

Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção

Dora de Castro Agulhon Segura

EFEITOS DA PRÁTICA DA GRD SOBRE A DENSIDADE  
MINERAL ÓSSEA EM ADOLESCENTES PRÉ-PÚBERES

Dissertação de Mestrado

Florianópolis  
2002

Dora de Castro Agulhon Segura

EFEITOS DA PRÁTICA DA GRD SOBRE A DENSIDADE  
MINERAL ÓSSEA EM ADOLESCENTES PRÉ-PÚBERES

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito parcial para obtenção  
do grau de Mestre em  
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Edio Luiz Petroski, Dr.

Florianópolis  
2002

Dora de Castro Agulhon Segura

**EFEITOS DA PRÁTICA DA GRD SOBRE A DENSIDADE MINERAL  
ÓSSEA EM ADOLESCENTES PRÉ-PÚBERES**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a  
obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de  
Produção** no **Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção** da  
Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 13 de dezembro de 2002.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Programa

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Alberto Saturno Madureira, Dr.  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
**Co-orientador**

---

Prof. Edio Luiz Petroski, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina  
**Orientador**

---

Prof. Antonio Renato Pereira Moro, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Glaycon Michels, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esta dissertação,  
mais uma etapa concluída,  
à minha mãe, que é e  
sempre será, o exemplo de  
mulher que eu quero seguir.

Que apesar do pouco  
estudo, me ensinou as  
coisas mais valiosas da  
vida, coisas que me fizeram  
crescer como ser humano.

## *Agradecimentos*

Ao professor Edio Luiz Petroski, que mesmo longe no início da orientação sempre esteve presente em seus importantes incentivos à pesquisa, demonstrando ser não somente um excelente profissional como também um compreensível amigo.

Ao professor Alberto Saturno Madureira, que se tornou um grandioso co-orientador, me ajudando a vencer mais uma etapa da vida acadêmica.

Aos professores Caroline Filla Rosaneli e Jerry Adriani Johan pela ajuda na avaliação nutricional e estudo estatístico.

A técnica e amiga Anita Inês Klemann e suas atletas de GRD que tanto orgulham a região de Toledo-PR.

Ao meu futuro (em breve) marido, Fabiano Carlos do Nascimento, pela tamanha paciência e companheirismo, só posso retribuí-lo com todo meu amor.

A toda minha família e amigos que compreenderam as muitas horas ausentes.

Aos amigos e professores do mestrado que compartilharam essas novas experiências da vida acadêmica.

## Resumo

SEGURA, Dora de Castro Agulhon. **Efeitos da prática da GRD sobre a densidade mineral óssea em adolescentes pré-púberes**. 2002. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

O objetivo do estudo foi analisar os efeitos da prática da GRD sobre a densidade mineral óssea em adolescentes pré-púberes. Participaram do estudo 15 meninas, com idade de 13 anos, atletas de GRD, iniciantes na modalidade e não-praticantes de treinamento físico. Foram incluídas na amostra as adolescentes que tiveram maior homogeneidade com as atletas em relação à idade e maturação sexual. Para obtenção dos dados referentes à prática da atividade física e ingestão calórica utilizou-se um recordatório alimentar e um recordatório de atividades físicas. Para mensuração dos dados antropométricos foi utilizada uma balança tipo Filizola elétrica, um estadiômetro e um compasso de pregas cutâneas Lange. A densidade mineral óssea foi realizada através do DEXA, com densitômetro da marca Lunar, modelo DPX, na região da coluna lombar (L2-L4). Para tratamento dos dados utilizou-se a estatística descritiva (média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo) e inferencial (análise de variância – ANOVA). Em casos de diferença estatística foi realizado o teste de Tukey. Pelas evidências encontradas neste estudo, pode-se concluir que: 1) a ingestão calórica, bem como a ingestão de cálcio, estão abaixo das recomendações diárias; 2) as variáveis antropométricas (peso, estatura e pregas cutâneas tricipital e subescapular), o IMC e o percentual de gordura corporal estão dentro da normalidade; 3) a densidade mineral óssea de todas as adolescentes apresentou valores normais, entretanto, as atletas apresentaram maior massa óssea que as iniciantes e estas, maior massa óssea que as não-praticantes de treinamento físico.

**Palavras-chave:** adolescentes, atividade física e densidade mineral óssea.

## Abstract

SEGURA, Dora de Castro Agulhon. **Effects on the practice of Rhythmic Gymnastics on the bone mineral density in pre-adolescents.** 2002. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The objective of this study was to analyze the Rhythmic Gymnastics practice effects on the bone mineral density in pre-adolescents. A number of 15 13 year-old girls took part in the study, who were starter athletes of the Rhythmic Gymnastics modality and were not practicing physical training. In the sample were included the adolescents who had more homogeneity with the athletes related to age and sexual maturity. To obtain the data concerning the physical activity practice and the calorie in-take, an alimentation diary and physical activity diary were used. To measure the anthropometric data an electric scale Filizola was used, estadiômetro and a folded skin compass Lange. The bone mineral density was performed by the DEXA, with a density measurer Lunar, model DPX in the lumbar spine region (L2-L4). For the data treatment a descriptive estimate was used (average, pattern diversion, maximum and minimum values) and inferential (variance analyses- ANOVA). In case of different estimates the Tukey Test was performed. By the found evidences in this study we could conclude that: 1) The calorie in-take, such as calcium in-take, are under the daily recommendations; 2) the anthropometric variables (weight, height and tricipital and subscapular folded skin) the body mass index and the perceptual of body fat are normal; 3) the bone mineral density of all the adolescents presented normal values however, the athletes presented a larger bone mass than the starters and these larger bone mass than the ones not practicing physical training, in other words, the bigger the physical activity practice the bigger the calcium deposit.

**Key-words:** adolescents, physical activity and bone mineral density.

## Sumário

<b>Lista de Figuras</b> .....	p.10
<b>Lista de Quadros</b> .....	p.11
<b>Lista de Tabelas</b> .....	p.12
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	p.14
<b>1.1 Formulação do problema e sua importância</b> .....	p.14
<b>1.2 Objetivos</b> .....	p.17
1.2.1 Objetivos gerais .....	p.17
1.2.2 Objetivos específicos .....	p.17
<b>1.3 Delimitação do estudo</b> .....	p.17
<b>1.4 Justificativa</b> .....	p.18
<b>1.5 Definição dos termos</b> .....	p.21
<b>1.6 Organização do trabalho</b> .....	p.22
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	p.23
<b>2.1 Ergonomia</b> .....	p.23
<b>2.2 Tecido ósseo</b> .....	p.25
<b>2.3 Métodos de dosagem da densidade mineral óssea</b> .....	p.29
<b>2.4 Relação entre atividade física e osteoporose</b> .....	p.33
<b>2.5 Prática da atividade física na adolescência</b> .....	p.35
<b>2.6 Fatores que influenciam na densidade mineral óssea</b> .....	p.39
2.6.1 Fator genético .....	p.40
2.6.2 Fator étnico .....	p.41
2.6.3 Fator nutricional .....	p.41
2.6.4 Outros fatores .....	p.44
<b>2.7 Modalidades de atividade física e suas relações com a densidade mineral óssea</b> .....	p.45
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	p.52
<b>3.1 Caracterização do estudo</b> .....	p.52
<b>3.2 População alvo</b> .....	p.52



<b>3.3 Critérios para inclusão na amostra</b> .....	p.52
<b>3.4 Amostragem</b> .....	p.53
<b>3.5 Variáveis do estudo</b> .....	p.54
<b>3.6 Obtenção dos dados</b> .....	p.55
3.6.1 Diretrizes para obtenção dos dados.....	p.58
3.6.2 Viabilização do estudo.....	p.59
3.6.3 Etapas da coleta de dados.....	p.59
3.6.4 Limitações do estudo.....	p.59
3.6.5 Retorno aos responsáveis e grupos de estudo.....	p.60
<b>3.7 Análise dos dados e tratamento estatístico</b> .....	p.60
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	p.62
<b>4.1 Caracterização dos grupos avaliados</b> .....	p.62
4.1.1 Quanto ao nível da prática da atividade física (gasto energético).....	p.62
4.1.2 Quanto ao componente hereditário.....	p.63
4.1.3 Quanto ao nível maturacional (pilosidade pubiana, desenvolvimento mamário e menarca).....	p.64
4.1.4 Quanto aos hábitos alimentares.....	p.64
4.1.5 Quanto aos indicadores antropométricos (estatura, massa corporal e pregas cutâneas tricipital e subescapular).....	p.67
4.1.6 Quanto à composição corporal (índice de massa corporal e percentual de gordura corporal).....	p.72
<b>4.2 Apresentação dos dados referentes à associação entre os indicadores da densidade mineral óssea (nível maturacional, hábitos alimentares, indicadores antropométricos, composição corporal) e treinamento físico (gasto energético)</b> .....	p.75
<b>4.3 Comparação da densidade mineral óssea em adolescentes praticantes, iniciantes e não-praticantes de treinamento físico</b> .....	p.77
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES</b> .....	p.82
<b>5.1 Conclusões</b> .....	p.82
<b>5.2 Sugestões para trabalhos futuros</b> .....	p.84
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	p.85
<b>ANEXOS</b> .....	p.92
<b>A – QUESTIONÁRIO INICIAL</b> .....	p.93

<b>B – REGISTRO DA ATIVIDADE FÍSICA.....</b>	<b>p.94</b>
<b>C – REGISTRO ALIMENTAR .....</b>	<b>p.97</b>
<b>D – DESENVOLVIMENTO PUBERAFEMININO.....</b>	<b>p.99</b>
<b>E – EXAME DE DESINTOMETRIA ÓSSEA.....</b>	<b>p.100</b>
<b>F – OFÍCIO À INSTITUIÇÃO DE ENSINO E AO CENTRO DE TREINAMENTO .....</b>	<b>p.102</b>
<b>G – CARTA AOS RESPONSÁVEIS PELOS SUJEITOS.....</b>	<b>p.103</b>

## Lista de figuras

- Figura 1: Gráfico de comparação do gasto energético de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.63
- Figura 2: Gráfico de Lu et al. (1996) sobre a densidade mineral óssea na coluna lombar (L2-L4), no qual o resultado obtido é comparado em indivíduos da mesma idade (faixa azul) ..... p.78
- Figura 3: Gráfico sobre a densidade mineral óssea na coluna lombar (L2-L4) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.79

## **Lista de quadros**

Quadro 1: Percentis de IMC para meninas na faixa etária de 12-14 anos..... p.72

Quadro 2: Valor médio normal de gordura para crianças ..... p.74

## Lista de tabelas

- Tabela 1: Valores médios, desvios-padrão, mínimo, máximo e comparação das médias do gasto energético (kcal) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.62
- Tabela 2: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo de calorias ingeridas (kcal) por adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade, física ..... p.65
- Tabela 3: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo de ingestão de cálcio (mg/d) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.66
- Tabela 4: Indicador da estatura (cm) de adolescentes pré-púberes atletas, iniciantes e não-praticantes de treinamento físico ..... p.68
- Tabela 5: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo da massa corporal (kg) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.69
- Tabela 6: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo da prega cutânea tricipital (mm) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.70
- Tabela 7: Valores médios, desvios-padrão, mínimo, máximo e comparação das médias da prega cutânea subescapular (mm) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.71
- Tabela 8: Comparação das médias e desvios-padrão dos indicadores antropométricos das atletas adolescentes do presente trabalho com adolescentes na faixa etária dos 13 anos citados por autores como Guedes e Guedes (1997) e Ribeiro e Soares (2002) ..... p.71
- Tabela 9: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo do IMC (kg/cm<sup>2</sup>) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.73
- Tabela 10: Classificação do percentual de gordura corporal (%) entre adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.74

Tabela 11: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo de densidade mineral óssea ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física..... p.78

Tabela 12: Comparação das médias e desvios-padrão da prática da atividade física (Kcal) com a densidade mineral óssea ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física ..... p.79

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Formulação do problema e sua importância

Apesar de alterações na densidade mineral óssea ser considerada um problema de adultos em fase de envelhecimento, há um reconhecimento recente da importância da aquisição adequada de massa óssea durante a infância e adolescência para prevenir doenças crônicas como a osteoporose. Estudos estão sendo realizados em diversas partes do mundo visando esclarecer a influência da atividade física sobre a densidade mineral óssea. Com o auxílio da técnica denominada “padrão ouro”, a densitometria óssea duplo energética (DEXA), é possível compreender que vários fatores governam a aquisição da massa óssea durante o crescimento e desenvolvimento. A disponibilidade da mensuração segura e acurada da densidade mineral óssea levou a estudos (genéticos, comportamentais e nutricionais) de determinantes da aquisição de massa óssea em crianças normais, porém, com hábitos de vida diferentes (THORNGREN, 1994).

A importância da prática regular do exercício físico para manter a saúde têm sido reconhecida desde os tempos antigos; porém, é só a partir dos últimos trinta anos, com a chegada da tecnologia, que trabalhos científicos vêm sendo desenvolvidos para apoiar essa hipótese (ROWLAND, 1998).

Entre os muitos profissionais que tratam a saúde da população já é comum escutar que pessoas fisicamente ativas são mais saudáveis e que apresentam menos problemas nos sistemas cardiovascular, respiratório e esquelético, além de melhoras no aspecto psicológico, quando comparadas a pessoas fisicamente inativas. Por exemplo, para Pinho e Petroski (1999), a pouca realização da atividade física favorece o desenvolvimento da obesidade, fator por fim, intimamente associado com o desenvolvimento de inúmeras doenças. O próprio músculo cardíaco se torna mais condicionado com a prática da atividade física, além do ganho da flexibilidade muscular geral, diminuindo assim, a incidência de doenças em idade avançada (POLLOCK, 1998). Já para Bankoff, Zylberberg e Schiavon (1998), a pouca realização da atividade física na adolescência está relacionada com o desenvolvimento da osteoporose na velhice.

Se o sedentarismo é um fator de risco que pode levar a inúmeros distúrbios e/ou doenças, dentre elas a osteoporose, pequenas mudanças nos hábitos de vida, com destaque nas atividades físicas, podem ser um fator primordial à saúde (KOHRT, EHSANI e BIRGE, 1997).

De acordo com a Bianculli et al. (1999), a realização da atividade física é eficaz na prevenção primária da osteoporose e ela deve ser realizada principalmente na formação da estrutura óssea, fator que se dá durante todo o processo de crescimento do organismo, especialmente na fase de adolescência.

É nessa época da vida que o organismo acumula a maior quantidade de massa óssea, o que lhe garantirá na fase da velhice uma constituição mais resistente ou mais frágil. Uma vez, que é considerado normal uma parcela de perda óssea durante o envelhecimento, o chamado processo de desgaste contínuo, quanto mais massa óssea o organismo acumular, mais chances ele terá de vencer sem problemas essa perda natural (BRANDÃO e VIEIRA, 1998).

É fato, que o papel da atividade física na manutenção da saúde e da mineralização óssea tornou-se tema de importantes pesquisas (OURIQUES e FERNANDES, 1997; BIANCULLI et al., 1999). Isso porque a atividade física está associada com o fortalecimento da estrutura corporal auxiliando sua integridade, pois o desenvolvimento dos ossos é regulado parcialmente pela pressão exercida sobre eles – quanto mais apropriada for a pressão tanto maior será a deposição dos seus nutrientes. Os ossos sem uso tendem a atrofiar-se, enquanto a estimulação contínua e adequada proporciona ossos mais espessos e mais fortes (OURIQUES, 2000).

Até mesmo porque, dados sobre a osteoporose são aterrorizantes. Segundo a Organização Mundial de Saúde, 1/3 das mulheres brancas acima de 65 anos são portadoras da doença (MORAIS e CARVALHO, 2001). As mulheres são mais afetadas que os homens, principalmente após os 35 anos. Neste período ocorre uma perda de 10% da massa óssea por década (cerca de 1% ao ano), devido à diminuição dos níveis de estrogênio, deficiência de cálcio e inatividade (BARBANTI, 1990).

Para usufruir os benefícios da atividade física para a saúde, é importante que se adote um estilo de vida mais ativo, como participar de programas específicos que atendam aos componentes necessários para o desenvolvimento orgânico e funcional do corpo (PINHO e PETROSKI, 1999).



Apesar do tema atividade física e saúde óssea ser extremamente atrativo, torna-se implacável não ressaltar que a densidade mineral óssea também está estreitamente relacionada com os componentes genéticos, étnicos, maturacionais, hormonais, nutricionais, antropométricos, entre outros (FERNANDES et al., 2000).

De acordo com Marchand (2001), a carga mecânica exercida sobre os ossos beneficia o aumento de massa óssea, porém, somente a atividade física não consegue manter em bom estado a densidade mineral óssea. Os efeitos benéficos do exercício podem ser comprometidos por um mal estado nutricional e hormonal.

Brandão e Vieira (1998), também acrescentam, que a enorme variabilidade na densidade mineral óssea além de estar relacionada a fatores genéticos, está relacionada a parâmetros antropométricos, a hábitos dietéticos, a influências hormonais diversas, ao uso de medicamentos e a doenças intercorrentes.

Portanto, o presente trabalho visa elucidar uma problemática bastante comum, qual seja, pesquisar se a atividade física realizada precocemente é capaz de promover alterações positivas na densidade mineral óssea.

Porém, ficam dúvidas a esclarecer: quando iniciar a atividade física, qual modalidade é mais benéfica para determinadas áreas, e com qual intensidade e periodicidade ela deve ser praticada. Ainda, será que atletas infantis que possuem como trabalho, mesmo sem saber, o treinamento físico, podem vir apresentar a massa óssea beneficiada.

A Ergonomia sendo definida por diversos autores, como a aplicação das ciências biológicas, em conjunto com as ciências da engenharia para lograr o ótimo ajustamento do ser humano ao seu trabalho, e assegurar, simultaneamente eficiência e bem estar (LAVILLE, 1977; IIDA, 1992; WISNER, 1987), está relacionada ao treinamento físico, pelo fato de que algumas pessoas utilizam desse meio como trabalho, profissão, fazendo do corpo humano sua própria ferramenta, objetivando maior produção, e propiciando ao organismo condições favoráveis a um bom desenvolvimento, evitando assim, lesivas perdas na saúde que por ventura tendem a aparecer com o avançar da idade.

Desta maneira, o trabalho abre um espaço para a pesquisa, demonstrando preocupação em compreender e verificar os efeitos da atividade física sobre a densidade mineral óssea de adolescentes atletas, buscando a prevenção ou minimização de doenças que acercam o cotidiano humano.

## **1.2 Objetivos**

A partir das informações descritas anteriormente, os objetivos deste trabalho são:

### **1.2.1 Objetivos gerais**

Analisar os efeitos da prática da GRD sobre a densidade mineral óssea de adolescentes pré-púberes.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar as atletas de GRD, em fase pré-púbere, quanto ao nível da prática da atividade física (gasto energético).
- Caracterizar o componente hereditário relacionado à alterações ósseas e o nível maturacional (pilosidade pubiana, desenvolvimento mamário e menarca) de atletas de GRD em fase pré-púbere.
- Caracterizar os hábitos alimentares, os indicadores antropométricos (estatura, massa corporal, e dobras cutâneas tricipital e subescapular) e a composição corporal (índice de massa corporal e percentual de gordura corporal) em adolescentes em fase pré-púbere com diferentes níveis de atividade física.
- Associar os indicadores de densidade mineral óssea (nível maturacional, hábitos alimentares, indicadores antropométricos, composição corporal) com o treinamento físico (gasto energético) e verificar os efeitos do treinamento de GRD sobre a densidade mineral óssea em atletas da modalidade.

## **1.3 Delimitação do estudo**

Essa pesquisa limitou-se a estudar atletas de elite de GRD, em fase pré-púbere, residentes na cidade de Toledo-PR.

## 1.4 Justificativa

Haapasalo et al. (1998), realizaram um estudo longitudinal sobre a densidade mineral óssea em jogadores juniores de tênis do sexo feminino, e comprovaram que as atletas apresentavam maior massa óssea unilateral no braço que sofria maior stress com a prática deste tipo de esporte. Assim, inferiram que a atividade física exerce influência na densidade mineral óssea tornando-se um importante fator de prevenção da osteoporose. Entretanto, os autores alertam que o efeito do exercício sobre o osso em fase de crescimento é um assunto pouco conhecido, que necessita de maiores investigações.

A osteoporose é o reflexo do acúmulo inadequado de massa óssea durante o crescimento, perda excessiva ou ambos. Como não há nenhuma medida efetiva para se reconstituir a densidade mineral óssea a prevenção se constitui na estratégia primordial (MORAIS e CARVALHO, 2001).

Segundo Thorngren (1994), medidas preventivas consistem primariamente em se opor a um estilo de vida sedentário, pois pesquisas realizadas demonstraram que a prevenção da osteoporose deve começar cedo, incorporando hábitos saudáveis e mantendo-os por toda a vida. O autor ainda ressalta que durante a adolescência deve-se encorajar a prática da atividade física, a adequada ingestão de cálcio, evitar o uso de cafeína, álcool e fumo. Melhor, Morais e Carvalho (2001) enfatizam que em qualquer idade deve-se evitar o fumo; álcool e café devem ser consumidos com moderação; a atividade física e a ingestão adequada de cálcio são fundamentais.

A pesquisa elaborada por Marchand (2001), verificou a relação entre a prática da atividade física e a mineralização óssea em adultos. Aqueles que praticavam atividade física desde cedo apresentaram menor risco no desenvolvimento da osteoporose. Outros fatores que observou é que: a) praticantes de exercícios físicos tendem a demonstrar menor perda mineral óssea com o passar da idade quando comparados a não-praticantes; b) a atividade física por si só não protege contra a osteoporose; c) a prevenção deve começar desde a infância estabelecendo bons hábitos de vida; d) dentre as atividades físicas benéficas são destacadas aquelas que o indivíduo suporte o peso corporal tais como: correr e caminhar, associadas a programas de treinamento com cargas.

A influência da atividade física na dinâmica do esqueleto e na prevenção da osteoporose tem provocado cada vez mais interesses. Os mecanismos pelos quais o esqueleto responde à atividade física ainda não estão totalmente esclarecidos. Existem, no entanto, evidências que demonstram o aumento da resistência óssea em resposta à aplicação de cargas mecânicas e, em contrapartida, a diminuição da densidade mineral óssea, quando de sua ausência (PLAPER e MEIRELLES, 1999).

Sendo o município de Toledo localizado no oeste paranaense, o qual faz parte de uma área geopolítica estratégica, por fazer fronteira com o Paraguai e a Argentina, compondo uma região ainda pouco desenvolvida, faz-se necessárias e importantes contribuições científicas através da realização de pesquisas como esta apresentada pelo presente trabalho.

De acordo com dados coletados na prefeitura municipal, a contagem populacional realizada pelo IBGE no ano de 2000, apresenta uma população atual de aproximadamente 100 mil habitantes em uma área de 1205,501 Km<sup>2</sup>.

Seu clima é classificado como subtropical úmido mesotérmico e sua altitude é de 547 metros acima do nível do mar, com temperaturas médias anuais de 20,89° C.

A atividade econômica baseia-se na agropecuária. Contudo, devido à modernização e especialização deste setor, a urbanização populacional foi fortemente marcada nas décadas de 70 e 80. A expansão industrial também contribuiu para que esse processo ocorresse. É uma cidade de 51 anos, que está começando, atualmente, seu pico de desenvolvimento com a instalação de quatro universidades.

