

## Estudo densitométrico do tecido ósseo por meio de radiografia digitalizada da mão e punho

### *Densitometric study of the bony tissue through digitized radiographs from hand and wrist*

Claudio Costa\*  
Nicolau Tortamano\*\*  
Paschoal Laércio Armonia\*\*\*

#### Resumo

**Introdução** – Os métodos digitais permitem quantificar dados com características qualitativas. Em Radiologia o estudo das estruturas depende de critérios pessoais, havendo variabilidade intra e inter-examinadores. A possibilidade de mensurar estruturas anatômicas como as corticais e o trabeculado ósseos é um fator importante para avaliação da mineralização. **Material e Métodos** – No presente estudo são digitalizadas por meio de scanner 30 radiografias de mão e punho de indivíduos adultos e 30 radiografias de mão de punho de crianças no intuito de observar os números de coeficientes de atenuação em escala de 256 tons de cinza para os ossos Hamato e Sesamóide, permitindo-se quantificar valores médios de densidade e desvios padrão das médias para as porções corticais e medulares. **Resultados** – Os resultados demonstram não haver diferenças estatisticamente significantes entre os grupos de adultos e crianças para o osso Hamato e diferenças significativas entre os valores obtidos nas porções cortical e medular nos ossos Hamato e Sesamóide. **Conclusões** – O osso Sesamóide deve ser utilizado como padrão-ouro na análise do surto de crescimento puberal e maturação óssea.

Palavras-chave: Densidade óssea; Mão (anatomia), radiografia; Punho, radiografia

#### Abstract

**Introduction** – Digital methods allow us to quantify data with qualitative characteristics. In Radiology, the study of structures depends of personal criteria presenting variations intra and inter-examiners. The possibility to measure anatomic structures as how cortical and medullar bones is an important factor to mineralization evaluation. **Material and Methods** – At the present study 30 hand and wrist radiographs from adults and 30 others from children are scanned with the aim to observe the coefficient attenuation numbers in 256 gray scale to Hamate and Sesamoid bones, making possible quantify mean values and density and standard deviation from mean values from cortical and medullar portions. **Results** – Results show us that there are not statistically significant differences between groups, adults and children, to Hamate bone and the presence of significant differences between values assessed on cortical and medullar portions to Hamate and Sesamoid bones. **Conclusions** – The Sesamoid bone must be used as golden-standard to pubertal growing spurt and bony maturation analysis.

Key words: Bone density; Hand, radiography; Wrist, radiography

#### Introdução

A captação de imagens, por meio de escaneamento tem sido cada vez mais utilizadas nos procedimentos relacionados ao diagnóstico em Odontologia.

Diversas especialidades têm aplicado tais recursos no sentido de aumentar as possibilidades de manipulação das imagens clínicas e radiográficas.

O pesquisador necessita muitas vezes quantificar valores que pelo método visual poderiam somente ser qualificados, levando muitas vezes a dúvidas no momento da elaboração das hipóteses diagnósticas pela dificuldade de observação dos limites de uma lesão ou mesmo da sua classificação como radiolúcida ou radiopaca.

Com a digitalização tornou-se possível a mensuração e quantificação dos coeficientes de atenuação equivalentes às densidades radiográficas pela aplicação de programas para tratamento de imagens.

Pasler<sup>16</sup> (1999) demonstrou a necessidade do domínio e assimilação de novas tecnologias ao universo do cirurgião-dentista nas várias especialidades, sendo ferramentas complementares ao diagnóstico.

Svanaes *et al.*<sup>22</sup> (1996) compararam as radiografias convencionais com o sistema digital quanto ao fator ampliação da imagem na detecção de cáries proximais. Verificaram que na análise de imagens com igual fator de ampliação as diferenças não eram estatisticamente significantes, porém ao utilizar-se a ferramenta de am-

\* Professor Titular da Disciplina de Imaginologia Dento-Maxilo-Facial da Universidade Paulista (UNIP). Professor Associado da Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. E-mail: ccosta@ndata.com.br

\*\* Professor Titular. Coordenador da área de Semiologia do Curso de Mestrado em Odontologia da UNIP.

