 95^{\circ}$ percentil das curvas do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2000) foram considerados sobrepesos, os que se localizavam igual ou acima do 95° percentil, obesos e os com IMC superior ao 99° percentil, superobesos. Realizou-se inquérito alimentar através do recordatório alimentar de 3 dias e obtida a Densidade Óssea pelo Método de Greulich & Pyle (1959). Aqueles considerados sobrepesos, obesos e superobesos realizaram avaliação do Conteúdo Mineral Ósseo (CMO g) e da Densidade Mineral Óssea (DMO g/cm^2) por densitometria óssea por atenuação de Raio X de dupla energia (DXA) obtida em Coluna Lombar (L1-L4), Fêmur Proximal, Corpo Subtotal e Corpo Total. Todos os procedimentos foram realizados

estando os adolescentes e seus responsáveis cientes e de acordo, tendo assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os dados foram analisados segundo ajuste para idade cronológica e óssea, apresentados em médias, medianas, desvios padrão, quartis e limites mínimo e máximo para cada variável. Realizada Análise de Variância para comparação segundo a classificação nutricional e Teste de *Tukey* para localizar as diferenças significativas, $p < 0,05$. Para explicar a variação das DMO e CMO em coluna lombar região L1-L4, fêmur proximal e corpo total com o Índice de Massa Corpórea (IMC), Massa Magra, Massa de Gordura e percentual de gordura corporal foram utilizados modelos de regressão linear, admitindo resposta normal após verificação da normalidade por meio do teste de *Shapiro-Wilk*.

Resultados: As médias, tanto de IC quanto de IO, em todos os grupos nutricionais, não apresentaram diferenças estatísticas significativas. As variáveis antropométricas, como peso e IMC, em ambos os sexos, apresentaram valores crescentes dos eutróficos em direção aos superobesos, à exceção dos valores para DMO e CMO de praticamente todos os sítios, que foram menores entre as adolescentes superobesas em relação às obesas. No sexo masculino, tais valores não foram inferiores, conquanto não apresentassem diferenças estatísticas pelos ajustes efetuados. Em relação às outras variáveis, obtidas pela realização da densitometria de corpo total, como conteúdo de gordura em gramas e percentual de gordura, os avanços foram expressivos com diferenças significantes constatadas entre todos os grupos nutricionais para ambos os sexos, segundo os ajustes realizados para IC e IO. Ao realizar a correlação de Pearson, entre as variáveis relativas à massa óssea e IMC, Massa Magra, Massa de Gordura e Percentual de

Gordura a partir da amostra final de adolescentes com excesso de peso, segundo os sexos, observou que correlações positivas, moderadas e fortes foram detectadas para os indicadores: IMC, massa magra e massa de gordura em gramas, tanto para DMO quanto para CMO, em todos os sítios avaliados ($p < 0,0001$). Além disso, verificou-se a presença de correlações negativas, moderadas e significativas entre a DMO de fêmur e corpo total, e entre o CMO nos três sítios (coluna, fêmur e CT) com o percentual de gordura corporal (%GC).

Conclusão: Identificou-se o impacto negativo da gordura corporal sobre a massa óssea da população estudada, embasados no fato de que, quanto maior o percentual de gordura entre os adolescentes com excesso de peso, menor a DMO e o CMO observados.

Palavras-chave: Adolescentes; Conteúdo Mineral Ósseo; Densidade Mineral óssea; Obesidade; Osteoporose; Sobrepeso.

Abstract

ABSTRACT

Introduction: Obesity and Osteoporosis are two morbidities that affect general population, being considered a great public health issue. It is known that overweight is installed in much more precocious ages and with a longer life expectation, population aging has resulted in the prevalence of osteoporosis and resulting fractures.

Objective: Investigate the impact of body fatness over the acquisition of bone mass in adolescents of both gender, from 10 to 19 years old, considered to be either overweight, obese and extremely obese.

Patients and Methods: Adolescents from 10 to 19 years old signed up as new cases at the Teen's Medical Clinic of Botucatu Medical School - UNESP, were evaluated clinically and nutritionally as far as weight, height and body mass index (BMI). Those who had shown BMI $\geq 85^{\text{th}}$ and $< 95^{\text{th}}$ percentile for their age group according to Centers for Disease Control and Prevention criteria (CDC, 2000) were considered overweight, those who were evaluated on equal or above 95^{th} percentiles, were considered obese, and those who had their BMI superior than 99^{th} percentiles, were considered extremely obese. It was performed a dietary survey through a three day food recall and obtained the bone age through the application of the Greulich & Pyle Method (1959). Those considered overweight, obese and extremely obese performed evaluation about the Bone Mineral Content (BMC g) and Bone Mineral Density (BMD g/cm^2) evaluations through Dual Energy Xray Absorptiometry (DXA), obtained in Lumbar Spine (L1-L4), Proximal Femur, Body Subtotal and Body Total.

All the procedures were done according to parental and patient approval and agreement by signing a Free Consent Form and have it clarified. Collected data was analyzed according to chronological and bone age adjustments presented in mean, median, quartiles, standard deviation and minimum and maximum limits for each variable. Through a Variance Analysis for comparison according to nutritional classification and *Tukey* test to find out major differences, $p < 0,05$. To explain the BMD and BMC on lumbar spine L1-L4, proximal femur and total body by the use of (BMI), Lean Mass, Fat Mass and body fatness percentage, linear regression was applied, allowing normal response after normality verification by *Shapiro-Wilk* Test.

Results: Both IC and IO did not present any significant statistical difference according to nutritional group. The anthropometric variations such as BMI in both genders presented increasing values from the eutrophic towards the extremely obese, excluding BMD and BMC from almost every group, that were lower between extremely obese compared to obese adolescents. On male, such values were not lower and did not present statistical differences by the adjustments applied whatsoever. About the other variations, fatness in grams content and fatness percentage obtained by the Total Body Densitometry great advances and major differences were shown in every nutritional group, for both genders, according to the IC and IO adjustments. Applying Pearson Correlation among bone mass variations as BMI, Lean Mass, Fat Mass and Fatness Percentage on a final group of overweight adolescents, considering the gender, positive, moderate and strong correlations were detected to the following indexes: BMI, Lean mass and Fat Mass in

grams as for BMC to BMD in every studied group ($p < 0,0001$). Besides that, negative, moderate and major correlations were observed between femur and total body BMD and between BMC on lumbar spine, femur and CT with the body fat percentage (%GC).

Conclusion: A negative impact of body fat over bone mass was identified among the studied population, grounded on the fact that as higher the fat percentage among overweight adolescents, the lower are the BMD and BMC indexes.

SUMÁRIO

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	01
1.1 Obesidade e Adolescência.....	01
1.2 Puberdade e Adolescência	03
1.3 Antropometria e Avaliação do Conteúdo Mineral Ósseo em Adolescentes	04
1.4 Nutrientes e Massa Óssea	08
1.5 Obesidade e Massa Óssea	11
1.6 Evidências Baseadas nas Relações entre Obesidade e Massa Óssea	12
2. OBJETIVO.....	21
3. CASUÍSTICA E MÉTODOS	23
3.1 Sujeitos	23
3.2 Critérios de Inclusão	24
3.3 Critérios de Não Inclusão	24
3.4 Critérios de Exclusão	25
3.5 Avaliação Antropométrica	26
3.6 Radiografia de Mão e Punho.....	26
3.7 Avaliação do Conteúdo Mineral Ósseo e Densidade Mineral Óssea	27
3.8 Inquérito Alimentar	28
3.9 Análise Estatística	29
4. RESULTADOS	32
5. DISCUSSÃO	41
6. CONCLUSÃO.....	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

ANEXOS

Lista de Abreviaturas

LISTA DE ABREVIATURAS

AI: Ingestão adequada

AMO: Área mineral óssea

CDC: Centers for Disease Control and Prevention

CMO: Conteúdo Mineral Ósseo

CST: Corpo subtotal

CT: Corpo total

DCNT: Doenças crônicas não-transmissíveis

DMO: Densidade Mineral Óssea

DRI: Ingestão dietética recomendada

DXA: Atenuação de Raio X de Dupla-energia

g: gramas

GC: Gordura corporal

GH: Hormônio de crescimento

HC: Hospital das Clínicas

IC: Idade cronológica

IMC: Índice de massa corporal

IO: Idade óssea

kg: quilogramas

MG: Massa de gordura

mg: miligramas

MM: Massa magra

OMS: Organização Mundial da Saúde

PC: Peso corporal

PTH: Paratormônio

TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido

UL: Nível superior tolerável de ingestão

UI: Unidades internacionais

25(OH)D: Vitamina D

Vitamina D2: Ergocalciferol

Vitamina D3: Colecalciferol

M3: Caracteres sexuais secundários (critérios de *Tanner*), desenvolvimento de mamas nível 3

G4: Caracteres sexuais secundários (critérios de *Tanner*), desenvolvimento de genitais nível 4

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Idade Cronológica e Óssea dos adolescentes avaliados segundo classificação nutricional (IMC).

Tabela 2. Caracterização das adolescentes do sexo feminino segundo o estado nutricional (médias e desvio padrão), idade cronológica e idade óssea.

Tabela 3. Caracterização das adolescentes do sexo masculino segundo o estado nutricional (médias e desvio padrão), idade cronológica e idade óssea.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre variáveis relativas à massa óssea e IMC, Massa Magra, Massa de Gordura e Percentual de Gordura para a amostra final de adolescentes com excesso de peso segundo sexo.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Obesidade e Adolescência

Atualmente, a obesidade tem sido assunto de interesse de pesquisadores em nível mundial, como também de agências e departamentos de saúde; isso porque a obesidade é uma epidemia patológica integrada ao grupo de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) que se associa a uma série de comorbidades. Dentre inúmeros conceitos, pode-se definir obesidade como um distúrbio do metabolismo energético que apresenta como consequência um excessivo acúmulo de gordura corpórea, com graves complicações orgânicas e psicossociais (LAQUATRA, 2005; ESCRIVÃO, 2009).

A obesidade é considerada uma epidemia mundial, atualmente um dos mais graves problemas de saúde pública em todas as idades, estratos econômicos, raças e continentes. Sua prevalência na infância e adolescência vem crescendo acentuadamente nas últimas décadas no Mundo, acometendo essa faixa etária tanto em países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento, inclusive o Brasil (TERRES *et al.*, 2006; ANTUNES, 2011).

Dados importantes, resultantes de avaliações realizadas no Brasil, revelam que nosso país passa por um processo de transição nutricional, onde houve uma redução no aparecimento da desnutrição infantil nos últimos trinta anos, especialmente, nas regiões mais afetadas pelo problema: Norte e Nordeste (OLIVEIRA, 2003). Em contrapartida, observa-se um aumento na prevalência da

obesidade na infância e adolescência. Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (IBGE, 2006), detecta-se um aumento considerável na proporção de adolescentes brasileiros com sobrepeso. Comparando-se aos anos anteriores (1974-75), 3,9% dos meninos e 7,6% das meninas, entre 10 e 19 anos, estavam com excesso de peso. Entretanto em 2008 e 2009, foram divulgados percentuais de: 21,7 % em meninos e 19% em meninas (IBGE, 2010).

Muitos estudos têm se voltado aos possíveis desencadeantes da obesidade evidenciada entre adolescentes (TERRES, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2006), os quais ressaltam que, apesar da contribuição genética nestes casos, os fatores ambientais e a mudanças de estilo de vida, como hábitos alimentares inadequados, maior consumo de lanches rápidos, baixo nível de atividade física habitual, tais como permanecer tempo superior a quatro horas em frente ao computador e/ou televisão, exercem fortes influências ao aumento de peso, contribuindo negativamente às funções desempenhadas pelo organismo e comprometendo seu estado nutricional.

Diante do assinalado, verifica-se que as consequências de um excesso de peso à saúde dos adolescentes são bastante preocupantes, pois, a associação da obesidade com alterações metabólicas, como: dislipidemia, hipertensão arterial, intolerância à glicose, considerados fatores de risco para o *diabetes mellitus* tipo 2, doenças cardiovasculares, problemas ortopédicos como osteoartrite e gota, alterações que até alguns anos atrás eram mais evidentes em adultos, hoje são encontradas com frequência elevada na população adolescente.

Tais comorbidades evidenciam que, a constatação da obesidade, principalmente na adolescência, é fator de risco para a obesidade na vida adulta, acrescida das manifestações que ainda eclodirão durante a adultícia (OLIVEIRA,

2003; SICHIERI, 2008). Além disso, caso o diagnóstico de excesso de peso seja realizado pela avaliação do percentual de gordura corporal, acredita-se que terá repercussões diversas sobre o metabolismo ósseo durante a adolescência, sendo um possível determinante na incorporação da massa óssea e na constatação de fragilidade óssea (SZULC *et al.*, 2010; POLLOCK *et al.*, 2011).

1.2 Puberdade e Adolescência

A adolescência é um período da vida marcado por intensas transformações que ocorrem em vários setores (fisiológicas, psicossociais, comportamentais, culturais e emocionais), cursando de forma concomitante e as vezes sequenciais. É uma fase caracterizada por importante crescimento e desenvolvimento físico, incluindo a maturação do corpo, transformando-se a criança em adulto, atingindo-se a capacidade de fecundidade, sendo este período reconhecido como puberdade (BIANCHI, 2007). Este processo se evidencia por alterações fisiológicas visíveis, como a modificação do peso corporal e da estatura, ganho de massa de gordura e muscular, variações da massa óssea e desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários. De acordo com a Organização Mundial da Saúde são denominados adolescentes os indivíduos representados na faixa etária entre 10 e 19 anos completos (GOLDBERG, 1986; COLLI, 1998; GOLDBERG, 1989; WHO, 1995).

Juntamente com esses eventos, na adolescência há um amadurecimento rápido da capacidade cognitiva associada ao progresso das funções emocionais, onde os adolescentes começam a se preocupar com o corpo, a imagem corporal, buscam a independência, conseqüentemente, definindo a própria identidade, ou seja, é uma fase permeada por inúmeras transformações psicológicas, biológicas,

emocionais, sociais que se expressam com grande intensidade, nestes anos da vida (SPEAR, 2005). Representa um momento essencial de transformação, transposição e auto-afirmação cercado por novas experiências e vivências que contribuirão para o amadurecimento (MURTA *et al.*, 2009).

É também durante o período da puberdade, onde acontece um processo fundamental, a aquisição do conteúdo mineral ósseo, que se eleva gradualmente durante a infância e, posteriormente, de forma exponencial na adolescência, em ambos os gêneros, ou seja, são taxas de formação óssea que se revelam superiores às de reabsorção, resultando na modelação e remodelação óssea (SILVA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011; MORETTO *et al.*, 2011; GOLDBERG *et al.*, 2012).

Por alguns anos, após cessar o crescimento, a massa óssea continua a aumentar até atingir um pico, que pode ser definido como a quantidade máxima de massa óssea que um indivíduo acumula desde o nascimento até a maturidade do esqueleto. A massa esquelética adquirida mantém-se por alguns anos, dependendo da região óssea avaliada, ou entra em declínio pouco após ser atingido o pico máximo local (CRAWFORD *et al.*, 2002; WALSH, 2008).

1.3 Antropometria e Avaliação do Conteúdo Mineral Ósseo em Adolescentes

O diagnóstico nutricional de um indivíduo deve ser realizado por métodos que compreendem a utilização de técnicas apropriadas de antropometria, histórico pessoal do indivíduo, incluindo o alimentar, exame clínico, bioquímico e dietético (VITOLLO, 2008). É importante definir a condição que se pretende investigar para escolher os indicadores do estado nutricional a serem utilizados. Atualmente, na

adolescência, uma das maiores inadequações nutricionais evidenciadas é o excesso de peso, proveniente do aumento da quantidade de gordura corporal (GC).

Para o diagnóstico de sobrepeso e obesidade, recomenda-se a realização do cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC). O IMC para idade deve ser obtido e comparado com as informações das curvas de referência, tais como, *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2000), e da Organização Mundial de Saúde (OMS, 2007). Considera-se, de acordo com o CDC, como risco de sobrepeso os adolescentes que se situam acima ou igual ao 85º percentil e menor que 95º e sobrepeso aqueles acima ou igual ao 95º percentil (CDC, 2000) ou segundo a OMS (OMS, 2007), aqueles com IMC maior ou igual ao 85º percentil são reconhecidos como sobrepeso; maior ou igual ao 95º percentil, obesos e superobesos, aqueles com o IMC maior ou igual a 99,9º percentil. Quando as curvas elaboradas pelo CDC são utilizadas, o termo superobeso ou obesidade excessiva tem sido empregado naqueles com IMC superior ao 99º percentil para sexo e idade (FREEDMAN *et al.*, 2007).