Há 11 anos, por iniciativa de Anita Klemann, natural de Toledo, e com o apoio da prefeitura local, nasceu a primeira escola de GRD (Ginástica Rítmica Desportiva) da região, manifestando grande incentivo nas áreas da educação e do esporte.

Recentemente, no ano 2001, Anita Klemann, foi indicada para ser técnica paranaense de GRD, e a prefeitura no mesmo ano para benfeitorias nesta modalidade, importou auxílio de uma técnica russa, Svetlana Maleeva, visto que é o país onde existem as melhores atletas nesta modalidade esportiva, e em conjunto, as duas com muita dedicação, transformaram algumas de suas atletas locais, em campeãs brasileiras. Com a partida da treinadora russa, um dos patrocinadores da equipe trouxe Iliana Milanova, ex-atleta de GRD da Bulgária onde faz parte da equipe de treinamento do país.

Atualmente, Anita Klemann e algumas de suas atletas estão de viagem marcada para representar o Brasil nas Olimpíadas que ocorre na República Dominicana.

Devido a esse êxito, o município está trabalhando para cada vez mais incentivar tal esporte.

Hoje, cerca de 500 meninas de Toledo e região estão aprendendo a modalidade. A prefeitura cedeu uma instalação no centro da cidade e aparelhou-a conforme as verbas regionais permitiram, transformando esta, no Centro de Treinamento de GRD da cidade de Toledo – PR.

Portanto, a escolha do esporte se deve ao êxito que a modalidade atingiu para a região, além de ser um esporte novo e pouco conhecido no Brasil, porém, muito difundido em países da Europa e Ásia, devido ao fato de ser o esporte mais semelhante à arte da dança, extremamente valorizada nestes países.

O esporte exige de suas praticantes muita graça, leveza, plasticidade, harmonia entre música e movimento e, sem dúvida, muita técnica. Tais atributos levam ao público que assiste uma sensação de encantamento por sua beleza e técnica. Estas técnicas envolvem a perfeição dos passos do balé com giros, equilíbrios, flexibilidade, saltos e também a técnica específica dos aparelhos da Ginástica Rítmica: corda, bola, arco, fita e maças. Por estes motivos a GRD, como é comumente chamada, é uma atividade que desenvolve muito a capacidade motora da criança, isto é, beneficia a postura, a coordenação fina, o ritmo, o equilíbrio, entre outros. A prática desta modalidade tem como objetivo básico o desenvolvimento psicomotor da criança, englobando, assim, estruturas psicomotoras como a lateralidade, a força, o equilíbrio, o ritmo, a organização e estruturação espaço-temporal e de seu esquema corporal, a coordenação dinâmica geral e óculo-manual (LAFFRANCHI, 2001).

Contudo, ainda é uma modalidade infantil que levanta muitos questionamentos aos pais das praticantes, e também a toda população, que acompanha as horas exaustivas de treinamento e as manobras um tanto quanto exigentes e deficitárias para as estruturas ósteo-musculares de várias articulações do corpo.

No Brasil, sua valorização vem crescendo devido ao grande destaque dado pela mídia aos bons resultados obtidos pela equipe brasileira nos Jogos Panamericanos de Winnipeg e sua bela participação nos Jogos Olímpicos de Sydney.

## 1.5 Definição dos termos

Adolescência: caracterizada como um período intermediário entre a infância e a idade adulta (SALLIS, PATRICK e LONG, 1994).

Atividade Física: qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética, portanto voluntário, que resulta em um gasto energético acima dos níveis de repouso (BOUCHARD e SHEPHARD, 1990).

Composição Corporal: problema fundamental da anatomia quantitativa, o qual pode ser analisado em vários níveis organizacionais como a soma de componentes apropriados. A composição corporal visa por meio de diversas técnicas que variam em complexidade, fracionar e quantificar os principais tecidos que compõem a massa ou peso corporal (MALINA e BOUCHARD, 1991).

Osso normal: é um osso com valor de densidade mineral óssea inferior a 1,0 desvio-padrão (KANIS et al., 1994).

Osteopenia: perda de massa óssea caracterizando um osso enfraquecido, porém, ainda não classificada como doença (KANIS et al., 1994).

Osteoporose: doença do sistema esquelético caracterizada por uma reduzida massa óssea e deterioração na microestrutura, com o conseqüente aumento na fragilidade e suscetibilidade para fraturas (EASTELL, 1998).

Pico de massa óssea: maior valor de massa óssea que um indivíduo alcança quando o esqueleto está totalmente mineralizado ou consolidado. Isto ocorre por volta dos 25 anos de idade, diferindo um pouco entre homens e mulheres (DALSKY, 1989).

Densitometria óssea de dupla emissão com fontes de raios-X (DEXA): método que utiliza como fonte de energia os raios-X, atravessando a área do corpo a ser analisada e fornecendo a medida de massa óssea em g/cm<sup>2</sup>. A interpretação é baseada na comparação do resultado do indivíduo com um grupo padrão de adultos jovens normais (20-40 anos) do mesmo sexo, etnia e idade do paciente (GREGÓRIO, 1996).

Maturação sexual: idade de aparecimento das características sexuais secundárias, como o desenvolvimento da genitália, aparecimento da pilosidade pubiana, desenvolvimento mamário e a menarca (TANNER, 1962).

Menarca: é a ocorrência do primeiro fluxo menstrual, caracterizado pelo sangramento da camada mais interna do útero, o endométrio (TANNER, 1962).

## **1.6 Organização do trabalho**

O trabalho está estruturado em cinco capítulos.

Com o objetivo de contextualizar o leitor em relação à pesquisa, optou-se por apresentar inicialmente, a introdução, referenciando a formulação do problema e sua importância, os objetivos, a delimitação, a justificativa, o resultado esperado e a definição dos termos do estudo. No capítulo 2, buscou-se especificamente uma descrição de como o treinamento físico influencia na densidade mineral óssea. No capítulo 3, estão descritas as bases metodológicas da pesquisa, tais como: as técnicas utilizadas, os cuidados na utilização, aplicação dos métodos antropométricos para verificação da composição corporal, a avaliação do estado nutricional, da atividade física, da maturação sexual e também, a densitometria óssea, que é atualmente o exame mais moderno e completo para quantificar o depósito de cálcio nos ossos. O capítulo 4 apresenta e discute os resultados encontrados ao passo que o capítulo 5 apresenta as inferências mais importantes, a verificação do alcance dos objetivos, os pontos fracos e fortes do modelo, e as experiências adquiridas com o trabalho além de sugestões para trabalhos futuros. E, finalmente, no término do estudo, são apresentadas as referências bibliográficas seguidas dos anexos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo abrange uma fundamentação teórica de como a atividade física pode promover alterações na densidade mineral óssea humana, realizada através de uma revisão da literatura.

### 2.1 Ergonomia

A atividade humana pode ser dividida, segundo Rapin (2000), em: atividades produtoras, que é na verdade o trabalho; atividades políticas, as quais permitem as pessoas participarem da determinação das condições de vida em comum; atividades familiares; atividades culturais e de lazer.

Montmollin (1990), define condições de trabalho como tudo o que caracteriza uma situação de trabalho e permite ou impede a atividade dos trabalhadores. Deste modo, distinguem-se as condições:

- Físicas: características dos instrumentos, máquinas, ambiente do posto de trabalho (ruído, calor, frio, pouca iluminação, enfim, perigos diversos);
- Organizacionais: procedimentos prescritos, ritmos impostos, de um modo geral, todo o conteúdo do trabalho;
- Subjetivas: características do trabalhador, como, saúde, sexo, idade, raça, formação profissional;
- Sociais: remuneração, qualificação, vantagens sociais, segurança de emprego, condições de transporte e moradia, hierarquia.

Ao analisar o prisma de que o homem através de sua evolução sempre se preocupou em adaptar suas armas para a caça e suas ferramentas de trabalho de acordo com suas necessidades, e se levar em conta de que a ergonomia é a adaptação do trabalho ao homem (IIDA, 1992; WISNER, 1987; LAVILLE, 1977), verifica-se que os preceitos ergonômicos são praticados desde o surgimento da humanidade.

Para Montmollin (1990), a ergonomia contemporânea, necessita, além do que já é preconizado pela ergonomia, também conceber instrumentos que permitam analisar as técnicas de interação entre os trabalhadores e as máquinas, a fim de modificar os próprios processos, atuando de forma igual sobre as competências dos



trabalhadores sobre a organização ou sobre as características das máquinas. A ergonomia vem lutando por um espaço na concepção das máquinas para que as mesmas se tornem mais confortáveis, eficazes e principalmente que propiciem ao homem um maior bem estar físico, minimizando assim, rotineiros problemas na saúde dos trabalhadores.

Só por volta de 1950, que foi proposto o neologismo ERGONOMIA, formado por dois termos gregos: “ergos”, que significa trabalho e “nomos”, que significa regras, leis naturais (IIDA, 1992).

Iida (1992), define a ergonomia como sendo o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano, alertando a importância de se considerar além das máquinas e equipamentos utilizados para transformar os materiais, toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o ser humano e o seu trabalho.

Para Laville (1977), a ergonomia trata-se do conjunto de conhecimentos a respeito do desempenho do homem em atividade, afim de aplicá-los à concepção de tarefas, dos instrumentos, das máquinas e dos sistemas de produção. Distingue-se, habitualmente, segundo este autor, dois tipos de ergonomia: a de correção e a de concepção. A primeira visa melhorar as condições de trabalho existentes, porém, é parcial e de eficácia limitada. Já a segunda, visa introduzir os conhecimentos sobre o ser humano desde o projeto do posto, do instrumento, da máquina aos sistemas de produção.

Wisner (1987), é autor do conceito mais versado, de que a ergonomia compõe o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia. Baseia-se, essencialmente, em conhecimentos no campo da ciência do ser humano (antropometria, fisiologia, psicologia, sociologia), mas constitui também uma parte da engenharia. O mesmo autor, conclui que, embora os contornos da prática ergonômica variem entre países e até entre grupos de pesquisa, quatro aspectos são constantes: a utilização de dados científicos sobre o ser humano; a origem multidisciplinar desses dados; a aplicação sobre o dispositivo técnico e a perspectiva do uso destes dispositivos técnicos pela população normal dos trabalhadores disponíveis, por suas capacidade e limites, sem implicar a ênfase numa rigorosa seleção.

Dentro da multidisciplinaridade da ergonomia, várias disciplinas têm encontrado um novo caminho de pesquisa e aplicação de seus conhecimentos e dados. Quando

um profissional de qualquer área estuda a ergonomia, ele pode comprovar que se trata de uma ciência múltipla, que inclusive se encaixa na sua profissão. Por exemplo, a Educação Física e a Fisioterapia (áreas não industriais), trabalham com o ser humano de forma holística buscando sempre uma melhora do seu bem estar físico e mental. Seja através de uma avaliação física ou funcional, ambos os profissionais buscam melhor enquadrar o meio físico ao ser humano.

Com a preocupação de melhorar os postos de trabalho, a cineantropometria, como uma área científica que estuda a forma, a dimensão, a proporção, a composição, a maturação e o desenvolvimento do corpo em relação ao crescimento, ao desporto, à atividade física e à nutrição (PETROSKI, 1995), têm sua contribuição importante, pois é através dela que podemos analisar e verificar como o homem se comporta frente às condições de trabalho. É a cineantropometria que nos mostra, através das dimensões humanas, se o homem está em harmonia com seu ambiente ou se o ambiente de trabalho comporta esse homem trabalhando, procurando sempre proporcionar o perfeito bem estar físico e mental.

## **2.2 Tecido ósseo**

O tecido ósseo representa uma estrutura em atividade constante, em outras palavras, um processo contínuo de remodelação. Este processo, por sua vez, é composto por etapas sucessivas de repouso, ativação, reabsorção, fase reversa, formação (síntese da matriz e sua mineralização), com retorno à fase de repouso para iniciar um novo ciclo depois de determinado estímulo. Atuando nessas etapas, estão as células responsáveis pela formação e reabsorção óssea. Os osteoblastos – sistema de células fixas – derivam da linhagem das células de revestimento (células da matriz mesenquimal), enquanto os osteoclastos – sistema de células móveis – provêm de unidades formadoras comuns de granulócitos e macrófagos da medula óssea denominados de UFC-GM (linhagem linfócito-monócito-macrófago-osteoclasto). A reabsorção óssea é formada por células que não são próprias do tecido ósseo. São células da linhagem sanguínea que são atraídas à superfície óssea para dar início ao processo reabsortivo. A formação óssea é realizada por células próprias do tecido ósseo, que preenchem as lacunas de reabsorção com a síntese da matriz colagenótica (OLIVEIRA, 2000).

O esqueleto acumula massa óssea até cerca dos trinta anos, sendo essa maior no homem do que na mulher. A partir daí perde 0,3% por ano. A mulher tem perda maior nos dez primeiros anos pós-menopausa podendo chegar a 3% ao ano, e é maior na mulher sedentária (LANE, 1998). Entretanto, para Gunnes e Lehmann (1996), a massa óssea se completa no final da puberdade, portanto, a atividade física e a ingestão de cálcio, devem ser encorajadas em idade pré-púbere, com a finalidade de incrementar a densidade mineral óssea.

A perda óssea é uma conseqüência inevitável do envelhecimento, sendo responsável por uma alta taxa de morbidade (PLAPER e MEIRELLES, 1999).

O efeito benéfico do exercício sobre a densidade mineral óssea pode ser explicado através do efeito piezoelétrico, ou seja, no momento da compressão do osso há o surgimento de cargas negativas no local comprimido e cargas positivas em outras áreas. Quantidades mínimas de correntes elétricas estimulam os osteoblastos (células formadoras de tecido ósseo) na extremidade negativa que está sendo comprimida, aumentando a formação nesta região (BANKOFF, ZYLBERBERG e SCHIAVON, 1998).

Outra explicação para o aprimoramento da massa óssea em situações de exercício é que, quando uma força ou pressão é aplicada ao osso, ele se curva, desencadeando efeitos que estimulam os osteoblastos. Para ocorrer adaptação e o osso tornar-se mais forte, a pressão deve ser além dos níveis normais (NIEMAN, 1999).

Assim, a anatomia do osso vivo não é uma condição estática e resolvida, mas modificada por toda a vida do indivíduo. Neste processo de remodelação, existe a intervenção de diversos fatores, mas, sem dúvida, o efeito piezoelétrico produzido, pela ação das forças, na matriz mineralizada, é essencial para promover as modificações necessárias ao bom desempenho do esqueleto (SALLES e BRAZ, 2001).

De acordo com Faulkner et al. (1993), em 1892, um estudioso chamado Wolff, sugeriu que o stress mecânico aplicado aos ossos causaria uma mudança estrutural, a atualmente chamada remodelação óssea, também conhecida por Lei de Wolff.

Portanto, torna-se importante mencionar esta Lei, onde toda mudança na função de um osso é seguida por certas mudanças na arquitetura interna e na conformação externa. Sugere-se que os ossos se fortalecem de acordo com a maneira e a região estimulada (COOPER, 1991).

Desde o reconhecimento do efeito piezoelétrico sobre o sistema ósseo atuando como ativador da osteogênese e promovendo o remodelamento trabecular, segundo as linhas de força e o estresse aplicado sobre a massa óssea; bem como a demonstração da influência do campo gravitacional observada nos astronautas dos projetos Gemini e Apolo tem-se incentivado cada vez mais o aumento da atividade física (SÂMARA, 1985).

A resistência óssea às forças mecânicas depende, não somente da densidade do esqueleto, mas também de sua arquitetura. Assim um estudo da morfologia do osso cortical e do osso esponjoso é de extrema importância na caracterização das perdas de massa óssea e dos mecanismos que o osso vivo utiliza para manter as suas propriedades físicas (SALLES e BRAZ, 2001).

Embora tenham a mesma composição química, o osso cortical e o osso esponjoso apresentam diferentes propriedades físicas, devido às diferenças na arquitetura e na densidade. O osso cortical é mais denso (porosidade = 10%) do que o osso esponjoso (porosidade = 50 a 90%), tendo, portanto, maior elasticidade e limiar de fratura mais baixo. O osso cortical representa cerca de 80% do esqueleto, sendo desenvolvido nas diáfises dos ossos longos. É particularmente importante na resistência mecânica às forças de inclinação e torção aplicadas. Estudos têm revelado que um osso oco, com paredes espessas, como nas diáfises, resiste melhor à atuação de forças de inclinação e torção pelo fato de que as grandes deformações mecânicas estão restritas à periferia do osso, enquanto que no centro da estrutura, a intensidade dessas forças é zero. Assim, a diáfise é o modelo arquitetônico mais adequado neste tipo de resistência mecânica. O osso esponjoso representa 20% do esqueleto e está mais desenvolvido nas epífises dos ossos longos e no interior dos demais tipos de ossos (NIEMAN, 1999).

Embora os dois tipos de ossos sofram efeitos da osteoporose, a perda no osso esponjoso é mais precoce e intensa, pela alta taxa de remodelação (SALLES e BRAZ, 2001).

O osso tem seu genótipo que determina sua estrutura geral. O efeito do estresse mecânico sobre o osso (como seria o caso do exercício) é localizado. Cada osso possui seu limiar específico para a quantidade de estresse necessária para produzir hipertrofia. Cada osso responde localmente ao stress mecânico, enquanto o sistema esquelético como um todo responde aos níveis de cálcio. Se ossos específicos são estressados e a dieta de cálcio é inadequada, o cálcio pode ser mobilizado de ossos

com menos estresse. Quando o osso é tensionado, cargas negativas formam-se no segmento comprimido, estimulando a formação óssea. Também podem ocorrer micro-fraturas que estimulariam as atividades osteoclástica e osteoblástica. A atividade osteoclástica libera o fator de crescimento ósseo, que estimula a atividade osteoblástica e, portanto, a formação óssea. Porém, altos níveis de atividade física, além de provocarem incremento na massa óssea, podem causar sérias fraturas, por estresse, indicando que um excesso de atividade, em vez de benéfico, torna-se prejudicial (MATSUDO e MATSUDO, 1992). Essas afirmações demonstram a importância de um treinamento bem elaborado e deste ser realizado por profissionais devidamente competentes na área.

Segundo Driusso et al. (2000), a compressão do osso causa um potencial negativo no lado da compressão e a tração causa um potencial positivo. Os osteoblastos são estimulados pelo potencial negativo migrando para essas áreas depositando aí maior quantidade de massa óssea, aumentando assim a espessura e a resistência. Já os osteoclastos migrarão para as regiões com potencial positivo atuando na reabsorção óssea local.

Plaper e Meirelles (1999), após inúmeras pesquisas também chegaram à conclusão de que a influência da atividade física na dinâmica do esqueleto e na prevenção da osteoporose tem provocado cada vez mais interesses. Pois, os mecanismos pelos quais o esqueleto responde à atividade física ainda não estão totalmente esclarecidos, existem, no entanto, evidências que demonstram o aumento da resistência óssea em resposta à aplicação de cargas mecânicas e, em contrapartida, a diminuição da densidade mineral óssea, quando de sua ausência.

Portanto, segundo Marchand (2001), o exercício físico exerce estresse mecânico sobre o esqueleto humano, e isto favorece a mudança estrutural local chamada de remodelação óssea. A carga mecânica exercida sobre os ossos, seja de exercício físico ou simplesmente, atividade da vida diária, beneficia o aumento da massa óssea e ela mantém-se em um bom nível, proporcionando à estrutura, suportes para determinadas cargas funcionais. Contudo, a falta de atividade física exerce uma influência negativa para o esqueleto humano. Porém, somente a atividade física não consegue manter em bom estado a densidade mineral óssea. Os efeitos benéficos do exercício podem ser comprometidos por um mal estado nutricional e hormonal.

## 2.3 Métodos de dosagem da densidade mineral óssea

Não é prática de rotina a medida da massa óssea. É comum, médicos receberem em seus consultórios, pacientes que apenas procuraram ajuda quando já tiveram alguma fratura ou quando já apresentavam algum tipo de incapacidade funcional. Essas fraturas poderiam ser prevenidas se os pacientes soubessem sobre a fragilidade de seus ossos, sendo submetidos a exames simples e não invasivos, tais como a densidade mineral óssea (PLAPER e MEIRELLES, 1999). Porém, com um único inconveniente, o custo, que ainda é um pouco elevado.

A medida da densidade mineral óssea é a avaliação mais indicada, tanto para o diagnóstico de doenças quanto para quantificação da massa óssea atual para acompanhamento profilático em indivíduos assintomáticos (FERNANDES et al., 2000).

Dessa forma, os exames complementares assumem importante papel na prevenção e diagnóstico precoce da perda óssea. São também utilizados para quantificar e monitorizar longitudinalmente a saúde óssea.

De acordo com Plaper e Meirelles (1999), os principais exames complementares utilizados no diagnóstico de perdas ósseas são: técnicas de imagem, marcadores bioquímicos séricos e urinários do metabolismo ósseo e a histomorfometria óssea de fragmento biopsiado da crista do osso ílíaco.

Técnicas que incluem a identificação plasmática ou urinária de proteínas ou fragmentos protéicos, colagenóticos ou não, de forma isolada ou em grupos de substância têm sido utilizadas no intuito de separar indivíduos com perda óssea rápida daqueles que apresentam perda óssea lenta. (FERNANDES et al., 2000).

Utilizando técnicas de imagem, o diagnóstico de perdas ósseas pode ser feito através de dois métodos: o raio-X simples e através de testes específicos que quantificam a massa óssea. Quando a chapa de raio-X mostra perda de massa óssea, já há uma diminuição de 25 a 30% do conteúdo ósseo. No entanto, a radiologia se torna imprescindível para que se faça o diagnóstico diferencial com outras doenças que promoveriam osteoporose secundária (CARNEIRO, 1996). O segundo já possibilita saber qual a densidade mineral óssea que o indivíduo apresenta. Dentre eles estão: a densitometria de única emissão, a densitometria de dupla emissão e a tomografia computadorizada (SZENJNFELD e BARACAT, 1994).

A baixa dose de radiação, a disponibilidade, a capacidade de avaliar múltiplas regiões e a facilidade de uso fazem da densitometria de dupla emissão um método amplamente usado para medir a densidade mineral óssea (MATSUDO e MATSUDO, 1991; ROSSINI, VIAPIANA e ADAMI, 1998).

Nesse sentido, Fernandes et al. (2000), acrescentam que o estudo radiológico convencional é útil para o diagnóstico em pacientes sintomáticos, não se prestando à avaliação de perdas iniciais ou no monitoramento de indivíduos já em tratamento. A densitometria óssea de emissão simples e a ultra-sonografia são utilizadas para avaliação do esqueleto apendicular. A densitometria de emissão simples avalia o osso cortical do antebraço e calcânhar, sendo precisa somente nestes locais. A ultra-sonografia estuda a massa óssea do calcânhar, dedos, tíbia e menisco, apesar de representar um método menos dispendioso, possui a desvantagem de ser menos preciso em relação aos outros métodos. A tomografia computadorizada quantitativa avalia o osso trabecular da coluna e antebraço, é um bom método de diagnóstico, mas não é utilizada rotineiramente devido ao custo extremamente elevado e utilização de doses maiores de radiação. Já a densitometria óssea de emissão dupla é o exame mais preciso na quantificação da massa óssea do osso trabecular do fêmur, coluna lombar ou esqueleto total.

Oliveira (2000), de acordo com outros autores mencionados, ressalta mais vantagens da aplicação da densitometria de dupla emissão, como, por exemplo, boa precisão, baixas doses de radiação, avaliação de sítios responsivos e não-responsivos à terapêutica, embora, o custo seja um pouco elevado para a maior parte da população.