\*\*\* Professor Doutor da Disciplina de Clínica Integrada e do Curso de Mestrado em Odontologia da UNIP.

pliação de 4 vezes o tamanho original houve uma diferença significativa no grau de acuidade da dentina e esmalte desmineralizados.

Wenzel *et al.*<sup>25</sup> (1996) verificaram os efeitos da compactação das imagens no sistema digital com placas de Fósforo considerando que até 1:12 a acuidade e qualidade da imagem permanecia inalterada.

Cederberg *et al.*<sup>1</sup> (1998) compararam fatores relacionados à luminosidade de fundo de monitores na análise do desempenho entre imagens digitais e filmes, demonstrando não haver relação entre o tipo do monitor e a capacidade de detecção de cáries produzidas artificialmente para o experimento.

Coclete<sup>2</sup> (1999) avaliou a substituição da densidade óptica pela densidade radiográfica e radiográfica invertida por meio de escaneamento de radiografias demonstrando a ação do processamento químico e da temperatura nos resultados finais, concluindo que a densidade radiográfica seria obtida de forma mais objetiva e rápida quando da utilização do programa e permitindo a criação de um banco de dados.

Silva<sup>20</sup> (1999) efetuando estudos de densidade óptica e radiográfica encontrou quando da aplicação do programa Adobe Photoshop 4.0 resultados mais precisos relacionados ao escaneamento do que à comparação visual empregada com fotodensitômetro, confirmando os achados de Coclete<sup>2</sup> (1999) e propondo a substituição da densidade óptica pela densidade radiográfica invertida.

Costa<sup>4</sup> (1999) apresentou uma análise comparativa das estruturas anatômicas maxilo-mandibulares utilizando filmes radiográficos convencionais e o processamento digital com o auxílio do aparelho Digora e aplicação do programa Digora for Windows 2.0, concluindo que pela facilidade de utilização e leitura nas diferentes técnicas o sistema digital poderia substituir os métodos convencionais para estudo das estruturas ósseas.

Costa e Frederiksen<sup>5</sup> (2000) apresentaram um novo sistema por meio de digitalização de radiografias com o intuito de avaliar densidade, distâncias lineares e angulares a partir da aquisição com diferentes resoluções.

Oliveira<sup>15</sup> (2001) estudou o comportamento de sistemas radiográficos digitais intrabucais diretos e indiretos por meio de análises subjetivas e objetivas, introduzindo a utilização de um novo programa na avaliação da modulação de transferência dos sinais e quantificação do ruído das imagens, concluindo que o sistema Digora foi o melhor em todos os quesitos analisados (Ruído Quântico Equivalente, Densidade Espectral de Ruído, Eficiência na Detecção de Quanta e Relação Sinal Ruído).

Wenzel e Moystad<sup>24</sup> (2001) avaliaram a opinião de usuários de sistemas digitais levando em conta os fatores qualidade subjetiva da imagem, redução da dose, utilização dos filmes convencionais e tempo de trabalho, verificando ao final que o sistema Digora foi o que alcançou os maiores valores em termos de preferência e qualidade de imagem.

Giannakopoulos *et al.*<sup>9</sup> (2002) efetuando análises das densidades dos seios maxilares por meio de tomografia computadorizada, demonstrando a necessidade de quantificação destes valores em outras estruturas anatômicas para fins de comparação.

Manos *et al.*<sup>12</sup> (1994) avaliaram o desenvolvimento das técnicas baseadas em computação para a segmentação das radiografias de mão e punho, em particular aquelas obtidas para estimativa da idade óssea, demonstrando variabilidades no grau de maturação do tecido ósseo.

Rucci *et al.*<sup>19</sup> (1995) afirmaram que a maturidade esquelética é fundamental para a análise das alterações do crescimento em pediatria.

Freitas *et al.*<sup>8</sup> (2001) realizaram estimativa da idade óssea por escaneamento e método computadorizado comparando adolescentes dos gêneros masculino e feminino.

Nunes<sup>14</sup> (2003) elaborou um estudo comparativo entre os graus de acurácia de métodos de estimativa da idade óssea e dentária concluindo que o nível de erro durante a aplicação das metodologias é menor nos estudos de radiografias de mão e punho.