Embora o IMC não seja capaz de distinguir a composição corporal do indivíduo, ou seja, não discrimina o quanto há de massa magra, massa gorda, massa óssea e água corporal, deve-se considerar sua facilidade de obtenção, baixo custo e se analisado conjuntamente a preditores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, observa-se sua associação com hiperlipidemia e hipertensão arterial. Além disso, pode ser utilizado em avaliações populacionais. Como limitante, observa-se que o IMC não reflete o déficit estatural, ainda comum entre adolescentes e crianças brasileiros de baixo nível socioeconômico, além de ser uma forma menos sensível para identificar a gordura corporal e adiposidade central quando comparado a outras variáveis a serem obtidas como, a circunferência

da cintura, a aferição de dobras cutâneas e circunferência do braço, destes dois últimos indicadores antropométricos, resultando o cálculo da área de braço, da área de gordura e da área do músculo do braço. Outras técnicas como a bioimpedância elétrica e a densitometria de corpo total (DXA) permitem a complementação ao diagnóstico, com maior acurácia (GOLDBERG, 1989; PRIORE 1998; GOMES, 2010).

Para o diagnóstico nutricional do adolescente as medidas antropométricas de peso, estatura e circunferências e as de composição corporal como as pregas cutâneas têm sido as mais utilizadas, sendo expressas em percentis ou escores Z. Para avaliação nutricional nesta faixa etária, deve-se sempre considerar o nível de maturação sexual, uma vez que a idade cronológica neste período assume importância secundária, dada a grande variabilidade individual do processo de maturação (WHO, 1995).

A OMS (WHO, 1995) considera como tendo excesso de peso os adolescentes com IMC igual ou superior ao 85^o percentil e com associação de dobras cutâneas subescapular e tricipital igual ou acima ao 90^o percentil, permitindo, desta forma, diferenciar aqueles em que o excesso de peso se revela à custa de aumento de massa muscular, como ocorre com adolescentes atletas, daqueles com real aumento da massa de gordura (FRISANCHO, 1990).

Outro método complementar que tem sido utilizado na avaliação antropométrica de adolescentes é a aferição da circunferência da cintura. Para tanto, em um estudo desenvolvido por McCarthy e colaboradores (2001), a medida da circunferência da cintura situada entre os percentis 85 e 95 para idade e sexo identifica o sobrepeso e a obesidade em crianças e adolescentes. Além disso, de

acordo com Moreno *et al.* (2007), valores da circunferência da cintura superiores ao 75º percentil de cintura indicam excesso de adiposidade abdominal. Estudos bem delineados mostram a associação entre o aumento da circunferência da cintura e fatores de risco cardiovasculares, situação que compõe um conjunto de alterações metabólicas, as quais se convencionou chamar de Síndrome Metabólica (FREEDMAN, 1999; SAVVA *et al.*, 2000; MAFFEIS *et al.*, 2001).

A Síndrome Metabólica foi reconhecida em 1988, sendo nomeada àquela época como “Síndrome X”. É definida pela multiplicidade de irregularidades metabólicas que incluem hipertensão, dislipidemia, resistência insulínica ou alterações nos níveis glicêmicos, obesidade central e microalbuminúria; dependendo do critério de classificação utilizado e preconizado pelos diversos consensos disponíveis (HE *et al.*, 2002; SBC, 2005; LOPES, 2006; KANNEL, 2007; FRANCO *et al.*, 2009).

A Densidade Mineral Óssea (DMO) é conhecida como uma medida não invasiva de avaliação da saúde esquelética e pode ser classificada de acordo com a tecnologia usada ou a região do esqueleto avaliada. A partir de seu emprego, foram estabelecidos padrões de normalidade que são distintos para as diferentes etnias e permitem a quantificação precisa e exata da massa óssea de acordo com os grupamentos etários e o sexo (LEWIECKI, 2006).

A DMO (g/cm^2) e o conteúdo mineral ósseo (CMO em g) podem ser obtidos com precisão, utilizando-se os Instrumentos de Atenuação de Raio X de Dupla-energia (DXA), que podem avaliar a densidade mineral na coluna e no fêmur proximal. Com o uso de software apropriado, muitos instrumentos de DXA podem

igualmente medir a DMO do antebraço e também do corpo subtotal (sem o segmento da cabeça) e do corpo total, fornecendo dados precisos sobre a composição do corpo total (LEWIECKI, 2006).

1.4 Nutrientes e Massa Óssea

Entre os principais estudos que avaliam o papel dos nutrientes na determinação do pico de massa óssea, a ingestão dietética de cálcio recebe destaque. Além deste nutriente, para evitar deficiências clássicas, deve haver um suprimento adequado de fósforo, magnésio, energia, proteína, zinco, cobre, vitamina C, que devem ser adquiridos através das fontes alimentares e a adequação de vitamina D, que é sintetizada através da exposição aos raios solares (PRENTICE, 2006). O reconhecimento da ação dos fatores nutricionais sobre o ganho de massa óssea conduz à possibilidade de intervenção precoce, com o intuito de prevenir o aparecimento de quadros de osteopenia/osteoporose. Embora essas doenças se manifestem nos idosos, sua predisposição tem início na infância e na adolescência (JACKMAN *et al.*, 1997; CRAWFORD, 2002).

A recomendação para o consumo de cálcio é baseada na relação entre a ingestão de cálcio e a saúde óssea e depende da idade e do estado fisiológico. Durante a adolescência, a quantidade preconizada de ingestão de cálcio de acordo com a *Dietary Reference Intake (DRI)* (IOM, 2011), é de 1300mg/dia, para ambos os sexos.

Observam-se certos impedimentos entre os adolescentes que os comprometem a atingir uma excelente saúde óssea. A maioria dos adolescentes não

ingere quantidades diárias recomendadas de cálcio. A maior causa de inadequação da ingestão desse mineral é o declínio geral da ingestão de laticínios durante esses anos. Muitos adolescentes não tomam mais leite por várias razões, alguns são intolerantes, não apreciam o gosto ou consideram o leite como “bebida de criança” e na maioria dos casos há substituição por outros tipos de bebidas, como sucos e refrigerantes (GREER, 2006).

Artigos publicados por Jackman *et al.* (1997); Hill *et al.* (2008) e Hill *et al.* (2011), apontam através da construção de um modelo matemático que a ingestão de cálcio por adolescentes parece ser o fator externo mais importante implicado na retenção de cálcio pelo esqueleto, sendo que o percentual varia de 15 a 21,7% respectivamente, entre adolescentes do sexo feminino e masculino. Caso a ingestão seja inferior à recomendação efetuada pela DRI (IOM, 2011), esta retenção ficará prejudicada e conseqüentemente o conteúdo mineral ósseo apresentar-se-á em condição sub-ótima, favorecendo a ocorrência de fraturas entre adolescentes, em momento relacionado ao pico de massa óssea. O ponto de inflexão, apresentado, especificamente, no estudo de Hill *et al.* (2011), determinado para retenção de cálcio pelo esqueleto foi de 1604,2 mg/dia, acompanhado pelo aumento de IMC. A partir desse valor, atingiu-se um platô que só foi ultrapassado com o aumento do IMC e não mais por aumento da ingestão de cálcio. Entre adolescentes obesos e que ingeriam ao redor de 800 mg/dia de cálcio, valor médio de ingestão evidenciado entre adolescentes americanos e, inferior ao preconizado pela DRI, a retenção observada foi superior apenas em 3,4mg/dia à evidenciada entre eutrófico. Ainda nesse modelo apresentado para adolescentes obesos, a inclusão de outras variáveis, como peso, estatura, percentual de gordura, avaliação da maturação dos caracteres sexuais secundários, dosagem de PTH e

25(OH)D, além do IMC e de uma ingestão adequada de cálcio, não foram capazes de evidenciar ganhos na retenção de cálcio pela massa óssea.

No tocante a vitamina D, considerada um pró-hormônio lipossolúvel, seus precursores a vitamina D3 (Colecalciferol) e a vitamina D2 (Ergocalciferol) são amplamente estudados. A vitamina D3 é formada quando o 7-deidrocolesterol presente na pele é exposto aos raios solares ultravioletas B e convertido em provitamina D3, além de parte ser ingerida através de fontes animais (óleo provenientes do fígado de bacalhau, além da ingestão de salmão, herring, sardinha, etc.) e a vitamina D2, produzida externamente por irradiação do ergosterol, nas plantas, absorvida pela dieta, representando menos de 10% da vitamina D. A formas precursoras da vitamina D são convertidas em 25-hidroxivitamina D [25(OH)D] (calcidiol), que é a maior fração circulante e cuja dosagem revela o estado da vitamina D dos indivíduos (MADHUSMITA, 2012).

No caso dos obesos, mesmo que ainda adolescentes, a literatura divulga que as concentrações de 25(OH) D são reduzidas, resultante ao seqüestro promovido pela gordura subcutânea, uma vez que essa gordura é capaz de armazená-la e de reduzir sua liberação na circulação sanguínea, de forma diversa ao que acontece em não obesos (BUYUKINAN, 2012; GANJI 2012; MADHUSMITA, 2012). Não há um consenso sobre o ponto de corte para considerá-la reduzida, entretanto, promulgam como sendo deficiente ou insuficiente quando seus valores são <20ng/mL (50nmol/L). Pontuam também que baixos níveis de 25 (OH) D se relacionam a presença de SM, *diabetes mellitus* e doenças cardiovasculares associadas à presença de resistência a insulina. Diante dessas considerações e cientes que a oferta de 400UI/dia de vitamina D talvez não eleve as concentrações sanguíneas a

níveis superiores a 40nmol/L, suas recomendações para todos os adolescentes passaram a 600UI/dia (IOM, 2011).

1.5 Obesidade e Massa Óssea

Vários fatores influenciam o ganho de massa óssea, tais como: sexo, etnia, hereditariedade, peso corporal (PC), dieta (rica em cálcio e vitamina D), atividade física habitual e processos hormonais, que atuam no desenvolvimento da calcificação. Dentre esses, o PC, constituído basicamente de massa de gordura e massa magra, tem sido identificado por vários autores como sendo um dos maiores determinantes do conteúdo mineral ósseo podendo exercer influências diversas em uma mesma região esquelética. O aumento do PC interfere tanto na aquisição quanto na perda de massa óssea e está ligado diretamente ao risco dos indivíduos se apresentarem com sobrepeso ou obesidade (LEWIS, 1997).

Vários mecanismos foram propostos para explicar a complexa relação entre o tecido adiposo e o tecido ósseo. O papel fisiopatológico do tecido adiposo na homeostase do tecido ósseo provavelmente se relaciona à ação que várias adipocinas desempenham na remodelação óssea. As adipocinas podem interferir tanto na formação quanto na reabsorção óssea. Uma vez que as células ósseas expressam vários receptores hormonais específicos, o tecido ósseo vem sendo considerado como um tecido ósteo-endócrino (MIGLIACCIO, 1992; ERIKSEN, 1998).

O tecido adiposo também secreta várias citocinas inflamatórias, incluindo interleucina (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa (TNF-alfa) (TILG, 2008). Além disso, a produção alterada destes marcadores pró-inflamatórios, pode ter efeitos

metabólicos adversos e resultar em consequências cardiovasculares. Todas estas moléculas, que incluem resistina, adiponectina, leptina e IL-6, afetam a homeostase energética humana e podem estar envolvidas no metabolismo ósseo, contribuindo na complexa relação entre o tecido adiposo e o tecido ósseo (MAGNI *et al.*, 2010).

Assim, a relação entre o tecido adiposo e o tecido ósseo provavelmente resulta num sistema de feedback homeostático, em que adipocinas e moléculas secretadas por osteoblastos e osteoclastos têm ação no eixo ósteo adiposo-ativo. No entanto, os mecanismos envolvidos nesses eventos ainda permanecem obscuros (MIGLIACCIO *et al.*, 2011).

Sobretudo em adolescentes, os efeitos da obesidade sobre a massa óssea não são totalmente elucidados e esse conhecimento adquire relevância, visto que o comprometimento da aquisição do pico de massa óssea e a incorporação de hábitos alimentares errôneos podem contribuir para o maior risco de baixa densidade mineral óssea e de fraturas por fragilidades ósseas na vida adulta (SANTOS *et al.*, 2008).

1.6 Evidências Baseadas nas Relações entre Obesidade e Massa Óssea

Recentes pesquisas têm mostrado que a correlação entre obesidade e DMO pode não se refletir em proteção, fornecida pela adiposidade frente ao diagnóstico de osteoporose. Young *et al.* (2001) verificaram em uma amostra de 285 gêmeas, de 8 a 25 anos de idade, que a massa magra apresentava-se como a principal determinante da aquisição de massa óssea, durante os anos iniciais da puberdade e que, após o estirão pubertário, a influência da massa gorda sobre o tecido ósseo teria papel preponderante.

Em estudo realizado por Roemmich *et al.* (2003), os autores analisaram a relação entre a leptina, uma proteína hormonal produzida e secretada pelo tecido adiposo, e a mineralização óssea de crianças e adolescentes, avaliando a associação entre adiposidade e a massa esquelética, observando que quando há maior acúmulo de gordura, encontra-se um aumento da concentração de leptina no soro. Entretanto, concluíram estes autores, a partir de seus resultados, que nos meninos e nas meninas, as concentrações de leptina no soro não estavam relacionadas com o conteúdo mineral do osso e a idade cronológica, havendo necessidade de elaboração de mais estudos para provar uma possível relação entre a adiposidade e a adequação da massa óssea, em todas as idades.

Diante das controversas, Silva *et al.* (2004; 2007) avaliaram a DMO e o CMO de 61 adolescentes saudáveis e eutróficos do sexo masculino, residentes em Botucatu (SP, Brasil), de acordo com as faixas etárias e com o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários e demonstraram, incrementos com o avançar da idade, revelando diferenças estatísticas significantes a partir dos 14 anos, bem como, quando eles atingiam estágios mais evoluídos de maturação sexual, estando em G4 pelos critérios propostos por Tanner. Estes autores consideram estes momentos assinalados como os períodos críticos para o incremento da massa óssea.

Trabalho com desenho semelhante foi desenvolvido por Moretto *et al.* (2011) focando especificamente o gênero feminino na faixa etária entre 10 e 20 anos incompletos. Os autores verificaram que a DMO destas 72 adolescentes, em todos os três sítios avaliados, fêmur proximal, região lombar e corpo total, foram crescentes das menores para as maiores idades, sendo que as diferenças significativas surgiram quando estas meninas apresentavam 13 e 14 anos e quando

se encontravam no estágio M3, de desenvolvimento mamário. No tocante aos trabalhos citados, os autores colocaram como critérios de inclusão ter IMC adequado para o sexo e para a idade, portanto entre o 5^o e o 85^o percentil nos gráficos de IMC, elaborados pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2000).

Clark *et al.* (2006) em estudo transversal avaliaram crianças de uma grande população da Inglaterra, com o objetivo de esclarecer a relação existente entre a massa gorda e a massa óssea dos participantes. Os resultados apontaram para uma associação positiva entre o tecido adiposo corporal e aumento da massa óssea corporal, porém, este processo apenas se acentuou ao final da puberdade.

Ao estudar as complicações ortopédicas provocadas pelo excesso de peso em crianças e adolescentes e a relação da obesidade com a osteoporose, alguns autores, Taylor *et al.* (2006), Zhao *et al.* (2007), através de seus resultados constataram que: a massa gorda corporal não tem efeitos protetores sobre a massa óssea; alguns fatores genéticos e ambientais associados podem ter efeitos benéficos em relação à obesidade (reduzindo a massa gorda corporal) e a osteoporose. Sobretudo, quando compararam os adolescentes obesos com os não obesos observaram que o grupo de obesos possuía maior dificuldade de mobilidade, aumento das medidas anatômicas, dificuldades osteomusculares e maior relato de fraturas, ressaltando os efeitos benéficos de um PC apropriado para obtenção de um esqueleto saudável.