Brandão e Vieira (1998), destacam em seu trabalho as inúmeras utilizações da densitometria de dupla emissão. Segundo os autores, estes exames, realizados por modernas máquinas que empregam feixes de raios de dois comprimentos de ondas diferentes quando executados com os devidos cuidados e em aparelhos bem controlados, são surpreendentemente reproduzíveis, mesmo em longo prazo. Além de medir a densidade mineral óssea de várias partes do corpo, como a coluna lombar e o colo do fêmur, mede também a composição corporal, que sempre foi o sonho dos metabologistas, partindo da premissa que atualmente isto pode ser realizado por um método simples, não invasivo, preciso e reproduzível, e não por complexos estudos de diluição isotópica. O emprego dos aparelhos de densitometria de raios-X de dupla energia na medida da composição corporal foi uma

diversificação lógica, no qual princípios da física são aplicados para a diferenciação entre gordura, massa magra e conteúdo mineral ósseo.

Uma revisão da literatura executada por Meirelles (1999), compara a precisão, a acurácia, a duração, a segurança (dose de radiação), as indicações, a sensibilidade e a especificidade dos diversos métodos de imagens, com destaque para a radiografia simples, a densitometria óssea e a ultra-sonometria óssea. Porém, o autor conclui que a técnica de raios-X de dupla energia (DEXA), continua sendo considerada a técnica padrão-ouro (gold standard) no diagnóstico e seguimento terapêutico de distúrbios ósseos.

Recentemente, Castro et al. (1999), fizeram um estudo correlacionando a ultra-sonometria quantitativa de calcâneo e a densitometria óssea duo-energética de coluna e de fêmur, e encontraram algumas diferenças significativas entre os dois exames. A densitometria óssea com raios-X duo-energético (DEXA) é realmente o método mais utilizado para avaliação óssea, porém, a ultra-sonometria óssea quantitativa (USQ) vem apresentando resultados promissores na predição de fraturas. Mas, foi visando comparar o DEXA com a USQ, que concluíram que a USQ correlaciona-se apenas moderadamente com a densidade mineral óssea e, portanto, sua utilização como um teste de rastreamento inicial da massa óssea é de pouca utilidade. O valor da USQ na avaliação do risco de fratura já está estabelecido, porém, estudos prospectivos são necessários para que se padronize sua utilidade no diagnóstico e acompanhamento das doenças ósseas.

Um outro exame importante é o marcador bioquímico da remodelação, pois este possui a vantagem de mostrar a realidade momentânea da remodelação óssea, que poderia ser apenas expressada retrospectivamente. Além de identificar perdas rápidas de massa óssea, permite predizer o prognóstico dos indivíduos que responderão melhor ao tratamento com as drogas anti-reabsortivas ou estimuladoras da formação óssea. Pode, ainda, atestar a eficácia ou não do fármaco empregado. Dessa maneira, sua utilização serve fundamentalmente na monitorização de indivíduos em tratamento e no prognóstico da perda de massa óssea (FERNANDES et al., 2000).

Neste sentido, Gali (2001), complementa que o diagnóstico e planejamento terapêutico são baseados na densitometria óssea e na dosagem laboratorial dos marcadores de formação e reabsorção óssea, sendo que o primeiro tipo de exame é o mais completo. Além do mais, a densitometria óssea também é o melhor preditor



de fraturas em indivíduos que já apresentam grande carência de cálcio nos ossos, ou seja, já se encontram em sério estágio de osteoporose. Oliveira (2000), ainda afirma que a medida da densitometria do fêmur proximal é mais utilizada para prever fraturas, sendo a medida da densidade da coluna lombar a mais utilizada para monitorização da terapêutica.

Historicamente, segundo Plaper e Meirelles (1999), outras técnicas de imagem para detecção de perdas ósseas, como a radiografia simples (RX), a tomografia computadorizada quantitativa (QCT), a absorciometria de fóton único (SPA), a absorciometria de fóton duplo (DPA) e a ultra-sonometria óssea (USQ) foram implantadas, porém a absorciometria por raios-X de dupla energia (DEXA) é atualmente considerada a melhor técnica para a medida da massa óssea em função da sua precisão, duração e segurança.

Os resultados da densitometria óssea são expressos em  $\text{g/cm}^2$  de densidade mineral óssea ou BMD (bone mineral density). A análise dos resultados referidos em porcentual ou desvio padrão é realizada comparativamente com a curva de distribuição da população normal da mesma idade (pontuação Z) e adultos jovens (pontuação T). Por exemplo, a osteoporose é definida quando há densidade mineral óssea menor que 2,5 desvios padrão, em relação aos adultos jovens (pontuação T); quando a densidade mineral óssea em relação aos adultos jovens (pontuação T) estiver entre  $-1,0$  e  $-2,5$  desvios padrão, diagnostica-se osteopenia (FERNANDES et al., 2000; GREGÓRIO, 1996).

No entanto, a complexa inter-relação dos fatores envolvidos com o pico de massa óssea ainda se mantém pouco estudada, por dificuldades metodológicas e conceituais. Por exemplo, a densitometria por DEXA, que é o método de melhor escolha para o estudo da massa óssea na população pediátrica, apresenta uma deficiência em relação à densidade volumétrica real, pois é calculada considerando-se apenas duas dimensões das vértebras (densidade por área,  $\text{g/cm}^2$ ). A terceira medida, de profundidade das vértebras, pode ser avaliada através do exame lateral, mas não é uma medida acurada como a fornecida pela tomografia computadorizada, pois a vértebra não é um cubo perfeito, apresentando superfícies côncavas de difícil detecção para a densitometria. Numa avaliação longitudinal de crianças, o crescimento das vértebras vai obscurecer o ganho de densidade mineral, ou seja, vértebras maiores resultarão em maiores valores na densitometria óssea (BRANDÃO e VIEIRA, 1998).

## 2.4 Relação entre atividade física e osteoporose

Com o desenvolvimento sócio-econômico-cultural e tecnológico houve um aumento da expectativa de vida da população mundial e, conseqüentemente, um aumento no número de idosos. Como a terceira idade é uma das faixas etárias mais susceptíveis à doenças, pode-se observar, um aumento na incidência de algumas delas, destacando a osteoporose. A osteoporose se tornou um grande problema de Saúde Pública atualmente, por isso, torna-se imprescindível o desenvolvimento de programas de tratamento e principalmente prevenção. Nesse ponto, o papel da atividade física tem provocado cada vez mais interesses como um meio de manutenção e melhoria do bem estar físico e mental do ser humano (RENNÓ, 2001).

A exemplo disto, Oliveira (2000), verificou em seu trabalho que apesar da incidência da osteoporose na população brasileira não ser muito clara, dados do IBGE, em 1994, apresentava uma população de 150 milhões de pessoas com 10 a 12% acima de 60 anos de idade. Com base nesses dados, pressupõe-se uma população osteoporótica de 2,5 milhões de indivíduos, estando as fraturas de quadril na casa dos 105 mil casos anuais. Torna-se, portanto, óbvia a necessidade do amplo conhecimento da patologia.

A repercussão econômica da osteoporose se traduz em custos extremamente elevados, sendo direta ou indiretamente gastos cerca de 14 bilhões de dólares anuais somente nos Estados Unidos, prevendo-se ainda que as despesas possam triplicar-se no ano de 2004 (FERNANDES et al., 2000).

Além disso, a osteoporose não traz apenas conseqüências físicas e funcionais, mas também seqüelas sociais. Os pacientes acabam adotando um estilo de vida sedentário e mais isolado socialmente, não só pela dor, mas pelo medo de fraturas. Esse medo associado à deformidade progressiva, dor, inatividade e alteração do equilíbrio contribui para a instalação de depressão e progressivo declínio da função (DRIUSSO et al., 2000).

A diminuição da densidade mineral óssea (DMO) com a idade é um fenômeno universal, atingindo todas as raças e culturas não patológicas em si, mas que se constitui um substrato para o desenvolvimento da osteoporose (RAMALHO e LAZARETTI, 1999).

Segundo Marchand (2001), fatores ambientais como a inatividade física e a pouca ingestão de cálcio são fatores de risco para deficiências na densidade mineral óssea. Ainda afirma, que a prevenção multifatorial da osteoporose, uma das doenças ósseas mais comuns, começa na infância e prossegue até o resto da vida, isso se o indivíduo mantiver uma ingestão adequada de cálcio, níveis normais de estrogênio e atividade física, sendo esta última o principal fator de prevenção da saúde esquelética.

No Brasil, segundo dados do IBGE, a população propensa à osteoporose aumentou de 7,5 milhões em 1980 para 15 milhões no ano 2000. As taxas de fratura de fêmur proximal são um importante indicador da prevalência da osteoporose. Em um estudo longitudinal realizado nos últimos anos, verificou-se um incremento no número anual de fraturas de fêmur, o qual reforça a urgência de desenvolver estratégias de prevenção (MATSUDO e MATSUDO, 1992).

A osteoporose tem sido referida, como uma “doença silenciosa”, pois as primeiras manifestações clínicas surgem quando já houve perda de 30 a 40% da massa óssea (DANOWSKI, 1996).

Portanto, a atividade física não é somente indicada para pessoas idosas, mas para todo tipo de pessoa, até mesmo, para pessoas portadoras de alguma doença que dificulte a execução da própria deambulação. Carvalho, Carvalho e Cliquet Junior (2001), desenvolveram um trabalho com pessoas em fase de reabilitação de lesão medular, afinal, é muito freqüente encontrar pacientes que sofreram este infortúnio, apresentando osteoporose, doença neste caso, relacionada com o desuso causado pela paralisia, a qual provoca diminuição da tensão mecânica sobre os ossos, e conseqüente, diminuição do estímulo à formação de osso com aumento desproporcional da reabsorção óssea, tornando o osso mais frágil. A realização do trabalho procurou ressaltar a importância do estímulo mecânico sobre os ossos e as conseqüências de sua ausência.

Oliveira (2000), também cita casos de hemiplegia, onde é notória a diferença da densidade mineral óssea nos dois lados do corpo de um mesmo indivíduo. O que comprova a eficácia da atividade física, afinal a genética, a alimentação e os demais fatores são os mesmos para o corpo todo.

O exercício físico precoce retarda no adulto a perda óssea, evitando fraturas e deficiência de cálcio no idoso, inclusive casos de osteoporose (PAIVA, 2001).

Por isso, destaca-se a importância da atividade física na integridade óssea.

Pode-se dizer que uma adequada pressão exercida nessa estrutura resultará em uma maior deposição do mineral cálcio. Os ossos, com pouco uso tendem a atrofiar-se, enquanto a pressão contínua fará com que se tornem mais espessos e mais fortes.

Contudo, um fator bem salientado no trabalho realizado por Salles e Braz (1998), foi de que estudos a respeito da osteoporose têm-se concentrado na determinação da densidade mineral óssea e na sua utilização como indicador do risco de fraturas. No entanto, a qualidade física do osso depende não apenas da sua densidade, mas do arranjo estrutural de seus componentes.

## **2.5 Prática da atividade física na adolescência**

É comum encontrar em revistas de caráter informativo, textos que exploram o assunto da prática da atividade física na adolescência. Nestes textos, o esporte é compreendido como uma atividade recreativa ou competitiva que envolve certa força física e habilidade e que deveria ser introduzido na vida de meninos e meninas o quanto antes.

Contudo, a única prática a ser evitada, nessa faixa etária, é a musculação, pois esforços intensos e os impactos deste esporte são nocivos às epífises ósseas. A compressão exagerada dessas células cartilaginosas pode gerar deformidades e comprometer o processo natural do crescimento. Por isso, os esportes mais recomendáveis à infância são os jogos em equipe, como a queimada, o futebol, o basquete, o vôlei. Eles resultam em excelentes exercícios para a musculatura, coração e pulmões. E oferecem ambientes exemplares para a integração social da criança e o desenvolvimento da sua personalidade (PAIVA, 2001).

Em contrapartida, não é bem isso que se tem observado na atualidade esportiva. Pois, cada vez mais cedo, as crianças estão se envolvendo em atividades altamente competitivas, que exigem muita disciplina, preparo físico e horas de exaustivo treinamento.

Desta forma, mostrando preocupação com a saúde de meninos e meninas, estudiosos estão desenvolvendo pesquisas objetivando justamente a elucidação de mitos, que acompanham há muitos anos, a prática de exercícios nesta idade.

Cada vez mais, tem-se dado grande importância aos bons hábitos da adolescência, encorajando essa nova parcela da população a se preocupar mais com a própria saúde, visto que muitos problemas futuros podem ser eliminados ou reduzidos em idade precoce. De acordo com Bonjur, Theintz e Buchs (1991), o pico de massa óssea se completa no final da adolescência, portanto, cuidados com a manutenção desta estrutura devem começar cedo, incorporando hábitos saudáveis e mantendo-os por toda vida.

A adolescência é uma etapa intermediária entre a infância e a etapa adulta, onde ocorrem modificações fisiológicas substanciais. A massa óssea varia com o passar da vida, porém observa-se um desenvolvimento máximo ao nível dos corpos vertebrais por volta dos vinte anos. O risco de desenvolver osteoporose em vida futura depende da resistência óssea alcançada durante este processo como também da quantidade perdida (BIANCULLI et al., 1999).

Neste sentido, Brandão e Vieira (1998), também enfatizam que a massa óssea de um indivíduo adulto está estreitamente relacionada ao risco de fraturas osteoporóticas, e que esta depende da diferença entre o pico de massa óssea alcançada no final do período de maturação sexual e esquelética, além das perdas ocorridas durante a vida. Ainda citam, que a enorme variabilidade observada no pico de massa óssea da adolescência não está somente relacionada, a fatores genéticos, como também, a parâmetros antropométricos, a hábitos dietéticos, a influências hormonais diversas, a realização da atividade física, ao uso de medicamentos e a doenças intercorrentes. Portanto, a identificação dos fatores envolvidos na aquisição do pico de massa óssea na infância e adolescência e a compreensão deste longo período de maturação esquelética, permitirão a criação de estratégias para prevenção da osteoporose.

Segundo Tanner (1962), é possível diferenciar sujeitos do mesmo sexo e idade cronológica de acordo com o maior ou menor grau de maturação sexual, o que nesse caso, modifica todo o pico de massa óssea. Composto assim, um dado importante de mensuração, porque a densidade mineral óssea é uma variável que se altera com o passar do desenvolvimento da maturação sexual (TAAFFE et al., 1997).

A menarca, chegada do primeiro fluxo menstrual, segundo alguns autores (Bonjur, Theintz e Buchs, 1991; Brandão e Vieira, 1998) corresponde ao pico de desenvolvimento de massa óssea na adolescência.

Uma baixa ingestão de cálcio e inatividade física neste período podem ser uma forte evidência no desgaste progressivo dos ossos. A nuliparidade e a idade de menarca ajudam a contribuir a integridade óssea devidos aos fatores hormonais (OLIVEIRA, 2000). As mulheres que apresentam a menarca mais cedo estão associadas à ação antecipada do estrogênio, o que na adolescência faz com que essas meninas tenham o ganho da densidade mineral óssea de forma mais acelerada (BRANDÃO e VIEIRA, 1998). Entretanto, esse mesmo fator faz com que elas venham a ter o desgaste fisiológico da massa óssea também em idade mais precoce do que meninas que apresentaram a menarca mais tardiamente (OURIQUES, 2000).

Porém, convém lembrar, que o treinamento físico muito intenso pode levar à distúrbios do ciclo menstrual, que causam osteopenia. A amenorréia que ocorre em mulheres atletas, possivelmente vem acompanhada de diminuição na densidade mineral óssea da coluna vertebral (DRINKWATER e CHESNUT, 1992).

Diante dessas informações, Oliveira (2000), reforça a afirmação descrita anteriormente, descrevendo que um dos fatores muito importantes que aceleram a perda óssea entre as mulheres é o hipoestrogenismo, independente da causa, seja ele por menopausa ou por amenorréia em atletas. Não há dúvidas que cerca de 90% da massa óssea está presente até os 18 anos, sendo a origem hormonal uma influência dominante na adolescência. A própria amenorréia em adolescentes, conforme já foi referenciada, independente da causa, resulta em diminuição da massa óssea. Em outras circunstâncias, fatores causadores de amenorréia, como dietas inadequadas também contribuem para essa perda. Portanto, o tratamento das irregularidades menstruais em jovens é de grande importância para permitir a obtenção do seu potencial genético.

Outro dado bastante importante, verificado por Taaffe et al. (1997), foi de que não existe relação entre o uso de anticoncepcionais orais e a densidade mineral óssea em atletas. Fato, verificado por uma pesquisa sobre a densidade mineral óssea em atletas de várias modalidades, a qual demonstrou que o uso do anticoncepcional não repercute em variações entre os grupos, em contrapartida, ginastas da mesma idade, com as mesmas características físicas, porém em modalidades diferentes, iniciaram a sua menstruação em épocas distintas, sendo que as que obtiveram a menarca mais tardiamente treinavam com mais carga e intensidade. Isso enfatiza que o efeito paradoxal da extrema atividade é minimizado ou nulificado pela

alteração menstrual. O estado menstrual, a atividade física e a nutrição são fatores críticos para a massa esquelética, sendo, segundo estes autores, o estado menstrual o que possui maior relevância.

Diante destas informações, pressupõe-se, que existam diferenças plausíveis entre homens e mulheres. Contudo, na fase que antecede a adolescência onde as diferenças relacionadas ao sexo começam a se tornar mais evidentes, não existem diferenças significativas entre a massa óssea de ambos os sexos, seja no esqueleto apendicular quanto no axial. Porém entre os 12 e 15 anos, as meninas tendem a ter valores de densidade mineral óssea ( $\text{g/cm}^2$ ) mais elevados do que os meninos, principalmente na coluna lombar (L2–L4). Este incremento na coluna lombar das meninas ocorre particularmente, num período de três anos, sendo que a maioria dos autores concorda que a menarca e os meses subseqüentes correspondem ao pico de aquisição de massa óssea neste sítio (BRANDÃO e VIEIRA, 1998).

Possivelmente as primeiras suposições sobre o efeito do treinamento físico sobre a estrutura mineral óssea aconteceram envolvendo esportes que trabalham o desenvolvimento de um membro apenas, como é o caso do tênis. Esportes estes, que realizam sobrecarga em apenas um segmento do corpo, demonstram que a hipertrofia que acontece no osso é controlada por estímulos mecânicos locais e não depende exclusivamente dos componentes genético, nutricional e hormonal.

Uma demonstração, prática, desta afirmação é um estudo realizado por Haapasalo et al. (1998) para a comprovação do depósito ósseo localizado em ossos crescentes. Em conjunto, eles estudaram o efeito da atividade unilateral em longo prazo na densidade mineral óssea de jogadores juniores de tênis. E realmente comprovaram uma maior densidade mineral óssea no membro dominante, decorrente do treinamento físico. Porém, elucidam que esta afirmação não fica claramente evidente e que são necessárias mais pesquisas na área.

Estudos transversais e longitudinais corroboram que o exercício físico aumenta o pico ósseo atingido nas primeiras décadas de vida, mantendo a massa óssea e reduzindo a brusca perda que ocorre com o passar da idade. Contudo, o exercício físico, isoladamente não tem capacidade de reverter ou restaurar a massa óssea, nem modificar os efeitos deletéricos das baixas taxas de estrogênio ou baixa ingestão de cálcio (MARCHAND, 2001).

A exemplo de que a prática da atividade física influencia na densidade mineral óssea, foi que Silva et al. (1998) comandou um estudo com 100 graduandos da

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo com média de idade de 20,2 anos. Primariamente, os alunos responderam a um protocolo contendo perguntas sobre atividade física, ingestão de leite e derivados, tabagismo, ingestão de álcool, sexo, história familiar de fraturas, idade da menarca, uso de corticosteróides, anticonvulsivantes, inibidores de apetite e doenças associadas à osteoporose. Dados antropométricos foram coletados e foi medida densidade mineral óssea por densitometria óssea (DEXA). Como resultado encontraram uma relação estatisticamente significativa entre os índices antropométricos e os valores mais altos de densidade mineral óssea. A prática da atividade física também esteve relacionada com os valores mais altos de densidade óssea.

## **2.6 Fatores que influenciam na densidade mineral óssea**

Segundo Fernandes et al. (2000), vários fatores podem acelerar a perda óssea, sendo passíveis de controle, como fatores nutricionais, inatividade física e vícios.

Fall et al. (1998), através de um estudo composto por 37 homens que apresentavam uma disfunção no hormônio de crescimento quando adolescentes, confirmaram que o fator hormonal é de grande importância para a manutenção de uma vida óssea saudável. A influência de um propício fator ambiental (nutrição, atividade física e outros cuidados básicos) interferiu benéficamente sobre a densidade mineral óssea em fase adulta.

Outro estudo, buscando classificar os principais fatores predisponentes da perda óssea, foi realizado por Guerrero et al. (1999), composto somente de população feminina na faixa de 40 a 60 anos de idade. O trabalho contou com 222 mulheres, a densidade mineral óssea foi verificada através de estudos radiológicos simples. Os autores do estudo encontraram como fatores predisponentes mais freqüentes de perda óssea a falta de exercício físico, presente em 83,4%, a dieta inadequada, com carência de cálcio nos alimentos, constante em 65,76% e a menopausa como último fator, abrangendo 56,3% da população.



### 2.6.1 Fator genético

Todavia, deve-se ter bem claro que o pico de massa óssea é grandemente influenciado por fatores genéticos, cerca de 75% da densidade mineral óssea é determinada geneticamente (SIMOPOULOS, 1996).

O estudo de Nguyen et al. (1998), destacou que a densidade mineral óssea do corpo todo é influenciada em 79% por fatores hereditários.

Brandão e Vieira (1998), enriquecem o assunto salientando que a determinação da densidade mineral óssea pode ser medida por polimorfismos do DNA de genes relacionados à remodelação e particularmente à formação óssea. Estudos em gêmeos monos e dizigóticos demonstraram claramente que uma grande parte da variação dos marcadores de reabsorção óssea, particularmente osteocalcina, é geneticamente determinada e este fenômeno contribui para a regulação genética da densidade mineral óssea.

De acordo com Brandão e Vieira (1998), a massa corporal, que também possui relação genética, tem sido sempre associada positivamente à massa óssea, sendo um dos mais importantes fatores na predição da densidade e do conteúdo mineral ósseo. Os dois maiores componentes da massa corporal, massa muscular e massa de gordura, estão correlacionados com o ganho de densidade mineral total no esqueleto, embora o músculo tenha o maior valor preditivo. Faulkner et al. (1993), estudando a composição corporal pelo método de densitometria de dupla emissão, em crianças e adolescentes de oito a dezesseis anos, observaram que a massa magra tem o maior valor preditivo para a massa óssea, o que corrobora com a afirmação dos autores citados anteriormente.

Entretanto, foi realizado por Nguyen et al. (1998) um estudo sobre a relação genética e ambiental da estrutura mineral óssea. Este foi composto por 112 pares de gêmeas com idade média de 52,8 anos onde conseguiram verificar que uma maior porcentagem de gordura corporal influencia mais no aumento da densidade mineral óssea (DMO) do que a massa corporal magra (MCM) e 65% dessa massa de gordura foram atribuídas a fatores genéticos. Em relação a DMO, a influência de fatores hereditários foi de 78% na coluna lombar, 76% no colo do fêmur e 79% no corpo todo.