Coscarelli<sup>3</sup> (2003) apresentou estudo descritivo das várias metodologias envolvidas na estimativa da idade óssea e do crescimento e desenvolvimento por meio das radiografias carpais e cefalométricas laterais demonstrando que se deve optar por mais de um método visando reduzir interferências e alcançar resultados mais detalhados.

Diversos autores estabeleceram estudos relacionados com os ossos da mão e punho ao longo do tempo, buscando encontrar variações na sua mineralização em função da faixa etária.

Assim, Pierre Neto<sup>17</sup> (1999) já alertava para o fato de que a radiografia carpal apresentava menores variáveis quando da estimativa da idade, sendo a idade dentária sujeita a maiores fatores de interferência.

Mundstock<sup>13</sup> (2000) avaliou o grau de confiança entre os métodos comparativos para estimativa da idade óssea, demonstrando que o uso de atlas é de fácil aplicação, embora seja uma análise subjetiva por parte dos diferentes examinadores.

Guimarães<sup>11</sup> (2001) utilizou radiografias carpais na avaliação dos estágios de maturação, crescimento e desenvolvimento ósseo por meio da ossificação do Hamato, constatando que a observação de determinados centros de crescimento é a forma mais segura de estimativa da idade.

Pinto<sup>18</sup> (2002) realizou revisão da literatura sobre a relação entre idade dental, idade óssea e idade cronológica, verificando que vários são os métodos adotados com tal finalidade, sendo a idade óssea a que deve ser utilizada quando da avaliação do paciente em Ortodontia.

Ströher<sup>21</sup> (2002) efetuou estudo sobre a estimativa do surto de crescimento puberal por meio do osso sesamóide e da menarca, concluindo que o osso sesamóide esta diretamente associado ao evento biológico, com a sua mineralização precedendo o surto de crescimento puberal, que se desacelera após a menarca.

Grave e Townsend<sup>10</sup> (2003) afirmaram que as alterações ósseas na região de mão e punho representam importantes indicadores para a prevenção e tratamento de pacientes Classe II de Angle uma vez que através deste método é possível observar em que estágio se encontra o paciente em relação à curva de crescimento e ao surto puberal.

Costa *et al.*<sup>6</sup> (2004) realizaram estudos sobre as densidades do osso Hamato em adultos e crianças por meio de radiografias digitalizadas demonstrando haver diferenças estatisticamente significantes entre os valores obtidos nas porções cortical e medular.

Desta forma a presente pesquisa justifica-se pela necessidade constante que se tem de aferir de maneira clara e objetiva os valores relacionados com as densidades das estruturas ósseas em desenvolvimento, quando da utilização de novos recursos tecnológicos, como é o caso da digitalização de radiografias. As variações dimensionais (largura e comprimento) dos ossos da mão e punho são conhecidos, porém não se tem certeza que os graus de mineralização das corticais e do trabeculado ósseo permaneçam estáveis ao longo das diferentes fases da vida, devendo ser verificado.

O presente trabalho tem como objetivo efetuar a análise dos coeficientes de atenuação das imagens radiográficas das corticais ósseas e porções medulares por meio de escaneamento de radiografias convencionais de mão e punho obtidas de pacientes da clínica odontológica que passaram pela Disciplina de Radiologia para atendimento como parte do seu plano de tratamento. Com a digitalização dos filmes radiográficos e aplicação do programa Adobe Photoshop 5.0 obter-se-á os valores das densidades radiográficas em diferentes superfícies ósseas e porções medulares do osso Hamato, localizado no punho e do osso Sesamóide, localizado na mão, estabelecendo-se assim análises quantitativas de cada elemento ósseo em questão, comparando-se o comportamento das mineralizações das porções corticais e medulares. Esta metodologia de trabalho terá aplicabilidade nas diferentes especialidades como Ortodontia, Odontopediatria e Odontologia Legal em que estão diretamente envolvidos os processos de crescimento e desenvolvimento dos tecidos humanos nas suas diferentes fases, desde a infância até o estado adulto.

## Material e Métodos

Para o estudo foram utilizadas 60 radiografias de arquivo obtidas de pacientes (30 adultos e 30 crianças) em tratamento na clínica de Odontologia da Universidade Paulista e que foram realizadas por necessidade de diagnóstico.