Para Bandeira (2007) a obesidade evidenciada durante a infância e adolescência, pode levar a maior aceleração da maturação esquelética. Leonard *et al.* (2004) realizaram um estudo comparativo na Filadélfia com 132 indivíduos obesos (IMC \geq 95^o percentil) e não obesos (IMC $<$ 85^o percentil), sendo analisados

de acordo com o estágio puberal pelos critérios de Tanner e através da utilização do DXA, concluíram que a obesidade se associou a maior estatura para a idade, aceleração da maturação óssea e aumento significativo dos parâmetros analisados nos indivíduos obesos, quando comparados àqueles com peso normal. Estes valores permaneceram significativos quando ajustados para o grau de desenvolvimento puberal e gênero. Estes resultados chamam a atenção e sugerem que talvez a obesidade provoque efeito protetor sobre a massa óssea.

Em um estudo realizado por Esterle *et al.* (2008), foram analisadas associações entre o cálcio proveniente do leite, de outros derivados e de outros alimentos fonte de cálcio com a massa vertebral de 192 adolescentes saudáveis do gênero feminino e possível interação com o IGF-1, hormônio produzido predominantemente no fígado, em resposta aos níveis do hormônio de crescimento (GH) circulante, bem como com o paratormônio (PTH). Os autores evidenciaram que apenas o cálcio proveniente do leite, mas não aquele advindo das demais fontes dietéticas ou de outros produtos derivados do leite, apresenta-se associado positivamente com a idade, a densidade mineral óssea (DMO), ao conteúdo mineral ósseo (CMO) da região vertebral, ao IGF-1 e ao peso ajustado, durante a adolescência, principalmente após a menarca. Apesar de ser a fonte principal de cálcio ingerido por estas adolescentes, superior a 52% do total da ingestão, mas, muito abaixo do recomendado pela DRI, constatam que o leite fornece diversos outros nutrientes identificados como: fosfatos, magnésio, proteína animal e outros nutrientes não identificados, além de energia, que provavelmente, também estão associados ao impacto do ganho em massa óssea, mas aos quais não havia sido dada a devida importância pela literatura científica. Para estes pesquisadores é o primeiro estudo que fornece dados extensivos com relação à associação entre o

cálcio, diferentes fontes dietéticas e massa mineral óssea, particularmente durante a adolescência. Entretanto, os próprios autores apresentam limitações ao trabalho, ressaltando que a amostra não foi randomizada e que retirar conclusões causa-efeito através de um estudo observacional, pode ser precipitado, além de apenas terem avaliado a região lombar e não outros sítios ósseos.

Estudos de Leonard *et al.* (2004); Afghani, Goran (2009), realizados com a utilização do exame de DXA têm sido ampliados para avaliar o efeito da obesidade sobre a massa óssea, obtendo-se medidas relativas à idade, ao tamanho do osso e ao tamanho do corpo. Alguns resultados apontam para um osso normal ou com conteúdo mineral ósseo aumentado em crianças obesas (MANZONI *et al.*, 1996; FISCHER *et al.*, 2000), contrapondo-se a outras pesquisas que revelaram redução do tamanho do osso e da massa óssea em crianças obesas (GOULDING *et al.*, 2000; GOULDING *et al.*, 2002).

Afghani e Goran (2009), ao avaliar 256 crianças latinas (111 meninas e 145 meninos) caracterizadas como a população mais vulnerável ao excesso de peso e obesidade, revelaram que independente da idade, peso e estágio de maturação sexual existe uma associação inversa entre a adiposidade central e o CMO, evento presente principalmente no gênero feminino. Entretanto, Leonard e colaboradores (2009) analisaram 132 indivíduos eutróficos (IMC < percentil 85) e 103 obesos (IMC ≥ percentil 95) com o objetivo de caracterizar adequadamente os efeitos da massa óssea e da composição corporal em relação ao crescimento. Constataram que a obesidade durante a infância e a adolescência esteve associada com aumento da DMO da coluna lombar, além do aumento das dimensões da massa óssea do corpo total. Estas diferenças persistiram mesmo após o ajuste em relação à obesidade, pois nestes indivíduos com alteração do percentual de massa gordurosa, constatou-

se aumento na altura, na maturação sexual e no conteúdo de massa magra, quando comparados aos seus controles.

Outros autores tentaram evidenciar essas mesmas mudanças frente à situação nutricional de eutrofia e obesidade. Numa casuística de 356 crianças e adolescentes chineses, de 7 a 15 anos, analisando o IMC, a massa magra, a massa gorda obtida pela realização de DXA, o índice de massa magra, o índice de massa gorda obtidos pela divisão da massa magra/estatura² e da massa gorda/estatura²: concluíram que todos os índices foram superiores entre os obesos quando confrontados aos dos eutróficos, que as mudanças se correlacionavam ao crescimento e ao desenvolvimento físico e o dimorfismo sexual atuava fortemente sob essas variáveis, uma vez que as alterações constatadas no IMC no sexo masculino foram resultantes do incremento substancial da massa magra, e nas meninas, pelo ganho em gordura corporal (MA *et al.*, 2009)

No Brasil, poucas investigações se dedicaram a estudar a massa óssea em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. No estudo de Cobayashi *et al.* (2005), foram comparados 83 adolescentes com excesso de peso e 89 eutróficos, sendo observada maior DMO entre os adolescentes com sobrepeso/obesidade, corroborando a influência do PC na massa óssea. Contudo, entre os critérios de exclusão da amostra final desse estudo, não foram levadas em conta variáveis que poderiam interferir nos resultados observados, tais como: presença de processos inflamatórios, doenças ósseas pregressas, alterações hormonais ou doenças endócrinas, a avaliação precisa dos eventos pubertários, a caracterização da maturidade esquelética, entre as causas que poderiam participar no acúmulo de massa óssea, bem como, não se detecta a realização de inquéritos alimentares relativos à ingestão de cálcio entre os adolescentes.

Mais recentemente, Prado *et al.* (2009) avaliaram um grupo de 109 adolescentes obesos brasileiros, com o objetivo de explorar a relação entre a composição corporal, os níveis de leptina, da glicemia, da insulinemia e da resistência à insulina, avaliada pelo *Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance* (HOMA-IR) e pelo *Quantitative Insulin Sensitivity Check Index* (QUICKI), índices que avaliam a resistência à insulina e o conteúdo mineral ósseo. Os resultados apontaram para uma associação negativa entre os níveis de insulinemia, da leptina e dos marcadores de resistência à insulina e a densidade mineral óssea, sugerindo que todos os parâmetros avaliados devam exercer papel significativo em relação ao metabolismo ósseo.

Ainda em busca de respostas da influência do tecido gorduroso sobre o metabolismo ósseo; recentemente, Campos *et al.* (2012) avaliaram 125 adolescentes obesos pós-púberes, entre 14 e 18 anos, com o objetivo de investigar a influência da gordura visceral e subcutânea sobre a DMO de adolescentes obesos, sob avaliação de medidas antropométricas, de marcadores bioquímicos (leptina, adiponectina, glicose e insulina em jejum), e de obtenção da gordura visceral e subcutânea. Tal pesquisa foi realizada por meio de ultrassom abdominal, além da determinação do CMO e DMO através de DXA. Os autores revelaram que a DMO dos membros inferiores se correlacionou positivamente com a gordura subcutânea e a gordura visceral foi um preditor negativo para a DMO de coluna e de corpo total apenas para o grupo de meninos. Para as meninas, a DMO se associou positivamente à gordura subcutânea e negativamente à gordura visceral/subcutânea. Diante dessas constatações, foram levantadas hipóteses de que a gordura visceral e resistência à insulina, bem como a razão gordura visceral/subcutânea e a concentração de leptina apresentaram-se como preditores

negativos independentes da DMO em ambos os sexos. Como ponto de fragilidade do referido estudo, os próprios autores destacaram que não havia um grupo controle formado por eutróficos na comparação dos resultados obtidos, recomendando a realização de novas pesquisas. Além disso, pontuaram que os diferentes compartimentos de gordura poderiam apresentar efeitos diversos sobre a massa óssea de adolescentes, ressaltando que outros autores também evidenciaram que a gordura visceral é um preditor negativo à massa óssea (RUSSELL *et al.*, 2010).

Os artigos iniciais, Goulding *et al.* (2000) apontavam que a massa óssea de crianças obesas era insuficiente quando relacionada à massa gordurosa, favorecendo a evidência de fraturas, quando crianças obesas eram comparadas a crianças eutróficas. Mais recentemente, Leonard *et al.* (2004); Petit *et al.* (2005); Stettler *et al.* (2007) avaliando adolescentes de 9 a 17 anos de idade relataram que a massa óssea avaliada pelo CMO era elevada, quando ajustada à altura destes indivíduos e à sua massa magra, mesmo pontuando que os obesos eram mais altos e tinham maior massa magra, do que seus controles, para as mesmas faixas etárias.

Assim, conhecer o comportamento da massa óssea de adolescentes sobrepesos, obesos e superobesos parece ser uma linha de pesquisa bastante interessante, uma vez que ainda são escassos e conflitantes os conhecimentos advindos da literatura consultada, até a presente data.

Objetivo

2 OBJETIVO

Investigar o impacto do excesso de gordura corporal sobre a aquisição da massa óssea de adolescentes de ambos os sexos, de 10 a 19 anos, considerados sobrepesos, obesos e superobesos.

Casuística e Métodos

3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1 Sujeitos

Foi realizado um estudo transversal, analítico com adolescentes matriculados no Ambulatório de Medicina do Adolescente do HC da Faculdade de Medicina de Botucatu (SP), na faixa etária de 10 anos completos a 20 anos incompletos, eutróficos, sobrepesos, obesos e superobesos, que foram convidados a participar deste estudo quando fizeram sua primeira consulta neste ambulatório. O projeto foi encaminhado e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu (UNESP), OF.190/2009 (Anexo 01), e os adolescentes e seus responsáveis esclarecidos quanto ao conteúdo e objetivos desta pesquisa. Para que participassem, receberam e devolveram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelo binômio adolescente e seu responsável (Anexo 02).

O número estimado da amostra para realização do presente estudo foi de 300 adolescentes. O cálculo baseou-se na disponibilidade de atendimento de casos novos neste ambulatório porque trabalhos já publicados revelavam que 33% dos adolescentes, em sua primeira consulta, apresentavam-se com sobrepeso/obesidade (GOLDBERG *et al.*, 2000). O número de indivíduos avaliados seguiu o cálculo amostral realizado em trabalhos anteriores desenvolvidos pelo nosso grupo de pesquisa, os quais foram avaliados sob parâmetros semelhantes para adolescentes eutróficos, na mesma faixa etária, de ambos os sexos (SILVA,

GOLDBERG, TEIXEIRA *et al.*, 2004; SILVA, GOLDBERG, TEIXEIRA *et al.*, 2007, MORETTO *et al.*, 2011; FORTES, 2012). O cálculo foi realizado admitindo-se um nível de significância de 5% para o intervalo de confiança de 95%, determinados para uma distribuição normal, com $z = 1,96$ (FONSECA; MARTIN, 1996).

3.2 Critérios de inclusão

Foram incluídos nesta pesquisa adolescentes que estivessem com seu IMC classificado entre o 5º percentil e <85º segundo idade e sexo, denominados eutróficos, aqueles que se encontravam com seu IMC acima ou igual ao 85º e menor que 95º classificados com “risco de sobrepeso”, aqueles acima ou igual ao 95º percentil (CDC, 2000) como sobrepeso e aqueles acima do 99º percentil da curva de IMC para sexo e idade, como superobesos (CDC, 2000; FREEDMAN *et al.*, 2007). Para facilidade de compreensão, assumimos que os “em risco de sobrepeso” seriam denominados de sobrepesos e os “sobrepesos” assim denominados pelo CDC, seriam por nós reconhecidos como obesos (Anexo 03). Os mesmos passaram por uma avaliação inicial realizada por nutricionista, médicos e graduandos voluntários do curso de Medicina para auxiliar na coleta de dados, sempre supervisionados por docentes da disciplina. Os adolescentes não eram tabagistas e/ou etilistas, não estavam vinculados à prática de atividade física intensa, à exceção apenas das aulas de Educação Física ministradas no colégio em que estudavam.

3.3 Critérios de não inclusão

Como critérios de não inclusão determinou-se que não participariam desta pesquisa: a) os adolescentes com história de prematuridade; b) os com mais de

100kg de peso corporal; c) os submetidos à terapia prolongada com corticóides; d) os que tivessem utilizado suplementação com cálcio e/ou ferro nos últimos 12 meses que antecederam esta pesquisa; e) os adolescentes que apresentassem as seguintes patologias: diabetes *mellitus*, doenças ósseas congênitas ou adquiridas, doenças gastrointestinais acompanhadas de má-absorção, história de nefropatia - com ou sem insuficiência renal crônica -, endocrinopatias, puberdade precoce ou atrasada; f) os que consumissem drogas de modo crônico; g) aqueles que utilizassem drogas que afetassem o metabolismo ósseo negativamente, tais como anticonvulsivantes ou antiácidos com alumínio; h) foram excluídas as adolescentes que usavam contraceptivos hormonais e as anteriormente ou atualmente grávidas devido à possível influência no ganho de massa óssea.

Quanto à avaliação dietética, não foram incluídos os adolescentes que fizessem uso exclusivo de dieta vegetariana; aqueles com alto consumo de fibras, acima dos valores recomendados para sua idade, acrescidos de 5 ou 10g/dia ou acima de 30g/dia (WILLIAMS, 1995); cafeína >300 até 450 mg/dia (RAPURI, 2001), ou seja, aproximadamente duas ou três xícaras de café ao dia; refrigerantes em quantidade maior que 500ml/dia (FITZPATRICK, 2003; MCGARTLAND, 2003) , além daqueles que não consumissem produtos lácteos diariamente.

3.4 Critérios de Exclusão

Foram excluídos do estudo os adolescentes que não compareceram a alguma das etapas previstas, exemplo: realização de Idade Óssea, não comparecimento no dia agendado para realização da Densitometria Óssea. Todos foram convocados pelo menos três vezes para realização dos procedimentos agendados, em momento

próximo à primeira consulta, para que então fossem considerados excluídos do estudo.

3.5 Avaliação antropométrica

Para a avaliação antropométrica foram aferidos o peso e a estatura dos adolescentes conforme técnicas preconizadas por Frisancho (1990). Para verificar o peso, os adolescentes foram posicionados de maneira ereta sobre a balança do tipo plataforma (marca Filizola), com capacidade para 150kg e graduação de 100g, utilizando apenas roupas leves (100g). Quanto à estatura: os adolescentes foram colocados descalços, em posição ereta, com os pés unidos e calcanhares encostados na parede, com olhar fixo no horizonte, sem estender a cabeça. O ápice da orelha e o canto externo do olho ficaram em linha paralela, formando um ângulo reto com a barra do estadiômetro, o qual estava fixado à parede. A barra foi apoiada sobre a cabeça, sendo então efetuada a leitura da altura em centímetros. Foram obtidas duas medidas da estatura e calculada a média. Estes dados foram utilizados para obtenção do IMC, definido como massa corporal em quilos divididos pela estatura em metro elevada ao quadrado (kg/m^2), e posterior classificação de acordo com os critérios propostos pelo CDC (2000).

3.6 Radiografia de Mão e Punho

Na sequência foi obtida a idade óssea (IO) para a avaliação do grau de maturação esquelética. O método utilizado foi o de Greulich & Pyle (1959) chamado de método GP, em que se faz a radiografia de mão e punho a ser posteriormente

comparada ao Atlas. Este exame foi realizado no setor de Raio x localizado no HC da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP, sob supervisão e orientação de profissional especializado.