A forma geral do osso é determinada por um efeito combinado da genética e da história de forças mecânicas impostas ao osso, que modificam a massa, o diâmetro, o perímetro cortical e a curvatura do mesmo (MATSUDO e MATSUDO, 1992).

Portanto, se é verdadeiro que a estrutura óssea se relaciona com a hereditariedade, e este é uma variável não controlável, a manutenção de uma vida saudável (aspectos nutricionais e atividade física) principalmente na juventude, deve ser incentivada com objetivo de evitar ou minimizar os problemas que possam aparecer com o aumento da idade.

### 2.6.2 Fator étnico

Está cientificamente claro, que existem diferenças étnicas na geometria e tamanho dos ossos axiais e apendiculares, nas medidas antropométricas, nas variações nutricionais, nos fatores culturais e habituais, e, portanto, na densidade mineral óssea. As crianças negras apresentam maior comprimento dos membros inferiores em relação ao tronco quando comparadas às crianças brancas. A raça negra apresenta áreas de secção dos ossos longos maiores, independente do estado puberal e da altura, conferindo maior estabilidade estrutural. Quanto à coluna lombar, a raça negra apresenta altura dos corpos vertebrais menores que os indivíduos brancos, mas com as mesmas áreas de secção, e a densidade mineral óssea é maior a partir do final da puberdade (GILSANZ VSKAGGS et al., 1998).

De acordo com Meier et al. (1991), este maior acúmulo de massa óssea comprovada nos indivíduos negros, quando comparados a indivíduos brancos, está relacionada a maior reabsorção renal de cálcio e a resistência à ação reabsortiva de hormônios, como por exemplo, o hormônio paratireoideano (PTH) nos ossos.

### 2.6.3 Fator nutricional

Existe uma preocupação em constatar precisamente a ingestão alimentar em adolescentes, pois os hábitos alimentares formados precocemente podem ter um grande impacto no padrão da saúde futura (LIVINGSTONE et al., 1992). Além do mais, como nos adultos, as atletas mirins precisam de uma nutrição adequada para manter a saúde e otimizar o desempenho atlético, e diferentemente dos adultos, a

alimentação dos jovens ainda deve fornecer nutrientes adequados para o crescimento e desenvolvimento, por isso, os requerimentos nutricionais estão aumentados durante períodos de rápido crescimento, e são afetados pelo treinamento intensivo (FOGELHOLM et al., 2000), necessitando a atleta adolescente de uma maior demanda energética.

As recomendações calóricas normais para crianças na faixa etária de 10 a 13 anos, tanto meninas como meninos, que executam uma atividade leve, são em média 2000 calorias. Porém, atletas gastam mais calorias na execução de seus treinamentos. Desse modo, calorias adicionais são necessárias às crianças e adolescentes praticantes de atividade física. Geralmente atletas profissionais em conjunto com seus treinadores, se preocupam em conseguir um melhor desempenho físico durante o treino e acabam se esquecendo de um aspecto fundamental, que é a importância de uma alimentação balanceada (BARNES, 1994).

A maneira mais adequada de se conseguir uma boa nutrição com a finalidade de se obter êxito no desempenho físico é sem dúvidas adequar a dieta às necessidades daquele atleta específica, proporcionando nutrientes suficientes para cobrir as demandas exigidas pelo organismo, sem causar perdas finais como a hipoglicemia e a desidratação. Mas, os atletas adolescentes, com frequência, não ingerem uma alimentação balanceada, nem possuem horários controlados para fazer suas principais refeições, como o café da manhã, o almoço e o jantar. Levam uma vida agitada e desorganizada, se descuidando da dieta. Pouco se sabe sobre as necessidades energéticas de atletas adolescentes, raros são os estudos publicados enfocando o balanço energético (THOMPSON, 1998).

Para análise de uma dieta é necessária a realização de um inquérito alimentar, ou seja, um recordatório, que é o registro de todos os alimentos consumidos pela adolescente, no intervalo de 24 horas durante alguns dias da semana. A partir desse registro, realiza-se o cálculo da ingestão calórica alimentar. Uma evidência prática é que não é possível calcular as necessidades e os gastos energéticos de crianças e adolescentes utilizando-se das mesmas tabelas elaboradas para adultos (BAR-OR, 1993).

Dieta com uma quantidade adequada de cálcio são essenciais, uma prova disso foi um estudo realizado no México, por Blancas e Caldeira (1999), país onde a osteoporose tem um elevado custo sócio-econômico e que os tratamentos atuais só

trazem uma melhora parcial. A dieta mexicana comum é rica em cálcio, porém falta disponibilidade alimentar para todas as classes econômicas e a grande preocupação dos autores é que é mais difícil restituir a massa óssea que prevenir sua perda. Neste sentido, consumir abundantemente cálcio durante toda a vida, sobretudo na infância, é o grande fator para um maior desenvolvimento da massa óssea. Portanto, é necessário que ocorra uma melhora na biodisponibilidade de cálcio, e isso é tecnicamente possível segundo os autores, utilizando alimentos derivados, sob orientação de um profissional da área nutricional.

Sichieri et al. (2000), apresentam sugestões para a definição de guias alimentares. Os principais objetivos dessas recomendações são a manutenção de um peso saudável e a prevenção da obesidade, das doenças cardiovasculares, do Diabetes Mellitus tipo 2 e da osteoporose. Além da ingestão de alimentos variados, dentre eles, alimentos comuns, como o arroz, o feijão, os legumes, os vegetais folhosos, as frutas, divididos em quatro refeições diárias, e a redução do açúcar e a abolição dos refrigerantes.

Taaffe et al. (1997), confirmam que dietas com cálcio, associadas a exercícios, podem influenciar mudanças nos ossos, embora sugeriram que a densidade mineral óssea em mulheres jovens não está totalmente associada a dietas.

Diante dessas informações, Plaper e Meirelles (1999), corroboram que a atividade física é apenas um dos fatores que influenciam na formação e reabsorção óssea. Baixa ingestão de cálcio, deficiência na absorção de cálcio intestinal, baixos níveis de estrogênio, deficiência de vitamina D, entre outros, influenciam no processo metabólico ósseo. Em condições fisiológicas, a prevenção da perda mineral óssea se baseia em dieta alimentar adequada, rica em cálcio, exposição adequada ao sol, com atividade física que priorize carga mínima necessária para induzir a formação óssea, com movimentos repetidos e atuação da gravidade. O tratamento com drogas pode ser dividido naqueles que agem diminuindo a reabsorção e naqueles que agem aumentando a formação óssea.

A ação da vitamina D, adquirida em exposições ao sol, é compreendida pela explicação de Brandão e Vieira (1998), onde o genótipo do receptor de vitamina D influencia o transporte de cálcio intestinal, a incorporação do mineral ao esqueleto, a resposta à ingestão nutricional durante o crescimento e o recrutamento celular.

#### 2.6.4 Outros fatores

São considerados indicadores de deficiência mineral óssea (Morais e Carvalho, 2001) fatores de risco individuais, como presença de escoliose e o aparecimento prematuro de cabelos brancos, e como fatores ambientais, o álcool e o cigarro (inibem a multiplicação dos osteoblastos); a cafeína (aumenta a excreção de cálcio); dieta rica em fibras, proteínas e sódio (diminuem a absorção de cálcio); nuliparidade; amenorréia por exercícios; menopausa precoce e endocrinopatias.

Segundo Krall e Dawson (1999), o fumo acelera a perda óssea no colo do fêmur e diminui a absorção intestinal de cálcio.

A presença de escolioses e outras curvaturas anormais, ocasionadas pela osteoporose são compreendidas através do trabalho de Driusso et al. (2000), onde relata que colapsos vertebrais são resultados de modificações posturais, incluindo aumento da cifose torácica, retificação da lordose cervical com protusão da cabeça e pescoço, aumento da lordose lombar, escoliose, anteriorização e rebaixamento das costelas e aproximação da 12<sup>a</sup> costela à crista ilíaca.

Fernandes et al. (2000), classificam mais amplamente os fatores de risco das perdas ósseas. Dividem os fatores em inevitáveis e os potencialmente modificáveis. No primeiro grupo estão as histórias pessoais de fratura ao mínimo trauma em adulto, história familiar de fratura (parentes de primeiro grau), idade avançada, sexo feminino, demência e fenótipo baixa estatura/magra. No segundo grupo está o tabagismo, o baixo peso corporal, a deficiência estrogênica, a menopausa precoce, a amenorréia prolongada (maior que um ano), a baixa ingestão de cálcio, o alcoolismo, problemas oculares sem correção adequada, quedas recorrentes e sedentarismo.

De acordo com Brandão e Vieira (1998), em crianças pré-púberes, também existe uma grande correlação entre a densidade mineral óssea na coluna lombar e no fêmur com a estatura. No entanto, esta estreita relação atenua-se durante a maturação sexual, aproximando-se do padrão observado em adultos. Isto significa que parte dos determinantes do pico da densidade mineral óssea, durante a puberdade, age em conjunto com os fatores relacionados ao ganho estatural. Porém, convém lembrar que, segundo estes autores, o pico de velocidade de ganho

estatural ocorre dois anos antes da menarca, enquanto que o pico de incremento na densidade mineral óssea coincide com a menarca.

## **2.7 Modalidades de atividade física e suas relações com a densidade mineral óssea**

Um ponto importante, para a compreensão da atividade física sobre a remodelação óssea, é saber dosificar a duração do estímulo a ser aplicado sobre o osso. Neste sentido, Rubin e Lanyon (1985), salientam que a maioria das evidências indica que a duração do estímulo não é o dado mais importante, confirmando teorias de que o osso só responde acima ou abaixo de um limiar de intensidade definido. Porém, ainda existem controvérsias a respeito de qual modalidade, intensidade e frequência de exercícios são mais indicados à indivíduos com osteoporose.

Realmente, as características específicas das modalidades de atividade física que são mais importantes por influenciarem os ossos, não são completamente entendidas, mas de acordo com Taaffe et al. (1997), é considerado provável que, atividades realizadas com aumento de peso (carga mecânica) são mais osteotrópicas que as de intensidade baixa (peso menor) e que o valor das repetições é relativamente modesto.

A massa óssea está relacionada à ação da musculatura sobre os ossos, portanto exercícios gravitacionais são mais efetivos (MORAIS e CARVALHO, 2001).

De acordo com Lane (1998), exercícios aeróbicos de baixo impacto, como exemplo, a caminhada, estimulam a formação de osteoblastos.

Krall e Dawson (1994), com o objetivo de verificar se a caminhada influencia na densidade mineral óssea, analisaram 239 mulheres brancas, saudáveis e pós-menopausadas. Os resultados encontrados indicaram que as mulheres que caminhavam em torno de uma milha por dia (7,5 milhas semanais) apresentavam maior densidade mineral óssea total do que aquelas que caminhavam distâncias menores. Os autores sugerem que caminhar uma milha por semana traz melhores resultados para a massa óssea do que menores distâncias.

Kohrt, Ehsani e Birge (1997), também se preocuparam com estas colocações e realizaram um estudo comparando a caminhada com exercícios localizados e musculação. Observaram um considerável aumento na densidade mineral óssea

corporal total em ambos os grupos, entretanto, os praticantes de exercícios localizados e musculação tiveram um aumento maior. Deixando claro que, exercícios localizados também devem ser incorporados na vida diária de pessoas que queiram prevenir e/ou estacionar a progressão da osteoporose.

Em virtude destas constatações, Ouriques e Fernandes (1997), realizaram um estudo comparativo entre a relação da atividade física e a densidade mineral óssea, em mulheres ativas (caminhada e ginástica) e mulheres fisicamente não ativas, com idade média de 62,5 anos. E encontraram como resultado, uma maior densidade mineral óssea nas regiões do fêmur proximal e da coluna lombar nas mulheres que praticavam a ginástica e a caminhada.

Taaffe et al. (1997) comprovaram o efeito benéfico da força de impacto sobre a densidade mineral óssea na coluna e fêmur proximal, em um estudo com mulheres pré-menopausadas não-atléticas, onde o ganho da densidade mineral óssea foi de 3-4% trabalhando quase que exclusivamente saltos.

Para Nunes (2000), estudos como estes, apontam a caminhada e os exercícios aeróbicos como atividades de grande benefício para a saúde esquelética, pois através delas pode-se observar um aumento da densidade mineral óssea do fêmur e da coluna vertebral.

Com relação aos esportes, a maioria das comparações constata que aqueles realizados sob ação da gravidade, proporcionam melhores resultados em comparação aqueles realizados sem este efeito, como a natação. Plaper (1996), afirma que a natação é um ótimo exercício para favorecer um relaxamento global e a manutenção da amplitude de movimentos, porém não é tão satisfatório para estimular a produção óssea.

As crianças que praticam atividades de maior impacto (por exemplo, futebol, basquete) têm um ganho adicional de 5 a 7% na densidade mineral óssea para cada hora extra de atividade ao dia, ao passo que a natação e o ciclismo não mostram efeitos benéficos (OLIVEIRA, 2000).

Fehling et al. (1995), comprovaram que realmente a natação não é o tipo de esporte mais indicado para incremento da massa óssea. Este estudo foi composto por atletas colegiais (vôlei, ginástica localizada e natação) e um grupo controle. O resultado foi que as atletas da ginástica e as jogadoras de vôlei apresentaram densidade mineral óssea na coluna e no colo do fêmur maior do que as nadadoras e o grupo controle. E em uma análise geral do corpo, as atletas da ginástica

apresentaram maior densidade mineral óssea do que os outros grupos nos braços direito e esquerdo, e ainda, possuíam em conjunto com as jogadoras de vôlei maior densidade mineral óssea nas pernas e pélvis.

Corroborando com esses achados, Grimston e Hanley (1992), executaram um estudo objetivando a validação do efeito de atividades com carga de impacto (ginástica olímpica) e com carga ativa (natação) sobre a densidade mineral óssea em atletas de 10 a 16 anos. Através da densitometria óssea da coluna lombar e fêmur proximal, chegaram ao resultado de que as atletas da ginástica olímpica possuíam maior valor de densidade mineral óssea do que as nadadoras.

O estudo de Vilariño et al. (1998), também salienta que existe uma diferença estatisticamente significativa, entre mulheres de vida ativa e entre mulheres de vida sedentária, em relação à existência ou não de osteoporose. Foram analisadas 60 pacientes do Cleveland Menopause Clinic, através do estudo da massa óssea, verificada pelo exame de densitometria (DEXA). Realmente, concluíram que mulheres praticantes de atividade física com freqüência tinham maior nível de densidade mineral óssea em várias partes do corpo.

Analisando estudos como estes, pode-se perceber que quanto maior o impacto e a intensidade da atividade física, maior são os valores de densidade mineral óssea dos indivíduos que a praticam. Outro fator importante a ser ressaltado é que a maioria das pesquisas mostra que a natação não é o tipo de exercício mais adequado quando se quer aumentar a densidade mineral óssea e/ou prevenir o grau de perdas ósseas.

O efeito do exercício sobre o esqueleto está na dependência de sua intensidade, freqüência, tipo e duração. A intensidade do stress proporcionado pelo exercício tem maior influência sobre a ossatura do que o número de ciclos de exercícios (MARCHAND, 2001).

Vários estudos procuraram uma correlação entre o treino da força com o aumento da densidade mineral óssea (EIKEN, 1995; FEHLING et al., 1995; HAAPASALO et al., 1998). Kritz e Barret (1994), estudaram a força de preensão manual de mulheres relacionada ao ganho de massa óssea do antebraço, pesquisa realizada através da densitometria óssea, vindo, a confirmar que o treino de força muscular aumenta a densidade mineral óssea em regiões próximas e até em distantes de onde foi provocado o estímulo mecânico.



Atividades físicas que envolvem o treinamento de força muscular parecem ter maior impacto sobre a densidade mineral óssea quando comparadas às atividades de resistência aeróbica, é o que comprova a pesquisa de Heinonen et al. (1993), pois na verificação da densidade mineral óssea de várias partes do corpo, como coluna lombar, colo do fêmur, fêmur distal, patela, tíbia, calcâneo e rádio distal, encontraram em mulheres atletas, praticantes de halterofilismo, maior massa óssea do que em mulheres praticantes de corrida e ciclismo.

Segundo Marchand (2001), para que o conteúdo mineral ósseo melhore é necessário ampliar a força exercida sobre o local de interesse clínico.

Seguindo essa linha, Nunes e Fernandes (1997), realizaram uma pesquisa com o mesmo objetivo de analisar a relação entre o treino de força e a densidade mineral óssea, e verificaram que o grupo de mulheres que fazia ginástica localizada utilizando pesos à cerca de 2 a 5 anos, possuíam maior densidade mineral óssea no colo do fêmur. Porém, Nunes (2000), relata, que estes estudos relacionando força muscular e densidade mineral óssea não estão bem esclarecidos, pois nenhum considera a idade como fator determinante.

Ainda, outro estudo deste gênero, foi realizado por Taaffe et al. (1997), que visou a comparação de atletas do sexo feminino, com idade de 18 a 21 anos. Foram analisadas 26 praticantes de ginástica localizada, 36 corredoras, 11 nadadoras e 25 mulheres não-praticantes de atividade física. As atletas da ginástica localizada, corredoras e não-atletas tiveram a densidade mineral óssea comparada na primeira etapa por oito meses. Na segunda etapa, as atletas da ginástica, nadadoras e não-atletas foram acompanhadas por 12 meses. Na conclusão da primeira etapa verificou-se que as atletas da ginástica possuíam maior densidade mineral óssea da coluna e colo do fêmur do que as outras comparadas (corredoras e não-atletas). Na segunda etapa, a conclusão foi a mesma, as atletas da ginástica localizada ainda possuíam maior densidade mineral óssea. Resultado este que, segundo os autores, demonstra que atividades com alto impacto proporcionam um maior estímulo para a formação óssea, quando comparadas a atividades menos intensas.

No trabalho realizado por Driusso et al. (2000), foram selecionadas 15 mulheres voluntárias, com diagnóstico densitométrico de osteoporose na coluna e/ou fêmur. Todas foram submetidas a um programa de atividade física duas vezes por semana, com sessões de uma hora de duração, durante seis meses. Cada sessão foi constituída de: 10-15 minutos de alongamento; 30-40 minutos de caminhada; 5-10

minutos de brincadeiras com bola e 5-10 minutos de relaxamento e/ou massagem. O resultado final sugeriu que o programa de atividades contribuiu para a melhoria no bem estar físico das mulheres, inclusive para o componente mineral ósseo, que embora não tenha revertido a doença, estabilizou o grau da perda. Já, há alguns anos, estão sendo realizados estudos com diferentes protocolos, visando esclarecer, e até mesmo dissipar as dúvidas existentes.

Matsudo e Matsudo (1992), puderam concluir que a massa óssea é regulada pelas forças mecânicas da atividade física. Consideram ainda que, é difícil, por problemas metodológicos, estabelecer a relação entre atividade física e massa óssea em atletas.

Segundo Morais e Carvalho (2001), o benefício primário da realização de exercícios físicos é evitar a perda óssea que ocorre com a inatividade, o que reduz o risco das fraturas tão comuns na osteoporose. Entretanto, as autoras salientam que pessoas portadoras da osteoporose não devem substituir o tratamento medicamentoso apropriado pela atividade física, mas que tenham esta, como um benefício a mais.

Não se sabe quanto de exercício é necessário e se existe uma maneira ideal de ser realizado para a formação dos ossos. A imobilização pode levar a uma perda importante em alguns locais do corpo (a média de perda óssea é de aproximadamente 4% por mês na fase inicial do repouso no leito), enquanto a carga repetida com intensidade e tensão adequada resulta no aumento da massa óssea (PLAPER e MEIRELLES, 1999).

Oliveira (2000), diante dessas informações, traz em seu trabalho algumas orientações e cuidados imprescindíveis para quem quer melhorar sua massa óssea. Dentre eles, a realização de exercícios físicos associados à força da gravidade, exercícios de ação localizada e exercícios gerais, como a caminhada, além da ingestão adequada de cálcio. A caminhada, segundo o autor, constitui um excelente exercício, principalmente para os ossos dos membros inferiores e da coluna vertebral. Deve-se andar no mínimo 45 minutos três vezes por semana, em velocidade maior que a usada para passear, de preferência ao sol, antes das 10 horas ou depois das 16 horas, porque os raios ultravioletas realizam a fotossíntese da vitamina D. Exercícios para situações especiais devem ser orientados por profissionais especializados e finalmente, desaconselhar o uso do fumo e do álcool.

Dalsky (1990), apresentou os quatro conceitos básicos sobre a relação entre osso e carga mecânica:

1) A carga mecânica através do exercício físico possui influência positiva na densidade mineral óssea. A carga mecânica sobre o esqueleto mediante o exercício físico ou atividade da vida diária contribui para aumentar a massa óssea.

2) A falta de atividade física é uma influência negativa na densidade mineral óssea. É importante ressaltar o papel da verticalidade da coluna no processo da consolidação mineral desta, já que a verticalização determina o incremento dos esforços compressivos e a aceleração do processo de mineralização da coluna. O submetimento direto às condições de horizontalidade da coluna (como acontece no repouso em cama, na flutuação na água ou na falta de gravidade) leva a uma diminuição nas ações musculares que promove a separação das vértebras, diminuição dos entrecruzamentos colágenos e incremento regional dos conteúdos de água. É por isso que a horizontalidade da coluna pode provocar mudanças adaptativas nos processos de mineralização.

3) A massa óssea deve ser mantida no nível apropriado, para proporcionar uma competência estrutural para uma carga funcional.

4) A influência positiva do exercício no osso pode ser atenuada por condições ambientais, como o estado nutricional e hormonal do indivíduo.

Enfim, Nunes (2000), após exaustivo estudo da literatura, classificou alguns pontos importantes que devem ser apresentados:

- Atletas têm maior densidade mineral óssea do que não atletas;
- Esportes que envolvem grande força muscular e alto impacto, como o halterofilismo e a ginástica olímpica, exercem grande estímulo para a formação óssea;
- Os exercícios localizados e aeróbicos podem minimizar a perda mineral óssea de mulheres pré e pós-menopausadas que tende a acontecer fisiologicamente;
- A atividade localizada com pesos e a caminhada podem auxiliar na manutenção da densidade mineral óssea e diminuição do grau de perdas ósseas em mulheres com osteoporose;
- Os exercícios localizados parecem ser mais efetivos para aumento da densidade mineral óssea quando são realizadas poucas repetições com maiores cargas, do que ao contrário; além da manutenção e/ou melhora da densidade

mineral óssea, os exercícios localizados com peso aumentam a massa e a força muscular, melhorando o equilíbrio e reduzindo o risco de quedas e fraturas.

Estudos transversais e longitudinais realizados em atletas das mais diferentes modalidades e em não-atletas têm confirmado a influência bastante benéfica do exercício físico na manutenção da estrutura mineral óssea.

Muitos autores (Vilariño et al., 1998; Szenjfeld e Baracat, 1994; Rennó, 2001), após a prática destes estudos chegam à conclusão comum de que realmente a atividade física melhora o pico de massa óssea alcançado nas primeiras décadas de vida, mantêm a massa óssea em idade subsequente e diminui a taxa de perda que ocorre em idade senil. Porém, todos concordam que o exercício não consegue reverter a perda mineral óssea ou restaurar sua integridade após a instalação de doenças como a osteoporose. Pois a prevenção desta, começa na infância, e se estende por toda vida, sempre mantendo uma adequada ingestão de cálcio, nível normal de estrogênio na mulher e principalmente tendo o hábito da prática de exercício físico diariamente. O efeito da atividade sobre o tecido mineral ósseo é bem localizado e depende da intensidade, tipo, freqüência e duração do exercício, sendo que atividades que suportam mais peso, como musculação, corrida, ou mesmo uma caminhada, são mais benéficas.