3.7 Avaliação do Conteúdo Mineral Ósseo e Densidade Mineral Óssea

Os adolescentes que cumpriram as etapas anteriores (antropometria e radiografia de mão e punho) submeteram-se à avaliação do conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea mediante exame de densitometria óssea por atenuação de Raio X de dupla energia (DXA), utilizando um aparelho Hologic QDR 4500 Discovery A (Hologic Inc., Bedford, MA), localizado no HC da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP. Para a adequada avaliação da massa óssea, um *software* pediátrico foi utilizado e os resultados do conteúdo ósseo foram expressos em g e a densidade em g/cm². Realizou-se mensuração das regiões da coluna lombar entre L1-L4 e do fêmur proximal total, incluindo as regiões: colo do fêmur, região trocantérica, intertrocantérica, a de corpo subtotal (sem o segmento da cabeça) e a densitometria de corpo total para determinação do conteúdo mineral ósseo total em g e da densidade mineral óssea total em g/cm² e para obtenção da composição corporal (massa magra e massa de gordura em gramas e percentual de gordura corporal). Para a utilização desse aparelho (DXA), os indivíduos não podem apresentar mais de 100kg de peso corporal. Ressalta-se que a quantidade de radiação a que os adolescentes foram expostos são consideradas seguras e sem prejuízo para sua saúde atual e futura (LIMA *et al.*, 2001; VICENTE-RODRIGUES, 2006).

3.7 Inquérito alimentar

A avaliação alimentar foi realizada por meio de registro alimentar de três dias (Anexo 04). Este foi solicitado na primeira consulta, por ocasião do convite para participar como voluntário do estudo. Forneceu-se, então, explicações detalhadas sobre o preenchimento do registro, incluindo a necessidade do preenchimento em a) dias alternados; b) dois recordatórios da alimentação durante a semana e c) um com um dia de fim de semana (WILLET, 1998). Os próprios adolescentes anotaram os alimentos e componentes das preparações consumidas, em medidas caseiras e com a marca do produto quando possível e quando devolviam os registros preenchidos, era realizada a correção dos mesmos junto aos adolescentes. Os adolescentes receberam orientações quanto ao registro das medidas caseiras, conforme exemplos mostrados através de fotos. A padronização de receitas e de medidas caseiras foi realizada por meio de tabelas de composição de alimentos (PHILIPPI, 2001; PINHEIRO *et al.*, 2004). Os dados obtidos foram analisados com o auxílio do software Avanutri, versão 4.0 (AVANUTRI, 2010), sendo utilizados os valores de energia (kcal), de carboidratos, proteínas, gorduras totais e cálcio (mg). Os macronutrientes foram avaliados em gramas e em percentual de calorias da dieta. Os alimentos ou preparações que não constavam no banco de dados do *software* foram inseridos com o auxílio de dados das tabelas de composição de alimentos (PHILIPPI, 2001; PINHEIRO *et al.*, 2004) e dos rótulos dos alimentos. Para a estimativa das necessidades energéticas foram consideradas as equações específicas contidas no *software* (OMS, 1985; DRI, 2002), de acordo com a faixa etária e sexo. A categoria utilizada como fator de atividade física para este cálculo foi sedentária, tendo em vista o relato dos adolescentes. Considerou-se como

referência para a adequação de consumo de macronutrientes os limites propostos pelas *Dietary Reference Intakes - DRIs* (IOM, 2002). Para a ingestão de cálcio foram utilizados os valores estabelecidos pelas *DRIs* (IOM, 2010) de ingestão adequada (AI) e do nível superior tolerável de ingestão (UL) para o estágio de vida em estudo.

3.8 Análise estatística

Os dados foram armazenados em planilha do Excel e analisados através do programa SAS for Windows v.9.2. Foi feita uma análise descritiva para as variáveis quantitativas, cujos valores foram apresentados em médias, desvios-padrão, mediana e valores mínimo e máximo.

Para as variáveis quantitativas que apresentaram distribuição normal, a comparação entre grupos foi feita por meio de uma Análise de Variância (ANOVA) com uma classificação simples, seguida do Teste de *Tukey* ajustado para idade cronológica (IC) e óssea (IO). Considerou-se nível de significância de 5% ou *p* – valor correspondente. Para realizar o ajuste por IC, os adolescentes foram subdivididos em três grupos: de 10 a <13 anos; de 13 a <16 anos; >16 anos. No caso do ajuste por IO, novamente foram agrupados, sendo de: 10 a <12 anos; de 12 a <15 anos; >15 anos.

A mesma técnica de análise foi realizada para variáveis quantitativas fazendo-se uma correção pela IC e IO. Para isto, tanto a IC como a IO foram divididas em 3 grupos: de 10 a <13 anos; de 13 a <16 anos; >16 anos e para IO de: 10 a <12 anos; de 12 a <15 anos; >15 anos. A correção pela IC e pela IO foi feita para verificar a interferência dessas variáveis nos grupos, evitando que se encontrasse uma diferença e essa não fosse apenas um efeito casual.

Para explicar a variação das DMO e CMO em coluna lombar região L1-L4, fêmur proximal e corpo total com o Índice de Massa Corpórea (IMC), Massa Magra, Massa de Gordura e percentual de gordura corporal foram utilizados modelos de regressão linear, admitindo resposta normal após verificação da normalidade por meio do teste de *Shapiro-Wilk*.

Resultados

4 RESULTADOS

Dentre os adolescentes que compuseram a amostra final, compreendendo 377 participantes, 158 (41,91%) foram classificados pelo IMC como sendo eutróficos, 48 (12,73%) estavam sobrepesos, 142 (37,67%) eram obesos e 29 (7,69%) superobesos. Deste total, 207 (54,91%) pertenciam ao sexo feminino e 170 (45,09%) ao masculino.

Na tabela 1, são apresentadas médias e desvios padrão para idade cronológica e idade óssea dos adolescentes segundo a classificação do estado nutricional através do IMC.

Observa-se que as médias, tanto de IC quanto de IO, em todos os grupos nutricionais, não apresentaram diferenças estatísticas significativas, salientando-se que para todos os grupamentos nutricionais, segundo os sexos, ocorreu avanço nas médias das IO em relação às médias das IC (Tabela 1).

Tabela 1. Idade Cronológica e Óssea dos adolescentes avaliados segundo classificação nutricional (IMC)

IMC	Eutrófico (n=72)	Sobrepeso (n=28)	Obeso (n=92)	Superobeso (n=15)	p
Feminino					
IC	13,64 ^a	14,62 ^a	13,66 ^a	13,49 ^a	0,05047
IO	14,39 ^a	14,94 ^a	14,53 ^a	14,40 ^a	0,7942
Masculino					
	Eutrófico (n=86)	Sobrepeso (n=20)	Obeso (n=50)	Superobeso (n=14)	P
IC	13,48 ^a	14,05 ^a	13,76 ^a	13,73 ^a	0,7529
IO	13,98 ^a	14,74 ^a	14,41 ^a	14,56 ^a	0,5495

Nota: Teste ANOVA com fator de classificação seguido pelo teste de Tukey. Letras diferentes indicam diferenças; letras iguais não indicam diferenças. IMC (kg/m²) – Índice de massa corporal.

Na tabela 2, para caracterização do grupo de adolescentes, encontram-se descritas as variáveis antropométricas: peso, estatura e IMC, referentes ao sexo feminino segundo o estado nutricional, de acordo com a idade cronológica e idade óssea.

As diferenças significantes foram detectadas para as variáveis: peso e IMC em todos os grupos nutricionais, segundo a IC e IO. No tocante à estatura, observou-se que não houve diferença estatística significativa na comparação entre grupos, seja ajustada pela IC ou pela IO.

Ainda na tabela 2, estão expressos os valores das médias da densidade mineral óssea (DMO) e do conteúdo mineral ósseo (CMO) para as regiões da coluna lombar L1- L4, fêmur proximal, corpo total e subtotal; além dos valores de massa magra e gordura em gramas e percentual de gordura corporal segundo as idades cronológicas e idades ósseas dos adolescentes.

Analisando as variáveis consideradas de acordo com a idade cronológica e idade óssea, observou-se que, para a maioria das adolescentes, as médias foram crescentes daquelas com eutrofia em direção às superobesas, sendo as diferenças significantes, com $p < 0,0001$. Em relação ao indicador de massa magra, não se constatou diferenças significantes entre as adolescentes obesas e superobesas, mas a quantidade de gordura em gramas e o percentual de gordura corporal apresentaram diferenças estatísticas entre todos os grupos nutricionais ($p < 0,0001$). Situação semelhante foi observada quando foram analisadas as variáveis relacionadas às DMO. Comparando-se médias provenientes das adolescentes eutróficas às obtidas entre aquelas com excesso de peso, as médias das com

eutrofia foram menores que as das demais, em todas as situações, com diferenças significantes.

As médias de DMO de coluna lombar, DMO de CT e CST, assim como CMO de coluna lombar, CMO do fêmur e CMO de CT evidenciadas para as superobesas apresentaram-se inferiores àquelas obtidas para as obesas, portanto, apresentando comportamento destoante ao das demais variáveis, entretanto, sem diferenças significantes.

Tabela 2. Caracterização das adolescentes do sexo feminino segundo o estado nutricional (médias e desvio padrão), idade cronológica e idade óssea

Variáveis	Estado nutricional – Sexo feminino (n=176)					
	Eutrófico (n=72)	Sobrepeso (n=28)	Obeso (n=92)	Superobeso (n=15)	p (IC)	p (IO)
Peso (kg)	47,74±9,57 ^{aa}	59,59±9,61 ^{bb}	71,28±13,19 ^{cc}	88,89±17,09 ^{dd}	0,0001	0,0001
Estatura (m)	1,56±0,10 ^{aa}	1,58±0,08 ^{aa}	1,58±0,07 ^{aa}	1,57±0,05 ^{aa}	0,4915	0,5275
IMC (kg/m ²)*	19,35±2,45 ^{aa}	23,72±1,71 ^{bb}	28,45±3,79 ^{cc}	36,00±6,02 ^{dd}	0,0001	0,0001
Massa magra (g)	31820,48±5715,62 ^{bb}	37974,13± 5482,44 ^{aa}	43649,20±7428,82 ^{dac}	49140,79± 4824,06 ^{dac}	0,0001	0,0001
Gordura (g)	13732,60±4864,02 ^{aa}	19962,32 4824,5 ^{bb}	26351,65±6613,80 ^{cc}	35386,46 6811,09 ^{dd}	0,0001	0,0001
GC (%)	28,49±5,07 ^{aa}	32,98±4,31 ^{bb}	36,65±4,06 ^{cc}	40,86±4,11 ^{dd}	0,0001	0,0001
DMO-Coluna (g/cm ²)	0,81±0,15 ^{bb}	0,89±0,16 ^{aa}	0,98±0,19 ^{aa}	0,96±0,14 ^{aa}	0,0001	0,0001
DMO-Fêmur (g/cm ²)	0,85±0,13 ^{bb}	0,91±0,13 ^{aca}	0,98±0,14 ^{aa}	1,02±0,17 ^{ca}	0,0001	0,0001
DMO-Subtotal (g/cm ²)	-----	0,84±0,09 ^{bb}	0,88±0,09 ^{aa}	0,88±0,07 ^{abAB}	0,0161	0,0459
DMO-Corpo total (g/cm ²)	0,93 0,12 ^{bb}	0,95±0,11 ^{abAB}	0,99±0,10 ^{aa}	0,97±0,07 ^{abAB}	0,0004	0,0065
CMO-Coluna (g/cm ²)	41,14±13,26 ^{ab}	46,09±13,15 ^{abAB}	51,07±14,29 ^{ba}	49,54±8,22 ^{abAB}	0,0001	0,0001
CMO-Fêmur (g/cm ²)	29,46±10,16 ^{ab}	30,45±6,85 ^{abAB}	34,46±7,98 ^{ba}	34,13±6,05 ^{abAB}	0,0002	0,0001
CMO-Subtotal (g/cm ²)	-----	1330,81±304,59 ^{bb}	1474,89±310,49 ^{aa}	1495,38±180,49 ^{abAB}	0,0176	0,0090
CMO-Corpo total (g/cm ²)	1584,99±391,67 ^{bbc}	1702,38,±365,02 ^{abB}	1857,45±377,54 ^{aa}	1842,07±189,81 ^{abAB}	0,0001	0,0001

Nota: Teste ANOVA seguida de Teste de Tukey.

Letras iguais indicam diferenças não significantes entre os grupos após ajustes pela idade.

IC – Idade cronológica. IO – Idade óssea.

IMC (kg/m²) – Índice de massa corporal; GC (%) – Percentual de Gordura corporal.

Letras minúsculas – comparação para IC. Letras maiúsculas – comparações para IO.

Ao observar as variáveis antropométricas dos adolescentes do sexo masculino segundo ajustes para IC e IO, apresentados na tabela 3, constatou-se resultados semelhantes aos das adolescentes do sexo feminino, cujas diferenças estatísticas apareceram para peso e IMC em todos os grupos nutricionais, enquanto para o indicador estatura não houve diferença na comparação entre grupos.

Quanto às variáveis obtidas por meio do exame de DXA, verificou-se que para as DMO de coluna, CT e CST não se detectou diferenças significantes entre os grupos de adolescentes avaliados; sobretudo ao se analisar a DMO de fêmur, o CMO de CT e a quantidade de massa magra observou-se uma concordância entre os resultados, quando um acréscimo em relação às médias dos grupos foi observado. Contudo, diferenças estatísticas não se evidenciaram quando as médias advindas dos adolescentes sobrepesos, obesos e superobesos foram comparadas.

Referente ao CMO de coluna, as médias encontradas foram maiores entre os adolescentes sobrepesos e superobesos; para o CMO de fêmur as médias apresentaram-se crescentes, mas as diferenças estatísticas só ocorreram entre os adolescentes eutróficos e superobesos. Em contrapartida, o CMO de CST não apresentou diferenças entre os grupos nutricionais.

Por fim, o indicador de gordura em gramas apresentou diferença estatística significativa entre todos os grupos, corroborando com os resultados encontrados para o sexo feminino. De forma similar, as médias do percentual de gordura corporal foram crescentes, no entanto, os grupos de adolescentes obesos e superobesos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização dos adolescentes do sexo masculino segundo o estado nutricional (médias e desvio padrão), idade cronológica e idade óssea

Variáveis	Estado nutricional – sexo masculino (n=170)				p (IC)	p (IO)
	Eutrófico (n=86)	Sobrepeso (n=20)	Obeso (n=50)	Superobeso (n=14)		
Peso (kg)	50,62±12,22 ^{aa}	62,91±13,26 ^{bb}	75,53±13,25 ^{cc}	87,04±7,95 ^{dd}	0,0001	0,0001
Estatura (m)	1,63±0,12 ^{aa}	1,64±0,12 ^{aa}	1,64±0,10 ^{aa}	1,63±0,06 ^{aa}	0,9761	0,0788
IMC (kg/m ²)*	18,73±2,55 ^{aa}	23,11±1,72 ^{bb}	27,76±2,78 ^{cc}	33,48±2,73 ^{dd}	0,0001	0,0001
Massa magra (g)	38161,72±10413,12 ^{bb}	45614,87±11804,59 ^{aa}	50284,30±10102,04 ^{aca}	52679,58±657,62 ^{ca}	0,0001	0,0001
Gordura (g)	8535,58±2668,21 ^{bb}	16211,66±4590,15 ^{dd}	23778,60 4915,22 ^{cc}	31822,86±6459,29 ^{aa}	0,0001	0,0001
GC (%)**	18,56±4,77 ^{ab}	26,41±6,61 ^{bc}	31,55±5,18 ^{ca}	36,18±6,05 ^{da}	0,0001	0,0001
DMO-Coluna (g/cm ²)	0,76±0,15 ^{ba}	0,82±0,18 ^{ab}	0,82±0,15 ^{aba}	0,86±0,11 ^{aa}	0,0194	0,0104
DMO-Fêmur (g/cm ²)	0,87±0,10 ^{bb}	0,97±0,19 ^{aba}	0,98±0,14 ^{aba}	1,04±0,16 ^{aa}	0,0001	0,0001
DMO-Subtotal (g/cm ²)	-----	0,87±0,13 ^{aa}	0,86±0,10 ^{aa}	0,87±0,07 ^{aa}	0,5361	0,6455
DMO-Corpo total (g/cm ²)	0,92±0,09 ^{aa}	0,96±0,13 ^{aa}	0,94±0,11 ^{aa}	0,95±0,07 ^{aa}	0,2391	0,1215
CMO-Coluna (g/cm ²)	39,78±12,55 ^{ab}	45,01±18,21 ^{aa}	43,31±14,37 ^{aab}	46,70±11,85 ^{aa}	0,1101	0,0095
CMO-Fêmur (g/cm ²)	36,86±10,34 ^{ab}	38,01±14,45 ^{aab}	39,33±11,75 ^{aab}	43,87±17,22 ^{aa}	0,1244	0,0324
CMO-Subtotal (g/cm ²)	-----	1502,17±507,94 ^{aa}	1546,10±368,77 ^{aa}	1608,97±263,14 ^{ba}	0,4040	0,6455
CMO-Corpo total (g/cm ²)	1579,30±432,72 ^{bb}	1869,06±575,39 ^{aba}	1853,96±478,36 ^{aba}	1964,57±308,73 ^{aa}	0,0059	0,0015

Nota: Teste ANOVA seguida de Teste de Tukey.