Estudos transversais geralmente demonstram que o indivíduo com história de atividade física habitual têm densidade mineral óssea maior do que indivíduos sedentários. As diferenças encontradas variam, de acordo com o local mensurado, à comparabilidade dos grupos de estudos, às medidas prévias, ao início do estudo, ao instrumento e local de mensuração da densidade mineral óssea, à forma de classificar o nível de atividade física, ao tamanho da amostra, a duração do regime de atividade física em estudo e finalmente ao controle de outras variáveis, como nutrição, medicamentos usados, história médica, etc (MATSUDO e MATSUDO, 1992).

Portanto, o presente trabalho é realizado enfocando a integridade óssea na mulher, fator bastante preocupante principalmente em países em fase de desenvolvimento, como o Brasil, ainda, com a agravante de que a população caminha para a senilidade. E que uma simples alimentação balanceada e a prática de uma atividade física adequada na adolescência, podem ser fatores decisivos para a prevenção de complicações na saúde em idade adulta, sendo deste modo, um dos fatores que visam melhorar a qualidade de vida de toda uma nação.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização do estudo**

Este estudo se caracterizou como uma pesquisa de caráter comparativo descritivo, apresentando o propósito de investigar os efeitos da atividade física sobre a densidade mineral óssea em adolescentes na fase pré-púbere praticantes de diferentes níveis de atividade física.

#### **3.2 População alvo**

O presente trabalho contou com a participação de adolescentes, atletas de Ginástica Rítmica Desportiva (GRD) de nível de treinamento com fins competitivos, na faixa etária dos 13 anos, residentes na cidade de Toledo-PR. Sendo que estas meninas treinam a cerca de cinco anos, por 5 horas diárias, durante seis dias da semana.

#### **3.3 Critérios para inclusão na amostra**

Para estudar a relação da atividade física com a densidade mineral óssea nesta população foram atribuídos os seguintes fatores coletados através de um questionário inicial (Anexo A):

a) Sexo: feminino, pois a modalidade esportiva GRD é exclusivamente praticada por sujeitos deste sexo. O que de certa forma até beneficia o trabalho, afinal, as mulheres são mais prejudicadas com a carência de cálcio nos ossos quando comparadas aos homens.

b) Idade: 13 anos, pois as atletas de elite da cidade se encontravam com esta faixa etária. O que de certa forma também beneficia o estudo, afinal segundo alguns autores descritos anteriormente no trabalho, durante a faixa etária dos 13 anos, é que acontece o maior processo de maturação sexual e crescimento corpóreo, assim, as alterações morfofuncionais nesta fase da vida são mais evidentes. Vários estudos

brasileiros sobre a densidade mineral óssea, foram e estão sendo realizados em pessoas idosas, devido a maior preocupação da deficiência de cálcio que ocorre com o passar dos anos. Porém, em um país subdesenvolvido como o Brasil, seria mais coerente pensar em tratamentos preventivos e não em paliativos, como geralmente acontece. O trabalho, portanto, foi realizado nesta faixa etária, pensando no depósito de cálcio que a atividade física pode beneficiar ao organismo humano.

c) Maturação sexual: estágio 2 de maturação segundo critério de Tanner (1962) e ausência da menarca, pois as atletas de elite da cidade, que responderam primariamente a este questionário, apresentaram estas características. Sugerindo, portanto, que o fator sexual, tão importante na densidade mineral óssea, conforme referenciado anteriormente, neste caso, compõe um item menos expressivo para o resultado.

### **3.4 Amostragem**

A amostra foi composta por 15 sujeitos de raça branca, do sexo feminino, divididos em 3 grupos homogêneos em relação à faixa etária e nível maturacional, porém, que se diferenciavam em relação à prática da atividade física, compondo, estes, fatores para a inclusão no estudo.

O primeiro grupo foi composto por atletas de GRD, que compõem uma equipe profissional que treina a cerca de cinco anos, durante 5 horas diárias, 6 dias da semana, onde em épocas de competição o número de horas ultrapassa 9 horas diárias, durante todos os dias da semana. Muitas vezes, estas atletas, são obrigadas a deixar suas atividades escolares restritas a aulas particulares durante o período noturno para acompanhar o ritmo exaustivo dos treinamentos. Atletas estas, de alto nível, campeãs brasileiras nos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002, em modalidades individuais com diversos aparelhos e também em equipe, porém que não recebem nenhum acompanhamento médico, nutricional e farmacológico. O treinamento é realizado por uma técnica, profissional da educação física, auxiliada quando necessário por uma profissional da fisioterapia.

O segundo grupo foi composto por 5 iniciantes de GRD, atletas que iniciaram o treinamento há um ano e que fazem aula duas vezes por semana, durante 1 hora

diária. Foram selecionadas, intencionalmente, de acordo com a faixa etária, nível maturacional e nível de atividade física.

O terceiro grupo foi composto por 5 não-praticantes de treinamento físico, alunas de uma escola particular confessional, onde se exercitam somente cerca de 2 horas semanais, nas aulas de Educação Física. Também selecionadas, intencionalmente, de acordo com a faixa etária, nível maturacional e nível de atividade física.

Durante a seleção inicial, o segundo e o terceiro grupo (iniciantes e não-praticantes de treinamento) era composto por 42 adolescentes, porém, algumas foram excluídas devido ao fator idade, chegada da menarca, avaliação da maturação sexual e a comprovação da realização de alguma outra atividade física, exceto a GRD e a aula tradicional de educação física escolar. Foram deixadas para compor a amostra, as adolescentes que mais se aproximaram do grupo das atletas nos fatores idade e nível maturacional.

### **3.5 Variáveis do estudo**

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

1. Maturação sexual (pilosidade pubiana, desenvolvimento mamário e menarca);
2. Antecedência osteoporótica;
3. Gasto calórico total (kcal);
4. Massa corporal (kg);
5. Estatura (cm);
6. Dobras cutâneas do tríceps e subescapular (mm);
7. IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ );
8. Percentual de gordura corporal (%);
9. Ingestão calórica (kcal);
10. Ingestão de cálcio (mg);
11. Densidade mineral óssea ( $\text{g}/\text{cm}^2$ );

### 3.6 Obtenção dos dados

1. As adolescentes foram avaliadas durante 2 meses. A coleta dos dados iniciou no dia 01 de junho de 2002 e terminou no dia 26 de julho do mesmo ano. O grupo das atletas de GRD e o grupo das iniciantes na modalidade foram avaliados no próprio Centro de Treinamento, e o grupo de não-praticantes de treinamento na própria escola.

2. Foram distribuídos, respondidos e colhidos questionários iniciais informando sobre a idade das adolescentes, e a realização ou não da prática de alguma atividade esportiva, se realizam, quantas horas diárias executam a atividade. Ainda, se existem casos na família de antecedentes osteoporóticos, se já tiveram a menarca, se faziam dieta alimentar ou ingestão de suplementos, se tomavam algum tipo de medicamento e se a adolescente não possui história de patologias concomitantes, como anemia, diabetes, entre outras (Anexo A).

3. Análise antropométrica: nesta etapa, foi necessária a utilização dos seguintes instrumentos:

- Balança tipo Filizola elétrica: a qual permitiu determinar a massa corporal total em quilogramas, com precisão de 50 gramas;

- Estadiômetro: com escala de precisão de 0,1cm, que permitiu obter a estatura da adolescente avaliada.

- Técnica de mensuração: o sujeito descalço e com mínima roupa possível, foi orientado para ficar em pé, com o plano dorsal do corpo voltado para o estadiômetro. Com a cabeça no plano horizontal de Frankfurt e olhar paralelo ao solo, foi realizada a medida da estatura ao final de uma inspiração profunda.

- Compasso de pregas cutâneas da marca Lange: instrumento que permitiu medir, em milímetros a espessura do tecido subcutâneo, com precisão de 0,5 mm.

Técnica de mensuração: de acordo com Benedetti, Pinho e Ramos (1999):

- TRÍCEPS:

Propósito: é uma das medidas mais comuns, por ser de fácil localização e apresentar forte relação com o percentual de gordura corporal e gordura total.

Referência anatômica: face posterior do braço no ponto médio entre o processo acromial da escápula e o processo do olecrano da ulna.

Técnica de mensuração:



- Posição do avaliado: posição ortostática, braços estendidos e relaxados ao longo do corpo.
- Posição do avaliador: atrás do avaliado.
- Procedimento: a partir da referência anatômica, traça-se uma linha horizontal e imaginária até a face posterior do braço (tríceps), onde se marca o ponto. Deve-se pinçar a prega verticalmente.

- **SUBESCAPULAR:**

Propósito: correlaciona-se com o estado nutricional e, em combinação com outras pregas, é uma importante medida para estimativa da variável gordura total. A prega subescapular junto com a prega tricipital serve de referência para estimar o percentual de gordura.

Referência anatômica: dois centímetros abaixo do ângulo inferior da escápula.

Técnica de mensuração:

- Posição do avaliado: em pé, braços estendidos e relaxados ao longo do corpo.
- Posição do avaliador: atrás do avaliado.
- Procedimento: a prega é pinçada diagonalmente a partir da referência anatômica.

4. Cálculo do índice de massa corporal (IMC): foi utilizada a fórmula  $IMC = \text{massa corporal}/\text{estatura}^2$  (kg/m<sup>2</sup>).

5. Cálculo do percentual de gordura corporal: segundo Slaughter et al. (1988) a fórmula utilizada para os cálculos do percentual de gordura para meninas brancas, na faixa etária dos 7 aos 18 anos com a soma das pregas cutâneas tricipital e subescapular inferior ou igual a 35mm é:  $\%G = 1,33 (TR+SB) - 0,013 (TR+SB)^2 - 2,5$ .

6. Questionário sobre o registro de atividade física: que obteve informações a respeito do gasto energético diário a partir das atividades físicas realizadas em um intervalo de 24 horas e a descrição das mesmas (Anexo B). Para análise dos dados coletados, foi feito o uso do Programa Sapaf Jovem.

Técnica de aplicação: o sujeito recebeu orientações necessárias para preenchimento de uma ficha com os dados referentes às atividades realizadas durante 24 horas num período de 3 dias/semana.

7. Questionário sobre o registro alimentar: este questionário possibilitou obter informações referentes à ingestão alimentar, em particular ou grupos alimentares, do

sujeito durante o dia em que foi mensurado. Os dados foram coletados durante 24 horas num período de 3 dias/semana, e registrados em uma ficha (Anexo C), dividida em 5 refeições: café da manhã, lanche da manhã (tudo o que foi ingerido entre o café e o almoço), almoço, lanche da tarde (tudo o que foi ingerido entre o almoço e o jantar) e jantar (inclusive o que foi ingerido pós-jantar). Foi utilizado um programa de computação proposto pela Escola Paulista de Medicina (NUT), para analisar os dados obtidos a partir do registro (recordatório) alimentar.

Técnica de aplicação: o sujeito recebeu uma ficha, que foi preenchida com informações referentes à ingestão alimentar durante os dias que foi avaliado.

8. Critérios dos estágios de desenvolvimento das características sexuais secundárias: um dos critérios adotados para determinar a maturação biológica foi o conjunto das características sexuais secundárias apresentadas por Tanner (1962) (Anexo D). Em se tratando do sexo feminino, o critério apresenta-se em forma de 5 figuras fotográficas (cinco fases de desenvolvimento das mamas e dos pêlos pubianos). Crianças e adolescentes realizam uma auto-avaliação, ou seja, elas apontam a figura fotográfica que corresponde as suas características sexuais. E para avaliação da menarca, foi respondido o questionário inicial já referenciado anteriormente.

9. Exame de densitometria óssea: a medida da densitometria óssea foi realizada no Centro de Diagnóstico de Cascavel-PR (cidade geograficamente próxima e que proporcionou menor custo financeiro para realização do exame) e no Centro de Diagnóstico de Toledo-PR (devido a algumas atletas não estarem presentes no dia em que foi marcado o exame em Cascavel), através do método de duplos feixes de raios – X (DEXA), com densitômetro da marca Lunar, modelo DPX, na região da coluna lombar (L2 – L4), onde o laudo médico foi realizado e inclusive, assinado, pelo mesmo profissional que trabalha em ambos locais. Neste exame, o raio passa por um filtro, sendo dividido em dois feixes com níveis diferentes de energia, atravessando a área do corpo a ser analisada, e são captados por um detector que, ligado a um circuito eletrônico, fornece imagem e medida da massa óssea em  $\text{g/cm}^2$  (Anexo E). A diferença entre os níveis emitidos e captados pelo detector permite o cálculo da massa óssea. A interpretação é baseada na comparação do resultado do indivíduo com um grupo padrão, da mesma faixa etária. A densitometria óssea apresenta alta sensibilidade e precisão, sendo, portanto, capaz de detectar alterações de massa óssea na ordem de 1%, o que é fundamental no diagnóstico

precoce da osteoporose e para o acompanhamento de medidas preventivas e terapêuticas (GREGÓRIO, 1996).

### 3.6.1 Diretrizes para obtenção dos dados

Para obtenção dos dados desse estudo que se referem aos hábitos alimentares, atividades físicas, maturação sexual e densidade mineral óssea, foram obedecidas as seguintes diretrizes:

1. Na avaliação dos hábitos alimentares e da prática da atividade física, os sujeitos foram mensurados em três dias intercalados (dois dias úteis e um no fim de semana), durante uma semana, exceto em dias chuvosos, pois se parte da premissa de que nesses dias as adolescentes apresentam um comportamento físico e alimentar diferenciado, ou seja, são mais passíveis de permanecerem dentro de casa e fazerem atividades de menor intensidade.

2. Não foram mensurados dados de meninas apresentando sintomas patológicos, como febre, por exemplo, pois o estado febril além de alterar o metabolismo energético favorece a um comportamento físico menos intenso.

3. O questionário alimentar, o de atividades físicas e o de maturação sexual foram entregues no dia da avaliação e recolhidos no dia seguinte. Ao receberem o questionário de atividade física, as adolescentes foram orientadas a preencherem o instrumento a partir da 0h do dia em que estava sendo avaliada até às 24h do mesmo dia.

4. Parte dos exames de densitometria óssea foi, portanto, realizada na cidade de Cascavel-PR. As adolescentes foram transportadas até o local, onde no mesmo dia com hora marcada realizaram o exame. E parte dos exames foi realizada na cidade de Toledo-PR, que tinha custo mais elevado, porém que possibilitou que o exame fosse realizado com maior comodidade nas adolescentes atletas que não dispunham de muito tempo para a avaliação. O exame demorou cerca de 5-10 minutos por sujeito, foi extremamente simples e a única solicitação médica, foi de que cada sujeito permanecesse imóvel durante a realização do mesmo.

### 3.6.2 Viabilização do estudo

Para viabilizar o estudo, algumas providências foram tomadas e inseridas entre os estágios mencionados anteriormente:

- Encaminhamento de um ofício solicitando autorização à Instituição de Ensino e ao Centro de Treinamento (Anexo F).
- Conversa com os grupos de estudo, para verificação de seus interesses em participarem da pesquisa.
- Encaminhamento de uma carta aos responsáveis pelos sujeitos, esclarecendo os propósitos do estudo e solicitando autorização para que a menor pudesse ser submetida às mensurações necessárias (Anexo G).
- Visita as famílias, uma semana antes das mensurações, para explicar e orientar como proceder no preenchimento dos questionários.

### 3.6.3 Etapas da coleta de dados

Os dados foram coletados entre os meses de junho e julho de 2002. Para coletar os dados necessários ao estudo foram adotados os seguintes procedimentos:

- Inicialmente, os interessados em participar do estudo, responderam a um questionário para seleção na inclusão da amostra.
- Os sujeitos foram mensurados por técnicas antropométricas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas (tricipital e subescapular).
- Posteriormente os responsáveis pelos sujeitos e os próprios sujeitos receberam orientações de como proceder no preenchimento dos questionários alimentar, de atividade física e maturação sexual.
- O último procedimento foi à realização do exame de densitometria óssea.

### 3.6.4 Limitações do estudo

O estudo apresentou algumas limitações que dificultaram a extrapolação dos resultados obtidos, entre eles destaca-se:

- Poucos estudos visando este tipo de análise destinam-se a adolescentes. Grande parte das pesquisas que trata do nível de atividade física, gasto energético e densidade mineral óssea é realizada em adultos, em maior escala grupos senis, o que dificultou a aquisição de referências bibliográficas.

- O uso do questionário, pois as atletas muitas vezes, por receio da treinadora, ocultam o consumo real da alimentação ingerida.

### 3.6.5 Retorno aos responsáveis e grupos de estudo

Mediante a coleta de dados e análise dos mesmos, foi elaborada uma palestra contendo informações referentes ao crescimento e desenvolvimento, composição corporal, aspectos nutricionais, maturação sexual e densidade mineral óssea, ofertada aos responsáveis num prazo de quatro semanas, aproximadamente, após as coletas.

## 3.7 Análise dos dados e tratamento estatístico

Para a organização dos dados e obtenção das medidas de posição e variabilidade, satisfazendo os objetivos que se referem à análise dos dados antropométricos (estatura, massa corporal e dobras cutâneas tricipital e subescapular), do IMC, do percentual de gordura corporal, do nível de atividade física, da ingestão calórica, da ingestão de cálcio e da densidade mineral óssea, foi aplicada a estatística descritiva como: medidas de posição e dispersão (valores máximos, valores mínimos, média e desvio padrão).

Respondendo os objetivos que se referem às relações existentes entre os indicadores antropométricos, de atividade física, hábitos alimentares e densidade mineral óssea, utilizou-se como tratamento estatístico inferencial para comparar os 3 grupos de sujeitos, a análise de variância (ANOVA) fator único, com nível de significância de 5%.

Ainda, pela estatística inferencial, foi realizado nos casos que demonstraram diferença estatisticamente comprovada o teste de Tukey.

Para comparação dos resultados dos dados antropométricos das atletas de GRD, adquiridos no presente trabalho, com os dados encontrados na bibliografia, foi utilizado o teste “t” de student ( $p < 0,05$ ).

Os procedimentos estatísticos utilizados neste estudo foram feitos com auxílio do Programa Excel, versão 2000.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo abordará os principais resultados da pesquisa, comparando-os aos resultados da literatura existente na área. Dados os objetivos deste estudo, os resultados serão apresentados e posteriormente discutidos obedecendo aos seguintes itens:

### 4.1 Caracterização dos grupos avaliados

#### 4.1.1 Quanto ao nível da prática da atividade física (gasto energético)

Na tabela 1 e na figura 1 são apresentados os valores do gasto energético (kcal) das 15 adolescentes avaliadas, sendo o primeiro grupo composto apenas por atletas, o segundo composto por iniciantes e o terceiro composto por não-praticantes de treinamento físico.

Tabela 1: Valores médios, desvios-padrão, mínimo, máximo e comparação das médias do gasto energético (kcal) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

<b>Grupos</b>	$\bar{x}(kcal)$	<b>s</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Atletas	3649,8 <sup>a</sup>	± 191,34	3452	3876
Iniciantes	2745,0 <sup>b</sup>	± 81,04	2654	2843
Não-praticantes	1936,4 <sup>c</sup>	± 166,16	1685	2080

Nota: Médias com letras diferentes foram estatisticamente diferenciadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

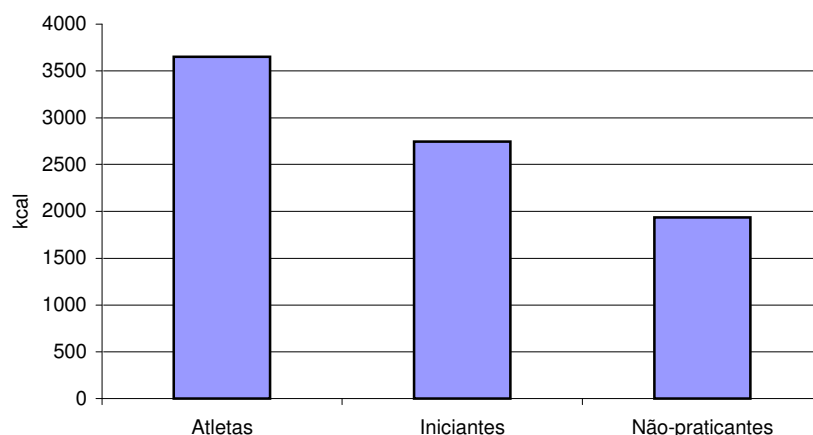


Figura 1: Gráfico de comparação do gasto energético de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física.

O grupo das atletas (3649,8kcal), conforme evidencia a tabela 1 e a figura 1, praticava mais atividade física, portanto possuía maior gasto energético, quando comparado aos grupos de iniciantes e não-praticantes de treinamento. O grupo de iniciantes (2745,0kcal) praticava mais atividade física que o grupo de não-praticantes. E conseqüentemente, o grupo de não-praticantes foi composto por adolescentes que tinham a menor intensidade da prática de atividade física (1936,4kcal) quando comparado aos outros dois grupos.

Torna-se importante mencionar, para posteriormente solucionar possíveis dúvidas durante a conclusão do estudo, que as atletas de GRD foram mensuradas em semanas antecedentes ao Campeonato Brasileiro de GRD, portanto, as horas de treinamento e conseqüentemente, o gasto energético, resultaram em valores elevados.

#### 4.1.2 Quanto ao componente hereditário

Para pesquisar esse dado, da densidade mineral óssea relacionada ao fator hereditário, as adolescentes auxiliadas pelo responsável responderam ao questionário inicial para inclusão na amostra, uma pergunta sobre a presença de doenças ósseas em familiares geneticamente próximos (parentes de 1º grau). Todas as meninas (100%), selecionadas para a amostra relataram possuir mãe ou avós maternas e/ou paternas com graus de osteoporose ou estão em estágio de



osteopenia. O que confirma os dados levantados pela OMS, que 1/3 das mulheres brancas acima de 65 anos são portadoras de osteoporose (Morais e Carvalho, 2001), valor, portanto, um tanto quanto elevado.

#### 4.1.3 Quanto ao nível maturacional (pilosidade pubiana, desenvolvimento mamário e menarca)

Foram selecionadas, com o objetivo de deixar os grupos mais homogêneos, somente adolescentes que até o momento da coleta de dados não tiveram a chegada da menarca.

Os outros dados avaliados (pilosidade pubiana e desenvolvimento mamário), utilizando o critério de Tanner (1962), nos sugerem uma homogeneidade maturacional entre os sujeitos investigados, atletas, iniciantes e não-praticantes de treinamento físico, encontram-se no segundo estágio (M2 e P2) do período pré-púbere da maturação sexual.

#### 4.1.4 Quanto aos hábitos alimentares

Todas as adolescentes, que participaram do estudo, não estavam tomando nenhum medicamento, suplemento alimentar, nem seguiam uma dieta, dados também coletados no questionário inicial para inclusão na amostra.

Na verificação nutricional os sujeitos responderam a um questionário sobre a ingestão de alimentos. Durante três dias da semana, as adolescentes relataram todo e qualquer alimento ingerido nas refeições diárias. Para análise desses dados recorreu-se ao programa de computação proposto pela Escola Paulista de Medicina (NUT).

Conforme, pode-se observar, na tabela 2, os grupos de adolescentes são homogêneos em relação à ingestão calórica e possuem como média de ingestão um valor abaixo do nível indicado por Barness (1994), que é de 2000kcal.

Tabela 2: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo de calorias ingeridas (kcal) por adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

<b>Grupos</b>	$\bar{x}(kcal)$	<b>s</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Atletas	1450,0	$\pm 488,52$	761	2062
Iniciantes	1759,8	$\pm 875,09$	1014	3201
Não-praticantes	1615,4	$\pm 742,35$	785	2716

Ribeiro e Soares (2002), também encontraram valores abaixo dos preconizados pela bibliografia em 46 atletas da mesma idade, porém praticantes de ginástica olímpica das capitais de SP e RJ. O consumo energético foi maior entre as ginastas cariocas (1521kcal) em comparação com as paulistas (1423kcal). Segundo as autoras, ginastas femininas e bailarinas, possuem um consumo energético baixo, em relação à idade e ao peso corporal. Essas atletas limitam o consumo energético para reduzir o peso corporal, tendo em vista uma melhoria no desempenho profissional.

Diante desta colocação de Ribeiro e Soares (2002), tornou-se necessária uma nova avaliação das atletas, visto que, os dados primariamente analisados foram coletados em vésperas de competição. Através de uma conversa informal com a equipe e um acompanhamento diário no Centro de Treinamento, foi possível compreender o motivo do qual as atletas possuíam um gasto energético tão alto para tão poucas calorias ingeridas. Simplesmente, as atletas relataram que na semana antecedente ao campeonato (semana que coincidiu com o preenchimento do primeiro recordatório alimentar), elas deixam de se alimentar corretamente, ou seja, ingerem o mínimo necessário para se manterem ativas. É freqüente elas recorrerem a dietas inusitadas advindas de sites da internet, sem ter o conhecimento do quanto isso será prejudicial à saúde.

Devido a essa série de fatores, fez-se interessante a realização de uma nova avaliação nutricional, só que dessa vez, em uma semana temporariamente distante da participação de qualquer campeonato.

Esse novo registro alimentar das atletas teve como resultado, o consumo energético de 1674,8Kcal ( $\pm 522,3$ ), apresentando valor mínimo de 960,4kcal e valor máximo de 2137,3 kcal. Valores acima dos coletados primariamente, porém, ainda abaixo da quantidade necessária sugerida por Barness (1994).

A verificação de que o gasto energético das atletas foi novamente superior às necessidades de ingestão calórica, torna o resultado preocupante. Entretanto, Bar-

Or (1993), revela que é comum, entretanto, não correto, crianças e adolescentes apresentarem um gasto energético maior que a ingestão calórica. Os verdadeiros resultados deste desequilíbrio calórico, tão enfatizado como prejudicial pela literatura (Guedes e Guedes, 1997), só poderão ser esclarecidos mediante um estudo longitudinal.

Ainda, deve-se ressaltar que as limitações dos métodos utilizados (questionários) para quantificar a ingestão calórica e o gasto energético podem ser responsáveis por esta diferença.

Já é consenso entre autores (Blancas e Caldeira, 1999; Sichieri et al., 2000; Taaffe et al., 1997), que a ingestão de cálcio, como um dos meios de prevenção de doenças, como a osteoporose, é realmente eficaz. De acordo com a RDA (1989), a quantidade ideal de cálcio recomendada é de 1200mg por dia para indivíduos entre 11 e 24 anos. O acúmulo de cálcio nos ossos durante o período da adolescência é em média de 400mg diárias. A absorção intestinal do cálcio é bastante eficiente, estima-se que seja em torno de 40% do cálcio ingerido.

Recentes estudos em adolescentes indicam uma quantidade média de cálcio de 1200mg/d a 1500mg/d para resultar em um bom pico de massa óssea em idade adulta. Em vários trabalhos populacionais em meninas e meninos na faixa etária dos 12-19 anos, encontraram uma quantidade de cálcio na dieta inferior a 900mg/d, bem abaixo da quantidade recomendada. A conseqüência dessa baixa dosagem, durante um período crucial, como a adolescência, acarretará em um sério comprometimento do pico de massa óssea quando chegarem a idade adulta (PAIVA, 2001).

A quantidade de cálcio ingerida pelos grupos de adolescentes atletas, iniciantes e não-praticantes de treinamento é demonstrada pela tabela 3.

Tabela 3: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo de ingestão de cálcio (mg/d) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

<b>Grupos</b>	$\bar{x}(mg / d)$	<b>s</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Atletas	381,6	± 86,28	276	456
Iniciantes	540,0	± 163,87	288	708
Não-praticantes	472,8	± 247,18	264	900

Verificou-se, portanto, que houve uma quantidade insuficiente de ingestão de alimentos ricos em cálcio nos três grupos avaliados, principalmente no grupo de atletas, que consumiam apenas cerca de 31,8% da recomendação diária.

No trabalho de Ribeiro e Soares (2002), as autoras também encontraram nas atletas de ginástica olímpica um consumo insatisfatório do mineral, cerca de 45% abaixo das recomendações. Entretanto, salientam a importância de uma ingestão correta, pois o consumo adequado deste nutriente previne fraturas que ocorrem, mais comumente, em atletas com baixa densidade mineral óssea, além de provocar melhoras nas irregularidades menstruais, o que é comum em adolescentes que treinam alguma atividade física com finalidade competitiva. Principalmente durante a infância e adolescência, a prevenção primária da osteoporose está relacionada à máxima obtenção da densidade mineral óssea, que possui como um dos fatores determinantes a ingestão adequada de cálcio. Além disso, esta substância é também perdida no suor e o exercício, portanto, pode aumentar a sua necessidade em atletas.

Uma vez que adolescentes necessitam ingerir em média 1200mg diárias para evitar uma possível osteoporose precoce, adolescentes atletas necessitam de um aporte maior, adquirido em uma dieta equilibrada, orientada por um profissional (PAIVA, 2001).

Uma boa ingestão de cálcio é essencial para a manutenção de uma vida óssea saudável (PLAPER e MEIRELLES, 1999; BRANDÃO e VIEIRA, 1998). Entretanto, no presente trabalho, embora apresentando uma ingestão insuficiente de cálcio, as adolescentes não possuíram a densidade mineral óssea fora dos padrões de normalidade (Tabela 11). O que afirma a colocação de Taaffe et al. (1997), a qual, uma ingestão adequada de cálcio, associada à exercícios podem influenciar mudanças nos ossos, porém, em mulheres jovens, o fator ingestão de cálcio não está assim tão associado à densidade mineral óssea como acontece em indivíduos adultos.

#### 4.1.5 Quanto aos indicadores antropométricos (estatura, massa corporal e dobras cutâneas tricipital e subescapular)

Torna-se importante analisar estas variáveis, estatura, massa corporal e dobras cutâneas tricipital e subescapular, devido à relação estatística dos maiores valores dos dados antropométricos com os maiores valores de densidade mineral óssea em

atletas comprovado por diversos trabalhos (SILVA et al., 1998; SINAKI et al., 1986; NGUYEN et al., 1998).

É possível verificar através da tabela 4, que a estatura foi uma variável estatisticamente semelhante nos três grupos estudados, atletas, iniciantes e não-praticantes de treinamento.

Tabela 4: Indicador da estatura (cm) de adolescentes pré-púberes atletas, iniciantes e não-praticantes de treinamento físico

<b>Grupos</b>	$\bar{x}(cm)$	<b>s</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Atletas	153	$\pm 0,2$	150	156
Iniciantes	156	$\pm 0,6$	148	166
Não-praticantes	154	$\pm 0,5$	148	160

Observando os dados inseridos na tabela 4 e os valores apresentados pela OMS (2000), assegura-se que as adolescentes participantes do estudo possuem estatura dentro dos parâmetros da normalidade, pois é classificada como baixa estatura, adolescentes na faixa etária dos 13 anos, com cerca de 145 cm.

Confrontando ainda, os achados desse trabalho, com os realizados por Ribeiro e Soares (2002), onde avaliaram o estado nutricional de atletas de ginástica olímpica de São Paulo-SP e do Rio de Janeiro-RJ, e Guedes e Guedes (1997), que avaliaram o crescimento, a composição corporal e o desempenho motor de crianças e adolescentes escolares de Londrina-PR. Observa-se que as atletas de GRD possuem valores de estatura estatisticamente semelhantes aos valores apresentados pelas ginastas cariocas e pelas adolescentes escolares, porém, estatisticamente diferentes dos valores encontrados no grupo de ginastas paulistas (Tabela 8).

O estudo de Nguyen et al. (1998), destacou que a influência dos fatores atividade física, maior valor da massa corporal e maior valor de estatura, sobre a densidade mineral óssea, interferiram beneficemente em torno de 13% em seus sujeitos. Porém, torna-se importante destacar, em seu estudo, que pessoas que tiveram variação da massa corporal (tipo engorda e emagrece) sofreram maior redução da massa óssea quando comparadas com pessoas que mantinham uma massa corporal constante. Ouriques (2000), em um estudo com mulheres senis, pesquisando a existência de relações antropométricas com a densidade mineral

óssea, também encontrou dados semelhantes, a massa corporal e o IMC elevados ocasionaram uma maior massa óssea geral.

Noutro estudo, envolvendo mulheres pós-menopausa e não fumantes com idade entre 49 e 65 anos, foram encontradas correlações significativas na densidade mineral óssea da coluna lombar com as variáveis idade, estatura e massa corporal. O aumento da idade tende a diminuir a massa óssea e quanto maior a massa corporal e a estatura, a tendência é elevar a densidade mineral óssea da coluna (SINAKI et al., 1986).

A análise da tabela 5 permite considerar que o valor da massa corporal, bem como da estatura, de todas as adolescentes, atletas, iniciantes e não-praticantes de treinamento físico também foi estatisticamente semelhante, e ainda, dentro dos padrões de normalidade propostos pela OMS (2000), seria considerado baixo peso, se as adolescentes nesta faixa etária apresentassem valores iguais ou inferiores a 35kg. Resultados estatisticamente semelhantes foram evidenciados entre as atletas de GRD do presente trabalho e as ginastas cariocas do estudo de Ribeiro e Soares (2001), o mesmo resultado não foi encontrado nas adolescentes escolares do trabalho de Guedes e Guedes (1997).

Tabela 5: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo da massa corporal (kg) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

<b>Grupos</b>	$\bar{x}(kg)$	<b>s</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Atletas	40,9	± 2,53	38,5	44,5
Iniciantes	44,0	± 6,75	32,5	50,0
Não-praticantes	43,3	± 6,60	35,0	51,0

É importante determinar, além da massa corporal, as dobras cutâneas de crianças e adolescentes, porque servem de controle no seu crescimento e desenvolvimento, e ainda identificam o percentual de gordura corporal. Assim como nos adultos, as crianças que praticam atividade física, podem ter um peso excedente proveniente do aumento da massa muscular e não tecido adiposo (PAIVA, 2001).

Segundo Brandão e Vieira (1998), os dois componentes do peso corporal, massa muscular e massa de gordura, estão relacionados com o ganho da densidade mineral óssea no esqueleto, embora a muscular tenha maior significância. Entretanto, no estudo de Nguyen et al. (1998), o resultado encontrado foi contrário.

A massa de gordura demonstrou influência maior do que a massa magra na determinação de uma adequada densidade mineral óssea.

Através da mensuração das pregas cutâneas tricipital e subescapular, pode-se estimar a densidade e a quantidade de gordura corporal, com a finalidade de:

- Identificar os riscos de saúde associados com o excesso ou falta de gordura corporal total;
- Controlar as mudanças na composição corporal associadas ao efeito da nutrição e do exercício;
- Estimar o peso ideal;
- Acompanhar o crescimento, desenvolvimento, maturação e idade relacionadas com as mudanças na composição corporal;
- Identificar nos pacientes os riscos de saúde associados com o acúmulo de gordura;
- Formular recomendações dietéticas e de exercícios (BENEDETTI, PINHO e RAMOS, 1999).

Apresenta-se, respectivamente, nas tabelas 6 e 7, os valores médios das pregas cutâneas tricipital e subescapular das adolescentes investigadas.

Tabela 6: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo da prega cutânea tricipital (mm) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

<b>Grupos</b>	$\bar{x}(mm)$	<b>s</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Atletas	11,34	$\pm 7,24$	5,7	20,0
Iniciantes	12,1	$\pm 5,10$	6,2	19,0
Não-praticantes	14,3	$\pm 2,99$	10,0	18,0

De acordo com a análise da tabela 6, constata-se que não existe diferença significativa entre os grupos em questão.

Entretanto, na verificação da tabela 7, constata-se que o grupo das atletas possui a medida da dobra cutânea subescapular estatisticamente semelhante ao grupo das iniciantes, que por sua vez, possuem medida semelhante ao grupo de não-praticantes, porém, a mesma medida, prega cutânea subescapular, se difere em uma comparação das médias do grupo de atletas com o grupo de não-praticantes de treinamento físico. O grupo das atletas possui medida de dobra cutânea subescapular inferior ao grupo de não-praticantes.

Tabela 7: Valores médios, desvios-padrão, mínimo, máximo e comparação das médias da prega cutânea subescapular (mm) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

Grupos	$\bar{x}(mm)$	s	Mínimo	Máximo
Atletas	6,12 <sup>ab</sup>	± 1,87	4,5	9,0
Iniciantes	8,6 <sup>abc</sup>	± 2,07	5,0	10,0
Não-praticantes	10,0 <sup>bc</sup>	± 2,12	7,0	13,0

Nota: Médias com letras diferentes foram estatisticamente diferenciadas pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

Confrontando os valores das pregas cutâneas tricipital e subescapular das atletas de GRD, com os resultados descritos pela tabela 8, obtidos por Guedes e Guedes (1997) em adolescentes escolares, verifica-se que houve divergência significativa de valores, tanto em prega cutânea subescapular quanto na tricipital. Porém, se comparadas com as atletas de ginástica olímpica estudadas por Ribeiro e Soares (2002), as atletas de GRD apresentaram valores estatisticamente semelhantes na verificação da prega cutânea subescapular e estatisticamente diferentes na prega cutânea tricipital. Entretanto, as autoras no final do estudo chegaram a conclusão que as atletas de ginástica olímpica apresentaram valor de prega cutânea tricipital muito inferior para a idade.

Tabela 8: Comparação das médias e desvios-padrão dos indicadores antropométricos das atletas adolescentes do presente trabalho com adolescentes na faixa etária dos 13 anos citados por autores como Guedes e Guedes (1997) e Ribeiro e Soares (2002)

Variáveis	Guedes e Guedes	Ribeiro e Soares (grupo carioca)	Ribeiro e Soares (grupo paulista)	Presente trabalho
Estatura (cm)	152,86 <sup>a</sup> ± 6,76	147,4 <sup>a</sup> ± 0,1	143,4 <sup>b</sup> ± 0,1	153 <sup>a</sup> ± 0,2
Massa corporal (Kg)	43,48 <sup>b</sup> ± 8,01	39,7 <sup>a</sup> ± 7,5	37,3 <sup>b</sup> ± 6,7	40,9 <sup>a</sup> ± 2,53
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,54 <sup>a</sup> ± 2,80	18,1 <sup>a</sup> ± 2,2	17,6 <sup>a</sup> ± 3,0	17,45 <sup>a</sup> ± 1,52
Prega TR (mm)	14,69 <sup>b</sup> ± 5,81	8,5 <sup>b</sup> ± 2,6	4,3 <sup>b</sup> ± 1,8	11,34 <sup>a</sup> ± 7,24
Prega SB (mm)	10,19 <sup>b</sup> ± 4,72	6,6 <sup>a</sup> ± 1,9	5,6 <sup>a</sup> ± 1,3	6,12 <sup>a</sup> ± 1,87
% Gordura	21,79 <sup>b</sup> ± 6,79	16,5 <sup>a</sup> ± 3,6	12,2 <sup>b</sup> ± 2,1	15,9 <sup>a</sup> ± 7,46

Nota: Médias com letras diferentes foram estatisticamente diferenciadas pelo teste " t " ( $p>0,05$ ).



#### 4.1.6 Quanto à composição corporal (índice de massa corporal e percentual de gordura corporal)

O índice de massa corporal tem sido recomendado como indicador antropométrico para avaliar o excesso e a falta de massa corporal no adolescente. A estatura correspondente à massa corporal no percentil particular não é a mesma para todas as idades, isto quer dizer que os percentis de massa corporal e estatura diferem com a idade. Recomenda-se a utilização dos dados de IMC-idade como a melhor referência no desenvolvimento de adolescentes. Os requerimentos dos dados de referência de IMC-idade são derivados do IBGE (apud Anjos et al., 1998), e são apresentados no quadro 1.

Quadro 1: Percentis de IMC para meninas na faixa etária de 12-14 anos

<b>Idade</b>	<b>5º</b>	<b>15º</b>	<b>50º</b>	<b>85º</b>	<b>95º</b>
12	14.70	15.70	17.90	20.90	23.40
13	15.40	16.70	19.00	22.20	24.30
14	16.10	17.30	20.00	23.30	26.00

Fonte: Instituto de Geografia e Estatística. 1989. Citado por Anjos et al. 1998.

Na interpretação do quadro do IMC-idade (Quadro 1), se o resultado for maior ou igual ao percentil 95º entendese que a adolescente encontra-se com excesso de peso e/ou elevada quantidade de gordura subcutânea. Se o resultado for menor ou igual ao percentil 5º, a mesma, encontrase com baixo peso ou magreza (WHO, 1995).

O índice de massa corporal (IMC) está presente na tabela 9 pelo fato de ser considerado um bom recurso para verificar a estimativa da obesidade. A quantidade de gordura corporal é um fator que beneficia a densidade mineral óssea (NIEMAN, 1999) em função de duas principais considerações: 1) A gordura é uma substância que ajuda na produção do hormônio estrogênio. Esse hormônio é responsável pelo controle da atividade das glândulas paratireóides (estas produzem o hormônio paratireóide o qual estimula o processo de reabsorção óssea). Assim, com uma quantidade de estrogênio equilibrada, melhor será a ação do hormônio paratireóide. 2) As atividades físicas, principalmente aquelas envolvendo ou suportando peso, parecem melhor contribuir no processo de formação óssea. A gordura corporal, funcionando como sobrecarga, pode ter uma parcela de influência positiva na

integridade óssea. Porém, os efeitos deletérios da obesidade em todos os demais sistemas do corpo, devem ser observados.

Tabela 9: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo do IMC (kg/cm<sup>2</sup>) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

<b>Grupos</b>	$\bar{x}(kg / cm^2)$	<b>s</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Atletas	17,45	± 1,52	15,82	19,77
Iniciantes	17,84	± 1,76	14,83	19,22
Não-praticantes	18,20	± 1,65	15,76	19,92

O IMC é estatisticamente semelhante nos três grupos, o valor em torno de 15<sup>o</sup> e 50<sup>o</sup> percentis demonstra que as participantes do estudo apresentam valores de IMC normais e saudáveis.

Embora sendo a massa corporal, a principal medida de crescimento somático precauções devem ser tomadas na interpretação isolada dos resultados, uma vez que, a massa corporal resulta da soma total dos componentes ósseos, musculares, gordurosos e não gordurosos (GUEDES e GUEDES, 1997).

Um IMC elevado nem sempre reflete em excesso de peso, mas poderá refletir o aumento da massa muscular para um indivíduo que seja praticante de atividade física, uma vez que a massa muscular pesa mais do que a massa gordurosa (PAIVA, 2001).

Pariskova (1982), durante cinco anos estudou um grupo experimental de ginastas e um grupo controle sedentário na faixa etária dos 12 aos 13 anos. Após análises dos resultados, o autor constatou que o grupo de ginastas permaneceu com o mesmo percentual de gordura durante todo o período do experimento, enquanto o grupo controle, apesar das medidas de peso e estatura serem similares, encontravam-se com o percentual de gordura mais elevado, demonstrando que só peso corporal avaliado isoladamente não é um bom indicador para avaliar o desenvolvimento corpóreo.

Dietiz (1994), já salientava que a adolescência representa um período importante no controle e na prevenção ao acúmulo de gordura corporal, através de um controle alimentar e de um comportamento físico ativo. De acordo com a OMS em 1997, o excesso de gordura corporal e/ou a obesidade deve ser encarado como um problema de saúde pública, podendo provocar ao organismo danos consideráveis e irreversíveis da mesma forma que, por exemplo, o tabagismo provoca.

Com o resultado dos valores do percentual de gordura obtido através da equação matemática, classificam-se as crianças de acordo com o quadro de Lohman et al. (1982), conforme demonstra o quadro 2.

Quadro 2: Valor médio normal de gordura para crianças

% de gordura	Meninas
Muito abaixo	Abaixo de 10%
Baixo	10-15%
Nível ótimo	15-25%
Moderadamente alto	25-30%
Alto	30-35%
Muito alto	Acima de 35%

Fonte: Lohman et al. (1982).

Os níveis percentuais de gordura considerados ótimos para adolescentes são de 15 a 25% para meninas, acima de 30% possuem grandes chances de na idade adulta virem a desenvolver doenças cardiovasculares, provenientes de obesidade em idade infantil. E valores abaixo de 10 percentis indicam que a adolescente está com baixo peso, o que também não é benéfico para a saúde (SLAUGHTER, 1988).

Comparando a bibliografia mencionada por Lohman (1986), com os resultados obtidos no trabalho, e demonstrados na tabela 10, nota-se que os grupos estão dentro de uma faixa de normalidade do percentual de gordura, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os três grupos em questão.

Tabela 10: Classificação do percentual de gordura corporal (%) entre adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

Grupos	$\bar{x}(\%)$	s	Mínimo	Máximo
Atletas	15,90	± 7,46	10,24	25,13
Iniciantes	18,97	± 5,56	10,76	25,13
Não-praticantes	21,90	± 12,07	16,35	25,13

Guedes e Guedes (1997), analisando o perfil corporal de adolescentes escolares brasileiras de Londrina-PR, encontraram 21,79% de gordura corporal, valor estatisticamente diferente, segundo teste "t" de student ( $p < 0,05$ ), ao grupo de atletas de GRD, estudado nesta pesquisa. Ribeiro e Soares (2002), encontraram nas ginastas de São Paulo-SP 12,2%, valor estatisticamente menor que o grupo de

atletas de GRD, e nas ginastas do Rio de Janeiro-RJ 16,5%, o que corresponde a um valor estatisticamente semelhante ao das atletas de GRD (Quadro 1).

Em uma comparação, realizada através do teste “t” de student ( $p < 0,05$ ), dos valores do percentual de gordura corporal das atletas, com estudos realizados fora do Brasil, como o realizado por Theintz et al. (1993), que foi pesquisado o percentual de gordura corporal em adolescentes escolares de 11 a 14 anos, e encontrado um valor de 14,9%, pode-se verificar que o resultado é significativamente diferente entre os grupos, sendo que as adolescentes escolares apresentaram um percentual de gordura corporal estatisticamente inferior aos grupos do presente trabalho.

#### **4.2 Apresentação dos dados referentes à associação entre os indicadores da densidade mineral óssea (nível maturacional, hábitos alimentares, indicadores antropométricos, composição corporal) e treinamento físico (gasto energético)**

A princípio, o presente trabalho teve como objetivo homogeneizar os três grupos de adolescentes, o que foi possível na análise das variáveis de idade, de desenvolvimento maturacional, da ingestão calórica, dos principais indicadores antropométricos e da composição corporal. Uma variável que diferiu intencionalmente os grupos de adolescentes foi o nível da prática da atividade física, onde foi possível obter 3 grupos distintos, um composto por atletas de GRD que possuíam uma alta carga de treinamento, um de iniciantes da modalidade, porém com carga bem menor e um de não-praticantes de atividade física (Tabela 1).