Letras iguais indicam diferenças não significantes entre os grupos após ajustes pela idade.

IC – Idade cronológica. IO – Idade óssea.

IMC (kg/m²) – Índice de massa corporal; GC (%) Percentual de Gordura corporal.

Letras minúsculas – comparação para IC. Letras maiúsculas – comparações para IO.

Na tabela 4 encontram-se apresentados os valores correspondentes a Correlação de Pearson entre variáveis relativas à massa óssea e IMC, Massa Magra, Massa de Gordura e Percentual de Gordura para a amostra final de adolescentes com excesso de peso segundo sexo, onde observou-se que: para as adolescentes as correlações foram significativas e moderadas a fortes entre DMO e CMO nos três sítios avaliados, com IMC, massa magra e massa de gordura em gramas. Em relação ao percentual de gordura corporal (%GC), constatou-se correlação negativa, moderada e significativa apenas entre a DMO de coluna e

fêmur. Todavia, para o sexo masculino foram constatadas correlações entre as DMO de coluna e fêmur e CMO nos três sítios avaliados, em relação às variáveis IMC e massa magra, sendo particularmente robustas e significativas aquelas identificadas para a massa magra.

Ao analisar as correlações entre as DMO e CMO para os três sítios analisados (coluna, fêmur e CT) e o percentual de gordura corporal, constatou-se que elas foram negativas, moderadas e significativas.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre variáveis relativas à massa óssea e IMC, Massa Magra, Massa de Gordura e Percentual de Gordura para a amostra final de adolescentes com excesso de peso segundo sexo

	DMOcoluna	DMOfêmur	DMOcorpo total	CMOcoluna	CMOfêmur	CMO corpo total
Feminino (n=135)						
IMC (kg/m ²)	0.57260 (<0.0001)	0.59148 (<0.0001)	0.51293 (<0.0001)	0.52432 (<0.0001)	0.51274 (<0.0001)	0.54634 (<0.0001)
MM (g)	0.73062 (<0.0001)	0.69158 (<0.0001)	0.69205 (<0.0001)	0.78200 (<0.0001)	0.73015 (<0.0001)	0.81308 (<0.0001)
MG (g)	0.58266 (<0.0001)	0.53576 (<0.0001)	0.49622 (<0.0001)	0.54502 (<0.0001)	0.51076 (<0.0001)	0.59357 (<0.0001)
GC (%)	-0.40061 (0.0056)	-0.43850 (0.0349)	0.13166 (0.1309)	0.14647 (0.1017)	0.11631 (0.1947)	0.18674 (0.0371)
Masculino (n=84)						
IMC (kg/m ²)*	0.31436 (0.0032)	0.33814 (0.0015)	0.17310 (0.1131)	0.32118 (0.0031)	0.36140 (0.0008)	0.26569 (0.0152)
MM (g)	0.78157 (<0.0001)	0.75870 (<0.0001)	0.75165 (<0.0001)	0.84053 (<0.0001)	0.84129 (<0.0001)	0.76898 (<0.0001)
MG (g)	0.08404 (0.4528)	0.02214 (0.8435)	-0.12850 (0.2529)	-0.00902 (0.9363)	0.06581 (0.5594)	-0.01185 (0.9163)
GC (%)	-0.40061 (0.0001)	-0.43850 (<0.0001)	-0.58080 (<0.0001)	-0.51337 (<0.0001)	-0.40570 (0.0001)	-0.46849 (<0.0001)

Nota: IMC (kg/m²) – Índice de massa corporal.

MM (g) – Massa magra em gramas

MG (g) – Massa de gordura em gramas.

% GC – Percentual de gordura corporal.

Em anexo (Anexo 5) encontram-se descritos os valores de média e desvio-padrão da ingestão de cálcio e fósforo dos adolescentes segundo o estado nutricional, obtidos através do recordatório alimentar de três dias.

Os valores máximo e mínimo e as medianas para cada uma das variáveis analisadas, sejam provenientes da antropometria realizada (peso, estatura, IMC), sejam provenientes das DXA (DMO e CMO de coluna lombar, fêmur proximal, CT e CST, MM e massa gorda, % de gordura), encontram-se também apresentadas nos anexos (Anexo 06).

Discussão

5 DISCUSSÃO

Evidências epidemiológicas revelam que o incremento ósseo que ocorre durante a infância e adolescência é um dos determinantes da constatação de uma adequada massa óssea na maturidade e senescência, pois uma baixa aquisição da mesma seria fator de risco para o desenvolvimento de osteopenia/osteoporose na idade adulta. A ingestão de cálcio é outro fator extrínseco que interfere na aquisição da massa óssea. O consumo adequado de cálcio durante a infância e a adolescência contribui significativamente para um crescimento e desenvolvimento ósseo saudável, além de propiciar a aquisição de uma adequada massa óssea (OLIVER *et al.*, 2007; SAWYER; BACHRACH, 2007). Esse processo de incremento de massa óssea desenvolve-se desde o nascimento e continua até atingir um pico máximo no final da adolescência ou início da vida adulta, sendo que, ao redor de 90% desse pico é obtido até os 18 anos de idade, e o restante até, aproximadamente, os 25 anos. Nesse momento, a massa óssea alcançada se estabiliza (SAWYER; BACHRACH, 2007; BONJOUR *et al.*, 2009).

A infância e a adolescência são os únicos períodos de crescimento físico longitudinal, com altos índices de mineralização da matriz óssea (VAN COEVERDEN *et al.*, 2002; GAFNI; BARON, 2007), haja vista que 25% da massa óssea é incorporada nos dois anos que circundam o pico máximo de velocidade de estatura (GILSANZ; WREN, 2007).

Os achados desse estudo mostraram que as variáveis antropométricas, como peso e IMC, em ambos os sexos, apresentaram valores crescentes dos eutróficos

em direção aos superobesos, como seria esperado, uma vez que as comparações foram realizadas entre indivíduos com diagnósticos nutricionais muito diversos porém com critérios rígidos de inclusão em cada um dos grupos nutricionais, de acordo com a IO e IC, à exceção da evolução das médias relativas à DMO e CMO de praticamente todos os sítios analisados, que foram menores entre as adolescentes superobesas em relação as obesas.

No grupo dos adolescentes do sexo masculino, as médias das DMO e CMO em todos os sítios avaliados não foram inferiores na comparação entre os superobesos aos obesos, como demonstrado para as meninas, conquanto não se evidenciou diferenças estatísticas pelos ajustes efetuados. No tocante às outras variáveis, obtidas pela realização da densitometria de corpo total, como conteúdo de gordura em gramas e percentual de gordura, os avanços foram expressivos com diferenças significativas constatadas entre todos os grupos nutricionais para ambos os sexos, segundo os ajustes realizados para IC e IO. Esses encontros reforçam que o ganho de massa óssea, para ambos os sexos, não acompanhou o comportamento relativo às outras variáveis antropométricas, bem como, àquelas relativas à composição corporal, obtidas pela realização da DXA, que sempre foram crescentes dos eutróficos em direção aos superobesos. A literatura científica propõe que estudos da composição corporal de adolescentes sejam realizados por métodos adequados, haja vista que sexo, idade, etnia, maturação sexual e a presença de doenças resultam numa notável variabilidade deste processo (BOOT *et al.*, 2010). Para tanto, estes autores investigaram a composição corporal de 403 crianças e adolescentes, por comparação entre o teste de bioimpedância elétrica e de DXA e

evidenciaram que, o processo da puberdade influenciou significativamente sobre a composição corporal de adolescentes de ambos os sexos, sendo que, a maior quantidade de massa magra, massa gorda e de CMO foram encontradas nos indivíduos que se situavam na puberdade final: resultante do aumento de concentrações hormonais evidenciadas durante o período de desenvolvimento pubertário.

Sabe-se que a adolescência é um período crítico para a aquisição de massa óssea, pois nessa fase de crescimento apresenta forte relação com o desenvolvimento dos eventos pubertários, expressos pelos caracteres sexuais secundários (SILVA *et al.*, 2004; DIB *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2007, MORETTO *et al.*, 2011). Silva e colaboradores (2004, 2007) e Moretto e colaboradores (2011), em estudos realizados na cidade de Botucatu (SP), avaliaram estudantes pertencentes à classe socioeconômica elevada e verificaram que os valores das médias das DMO em todos os locais avaliados, utilizando-se para tanto a densitometria óssea obtida pelo DXA em coluna lombar, fêmur proximal e corpo total, foram crescentes de acordo com as faixas etárias estudadas, segundo a maturação esquelética avaliada pela idade óssea e de acordo com os eventos pubertários, avaliados pela observação dos caracteres sexuais secundários, de ambos os sexos. Destaca-se que os menores valores de DMO foram observados aos 9 e 10 anos de idade e as maiores médias a partir dos 17 anos, sendo considerados como períodos críticos para o processo de incremento da massa óssea a faixa etária de 13 a 14 anos para elas, e de 13 a 15 anos para eles; quando elas se encontravam no estágio M3 de mamas e eles no estágio G4 pelos critérios propostos por Tanner (1962). Ressalta-

se que nestes períodos evolutivos as diferenças estatísticas significativas foram evidentes em todos os sítios avaliados. Esses encontros reforçam ser a fase da adolescência um momento especial de incremento da massa óssea, devendo-se, caso possível, na prática clínica, controlar todas as variáveis que possam interferir de forma negativa sobre o ganho esperado de massa óssea, entre elas colocando-se em destaque o excesso de peso, representado pelo excesso de massa gordurosa, fator agravante como foi até aqui demonstrado.

Progredindo na análise de nossos resultados, há de se ressaltar que, de forma diversa a outros estudos que sempre confrontam grupos de eutróficos a grupos formados por indivíduos sobrepesos/obesos, ou analisam especificamente apenas os sobrepesos e obesos, os adolescentes que compuseram nossa amostra foram agrupados segundo o estado nutricional, sendo subdivididos em quatro grupos: eutróficos, sobrepesos, obesos e superobesos, com o que se objetivou analisar criteriosamente todas as variáveis antropométricas estudadas e correlacioná-las aos dados advindos do exame de DXA.

A partir disso, o presente estudo demonstrou correlações positivas e significativas entre as DMO e o CMO em todos os sítios avaliados e os indicadores IMC, massa magra e massa de gordura obtidos em gramas. Entretanto, quando se correlacionou as variáveis relativas à massa óssea com o percentual de gordura corporal, as respostas se apresentaram significativas e negativas para DMO de fêmur proximal e coluna lombar para o sexo feminino e para o masculino frente a todos os sítios analisados, observando-se que quanto maior o percentual de gordura entre os adolescentes com excesso de peso, menores foram as DMO e os CMO

observados. Assim, foi possível inferir que a massa óssea de adolescentes sobrepesos, obesos e superobesos, de ambos os sexos, sofre influência do percentual de gordura corporal, ressaltando a importância de avaliar o CMO e DMO frente ao estado nutricional. Estudo apresentando certa similaridade ao nosso, foi realizado por Rocher *et al.* (2008), porém seus adolescentes foram subdivididos apenas em dois grupos: 20 crianças obesas e 23 controles eutróficos, de ambos os sexos, seus resultados demonstraram que a massa óssea determinada em crianças pré-púberes obesas foram superiores às das controles. Esses pesquisadores explicaram seus resultados baseados sob a ótica do possível efeito que a carga mecânica resultante do excesso de peso exerceria sobre os ossos, à semelhança do que ocorreria quando ossos eram expostos às forças resultantes de exercícios físicos com impacto. Entretanto, após ajustes realizados concluíram que os obesos apresentavam uma tendência a revelar menores DMO e CMO. Diante desses resultados, os pesquisadores apontaram que a obesidade poderia não exercer um efeito protetor sobre a massa óssea, corroborando com os achados evidenciados em nosso estudo.

A densidade mineral óssea obtida pela realização da DXA, apesar de ser o método de escolha para o estudo da população pediátrica, apresenta até o atual momento algumas dificuldades no tocante a sua interpretação. A densidade mineral óssea deveria ser analisada de acordo com o sexo, etnia, altura, peso, composição corporal e maturidade biológica: fatores que deveriam ser incorporados a sua interpretação. No compartimento ósseo, o método é capaz de determinar a quantidade do conteúdo mineral ósseo em gramas (CMO) contidas em uma

determinada projeção do osso. Dividindo esse conteúdo mineral pela área óssea local, obtém-se o que se convencionou chamar de densidade mineral óssea (DMO), pois se trata de uma medida expressa em g/cm^2 . Como essa densidade obtida pelo DXA é areal, e não volumétrica; e como a área não aumenta na mesma proporção que o volume ósseo durante o crescimento, a verdadeira DMO em crianças e adolescentes poderia ser superestimada em ossos grandes e subestimada em ossos pequenos, já que crianças e adolescentes se encontrariam num período da vida em que o organismo sofreria grandes transformações somáticas, portanto, o tamanho dos ossos variaria muito (BINKOVITZ; HENWOOD, 2007; ISCD, 2010).

Entretanto, mesmo diante dessas informações relativas à obtenção da densitometria, os dados ora encontrados suscitam alguns questionamentos, já que os sujeitos que compunham cada um dos grupos construídos; considerados eutróficos, sobrepesos, obesos e superobesos apresentavam composições corporais tão heterogêneas. Salieta-se que os grupos não demonstravam diferenças significantes de estatura entre eles e que todos os grupos, segundo a avaliação nutricional realizada pelo cálculo do IMC, apresentaram avanços homogêneos em sua idade óssea quando comparados à idade cronológica. Além disso, o responsável pela obtenção das densitometrias era altamente habilitado, foi orientado a incluir o mínimo de tecido adjacente na avaliação dos sítios analisados, como o recomendado pelos consensos (BINKOVITZ; HENWOOD, 2007). Tomados esses cuidados, tentou-se minimizar erros que indiretamente pudessem invalidar os achados desse estudo, melhorando a acurácia e a precisão do método.

Em um trabalho com objetivo semelhante, Carvalho e colaboradores (2011) investigaram a influência da composição corporal utilizando-se da avaliação antropométrica e sua influência sobre a massa óssea identificada por meio de ultrassonografia das falanges da mão (DBM Sonic BPI GEA, Carpi, Italy). Constataram que, ao avançar da idade, houve um aumento de peso, de altura, massa magra, circunferência da cintura e relação cintura/quadril para os meninos; e de massa magra, índice de massa gorda, percentual de gordura corporal e circunferência do quadril para as meninas. Os autores evidenciaram correlações entre as variáveis antropométricas e de composição corporal com a quantidade de massa óssea, que foi maior nas meninas pertencentes aos estágios por eles denominados como intrapúbere e púbere, que corresponderiam à média e ao final da puberdade, respectivamente. Estes resultados poderiam ser explicados pelo chamado dimorfismo sexual, cujas diferenças entre os sexos aconteceriam em resposta a determinantes genéticos, influências hormonais e ambientais que atuariam desde o período pré-natal, apresentando modificações em sua progressão durante o período da puberdade (TAYLOR *et al.*, 2010). Entretanto, esses autores não compararam seus dados, obtidos por meio de ultrassonografia, com outros métodos, como a DXA que teria capacidade de detectar perdas de massa óssea inferiores a 5%. Diante disso, apesar do emprego de outra metodologia, os resultados apontaram na mesma direção no tocante às correlações evidenciadas em nosso estudo entre as variáveis relativas à massa óssea e as variáveis antropométricas e daquelas representantes dos compartimentos corporais, obtidas pela DXA (CARVALHO *et al.*, 2011).