Em uma comparação da realização da atividade física e da ingestão alimentar, nota-se, que a prática do esporte foi um fator estatisticamente relevante nos três grupos, e ainda, os três grupos não possuem uma alimentação adequada para a idade, inclusive na ingestão de cálcio, mineral decisivo na formação da estrutura óssea.

Na comparação da prática da atividade física com os indicadores antropométricos e composição corporal, nota-se que os três grupos se encontram estatisticamente homogêneos, com a pequena ressalva da prega subescapular, porém, variável não decisiva na verificação do IMC e do percentual de gordura corporal, que são

semelhantes entre si. Na comparação da prega cutânea subescapular (Tabela 7), única variável antropométrica divergente entre as adolescentes, com o gasto energético (Tabela 1) pode-se observar que quanto maior o valor da prega subescapular, menor o gasto energético da adolescente. Entretanto, conforme já citado anteriormente, não se torna correto, através da análise de apenas uma variável, neste caso, a prega subescapular, inferir que o sujeito possui ou não, maior valor de IMC e de percentual de gordura corporal, fato por fim, encontrado no presente trabalho. O qual teve sua diferença entre a prega cutânea subescapular, porém, semelhança no IMC e no percentual de gordura corporal.

De acordo com o estudo realizado por Silva et al. (1998) em graduandos da Faculdade de Medicina de São Paulo, com idade média de 20,2 anos, foi verificada a densidade mineral óssea e os indicadores antropométricos, verificou-se a existência de uma relação estatisticamente significativa entre as duas variáveis. As acadêmicas que possuíam maior valor dos indicadores antropométricos também possuíam valores mais altos de densidade mineral óssea.

Porém, na comparação da prega subescapular, única variável antropométrica que diferia os grupos do presente trabalho, a densidade mineral óssea, apresenta resultado incomum, o maior valor das pregas subescapulares foram encontradas nas adolescentes que obtiveram menor massa óssea verificada pelo DEXA. Entretanto, conforme mencionado anteriormente, na comparação de apenas uma variável, prega subescapular, com a densidade mineral óssea, enquanto todas as outras variáveis foram estatisticamente semelhantes, o resultado não fica cientificamente consistente.

Outros dados antropométricos interessantes de comparação seriam a massa corporal e o percentual de gordura, afinal, conforme os trabalhos de Brandão e Vieira, (1998), Faulkner et al. (1993) e Nguyen et al. (1998), quanto maior a massa corporal e o percentual de gordura corporal, maior será a densidade mineral óssea. Porém, na comparação da massa corporal com a densidade mineral óssea, nota-se que as adolescentes possuíam massa corporal semelhante e densidade mineral óssea diferente.

### **4.3 Comparação da densidade mineral óssea em adolescentes praticantes, iniciantes e não-praticantes de treinamento físico**

Conforme Gali (2001), Plaper e Meirelles (1999), Brandão e Vieira (1998) referenciaram em seus trabalhos, o exame de densitometria óssea por dupla emissão de feixes (DEXA), é o recurso mais moderno e preciso na verificação da massa óssea.

Segundo Brandão e Vieira (1998), é um exame que verifica várias partes do corpo, como a coluna lombar e o colo do fêmur. Porém, Oliveira (2000), preconiza que a densitometria óssea do fêmur proximal é mais indicada para prever fraturas, já a densidade da coluna lombar, a qual foi utilizada no presente trabalho, é mais indicada para uma monitorização terapêutica, ou seja, verificar o desenvolvimento da massa óssea diante dos fatores que aceleram ou inibem a composição do mesmo.

Os resultados da densitometria óssea são expressos em  $\text{g/cm}^2$ . A interpretação dos resultados é referida em porcentual ou desvio padrão, e realizada comparativamente com a curva de distribuição da população normal de adultos jovens e um outro grupo do mesmo sexo, etnia e idade. A osteoporose é definida quando há densidade mineral óssea menor que 2,5 desvio-padrão em relação a adultos jovens normais; quando a densidade mineral óssea em relação a adultos jovens estiver entre  $-1,0$  e  $-2,5$  desvio-padrão é diagnosticada osteopenia, que é apenas uma diminuição na massa mineral óssea, porém não classificada como doença, e quando o resultado for menor que  $-1,0$  o indivíduo está com a densidade mineral óssea normal (GREGÓRIO, 1996).

É importante verificar as diferenças existentes em cada categoria óssea. A osteoporose, por ser a doença em que o osso encontra-se em estado crítico para fraturas, acusa os menores valores de densidade mineral óssea. A osteopenia destaca valores melhores em relação à osteoporose e piores em relação ao osso normal, porém, a osteopenia não é classificada cientificamente como doença (OURIQUES, 2000).

Embora seja esse o critério de mensuração mais utilizado para a quantificação da densidade mineral óssea, Lu et al. (1996), corrobora que a densitometria pediátrica é melhor avaliada através da análise de um gráfico (Figura 2) para idade e estágio sexual equivalente. O qual foi obtido através de um estudo longitudinal de um

mesmo grupo de pessoas em épocas diferentes da vida. Os valores considerados normais, de acordo com o autor, para adolescentes na faixa etária dos 13 anos em estágio pré-púbere, variam de  $0,600\text{g/cm}^2$  (limítrofe) a  $1,000\text{g/cm}^2$ , sendo que uma boa quantidade de massa mineral óssea para futuramente evitar possíveis problemas na saúde deve ser por volta de  $0,800\text{g/cm}^2$  a  $0,900\text{g/cm}^2$ .

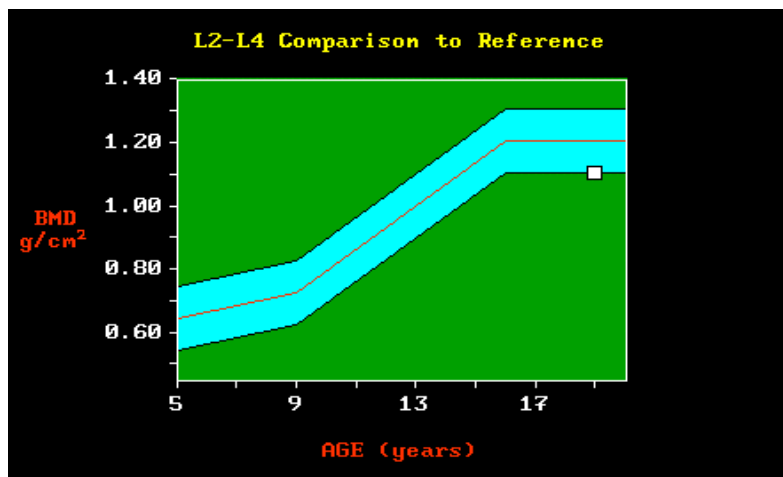


Figura 2: Gráfico de Lu et al. (1996) sobre a densidade mineral óssea na coluna lombar (L2-L4), no qual o resultado obtido é comparado em indivíduos da mesma idade (faixa azul).

Através da tabela 11 e da figura 3, onde são apresentados os valores de densidade mineral óssea da coluna lombar (L2-L4) dos três grupos estudados: atletas, iniciantes e não-praticantes de treinamento físico, observa-se que todas as adolescentes encontram-se em nível normal de massa mineral óssea, porém, entre os grupos era notória a diferença estatisticamente em relação à quantidade do mineral na arquitetura da coluna lombar, onde foi o local do estudo.

Tabela 11: Valores médios, desvios-padrão, mínimo e máximo de densidade mineral óssea ( $\text{g/cm}^2$ ) em adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

Grupos	$\bar{x}(\text{g/cm}^2)$	s	Mínimo	Máximo
Atletas	0,830	$\pm 0,013$	0,810	0,844
Iniciantes	0,740	$\pm 0,038$	0,709	0,802
Não-praticantes	0,670	$\pm 0,043$	0,605	0,721

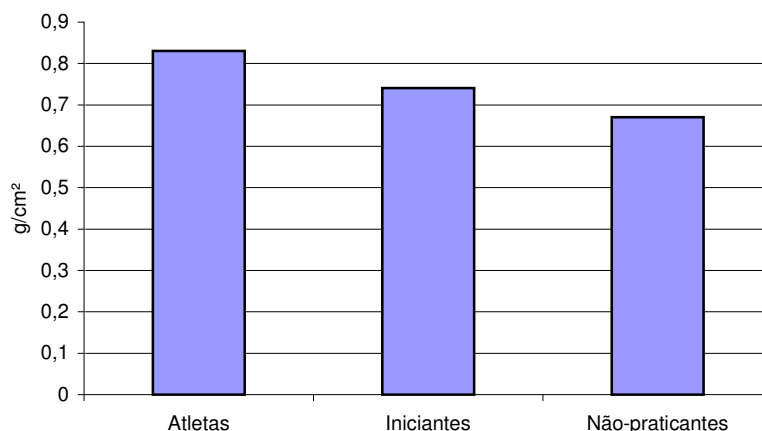


Figura 3: Gráfico sobre a densidade mineral óssea na coluna lombar (L2-L4) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física.

Se os grupos praticamente possuíam todas as variáveis estatisticamente semelhantes, exceto o nível de atividade física e de densidade mineral óssea, assegura-se que quanto maior a prática da atividade física maior será a quantidade do conteúdo mineral ósseo presente nos ossos (Tabela 12). Portanto, tendo uma maior densidade mineral óssea em idade precoce menores serão as chances de desenvolver osteoporose em idade adulta, isso é possível devido ao lastro de reserva do mineral no esqueleto.

Afirmção que corrobora com o estudo de Ouriques (2000), através do qual foi realizada uma investigação da densidade mineral óssea associada aos hábitos da atividade física e do histórico de vida em pessoas senis. O autor concluiu que as pessoas que tiveram um maior nível de gasto calórico nas principais fases da vida, sobretudo na adolescência, obtiveram um benefício na aquisição do pico de massa óssea.

Tabela 12: Comparação das médias e desvios-padrão da prática da atividade física (Kcal) com a densidade mineral óssea (g/cm<sup>2</sup>) de adolescentes pré-púberes com diferentes níveis de atividade física

Grupos	$\bar{x}(g/cm^2)$	?? (g/cm <sup>2</sup> )
Atletas	3649,8 ± 191,34	0,8306 ± 0,013
Iniciantes	2745 ± 81,04	0,7466 ± 0,038
Não-praticantes	1936,4 ± 166,16	0,6764 ± 0,043



Em uma observação do valor da densidade mineral óssea dessas adolescentes com a média verificada por Ouriques (2000) em mulheres na faixa etária dos 85 anos que tiveram sua adolescência marcada pela prática de atividades leves ( $0,884\text{g/cm}^2 \pm 0,136$ ), pode-se inferir que as meninas que se encontram na fase do pico de massa óssea ainda têm muito a acumular do mineral para em idade tardia não virem a desenvolver a osteoporose. Como ocorreu no grupo dessas mulheres descritas pelo autor, algumas vieram a apresentar um valor muito baixo de densidade mineral óssea ( $0,484\text{g/cm}^2$ ), classificando quadros de osteoporose, porém, isto não vai ser problema para esse grupo, pois segundo autores referenciados anteriormente, o acúmulo de massa óssea se faz até os 25 anos, sendo que o pico de ganho acontece na adolescência. Portanto, as atletas que obtiveram maior densidade mineral óssea já estão, conforme resultado estatístico, com um nível de segurança maior contra doenças ósseas quando comparadas às outras adolescentes, porém, é importante que elas mantenham sempre uma vida ativa, não se abdicando da prática de exercícios físicos somente porque hoje elas se encontram com um depósito melhor de massa óssea.

Conforme vários trabalhos já haviam evidenciado (Vilariño et al., 1998; Grimston e Hanley, 1992; Fehling et al., 1995; Nunes, 2000; Kritz e Barret, 1994) a densidade mineral óssea sofre variável alteração com a prática da atividade física. Contudo, um tipo de exercício difere do outro em relação a essa variável. Esportes que trabalham de forma aeróbica, sob ação da gravidade, com cargas maiores e provocando maior impacto com o solo são os que mais beneficiam a massa óssea. Exercícios com intensidades de médias a intensas (tendendo para atividades moderadas as quais sugerem maior conforto e estimulação para a maioria das estruturas do corpo) tendem a aumentar mais a massa óssea quando comparadas com exercícios mais leves. Isto é possível de ser observado em uma comparação entre pessoas com a mesma faixa etária, porém, com diferentes condições físicas. Até mesmo em pessoas de terceira idade este aumento é observado (OURIQUES e FERNANDES, 1997; KRALL e DAWSON, 1994).

Eiken (1995), após a revisão de 18 estudos transversais e 29 estudos prospectivos, concluiu que a atividade física aumenta o conteúdo mineral ósseo, ou pelo menos preserva a massa óssea, tanto em mulheres jovens, como em mulheres em idade mais avançada.

Porém, a atividade física isolada não pode ser considerada um fator preventivo, muito menos reabilitativo, da osteoporose, pois existem outras variáveis como a hereditariedade, a massa corporal, a estatura, o IMC, o percentual de gordura, a adequada ingestão de alimentos, principalmente do mineral cálcio, que exercem influência decisiva, porém, torna-se óbvio, que a prática da atividade física pode ser considerada um dos fatores que auxiliam no depósito de cálcio nos ossos, minimizando, portanto, futuras perdas que tendem a acontecer espontaneamente com o passar dos anos. O que corrobora com Driusso (2000) e Paiva (2001), afirmando que a atividade física deve ser realizada em qualquer idade, sob orientação de um profissional da área, o que só tem a trazer benefícios ao organismo humano.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 5.1 Conclusões

A busca por uma vida saudável é algo almejado em todas as faixas etárias. Viver mais, com saúde e autonomia é, com certeza, o objetivo da grande maioria das pessoas. Atingir a longevidade com qualidade. E para isto acontecer é necessário um funcionamento ou equilíbrio harmônico de tudo que compõe o ser humano e do ambiente o qual está inserido.

A complexidade de se estudar o ser humano na totalidade, e fazendo parte de um todo, torna os estudos, muitas vezes, impraticáveis ou talvez longe de se conseguir conclusões definitivas.

A idade é uma grande aliada em qualquer processo de desgaste do corpo. Sabe-se que o uso contínuo de qualquer estrutura tende ao enfraquecimento. Porém, a aquisição da experiência de vida só é possível através deste fator.

A atividade física ou esportes em geral, está muito associada com a melhora da densidade mineral óssea, tanto em pessoas jovens como em idosas. Assim, os hábitos de atividades físicas regulares tendem a beneficiar pessoas de qualquer idade, raça ou sexo. Importante lembrar que quanto mais cedo começarem esses hábitos tanto melhor serão os resultados no presente e no futuro.

Foi com base nessa afirmação, de que a atividade física proporciona benefícios à densidade mineral óssea, que se tornou importante a realização do presente estudo. O qual, a partir dos resultados obtidos, destaca-se as seguintes conclusões:

A ingestão calórica média dos 3 grupos estudados é menor do que as recomendações diárias de 2000kcal. Variável preocupante, pois bons hábitos alimentares podem compor um fator decisivo para assegurar a saúde da população. Ainda mais em adolescentes atletas, que conforme evidenciado no trabalho, necessitam de maior demanda energética para realizar um treinamento intensivo, além de garantir um perfeito crescimento e desenvolvimento.

A baixa ingestão de cálcio nestas adolescentes, comprovada através do estudo, é outro agravante para a saúde. Enquanto a recomendação diária é de 1200mg por dia para indivíduos entre 11 e 24 anos, a ingestão foi de 381,6mg/d para o grupo das atletas, 540mg/d para o grupo de iniciantes e 472,8mg/d para o grupo de não-

praticantes de atividade física. As atletas que deveriam ter um maior consumo por perderem parte desse mineral no suor durante o treinamento, foram as que menos ingeriam cálcio em suas dietas.

As variáveis antropométricas (massa corporal, estatura e dobras cutâneas tricipital e subescapular), bem como o IMC e o percentual de gordura corporal, variáveis estatisticamente semelhantes, exceto a prega subescapular que foi maior no grupo de não-praticante de treinamento físico, estão dentro dos padrões de normalidade.

Já o resultado da densidade mineral óssea, nas adolescentes praticantes de GRD, objetivo primordial do estudo, está dentro dos padrões da normalidade, e apresenta valores maiores do que nos dois outros grupos de adolescentes, portanto, comprova-se que a prática da atividade física acarreta benefícios na massa óssea, assegurando desta maneira, melhores condições da saúde esquelética, visto que o cálcio presente nos ossos hoje, se tornará no futuro, um ótimo depósito do mineral, que é perdido fisiologicamente com o passar dos anos.

Porém, torna-se importante ressaltar, que a atividade física isolada, não é capaz de estabilizar ou minimizar a evolução de alterações ósseas como a osteopenia e a osteoporose. Outras variáveis, como a ingestão adequada de cálcio, o controle dos níveis de estrogênio, a vitamina D, compõem fatores, que juntamente com a carga de atividade física, são decisivos para a manutenção de uma boa integridade óssea.

Além do mais, não são todas as modalidades de atividade física que beneficiam igualmente a densidade mineral óssea. Atividades aeróbicas e localizadas, realizadas sob a ação da gravidade, que trabalham poucas repetições e maiores cargas são mais propícias para essa finalidade. A GRD é, portanto, uma excelente modalidade esportiva a ser praticada por crianças e adolescentes. Trata-se de um desporto extremamente completo e saudável, que proporciona excelentes qualidades físicas como a flexibilidade, a agilidade, a postura, o equilíbrio, a coordenação, e por outro estimula as aptidões artísticas como a musicalidade, a graciosidade, a expressão corporal e contribui igualmente para moldar o caráter em equipe, além é claro, de proporcionar uma aquisição de massa óssea como comprovou o presente estudo.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Como existe carência de estudos sobre a densidade mineral óssea em crianças e adolescentes mais trabalhos devem ser realizados, sobretudo, em ambos os sexos, e com maior abrangência das idades e modalidades esportivas.

Seria interessante a realização de um estudo longitudinal com a mesma finalidade, analisar a densidade mineral óssea em crianças e adolescentes mediante a execução da atividade física.

Fazer um estudo voltado para o ganho de força muscular relacionado ao desempenho da densidade mineral óssea em crianças e adolescentes, visto que existem trabalhos já realizados, porém, em faixa etária adulta e senil.

## REFERÊNCIAS

- ANJOS, L. A. et al. Distribuição dos valores do índice de massa corporal da população brasileira até 25 anos. **Revista Panamericana de Saúde Pública**, v. 3, n. 3, p. 83-95, 1998.
- BANKOFF, A. D. P.; ZYLBERBERG, T. P.; SCHIAVON, L. M. A osteoporose nas mulheres pós-menopausa e a influência da atividade física: "uma análise de literatura". **Revista da Educação Física/UEM**, v. 9, n. 1, p. 93-101, 1998.
- BARBANTI, V. J. **Aptidão física: um convite à saúde**. São Paulo: Manole, 1990. 10 p.
- BARNES, L. A. **Manual de nutrición pediátrica**. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1994. 542 p.
- BAR-OR, O. Physical activity and physical training in childhood obesity. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 33, p. 223-229, 1993.
- BENEDETTI, T. R. B.; PINHO, R. A.; RAMOS, V. M. Dobras Cutâneas. In: PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Palloti, 1999. 67 p.
- BIANCULLI, C. et al. Prevención da osteoporosis desde la adolescencia. **Adolesc. Latinoam.**, v. 1, n. 4, p. 209-21, 1999.
- BLANCAS, E. M.; CALDERA, P. E. Los mecanismos de absorción con base para la elaboración de una dieta de bajo costo para pacientes osteoporóticas. **Gac. Méd. Méx.**, v. 135, n. 3, p. 291-304, 1999.
- BONJUR; THEINTZ; BUCHS. Critical years and stage of puberty of spinal and femoral mass accumulation during adolescence. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 73, n. 1, p. 555-563, 1991.
- BOUCHARD, C.; SHEPHARD, R. Physical activity, fitness and health: a model and key concepts. In: BOUCHARD, C. et al. **Exercise, Fitness and Health**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1990.
- BRANDÃO, C. M. A.; VIEIRA, J. G. H. Medindo a densidade mineral óssea e algo mais. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 42, n. 5, p. 331-332, 1998.
- CARNEIRO, R. A. Osteoporose: diagnóstico e tratamento. **ARS CVRANDI**, v. 29, n. 4, p. 52-58, 1996.
- CARVALHO, D. C. L.; CARVALHO, M. M.; CLIQUET JUNIOR, A. Osteoporose por desuso: aplicação na reabilitação do lesado medular. **Acta Ortop. Bras.**, v. 9, n. 3, p. 34-43, 2001.

CASTRO, M. L. et al. Correlação entre ultra-sonometria quantitativa de calcâneo e densitometria óssea duo-energética de coluna e fêmur na avaliação óssea. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 43, n. 3, p. 205-9, 1999.

COOPER, K. H. **Controlando a osteoporose**. Rio de Janeiro: Nórdica, 1991. 22 p.

DALSKY, G. P. The role of exercise in the prevention of osteoporosis. **Comprehensive Therapy**, v. 15, n. 9, p. 30-37, 1989.

DALSKY, G. P. Effect of exercise on bone: permissive influence of estrogen and calcium. **Med Sci Sports Exerc**, v. 22, p. 281-285, 1990.

DANOWSKI, J. S. Osteoporose: conceito, classificação e clínica. **ARS CVRANDI**, v. 29, n. 3, p. 21, 1996.

DIETIZ, W. H. Critical periods in childhood for the development of obesity. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 59, n. 5, p. 955-959, 1994.

DRINKWATER, B. L.; CHESNUT, C. H. Site specific skeletal response to increased calcium in amenorrheic athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 24, S45, 1992.

DRIUSSO, P. et al. Efeitos de um programa de atividade física na qualidade de vida de mulheres com osteoporose. **Rev. Fisioter. Univ. São Paulo**, v. 7, n. 1/2, p. 1-9, 2000.

EASTELL, R. Treatment of postmenopausal osteoporosis. **The New England Journal of Medicine**, v. 338, n. 11, p. 736-746, 1998.

EIKEN, P. A. Physical activity and bone mineral content in postmenopausal women. **Ugeskr-Laeger**, v. 157, n. 37, p. 5086-5091, 1995.

FALL, C. et al. Programming of growth hormone secretion and bone mineral density in elderly men: a hypothesis. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 83, n. 1, p. 135-139, 1998.

FAULKNER, R. A. et al. Regional and total body bone mineral content, bone mineral density, and total body tissue composition in children 8-16 years of age. **Calcif Tissue Int**, v. 53, p. 7-12, 1993.

FEHLING, P. C. et al. A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. **Bone**, v. 17, n. 3, p. 205-210, 1995.

FERNANDES, C. E. et al. Osteoporose. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 57, n. 12, p. 30-39, 2000.

FOGELHOLM, M. et al. Growth dietary intake and trace element status. *Medicine and science in sports and exercise*. **Bethesda**, v. 4, n. 32, p. 738-746, 2000.

GALI, J. C. Osteoporose. **Acta Ortop. Bras.** v. 9, n. 2, p. 53-62, 2001.

GILSANZ VSKAGGS, D. L. et al. Differential affect of race on the axial and appendicular skeletons of children. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 83, n. 2, p. 1420-1427, 1998.