Ressaltamos que nenhum dos autores anteriormente citados efetuou estudo de correlação com o percentual de gordura corporal, como realizado por nós; e também não classificaram as adolescentes com excesso de gordura corporal de forma gradativa: de sobrepeso a superobesas. De forma inequívoca, os resultados apresentados no trabalho de El Hage *et al.* (2009) respaldam nossas observações, quando verificaram correlações positivas entre o peso corporal, IMC, massa magra e massa de gordura com o conteúdo mineral ósseo, área mineral óssea (AMO) e DMO da coluna lombar (L2-L4), quadril, fêmur e corpo total. Na análise dos dados brutos provenientes da obtenção das DMO nos vários locais analisados por esses mesmos autores, os valores observados naquelas com sobrepeso foram sempre superiores aos das eutróficas, com diferenças significativas. Contudo, quando os resultados foram ajustados, todos os sítios analisados deixaram de apresentar diferenças significativas entre as adolescentes com sobrepeso e as eutróficas, à exceção da densidade mineral óssea aparente da coluna, que se manteve superior entre aquelas com sobrepeso.

Os dados apresentados em nosso estudo para o sexo masculino novamente corroboraram aos achados de El Hage *et al.* (2011), onde também demonstraram que o CMO e AMO de corpo total; a DMO nas regiões da coluna lombar (L2-L4), quadril, fêmur e antebraço foram maiores nos meninos com sobrepeso em comparação aos controles eutróficos, à exceção da DMO de corpo total, que foi menor nos meninos com sobrepeso em relação aos controles e que, após realizados ajustes não foram observadas diferenças entre os dois grupos em relação a todas as avaliações, pois não se observou diferenças estatísticas para as variáveis relativas à

massa óssea, situação semelhante à observada por nosso estudo, diante dos ajustes para IC e IO.

Pollock *et al.* (2011) buscaram elucidação à possível influência do tecido gorduroso sobre a massa óssea. Para tanto, propuseram técnicas que refletissem a distribuição tridimensional, como exemplo a tomografia computadorizada, pois apenas o emprego da densitometria óssea não seria capaz de diferenciar a gordura visceral daquela localizada no tecido subcutâneo; assim como o osso cortical do trabecular. A tomografia poderia apresentar respostas específicas e locais frente à atuação do excesso de gordura corporal. No trabalho realizado por Janicka e colaboradores (2007), foi relatado não haver benefício da detecção do excesso de gordura corporal nem para o osso trabecular, preponderante nas vértebras, como à geometria dos ossos corticais situados nas porções apendiculares.

Para tanto, Pollock e colaboradores (2011) em outro estudo, avaliaram o CMO obtido pela DXA e complementaram a avaliação da massa óssea pelo emprego de tomografia computadorizada periférica, obtida em rádio e tíbia, em 48 mulheres negras entre 18 e 22 anos. Estas foram divididas em dois grupos: um das que apresentavam mais de 32% de massa de gordura, consideradas obesas; e o outro grupo com percentual inferior a esse ponto de corte, estas consideradas com percentual adequado. Os resultados não foram efetivos para as obesas quando analisaram o osso cortical, mesmo que carregassem 14kg a mais de massa de gordura do que o grupo controle, além de 4kg a mais de massa magra. Assim, esses autores concluíram que a gordura não exerceu efeito mecânico sobre o osso que colaborasse ao incremento da massa óssea, à diferença da força exercida pela

massa muscular. Na realização do estudo de correlações verificaram que a massa magra, a massa gorda e o peso apresentaram correlações positivas com os parâmetros ósseos obtidos apenas na tíbia e no rádio, dados que corroboram os evidenciados em nosso estudo. Ressalta-se que no trabalho citado, os autores não correlacionaram seus resultados ao percentual de gordura corporal, como por nós realizado.

Uma pesquisa recente foi desenvolvida com base nos resultados de um estudo transversal multicêntrico realizado em dez cidades europeias, denominado Estudo HELENA, cujo objetivo era investigar o estilo de vida e a nutrição de adolescentes de 12 a 17 anos de idade. Um grupo de pesquisadores analisou os resultados de uma amostra de 282 adolescentes espanhóis, especificamente da cidade de Zaragoza, com o objetivo de avaliar a relação da adiposidade com a massa óssea. Foram utilizados como instrumentos para análise nesse estudo: DXA para avaliação do CMO e DMO, pletismografia de deslocamento de ar para avaliação da massa de gordura, ingestão de cálcio, avaliação dos estágios de maturação sexual, avaliação antropométrica (peso, altura, IMC) e um acelerômetro uniaxial para avaliação da atividade física. A partir desses dados, os autores tentaram controlar os fatores confundidores e, apesar disso, observaram que os meninos com excesso de peso possuíam maior CMO em todo o corpo quando comparados aos meninos não obesos, e as meninas apresentaram maior CMO e DMO na maioria das regiões analisadas em comparação às meninas eutróficas. Sugeriram que o excesso de massa gordurosa poderia, indiretamente, aumentar a massa óssea dos adolescentes através do incremento de massa magra. No entanto, uma vez que a

massa magra foi controlada, as associações entre massa gorda e osso se inverteram, tornando-se negativas, indicando que a massa gorda por si não apresentava efeito benéfico sobre a massa óssea. O processo foi explicado por dois prováveis mecanismos: as pessoas obesas possuíam músculos maiores e isso resultou em maior massa óssea e os ossos de pessoas mais pesadas poderiam ser mais estimulados do que ossos de pessoas com peso normal, devido à carga adicional que um peso elevado exerceria frente às atividades cotidianas; como andar, pular, etc. Enfim, concluíram que estudos transversais como os desenvolvidos por eles só poderiam fornecer evidências sugestivas sobre relações causais (GRACIA-MARCO *et al.*, 2012).

A evidência de que a massa gorda ou massa magra poderia influenciar o CMO ou DMO foi confirmada em nosso estudo, porém, os mecanismos envolvidos nesse processo ainda precisam ser esclarecidos, com realização de outras pesquisas, talvez com desenho prospectivo, utilizando métodos sofisticados de avaliação da composição corporal e da distribuição do teor de gordura e de massa magra por segmentos corporais.

Apesar das possíveis limitações dessa investigação, ressalta-se, como pontos positivos, a presença de correlações significativas e moderadas e fortes entre os indicadores antropométricos (IMC) e os obtidos através da DXA (MM) frente as variáveis relativas à massa óssea e as relações significativas e negativas entre o percentual de gordura e as variáveis de DMO e CMO para ambos os sexos. Finalizamos nossa discussão ressaltando ser esse o primeiro estudo brasileiro que investigou o impacto do excesso de gordura corporal sobre a massa óssea de

adolescentes de ambos os sexos, subdivididos nos grupos: eutróficos, sobrepesos, obesos e superobesos com estritos critérios de inclusão e não inclusão.

Conclusão

6 CONCLUSÃO

O presente estudo nos permitiu identificar o impacto negativo da gordura corporal sobre a massa óssea da população estudada, embasados no fato de que, quanto maior o percentual de gordura entre os adolescentes com excesso de peso, menor a DMO e o CMO observados. Desta forma, conclui-se que o excesso de adiposidade é prejudicial ao desenvolvimento da massa óssea em adolescentes.

Referências Bibliográficas

7 Referências bibliográficas

Afghani A, Goran MI. The interrelationships between abdominal adiposity, leptin and bone mineral content in overweight latino children. *Horm Res.* 2009; 72: 82–87.

Antunes A, Moreira P. Prevalência de excesso de peso e obesidade em crianças e adolescentes portugueses. *Acta Med Port.* 2011; 24: 279-84.

Bandeira FA. Obesidade realmente fortalece os ossos? *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2007; 51: 895-97.

Bianchi ML. Osteoporosis in children and adolescents. *Bone.* 2007; 41: 486-95.

Binkovitz LA, Henwood MJ. Pediatric DXA: technique and interpretation. *Pediatr Radiol.* 2007; 37:21-31.

Bonjour JP, Chevalley T, Ferrari S, Rizzoli R. The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. *Salud Publica Mex.* 2009;51(Suppl 1):S5-S17.

Boot AM, Ridder MAJD, Van der Sluis IM, Van Slobbe I, Krenning EP, Keizer-Schrama SMPFD. Peak bone mineral density, lean body mass and fractures. *Bone.* 2010; 46: 336-41.

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Despesas, Rendimentos e Condições de Vida. Rio de Janeiro:IBGE, 2010.

Buyukinan M, Ozen S, Kokkun S, Saz EU. The relation of vitamin D deficiency with puberty and insulin resistance in obese children and adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2012; 25: 83-87.

Campos RMS, Lazaretti-Castro M, Mello MT, Tock L, Silva PL, Corgosinho FC, Carnier J, Piano A, SanchesPL, Masquio DCL, Tufik S, Dâmaso AR. Influence of visceral and subcutaneous fat in bone mineral density of obese adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2012;56(1):12-8.

Carvalho WRG, Gonçalves EM, Roberto Ribeiro R, Farias ES, Carvalho SSP, Júnior GG. Influência da composição corporal sobre a massa óssea em crianças e adolescentes. *Rev Assoc Med Bras* 2011; 57(6):662-667.

Referências Bibliográficas

Center of Disease Control and Prevention [CDC]. National Center for health statistics CDC Growth Charts 2000. United States. [Documento online]. Disponível em <URL:http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens_bmi/about_children_sbmi.html#What%20is%20BMI> [acesso em 14 jul 2012].

Clark EM, Ness AR, Tobias JH. Adipose Tissue stimulates bone growth in prepubertal children. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006; 91: 2541-35.

Cobasyashi F, Lopes LA, Taddei JAA. Densidade mineral óssea de adolescentes com sobrepeso e obesidade. *J Pediatr.* 2005; 81: 337-42.

Colli AS. Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiras. *Maturação sexual.* São Paulo: Editora Brasileira de Ciências; 1988.

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

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

El Hage R, Hage ZE, Jacob E, Moussa E, Theunynck D, Baddoura R. Bone mineral content and density in overweight and control adolescent boys. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment of Skeletal Health.* 2011; 14: 122-28.

El Hage R, Jacob C, Moussa E, Benhamou CL, Jaffré C. Total body, lumbar spine and hip bone mineral density in overweight adolescent girls: decreased or increased? *J Bone Miner Metab.* 2009; 27: 629–33.

Eriksen EF, Colvard DS, Berg NJ. Evidence of estrogen receptors in normal human osteoblast-like cells. *Science.* 1998; 1: 84-86.

Escrivão MAMS. Obesidade na infância e na adolescência. In: Palma D, Escrivão MAMS, Oliveira FLC, autores. *Guias de medicina ambulatorial e hospitalar da Unifesp-EPM.* 1ª edição. São Paulo: Manole; 2009: 299-324.

Esterle L, Sabatier JP, Guillon MF, Walrant DO, Guaydier SG, Jehan F. Milk, rather than other foods, is associated with vertebral bone mass and circulating IGF-1 in female adolescents. *National Osteoporosis Foundation;* 2008.

Fischer E, Milinarsky A, Giadrosick V, Dib G, Arriagada M, Arinovic R. X-ray absorptiometry of bone in obese and eutrophic children from Valparaiso, Chile. *J Rheumatol.* 2000; 27: 1294–96.

Referências Bibliográficas

- Fitzpatrick L, Heaney RP. Got soda? J Bone Miner Res. 2003; 18: 1570-2.
- Franco GPP, Scala LCN, Alves CJA, França GVA, Cassanelli T, Jardim PCB. Síndrome metabólica em hipertensos de Cuiabá - MT: Prevalência e fatores associados. Arq Bras Cardiol. 2009; 92: 472-478.
- Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SS, Brenson GS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. The Journal of Pediatrics. 2007;150(2): 12–17.
- Freedman DS, Serdula, MK, Srinivasan SR.; Berenson, G.S. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. Am J Clin Nutr. 1999; 69: 308–17.
- Frisancho AR. Antropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. University of Michigan; 1990.
- Gafni RI, Baron J. Childhood bone mass acquisition and peak bone mass may not be important determinants of bone mass in late adulthood. Pediatrics. 2007;119: 131-6.
- Ganji V, Zhang X, Tangpricha V. Serum 25-Hydroxyvitamin D concentrations and prevalence estimates of hypovitaminosis D in the U.S. Population based on assay-adjusted data. J Nutr. 2012; 142: 498-507.
- Gilsanz V, Wren T. Assessment of bone acquisition in childhood and adolescence. Pediatrics. 2007;119(Suppl 2): 145-9.
- Goldberg TBL, Colli AS, Curi PR. Dobras cutâneas na faixa etária de 10 a 19 anos. Crescimento e desenvolvimento pubertário e crianças e adolescentes brasileiros. São Paulo: Editora Brasileira de Ciências Ltda; 1986. p.98.
- Goldberg TBL, Fortes CMT, Kurokawa CS, Silva CC, Moretto MR, Nunes HRDC. Relationship between Bone Age and Pubertal Breast Stage to Bone Biomarkers and Bone Mineral Density in Healthy Brazilian Female Adolescents. Arch Dis Child. 2012;97(Suppl 2): 126.
- Goldberg TBL. Indicadores nutricionais na faixa etária de 10 a 19 anos: massa muscular e tecido gorduroso (Tese de Doutorado). São Paulo: Faculdade de Medicina – Universidade de São Paulo; 1989.

Referências Bibliográficas

- Gomes FS, Anjos LA, Vasconcellos MTL. Antropometria como ferramenta de avaliação do estado nutricional coletivo de adolescentes. *Rev. Nutr.* 2010; 23: 591-605.
- Goulding A, Taylor RW, Jones IE, Manning PJ, Williams SM. Spinal overload: a concern for obese children and adolescents? *Osteoporos.* 2002; 13: 835–40.
- Goulding A, Taylor RW, Jones IE, McAuley KA, Manning PJ, Williams S.M. Overweight and obese children have low bone mass and area for their weight. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24: 627–32.
- Gracia-Marco L, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Rodríguez G, Castillo MJ, Vicente-Rodríguez, Moreno LA. Adiposity and bone health in Spanish adolescents. The HELENA study. *Osteoporos Int.* 2012; 23: 937–47.
- Greer FR, Krebs NF. American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition. Optimizing Bone Health and calcium intakes of infants, children, and adolescents. *Pediatrics.* 2006; 117: 578-85.
- Greulich W, Pyle S. *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*; 1959.
- He J, Muntner P, Chen J, Roccella EJ, Streiffer RH, Whelton PK. Factors associated with hypertension control in the general population of the United States. *Arch Intern Med.* 2002; 162: 1051-58.
- Hill KM, Braun M, Kern M, Martin BR, Navalta JW, Sedlock DA, McCabe L, McCabe GP, Peacock M, Weaver CM. Predictors of calcium retention in adolescent boys. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008; 93: 4743–48.
- Hill KM, Braun MM, Egan KA, Martin BR, McCabe LD, Peacock M, McCabe GP, Weaver CM. Obesity Augments Calcium-Induced Increases in Skeletal Calcium Retention in Adolescents. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011; 96: 2171–77.
- Institute of Medicine (IOM). *Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids.* Food and Nutrition Board. Washington, DC: The National Academy Press; 2002.
- Institute of Medicine. *Dietary reference intakes for calcium and vitamin D.* Washington, D.C., National Academy Press, 2011. Available at: http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=13050. (Accessed on July 05, 2012).
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D.* Washington, DC: National Academy Press; 2010.

Referências Bibliográficas

Institute of Medicine. National Research Council. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (Macronutrients). Washington, DC: National Academy Press; 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. Pesquisa de orçamentos familiares – POF 2002-2003. Análise do estado nutricional no Brasil; atualizada em 2006. [Documento online] Disponível em <URL: <http://www.ibge.com.br>> [acesso em 16 fev 2009].

Jackman LA, Millane SS, Martin BR, Wood OB, McCabe GP, Peacock M. Calcium retention in relation to calcium intake and postmenarcheal age in adolescent females. *Am J Clin Nutr.* 1997; 66: 327-333.

Janicka A, Wren TAL, Sanchez MM, Dorey F, Kim PS, Mittelman SD, Gilsanz V. Fat Mass Is Not Beneficial to Bone in Adolescents and Young Adults *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2007; 92(1): 143–47.

Kannel WB. Risk stratification in hypertension: new insights from the Framingham Study. *Am J Hypertens.* 2007; 13: 3-10.

Laquatra IM. Nutrição Para o Controle de Peso. In: Mahan LK, Stump SE. Alimentos, Nutrição & Dietoterapia, 11^a ed. São Paulo: Editora Roca; 2005: 541-67.

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

Lewiecki E.M, Borges JLC Bone density testing in clinical practice. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2006; 50: 586-95.