GREGÓRIO, L. H. Densitometria óssea: indicações e interpretação clínica. **ARS CVRANDI**, v. 4, n. 29, p. 60-64, 1996.

GRIMSTON, S. K.; HANLEY, D. A. Bone mineral density in children is related to mechanical loading regime. **Med Sci Sports Exerc**, v. 24, S45, 1992.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Crescimento, composição corporal e desenvolvimento motor de crianças e adolescentes**. São Paulo: Baliero, 1997, 101-362 p.

GUERRERO, C. et al. Reconocimiento de la osteoporosis mediante estudios radiológicos simples. **Rev. Fac. Med. UNAN**, v. 42, n. 3, p. 107-109, 1999.

GUNNES, M.; LEHMANN, E. H. Physical activity and dietary constituents as predictors of forearm cortical and trabecular bone gain in healthy children and adolescents: a prospective study. **Acta Paediatrics**, v. 85, n. 1, p. 19-25, 1996.

HAAPASALO, H. et al. Effect of long term unilateral activity on bone mineral density of female junior tennis players. **J Bone Miner Res**, v. 13, n. 2, p. 310-319, 1998.

HEINONEN, A. et al. Bone mineral density of female athletes in different sports. **Bone Mineral**, v. 23, p. 1-14, 1993.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1992. 120 p.

KANIS, J. A. et al. The diagnosis of osteoporosis. **J Bone Miner Res**, v. 9, n. 8, p. 1137-1141, 1994.

KRALL, E. A.; DAWSON, H. B. Walking is related to bone density and rates of bone loss. **American Journal of Medicine**, v. 96, n. 1, p. 20-26, 1994.

KRALL, E. A.; DAWSON, H. B. Smoking increases bone loss and decrease intestinal calcium absorption. **J Bone Miner Res**, v. 14, n. 2, p. 215-220, 1999.

KOVRT, W. M.; EHSANI, A. A; BIRGE, S. J. Jr. Effects of exercise involving predominantly joint-reaction or ground-reaction forces on bone mineral density in older women. **J Bone Miner Res**, v. 12, n. 8, p. 1253-1261, 1997.

KRITZ, S. D.; BARRET, C. E. Grip strength and bone mineral density in older women. **J Bone Miner Res**, v. 9, n. 1, p. 45-51, 1994.

LAFFRANCHI, B. **Treinamento desportivo aplicado à ginástica rítmica**. Londrina: UNOPAR, 2001. 10 p.



LANE, J. M. **Diagnosis and management of orthopaedic problems commonly found in women: osteoporosis**. American Academy of Orthopaedic Surgeons 65<sup>th</sup> Annual Meeting, New Orleans, 1998.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: EPU, 1977. 20p.

LIVINGSTONE, M. B. E. et al. Validation of estimates of energy intake by dietary record and history in children and adolescents. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, p. 29-35, 1992.

LOHMAN, T. G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. **Exercise and Sports Science Reviews**, v. 14, p. 325-357, 1986.

LOHMAN, T. G. et al. Measurement of body composition in children. **J Physical Education, Recreation and Dance**, v. 53, n. 7, p. 67-70, 1982.

LU et al. Volumetric bone mineral density in normal subjects, aged 5-27 years. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 81, n. 2, p. 1586-1590, 1996.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Growth, maturation and physical activity**. Champaign Il, Human Kinetics, 1991.

MARCHAND, E. A. A. Exercício e saúde óssea. **Revista Digital**. Buenos Aires. Año 6, n. 33, Marzo de 2001.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R. Osteoporose e atividade física. **Revista Brasileira de Ciências do Movimento**, v. 5, n. 3, p. 33-60, 1991a.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R. Exercício, densidade óssea e osteoporose. **Bras. Ortop.**, v. 27, n. 10, p. 730-744, 1992.

MEIER, D. E. et al. Calcium, vitamin D and parathyroid hormone status in young white and black women: association with racial differences in bone mass. **J Clin Endocrinol Metab.**, v. 72, p. 703-710, 1991.

MEIRELLES, E. S. Diagnóstico por imagem na osteoporose. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 43, n. 6, p. 423-427, 1999.

MONTMOLLIN, M. **L'ergonomie**. Paris: La Découverte, 1990.

MORAIS, M. B. M.; CARVALHO, J. G. Osteoporose. **Revista Acta Ortop. Bras.**, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2001.

NGUYEN, T. V. et al. Bone mass, and fat mass, same genes or same environments? **American Journal Epidemiology**, v. 147, n. 1, p. 3-16, 1998.

NIEMAN, D. C. **Exercício e saúde**. São Paulo: Manole, 1999. 42 p.

NUNES, J. F.; FERNANDES, J. A. Influência da ginástica localizada sobre a densidade óssea de mulheres de meia idade. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 2, n. 3, p. 14-21, 1997.

NUNES, J. F. **Força muscular e densidade mineral óssea em mulheres idosas (50 a 65 anos)**. 2000. 40-52 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OLIVEIRA, S. A. Osteoporose – Uma visão atual. **Revista Femina**, v. 28, n. 8, p. 407-418, 2000.

OMS (Organização Mundial de Saúde) . Developed by the national center for health statistics in collaboration with the national center for chronic prevention and health promotion (2000). **Percentil estatura-idade, peso-idade de meninas entre 2-20 anos**. Disponível em : <http://www.cdc.gov/growthcharts>. Acesso em 01 novembro de 2002.

OURIQUES, E. P. M.; FERNANDES, J. A. Atividade física na terceira idade: uma forma de prevenir a osteoporose? **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 2, n.1, p. 53-59, 1997.

OURIQUES, E. P. M. **Hábitos de atividade física e histórico de vida associados à densidade mineral óssea de pessoas com idade acima de 80 anos**. 2000. 10-35 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PAIVA, M. F. N. D. B. **Avaliação antropométrica: estudo comparativo do crescimento de crianças praticantes e não praticantes de ginástica olímpica**. 2001. 50-60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, convênio CEFET/UFSC, área de concentração: mídia e conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PARIZKOVA, J. **Gordura corporal e aptidão física**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982.

PETROSKI, E. L. Cineantropometria: caminhos metodológicos no Brasil. In: FERREIRA NETO, A.; GOELLNER, S. V.; BRACHAT, V. **As ciências do esporte no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 1995. p. 81-101.

PINHO, A. R.; PETROSKI, L. E. Adiposidade corporal e nível de atividade física em adolescentes. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desenvolvimento Humano**, v. 1, n. 1, p. 60-68, 1999.

PLAPER, P. Osteoporose e exercícios. **Acta Ortop. Bras.**, v. 4, n. 2, p. 43-46, 1996.

PLAPER, G. P.; MEIRELLES, S. E. Osteoporose e exercícios físicos. In: GREVE, J. M. A.; AMATUZZI, M. M. **Medicina de reabilitação aplicada à ortopedia e traumatologia**. São Paulo: Roca, 1999. 361-80 p.

POLLOCK, L. M. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 6, p. 975-991, 1998.

RAMALHO, A. C.; LAZARETTI, C. M. Fisiopatologia da osteoporose involutiva. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 43, n. 6, p. 409-14, 1999.

RAPIN, A. Viver o trabalho de outra forma. **Label France**, v. 38, p. 15-17, 2000.

RDA (National Research Council). **Recommended dietary allowances**. 10<sup>a</sup> ed. Washington, National Academy Press, 1989. 284 p.

RENNÓ, A. C. M. Atividade física e osteoporose: uma revisão bibliográfica. **Fisioter. Mov.**, v. 13, n. 2, p. 49-54, 2001.

RIBEIRO, B. G.; SOARES, E. A. Avaliação do estado nutricional de atletas de ginástica olímpica do Rio de Janeiro e de São Paulo. **Revista Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 181-191, 2002.

ROSSINI, M.; VIAPIANA, O.; ADAMI, S. Instrumental diagnosis of osteoporosis. **Aging Milano**, v. 10, n. 3, p. 240-248, 1998.

ROWLAND, T. W. Exercício e a saúde de crianças: uma fundamentação científica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 4, n. 6, p. 175-181, 1998.

RUBIN, C. T.; LANYON, L. E. Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. **Calcify Tissue Int**, v. 37, p. 411, 1985.

SALLES, A. D.; BRAZ, V. S. Osteoporose, um novo olhar: processamento digital de imagens radiográficas. **Radiol. Bras.**, v. 31, n. 6, p. 369-73, 1998.

SALLES, A. D.; BRAZ, V. S. Osteoporose e a remodelação do osso. **Revista Fisio e Terapia**, v. 25, p. 15-16, 2001.

SALLIS, J. F.; PATRICK, K.; LONG, B. J. Overview of the international consensus conference on physical activity guidelines for adolescents. **Pediatric Exercise and Science**, v. 6, p. 299-301, 1994.

SÂMARA, A. M. Osteoporose. In: MARQUES NETO et al. **Reumatologia**. São Paulo: Ed. Sarvier, 1985. p. 432-448.

SICHERI, R. et al. Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 44, n. 3, p. 227-32, 2000.

SILVA, M. A. G. et al. Estudo da densidade mineral óssea em 100 alunos de graduação da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. **Rev. Bras. Reumatol.**, v. 38, n. 5, p. 291-296, 1998.

SIMOPOULOS, A. P. Genetic variation and nutrition. **Biomed Environ Sci**, v. 9, n. 2-3, p. 124-129, 1996.

SINAKI, M. et al. Relationship between bone mineral density of spine and strength of back extensors in health postmenopausal women. **Mayo Clin Proc**, v. 61, n. 2, p. 116-122, 1986.

SLAUGHTER, M. H. et al. Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v. 60, n. 5, p. 709-123, 1988.

SZENJNFELD, V. L.; BARACAT, E. C. Osteoporose. **ARS CVRANDI**, v. 27, n. 8, p. 61-78, 1994.

TAAFFE, D. R. et al. High-impact exercise promotes bone gain in well-trained female athletes. **J Bone Miner Res**, v. 12, n. 2, p. 255-260, 1997.

TANNER, J. M. **Growth at Adolescence**. 2<sup>a</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1962.

THEINTZ, G. E. et al. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. **The Journal of Pediatrics**, v. 122, n. 2, p. 306-313, 1993.

THOMPSON J. L. Energy balance in young athletes. **Int J Sports Nutr United States**, v. 8, n. 2, p. 160-174, 1998.

THORNGREN, K. G. Fractures in older persons. **Disabil Rehabil**, v. 16, n. 3, p. 119-126, 1994.

VILARIÑO, A. et al. Actividad física y osteoporosis en mujeres postmenopáusicas. **Obstet. Ginecol. Latinoam.**, v. 56, n. 1, p. 10-4, 1998.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho**. Ergonomia: método & técnica. São Paulo: FTD, Oboré, 1987.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. Geneva: technical report series 854. 1995.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO INICIAL

UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/ ÁREA ERGONOMIA  
 MESTRANDA: PROF. DORA DE CASTRO AGULHON SEGURA

### QUESTIONÁRIO INICIAL

- Responda todas as perguntas, em caso de dúvidas pergunte ao professor.

Nome: ..... data de nascimento: ...../...../.....  
 Endereço:  
 Rua/Avenida: ..... nº: .....bloco:..... apto:.....  
 CEP: ..... bairro: ..... cidade: ..... fone: .....

- 1) Você pratica alguma atividade física semanalmente? Quantas vezes por semana? Totalizando quantas horas?

.....  
 .....  
 .....

- 2) Nos últimos anos você teve algum problema de saúde que a fez procurar auxílio médico? Qual foi o problema? Há quanto tempo isso aconteceu? Você fez tratamento? E obteve resultados?

.....  
 .....  
 .....

- 3) Atualmente você toma algum remédio? Qual?

.....  
 .....

- 4) Você faz acompanhamento de algum nutricionista?

.....  
 .....

- 5) Toma algum suplemento alimentar ou vitamina? Qual?

.....  
 .....

- 6) Possui na família antecedentes osteoporóticos?

.....  
 .....

- 7) Você já teve sua primeira menstruação (menarca)? Se a resposta for sim, qual foi a data?

.....

Obrigada.

## ANEXO B - REGISTRO DA ATIVIDADE FÍSICA

Nome: .....data de nascimento: .....

- Descreva toda atividade que você realizar.

DIA DA SEMANA: ( ) Segunda-feira ( ) Terça-feira ( ) Quarta-feira  
( ) Quinta-feira ( ) Sexta-feira ( ) Sábado ( ) Domingo

Horário	Atividades realizadas
00:00 – 00:14	
00:15 – 00:29	
00:30 – 00:44	
00:45 – 00:59	
01:00 – 01:14	
01:15 – 01:29	
01:30 – 01:44	
01:45 – 01:59	
02:00 – 02:14	
02:15 – 02:29	
02:30 – 02:44	
02:45 – 02:59	
03:00 – 03:14	
03:15 – 03:29	
03:30 – 03:44	
03:45 – 03:59	
04:00 – 04:14	
04:15 – 04:29	
04:30 – 04:44	
04:45 – 04:59	
05:00 – 05:14	
05:15 – 05:29	
05:30 – 05:44	
05:45 – 05:59	
06:00 – 06:14	
06:15 – 06:29	
06:30 – 06:44	
06:45 – 06:59	
07:00 – 07:14	
07:15 – 07:29	
07:30 – 07:44	
07:45 – 07:59	
08:00 – 08:14	
08:15 – 08:29	
08:30 – 08:44	
08:45 – 08:59	
09:00 – 09:14	

09:15 – 09:29	
09:30 – 09:44	
09:45 – 09:59	
10:00 – 10:14	
10:15 – 10:29	
10:30 – 10:44	
10:45 – 10:59	
11:00 – 11:14	
11:15 – 11:29	
11:30 – 11:44	
11:45 – 11:59	
12:00 – 12:14	
12:15 – 12:29	
12:30 – 12:44	
12:45 – 12:59	
13:00 – 13:14	
13:15 – 13:29	
13:30 – 13:44	
13:45 – 13:59	
14:00 – 14:14	
14:15 – 14:29	
14:30 – 14:44	
14:45 – 14:59	
15:00 – 15:14	
15:15 – 15:29	
15:30 – 15:44	
15:45 – 15:59	
16:00 – 16:14	
16:15 – 16:29	
16:30 – 16:44	
16:45 – 16:59	
17:00 – 17:14	
17:15 – 17:29	
17:30 – 17:44	
17:45 – 17:59	
18:00 – 18:14	
18:15 – 18:29	
18:30 – 18:44	
18:45 – 18:59	
19:00 – 19:14	
19:15 – 19:29	
19:30 – 19:44	
19:45 – 19:59	
20:00 – 20:14	
20:15 – 20:29	
20:30 – 20:44	
20:45 – 20:59	
21:00 – 21:14	



21:15 – 21:29	
21:30 – 21:44	
21:45 – 21:59	
22:00 – 22:14	
22:15 – 22:29	
22:30 – 22:44	
22:45 – 22:59	
23:00 – 23:14	
23:15 – 23:29	
23:30 – 23:44	
23:45 – 23:59	



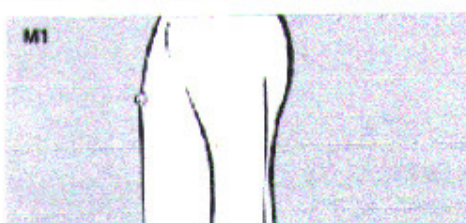


**ANEXO D - DESENVOLVIMENTO PUBERAL FEMININO**

CRITÉRIO DE TANNER (1962)


**Mamas**

**M1**




Fase pré-adolescência (elevação das papilas)

**M2** 8 - 13 anos




Mamas em fase de botão (elevação da mama e areola como pequeno montículo)

**M3** 10 - 14 anos




Maior aumento da mama, sem separação dos contornos

**M4** 11 - 15 anos



Projeção da areola e das papilas para formar montículo secundário por cima da mama


**M5** 13 - 18 anos



Fase adulta, com saliência somente das papilas


**Pêlos pubianos**

**P1**




Fase pré-adolescência (não há pelagem)

**P2** 9 - 14 anos




Presença de pêlos longos, macios, ligeiramente pigmentados, ao longo dos grandes lábios

**P3** 10 - 14 1/2 anos




Pêlos mais escuros, ásperos, sobre o púbis

**P4** 11 - 15 anos



Pelagem do tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto

**P5** 12 - 16 1/2 anos

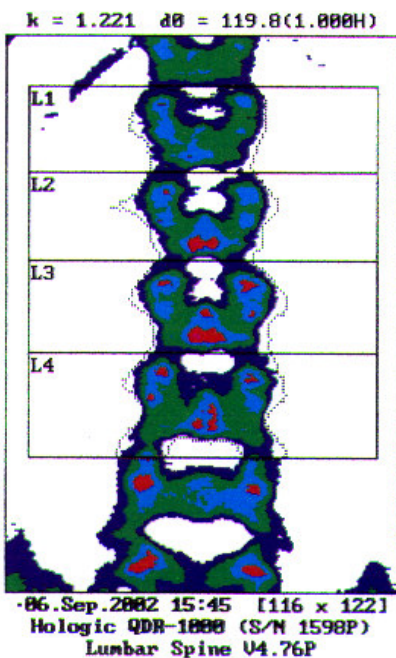


Pelagem tipo adulto, cobrindo toda a púbis e anáguas

↑  
 F U L T A  
 M E N A R C A  
 ↓  
 C A L D A



## ULTRA-RAY CENTRO DIAGNOSTICO



S89060203 Fri 06.Sep.2002 14:52  
Name: SCHAEFFER, Ana Paula  
Comment:  
I.D.: 00000001238 Sex: F  
S.S.#: - - Ethnic: W  
ZIPCode: Height: 155.50 cm  
Scan Code: ADE Weight: 39.00 kg  
BirthDate: 18.Aug.89 Age: 13  
Physician: DRA DORA  
Image not for diagnostic use

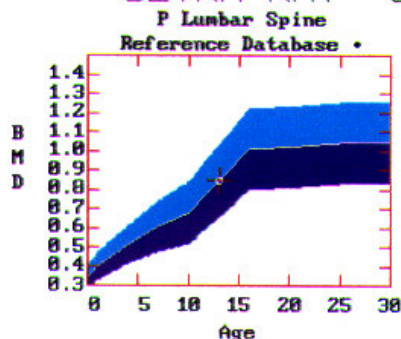
TOTAL BMD CV FOR L1 - L4 1.0%

C.F. 1.009 1.057 1.000

Region	Area (cm <sup>2</sup> )	BMC (grams)	BMD (gms/cm <sup>2</sup> )
L1	10.31	7.98	0.774
L2	11.53	9.46	0.820
L3	12.44	11.19	0.899
L4	15.11	12.76	0.845
TOTAL	49.39	41.39	0.838



## ULTRA-RAY CENTRO DIAGNOSTICO



BMD(L1-L4) = 0.838 g/cm<sup>2</sup>

Region	BMD	T(30.0)	Z
L1	0.774	-1.37 84%	
L2	0.820	-1.89 80%	
L3	0.899	-1.68 83%	
L4	0.845	-2.46 76%	
L1-L4	0.838	-1.98 80%	-0.83 100%

\* Age and sex matched

T = peak bone mass

Z = age matched

TK 04 Nov 91

S89060203 Fri 06.Sep.2002 14:52  
Name: SCHAEFFER, Ana Paula  
Comment:  
I.D.: 00000001238 Sex: F  
S.S.#: - - Ethnic: W  
ZIPCode: Height: 155.50 cm  
Scan Code: ADE Weight: 39.00 kg  
BirthDate: 18.Aug.89 Age: 13  
Physician: DRA DORA



**ANEXO F – OFÍCIO À INSTITUIÇÃO DE ENSINO E AO CENTRO DE  
TREINAMENTO**

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/ ÁREA ERGONOMIA  
MESTRANDA: PROF. DORA DE CASTRO AGULHON SEGURA

Toledo, ..... de .....2002.

À Instituição de Ensino e ao Centro de Treinamento:

Sabe-se que a prática da atividade física sempre foi uma grande preocupação na fase da adolescência. Existem dúvidas de que tipo de atividade física é mais benéfica nesta faixa etária, a qual corresponde ao pico de desenvolvimento corpóreo, e qual a periodicidade e intensidade que ela deve ser praticada. Diante destas evidências, proponho um estudo que busca analisar os efeitos da prática da atividade física sobre a densidade mineral óssea em adolescentes do sexo feminino, com idade de 13 anos. Para tanto é necessário a colaboração desta Instituição de Ensino e deste Centro de Treinamento no que se refere a autorização para submeter as adolescentes as seguintes avaliações necessárias ao estudo:

- a) resposta ao questionário inicial;
- b) mensuração antropométrica (peso, altura, dobras cutâneas);
- c) avaliação da atividade física e do gasto energético;
- d) análise da maturação sexual;
- e) análise alimentar;
- f) investigação da densidade mineral óssea mediante densitometria de dupla emissão.

Salientamos, que antes do contato com as adolescentes será feita uma comunicação aos pais, solicitando autorização para submetê-las às referidas avaliações.

Ressaltamos ainda, que este estudo resultará em uma dissertação do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Certa de contar com sua atenção, coloco-me a disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

Professora Ft. Dora de Castro Agulhon Segura  
Fone: (045) 378-6639/ 277-0705



## ANEXO G – CARTA AOS RESPONSÁVEIS PELOS SUJEITOS

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/ ÁREA ERGONOMIA  
 MESTRANDA: PROF. DORA DE CASTRO AGULHON SEGURA

Toledo, ..... de .....2002.

Prezados Pais ou responsáveis pelas menores

Cada vez mais cedo crianças e adolescentes estão procurando a prática de algum esporte, segunda a literatura, esta prática deve iniciar o quanto antes e tem como resultado um grande benefício ao corpo humano. Outro fator que deve ser bem elucidado, é que esta prática favorece o depósito de cálcio nos ossos, o que resultará em uma reserva deste mineral em idade tardia, talvez desta maneira, evitando uma patologia muito comum nas mulheres do nosso país, que é a Osteoporose.

Com base nestas afirmações é que surgiu a possibilidade da realização de uma pesquisa científica sobre o comportamento físico, nutricional e mineral ósseo de algumas adolescentes. Para tanto, é necessária a colaboração dos senhores pais ou responsáveis, no que se refere à autorização para que sua filha seja submetida às seguintes avaliações necessárias ao estudo:

- g) resposta ao questionário inicial;
- h) mensuração antropométrica (peso, altura, dobras cutâneas);
- i) avaliação da atividade física e do gasto energético;
- j) análise da maturação sexual;
- k) análise alimentar;
- l) investigação da densidade mineral óssea mediante densitometria de dupla emissão.

Salientamos que o fato de sua filha responder ao questionário inicial não significa que a mesma irá fazer as demais avaliações. As adolescentes que melhor se enquadrarem em alguns requisitos que o estudo propõe e que assumirem responsabilidade em conjunto com a pesquisa, terão prioridade. As avaliações não serão expositivas conservando a imagem da adolescente e serão totalmente custeadas pela professora responsável.

Em contrapartida, oferecemos após a análise dos dados, uma palestra relatando os resultados encontrados.

Ressaltamos que este estudo resultará em uma dissertação do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Certa de contar com sua atenção, coloco-me a disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,  
 Professora Ft. Dora de Castro Agulhon Segura  
 Fone: (045) 378-6639/ 277-0705

Estou ciente da presente carta, e autorizo a participação de meu filho, como voluntário, na participação deste projeto.

Aluna: .....

Assinatura dos pais ou responsável:.....