Lewin S, Gouveia CHA, Marone MMS, Wehba S, Malvestiti LF, Bianco AC. Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal. *Rev Assoc Med Brás.* 1997; 43: 127-36.

Lima F, Falco V, Baima J, Carazzato JG, Pereira RMR. Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(8): 18-23.

Lopes HF, Egan BM. Desequilíbrio autonômico e síndrome metabólica: parceiros patológicos em uma pandemia global emergente. *Arq Bras Cardiol.* 2006; 87: 538-47.

Referências Bibliográficas

- Ma J, Feng N, Zhang SW, Pan YP, Huang YB. Comparison of changes in body composition during puberty development of obese and normal-weight children in China. *Biomed Environ Sci.* 2009; 22: 413-8.
- Madhusmita M. Vitamin D insufficiency and deficiency in children and adolescents. 2012. [Documento online] Disponível em <URL: www.uptodate.com> [acesso em 02 out 2012].
- Maffeis C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tato L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res.* 2001; 9: 179–87.
- Magni P, Dozio E, Galliera E, Ruscica M, Corsi MM. Molecular aspects of adipokine-bone. *Curr Mol Med.* 2010;10(6): 522-32.
- Manzoni P, Brambilla P, Pietrobelli A. Influence of body composition on bone mineral content in children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 1996, 64, 603–607.
- McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. *Eur J Clin Nutr.* 2001;55: 902-7.
- McGartland C, Robson PJ, Murray L, et al. Carbonated soft drink consumption and bone mineral density in adolescence: The Northern Ireland Young Hearts Project. *J Bone Mineral Res.* 2003; 18: 1563-9.
- Migliaccio S, Davis VL, Gibson MK, Gray TK, Korach KS. Estrogens modulate the responsiveness of osteoblast-like cells (ROS 17/2.8) stably transfected with estrogen receptor. *Endocrinology.* 1992; 130: 2617-24.
- Migliaccio S, Greco EA, Fornari R, Donini LM, Lenzi A. Is Obesity in women protective against osteoporosis? *Dove Press Journal: Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy.* 2011; 4: 273-82.
- Moreno LA, Mesana MI, Gonzalez-Gross M, Gil CM, Ortega FB, Fleta J, et al. Body fat distribution reference standards in spanish adolescents: the AVENA Study. *Int J Obes.* 2007; 31: 1798-805.
- Moretto MR, Silva CC, Kurokawa CS, Fortes CM, Capela RC, Teixeira AS, Dalmas JC, Goldberg TB. Bone Mineral Density in Healthy Female Adolescents According to Age, Bone Age and Pubertal Breast Stage. *The Open Orthopaedics Journal.* 2011; 5: 324-30.
- Murta SG, Borges FA, Ribeiro DC, Rocha EP, Menezes JCL, Prado MM. Prevenção primária em saúde na adolescência: avaliação de um programa de habilidades de vida. *Estud. psicol. (Natal)* [online]. 2009; 14: 181-189.

Referências Bibliográficas

Official positions of the International Society for Clinical Densitometry (ISCD) on DXA evaluation in children and adolescents. *Pediatr Nephrol.* 2010; 25: 37–47.

Oliveira AMA, Cerqueira, E.M.M, Souza JS, Oliveira AC. Sobrepeso e obesidade infantil: Influência dos fatores biológicos e ambientais em Feira de Santana, BA. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2003; 47: 144-50.

Oliver H, Jameson KA, Sayer AA, Cooper C, Dennison EM. Growth in early life predicts bone strength in late adulthood: The Hertfordshire Cohort Study. *Bone.* 2007; 41: 400-5.

Organização Mundial da Saúde (OMS). Necessidades de energia e de proteína. Informe de uma reunião consultiva conjunta. FAO/OMS. Genebra; 1995.

Petit MA, Beck TJ, Shults J, Zemel BS, Foster BJ, Leonard MB. Proximal femur bone geometry is appropriately adapted to lean mass in overweight children and adolescents. *Bone.* 2005; 36: 568-76.

Philippi ST. Tabela de Composição dos Alimentos: Suporte para decisão profissional. 2ª ed. São Paulo: Coronário; 2002.

Pinheiro ABV, Lacerda SEM, Benzec EH. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. Portuguese. (Table for the Evaluation of food consumption in home measures). 5th ed. São Paulo: Atheneu; 2004.

Pollock NK, Bernard PJ, Gutin B, Davis CL, Zhu H, Dong Y. Adolescent obesity, bone mass, and cardiometabolic risk factors. *J Pediatr.* 2011; 158: 727-34.

Prado WL, Piano A, Castro ML, Mello MT, Stella SG, Tufik S, Nascimento CMO, Oyama LM, Lofrano MC, Tock L, Caranti DA. Relationship between bone mineral density, leptin and insulin concentration in Brazilian obese adolescents. *J Bone Miner Metab.* 2009; 27: 613–19.

Prentice A, Schoenmakers I, Laskey MA, Bono S, Ginty F, Goldberg GR. Symposium on 'Nutrition and health in children and adolescents'. Session 1: Nutrition in growth and development. Nutrition and bone growth and development. Proceedings of the Nutrition Society. 2006; 65: 348–60.

Priore SE. Composição corporal e hábitos alimentares de adolescentes: uma contribuição à interpretação de indicadores nutricionais [tese]. São Paulo: UNIFESP/EPM; 1998.

Referências Bibliográficas

Programa de Apoio a Nutrição (AVANUTRI) Revolution – versão 4.0. Software de avaliação e prescrição nutricional. Rio de Janeiro. 2010.

Rapuri PB, Gallagher JC, Kinyamu HK, Ryschon KL. Caffeine intake increases the rate of bone loss in elderly women and interacts with vitamin D receptor genotypes. *Am J Clin Nutr.* 2001; 74: 694-700.

Ribeiro RQC, Lotufo PA, Lamounier JA, Oliveria RG, Soares JF, Botter DA. Fatores adicionais de risco cardiovascular associados ao excesso de peso em crianças e adolescentes. O estudo do coração de Belo horizonte. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* 2006;86(6): 408-18.

Rocher E, Chappard C, Jaffre C, Benhamou CL, Courteix D. Bone mineral density in prepubertal obese and control children: relation to body weight, lean mass, and fat mass. *J Bone Miner Metab.* 2008; 26:73-8.

Roemmich JN, Clark PA, Mantzoros CS, Gurgol CM, Weltman A, Rogol AD. Relationship of Leptin to Bone Mineralization in Children and Adolescents. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2003; 88: 599-604.

Russell M, Mendes N, Miller KK, Rosen CJ, Lee H, Klibanski A, et al. Visceral fat is a negative predictor of bone density measures in obese adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(3): 1247-55.

Santos L, Cintra IP, Fisberg M, Castro ML, Martini LA. Associação entre a perda de peso, a massa óssea, a composição corporal e o consumo alimentar de adolescentes obesos pós-púberes. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2008; 52: 1001-08.

Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, Georgiou C, Kafatos A. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int. J. Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24: 1453–58.

Sawyer AJ, Bachrach LK. Rationale for bone densitometry in childhood and adolescence. In: Sawyer AJ, Bachrach LK, Fung EB. *Bone densitometry in growing patients: Guidelines for Clinical Practice.* Totowa: Humana Press. 2007: 1-13.

Sichieri R, Souza RA. Estratégias para prevenção da obesidade em crianças e adolescentes. *Cad Saúde Pública.* 2008;24(2): 209-34.

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

Referências Bibliográficas

Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. Marcadores ósseos e suas relações com os eventos pubertários de adolescentes saudáveis do sexo masculino; 2007.

Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. Bone Mineralization in Brazil adolescents: the years of maximum bone mass incorporation. Arch Latino am Nutr. 2007; 57: 118-24.

Silva CC, Goldberg TBL, Nga HS, Kurokawa CS, Capela RC, Teixeira AS, Dalmas JC. Impact of skeletal maturation on bone metabolism biomarkers and bone mineral density in healthy Brazilian male adolescents. J Pediatr. 2011; 87: 450-60.

Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). I Diretriz Brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. Arq Bras Cardiol. 2005; 84 (sup 1): 1-28.

Spear BA. Nutrição na Adolescência. In: Mahan, LK.; Stump, SE. Alimentos, Nutrição & Dietoterapia, 11^a ed. São Paulo: Editora Roca. 2005: 247-60.

Stettler N, Zomorodi A, Posner JC. Predictive value of weight-for-age to identify overweight children. Obesity Silver Spring. 2007; 15: 3106-12.

Szulc P, Varennes A, Delmas PD, Goudable J, Chapurlat R. Men with metabolic syndrome have lower bone mineral density but lower fracture risk—the MINOS Study. Journal of Bone and Mineral Research. 2010; 25: 1446–54.

Tanner JM. Growth at adolescence. Oxford:Blackwell; 1962.

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

Taylor, ED, Theim KR, Mirch MC. Orthopedic Complications of overweight in children and adolescents. Pediatrics. 2006; 117: 2167–74.

Terres NG, Pinheiro RT, Horta BL, Pinheiro KAT, Horta LL. Prevalence and factors associated to overweight and obesity in adolescents. Rev Saúde Pública. 2006;40(4): 627-33.

Van Coeverden SC, Netelenbos JC, de Ridder CM, Roos JC, Popp-Snijders C, Delemarre-van de Waal HA. Bone metabolism markers and bone mass in healthy pubertal boys and girls. Clin Endocrinol (Oxf). 2002;57: 107-16.


Vicente RG. How does exercise affect bone development during growth? Sports Méd. 2006(36): 561-9.

Referências Bibliográficas


- Vitolo MR. Nutrição: da Gestação ao Envelhecimento. 1ª ed., São Paulo: Rubio Ltda; 2008.
- Walsh IAP, Oishi J, Coury HJCG. Clinical and functional aspects of work-related musculoskeletal disorders among active workers. *Rev Saúde Pública*. 2008; 42: 108-16.
- Willet W, Stampfer M. Implications of total energy intake for epidemiological analyses. In: WILLETT, W. *Nutritional epidemiology*. 2 nd ed. New York: Oxford University Press. 1998: 514.
- Williams CL, Bollella M, Wynder EL. A new recommendation for dietary fiber in childhood. *Pediatrics*. 1995; 96: 985-8.
- World Health Organization (WHO). *Physical status: the use and interpretation of antropometry*. Genebra: WHO; 1995.
- World Health Organization. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007; 85: 660-67.
- World Health Organization. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Geneva; 1995.
- Young D, Hopper JL, Macinnis RJ, Nowson CA, Hoang NH, Wark JD. Changes in body composition as determinants of longitudinal changes in bone mineral measures in 8 to 26-year old female twins. *Osteoporos*. 2001; 12: 506-15.
- Zhao LJ, Liu YJ, Liu PY, Hamilton J, Recker RR, Deng HW. Relationship of obesity with osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007; 92: 1640–46.

ANEXOS

Anexo 01

unesp  **Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Medicina de Botucatu**

Distrito Rubião Junior, s/nº - Botucatu - S.P.
CEP: 18.618-970
Fone/Fax: (0xx14) 3811-6143
e-mail secretaria: capellup@fmb.unesp.br
e-mail coordenadoria: tsarden@fmb.unesp.br



Ética Comitê de Ética em Pesquisa

Régistrado no Ministério da Saúde
em 30 de abril de 1997

Botucatu, 01 de junho de 2.009

OF. 190/2009-CEP


Ilustríssima Senhora
Prof^a Dr^a Tamara Beres Lederer Goldberb
Departamento de Pediatria da
Faculdade de Medicina de Botucatu.

Prezada Dr^a. Tamara ,

De ordem do Senhor Coordenador deste CEP, informo que o Projeto:
**(Protocolo CEP 3208-2009) "Densidade mineral óssea de adolescentes
sobrepesos e obesos: o impacto do excesso de gordura corporal sobre a
mineralização óssea"**, a ser conduzido por Luciana Nunes Mosca, orientada
por Vossa Senhoria, com a participação de Cilmery Suemi Kurokawa, Carla
Cristiane da Silva, Altamir Santos Teixeira, José Carlos Dalma, recebeu
parecer favorável, aprovado em reunião do CEP de 01/06/2009.

Situação do Projeto: **APROVADO.** Apresentar Relatório Final de
Atividades ao final da execução deste projeto.

Atenciosamente,



Alberto Santos Capelluppi
Secretário do CEP.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA

Declaramos que o Projeto de Pesquisa "Densidade mineral óssea de adolescentes sobrepesos e obesos: o impacto do excesso de gordura corporal sobre a mineralização óssea" aprovado pelo CEP em 10/06/2009, teve seu título alterado para "**Densidade mineral óssea de adolescentes sobrepesos, obesos e superobesos: o impacto do excesso de gordura corporal sobre a massa óssea**", sem nenhuma alteração no seu conteúdo metodológico da época de apresentação para análise do CEP.

A presente alteração foi efetuada somente para adequação do título da Tese de Mestrado.

Botucatu, 03/01/2013

Nome/Assinatura do(a) aluno(a):

Luciana Nunes Mosca

Nome/Assinatura do(a) orientador (a)

Programa de Pós Graduação em Ginecologia, Obstetrícia e Mastologia.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu **Luciana Nunes Mosca**, aluna especial de mestrado desta Universidade, convido-o (a) para participar da seguinte pesquisa científica:

I – DADOS SOBRE A PESQUISA:

1. Título da pesquisa: Densidade Mineral óssea de adolescentes sobrepesos, obesos e superobesos: O impacto do excesso de gordura corporal sobre a massa óssea.		
2. Pesquisador responsável: Luciana Nunes Mosca Orientadora: Profa. Dra. Tamara Beres Lederer Goldberg, docente do Departamento de Pediatria e responsável pelo Ambulatório de Adolescente da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP.		
Cargo/função: Aluna especial de Pós-graduação/Professora	Inscr.Cons.Regional: CRN 20.656 Nutrição	Unidade ou Departamento do Solicitante: Depto de Pediatria e Programa de Pós-graduação em GO e Mastologia da FMB-UNESP
3. Avaliação do risco da pesquisa: (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo). <input type="checkbox"/> SEM RISCO <input checked="" type="checkbox"/> RISCO MÍNIMO <input type="checkbox"/> RISCO MÉDIO <input type="checkbox"/> RISCO MAIOR		

4. Justificativa e os objetivos da pesquisa:

O presente trabalho se justifica por meio das seguintes constatações: 1) embora existam alguns estudos nacionais, dos quais pelo menos dez realizados por pesquisadores da Faculdade de Medicina de Botucatu, e internacionais, para avaliar a massa óssea em indivíduos saudáveis durante a segunda década de vida, são poucas as investigações que pesquisaram o conteúdo e a densidade mineral óssea de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. 2) Em relação a estes poucos estudos realizados, obtidos através de levantamento bibliográfico, os critérios de exclusão da amostra final não levaram em conta variáveis que poderiam interferir nos resultados observados, tais como: presença de processos inflamatórios, doenças ósseas anteriores, alterações hormonais ou doenças endócrinas, a avaliação precisa dos eventos da puberdade, a caracterização da maturidade esquelética, entre as causas que poderiam participar no acúmulo de massa óssea, bem como, não se detecta a realização de inquéritos alimentares relativos ao consumo de cálcio entre os adolescentes; 3) as avaliações relativas à massa óssea serão obtidas pelo exame chamado de Densitometria Óssea (DXA) em adolescentes com sobrepeso e obesidade. Pretende-se com a avaliação da Densidade Mineral Óssea (DMO) utilizando o exame de Densitometria Óssea de coluna, fêmur proximal e corpo total esclarecer o possível efeito do excesso de gordura corporal sobre o ganho de massa óssea em adolescentes de 10 a 20 anos incompletos de idade, de ambos os sexos.

OBJETIVOS

1. Avaliar o conteúdo e a densidade mineral óssea de adolescentes considerados sobrepesos ou obesos na faixa de idade de 10 a 20 anos incompletos, de ambos os sexos;
2. Realizar, interpretar e correlacionar: as avaliações antropométricas, as avaliações dos caracteres sexuais secundários, as idades ósseas através de radiografia da mão e punho, os exames de Densitometria Óssea para avaliação da massa óssea, os inquéritos e consumo alimentar, os marcadores bioquímicos de remodelação óssea de adolescentes voluntários sobrepesos e obesos;
3. Investigar o impacto do excesso de gordura corporal sobre a mineralização óssea dos adolescentes.

5. Procedimentos que serão utilizados:

Avaliação Corporal: serão medidos o peso e a altura dos adolescentes. Estes dados serão utilizados para fazer o cálculo do IMC (índice de massa corporal) classificando-os de acordo com seu peso e altura em: baixo peso, normal, com sobrepeso ou obesos. Será realizado também exame geral e específico dos adolescentes, para que qualquer alteração física possa ser encontrada aplicando o exame de avaliação dos caracteres sexuais secundários como: desenvolvimento das mamas (meninas), dos genitais (meninos) e dos pêlos pubianos (meninas e meninos). Este exame será realizado por um profissional especializado. **Radiografia de Mão e Punho:** será feita para avaliar a idade óssea (IO) dos adolescentes e o seu grau de maturação esquelética através de uma fotografia do punho. **Avaliação da Densidade Mineral Óssea:** os adolescentes que cumprirem todas as etapas anteriores irão fazer uma avaliação da quantidade de massa óssea através de um exame chamado Densitometria Óssea, onde serão fotografadas as regiões da coluna lombar, das pernas (osso do fêmur total) e corpo total. Ressalta-se que a quantidade de radiação a que os adolescentes serão expostos são consideradas seguras e sem prejuízo para sua saúde atual e futura. Estes exames (Idade óssea e Densitometria Óssea) serão realizados na Clínica Tomocentro, uma vez que o Prof^o responsável pela clínica faz parte da equipe de pesquisa que desenvolverá este projeto. **Inquérito Alimentar:** a avaliação alimentar será realizada por meio do registro alimentar de 3 dias. Este será entregue na primeira consulta. Serão fornecidas explicações e detalhes do preenchimento do registro nesta oportunidade, incluindo a necessidade do preenchimento do mesmo em dias alternados, ou seja, o adolescente deverá recordar o que comeu durante dois dias durante a semana e um dia da alimentação do fim de semana, irão anotar todos os

Coleta de sangue: serão coletados 10 mL de sangue total com agulhas descartáveis e sistema de coleta a vácuo por profissional treinada, lotada no Laboratório Experimental da Pediatria do Hospital das Clínicas de Botucatu, após avaliação médica, durante o período de 8:00 às 9:00h, após jejum noturno de pelo menos dez horas, para observação dos marcadores de remodelação óssea em soro.

6. Desconfortos e riscos esperados:

Para que participem deste trabalho, os adolescentes e seus responsáveis serão voluntários e os interessados assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido, uma vez estando cientes do conteúdo do projeto, de seus benefícios à sua saúde e sabendo que se retirarem seu consentimento para esta participação, não sofrerão qualquer prejuízo em seu acompanhamento de saúde. Todos os procedimentos serão realizados em horários que não conflitem com seu período de frequência à atividade escolar. Como já apresentado detalhadamente em outros Projetos aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), desde 2002, os exames em questão: idade óssea e DXA, não ocasionam qualquer desconforto e não incorrem em risco aos pacientes. Quanto à coleta sanguínea, existe um pequeno desconforto, porém a profissional que a realizará tem experiência e saberá como contornar a situação.

7. Benefícios que poderão ser obtidos:

Os benefícios estão relacionados aos conhecimentos obtidos pela pesquisa, uma vez que quase que de imediato os adolescentes e seus responsáveis ficarão cientes sobre os resultados de sua avaliação óssea, recebendo de forma gratuita os resultados da idade óssea, da Densitometria Óssea que expressarão a qualidade atual e as possibilidades futuras do ganho de massa óssea.

8. Métodos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo:

Não há outros procedimentos alternativos que possam avaliar o conteúdo mineral ósseo, bem como a perda de massa óssea.

9. Duração da pesquisa:

4 anos após a aprovação do comitê de ética, sendo que os 2 primeiros serão utilizados para a realização da Dissertação de Mestrado.

A aprovação do CEP será elaborado em 2 vias, sendo 1 entregue á mim e o outro será mantido em arquivo pelo pesquisador. Assim, concordo voluntariamente em participar deste estudo e declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido para participação neste estudo.

Local, e data .

Assinatura do Adolescente

_____, _____ de _____ de _____

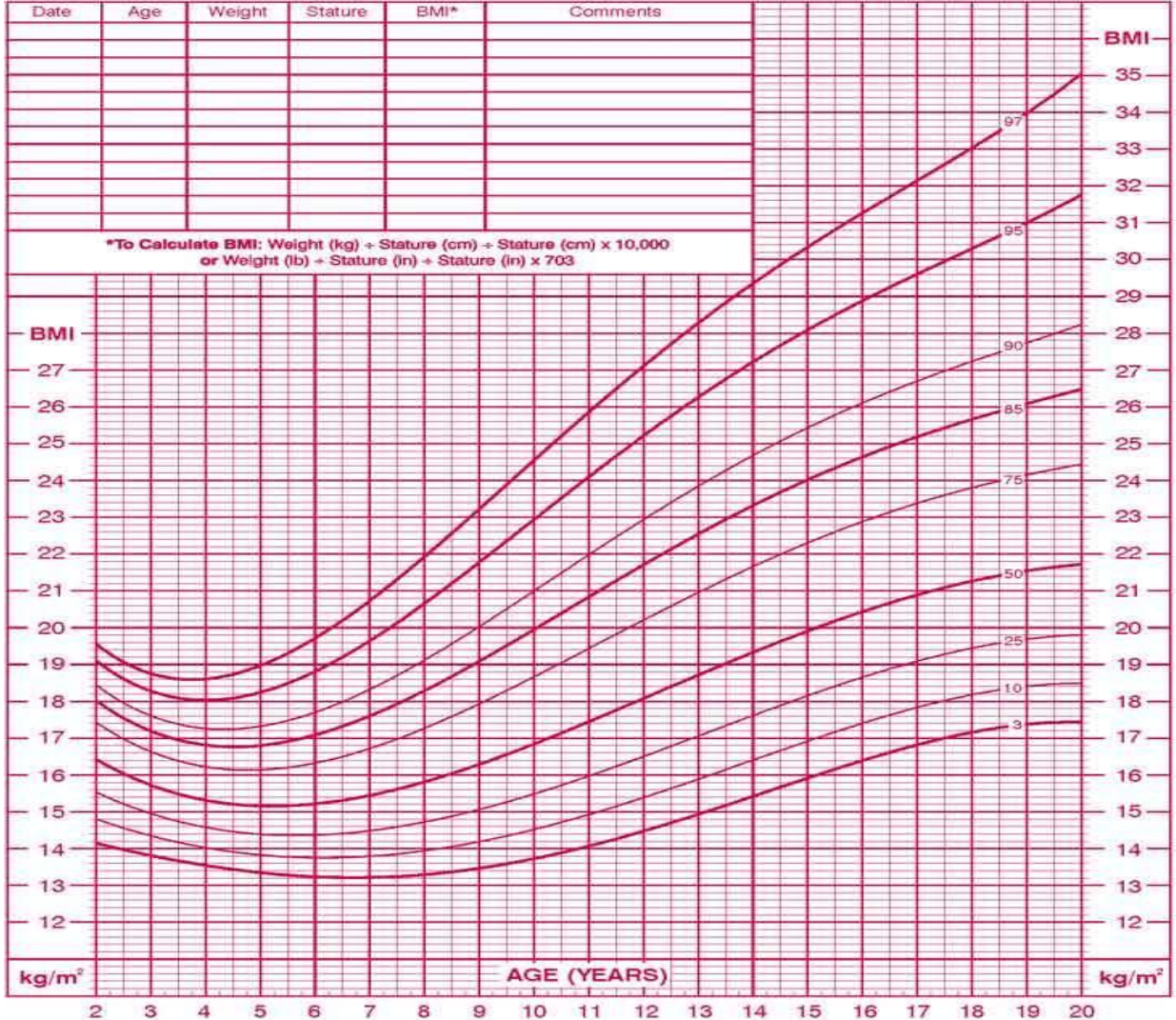
Assinatura do Responsável pelo Adolescente

Assinatura do Pesquisador

2 to 20 years: Girls
Body mass index-for-age percentiles

NAME _____

RECORD # _____



Published May 30, 2000 (modified 10/16/00).
SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).
<http://www.cdc.gov/growthcharts>





CARACTERIZAÇÃO DIETÉTICA

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO ADOLESCENTE

Nome: _____

Data de Nascimento: _____

Idade (anos/meses): _____

Cor: () Branco () Pardo () Negro

Medicamentos (Diário): _____

Atividade física: () Sim () Não. Qual(is)? Frequência?

Endereço: _____

Telefones: _____ Celular: _____

E-mail: _____

Endereço do MSN: _____

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Variáveis	Resultados
Peso atual (kg)	
Estatura (cm)	
IMC (Kg/m ²)	
Percentil (P°)	
Classificação	

Informações para o preenchimento do registro alimentar:

- Coloque todos os alimentos consumidos e as bebidas durante o dia todo do registro. Colocar as **quantidades** por ex. Leite desnatado – 1 copo de requeijão (150ml).
- Atenção especial para os alimentos lácteos (leite, iogurtes, queijos, requeijão, sorvete, coalhadas, entre outros).
- Descreva se os alimentos e/ou bebidas são light, diet, marcas do produto, desnatado, semi-desnatado, enriquecidos com fibras, vitaminas e minerais.
- Serão 3 registros: 2 da alimentação da semana (seg a sexta) e 1 do fim de semana (sábado ou domingo).

Dúvidas entrar em contato com:

Luciana Nunes Mosca Fone: (18) 3642-4497 (18) 9781-4855 e-mail: lunutricionista@yahoo.com.br

Registro Alimentar de 3 dias – Dia 1

Dia 1: Nome: _____

Dia da semana (seg-sex): _____ Data: _____

Refeições e Horários	Alimentos e/ou Preparações Quantidades/ Medida Caseira
Café da Manhã	
Lanche da Manhã	
Almoço	
Lanche da Tarde	
Jantar	
Ceia	

Registro Alimentar de 3 dias – Dia 2

Dia 2: Nome: _____

Dia da semana (seg-sex): _____ Data: _____

Refeições e Horários	Alimentos e/ou Preparações Quantidades/ Medida Caseira
Café da Manhã	
Lanche da Manhã	
Almoço	
Lanche da Tarde	
Jantar	
Ceia	

Registro Alimentar de 3 dias – Dia 3

Dia 3: Nome: _____

Dia da semana (sab-dom): _____ Data: _____

Refeições e Horários	Alimentos e/ou Preparações Quantidades/ Medida Caseira
Café da Manhã	
Lanche da Manhã	
Almoço	
Lanche da Tarde	
Jantar	
Ceia	

Anexo 05

Recordatório alimentar de cálcio e fósforo segundo o estado nutricional e sexo (Médias e Desvio-Padrão).

		Estado Nutricional			
		Eutrofia (n=86)	Sobrepeso (n=20)	Obeso (n=50)	Superobeso (n=14)
Masculino	Cálcio (mg)	863mg [±] 280mg ^a	826.10±206.33 ^a	595,66±354,09 ^a	566,64±293,07 ^a
	Fósforo (mg)	----	1650,63±303,70 ^a	987,23±204,42 ^b	1278,53±410,99 ^c
		Estado Nutricional			
		Eutrofia (n=72)	Sobrepeso (n=28)	Obeso (n=92)	Superobeso (n=15)
Feminino	Cálcio (mg)	563±215mg ^a	659,99±280,98 ^a	565,39±317,69 ^a	457,24±250.56 ^a
	Fósforo (mg)	-----	1242,27±434,45 ^a	1040,48±372,99 ^a	874,50±278,28 ^a

Anexo 06**Caracterização dos adolescentes do sexo feminino de acordo com o estado nutricional (Medianas, Valores Mínimos e Máximos).**

Variáveis	Estado Nutricional – Sexo feminino (n=176)							
	Eutrófico (n=42)		Sobrepeso (n=27)		Obeso (n=92)		Superobeso (n=15)	
	Min./Máx.	Mediana	Min./Máx.	Mediana	Min./Máx.	Mediana	Min./Máx.	Mediana
Peso (kg)	28,00/69,0	49,70	39,80/72,50	59,50	44,70/98	70,75	62,50/138,80	87,00
Estatura (m)	1,31/1,72	1,59	1,39/1,73	1,59	1,38/1,72	1,59	1,50 /1,66	1,55
IMC (kg/m²)*	14,67/24,88	19,12	20,60 /26,08	24,01	20,69/38,76	28,17	26,70/50,47	35,28
DMO-Coluna (g/cm²)	0,53/1,17	0,82	0,57 /1,12	0,92	0,51/1,39	1,03	0,72/1,10	1,00
DMO-Fêmur (g/cm²)	0,56/1,09	0,85	0,65/1,11	0,93	0,60/1,27	0,99	0,80 /1,33	1,03
DMO-Subtotal (g/cm²)			0,67/0,96	0,84	0,65/1,09	0,89	0,88/0,97	0,91
DMO-Corpo total (g/cm²)	0,66/1,18	0,95	0,76 /1,11	0,98	993,54/1,24	1,00	0,79 /1,07	0,99
GC (%)	20,00/41,80	28,30	24,30 /38,50	33,30	26,00/46,60	37,00	31,10/45,90	42,90
CMO-Coluna (g/cm²)	19,98/76,64	40,64	23,39/65,17	46,32	21,62/81,84	53,54	34,86/59,40	51,55
CMO-Fêmur (g/cm²)	10,81/65,88	29,87	17,19/41,14	30,92	17,74/54,46	34,05	25,13/40,52	37,82
CMO-Subtotal (g/cm²)			749,29/1743,86	1344,02	740,16/2050,41	1518,59	1186,33/1798,44	1504,07
CMO-Corpo total (g/cm²)	920,48/2473,26	1591,62	986,03/2238,56	1760,50	993,54/2601,11	1943,61	1507,98/2134,10	1861,83

Nota: IMC (kg/m²) – Índice de massa corporal. GC (%) – Percentual de Gordura corporal.

Caracterização dos adolescentes do sexo masculino de acordo com o estado nutricional (Medianas, Valores Mínimos e Máximos).

Variáveis	Estado Nutricional – Sexo masculino (n=170)							
	Eutrófico (n=86)		Sobrepeso (n=20)		Obeso (n=50)		Superobeso (n=14)	
	Min./Máx.	Mediana	Min./Máx.	Mediana	Min./Máx.	Mediana	Min./Máx.	Mediana
Peso (kg)	28,70/77,80	51,00	42,20/82	66,40	49,60/98,30	77,00	78 /98	84,20
Estatura (m)	1,31/1,88	1,66	1,45/1,81	1,68	1,42/1,82	1,66	1,55/1,77	1,62
IMC (kg/m²)*	13,75/26,15	18,75	20,07/25,89	23,12	22,67/32,28	27,48	29,76/37,89	33,23
DMO-Coluna (g/cm²)	0,54/1,11	0,74	0,56/1,19	0,81	0,58/1,22	0,76	0,71 /1,04	0,83
DMO-Fêmur (g/cm²)	071/1,16	0,85	0,70 /1,46	0,96	0,73/1,35	0,97	0,82/1,37	0,99
DMO-Subtotal (g/cm²)			0,69/1,11	0,86	0,71/1,17	0,85	0,77/0,98	0,84
DMO-Corpo total (g/cm²)	0,81/1,10	0,88	0,77/1,21	0,95	0,78/1,29	0,92	0,87/1,09	0,92
GC (%)	10,80/25,60	18,95	15,00/38,20	26,00	13,10/41,50	31,25	25,50/45,10	35,95
CMO-Coluna (g/cm²)	25,00/59,25	36,84	25,89/88,43	43,47	24,39/85,10	40,36	32,59/73,17	44,35
CMO-Fêmur (g/cm²)	24,75/53,42	34,14	19,11/67,91	39,91	20,03/69,88	40,02	27,98/97,02	40,33
CMO-Subtotal (g/cm²)			810,43 /2467,55	1557,73	995,95/2589,50	1533,20	1250,38/2141,64	1496,49
CMO-Corpo total (g/cm²)	1028,40/2305,29	1578,24	1059,22 /2930,63	1935,78	220,33/3183,21	1831,25	1599,98/2654,56	1856,20

Nota: IMC (kg/m²) – Índice de massa corporal. GC(%) – Percentual de Gordura corporal.