Foram utilizados filmes radiográficos da marca Kodak modelo TMG, com écran de terras raras (Kodak Lanex Regular), processados automaticamente por meio da processadora automática Macrotec com temperatura de 34 graus Celsius e tempo de seco a seco de 3 minutos e 30 segundos.

As exposições foram realizadas com o aparelho de raios X da marca Villa Medicali modelo Rotograph Plus, com regime de trabalho de 65 kVp e 10mA e tempo de exposição padronizado de 0,5 segundo.

Após a exposição e processamento químico-radiográfico, antes da colocação das radiografias no prontuário do paciente realizou-se o escaneamento das películas com o auxílio de scanner de mesa com tempo

para transparências da marca Agfa Gevaert modelo Snapscan 1236 auxiliado pelo programa Adobe Photoshop 5.0 com resolução de 300 dpi e arquivamento em extensões \*.jpg com compressão de 1:1, ou seja, com 100% do tamanho original.

De posse desses dados originais digitalizados as imagens dos ossos Hamato e Sesamóide foram mensuradas quanto às densidades das áreas corticais e medulares.

As imagens foram trabalhadas em 8 bits o que significa que se obteve uma escala de 256 tons de cinza para análise (zero a 255) permitindo comparar as variáveis de uma área sobre a outra e verificar suas correlações do ponto de estatístico de acordo com Crespo<sup>7</sup> (1996) e Vieira<sup>23</sup> (1997).

## Resultados

Os pacientes estudados foram divididos em dois grupos. Grupo I, formado por indivíduos na faixa etária de 132 meses a 167 meses e Grupo II, com indivíduos na faixa etária de 214 meses a 234 meses de vida.

Os resultados com os valores médios e desvios padrão encontrados para as leituras realizadas nos ossos Hamato e Sesamóide podem ser observados nas tabelas a seguir.

**Tabela 1. Valores médios e desvio padrão (D.P.) para os ossos estudados no Grupo I**

Ossos	Hamato cortical	Hamato medular	Sesamóide cortical	Sesamóide medular
Média	146	115	119	88
D.P.	0,98	0,79	0,92	0,65

**Tabela 2. Valores médios e desvio padrão (D.P.) para os ossos estudados no Grupo II**

Ossos	Hamato cortical	Hamato medular	Sesamóide cortical	Sesamóide medular
Média	148	120	158	122
D.P.	1,02	0,77	0,66	0,81

## Discussão

Diante dos resultados obtidos, fez-se a análise estatística dos valores encontrados, buscando a determinação de diferenças estatisticamente significantes entre as áreas e ossos estudados, tentando-se avaliar a estabilidade ou grau de variação ao longo das faixas etárias estudadas nos Grupos I e II da amostra. De antemão pode-se observar estabilidade para o osso Hamato, justificável pelo fato da sua mineralização iniciar-se muito cedo, atingindo sua completa mineralização por volta dos 40 meses de vida. O incremento de valores encontrados no Sesamóide parece aceitável, uma vez que o seu surgimento próximo aos 130 meses de vida, deve permitir o aumento gradativo nas densidades cortical e medular ao longo do tempo. No presente relatório semestral é possível estabelecer-se estatisticamente estas diferenças.

De posse dos dados adquiridos pelas leituras da amostra observou-se a existência de diferenças significantes entre as porções cortical e medular do osso Hamato em ambos os Grupos isoladamente. Aplicando o teste "t" de Student verificou-se que não existe diferença estatisticamente significativa aos níveis de 1% e 5% para o osso Hamato quando comparados os Grupos I e II. A distribuição amostral não obedeceu à curva normal, estando mais de 95% dos dados dentro do intervalo de confiança.

Tais achados confirmam os resultados anteriormente obtidos por Costa *et al.*<sup>6</sup> (2004) no tocante ao estudo do osso Hamato.

Quando da análise do osso Sesamóide encontrou-se diferenças significantes entre as porções cortical e medular em ambos os Grupos estudados. O teste "t" de Student apresentou diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% para os Grupos I e II, denotando que mineralização progressiva deste osso pode ser acompanhada pelas radiografias de mão e punho, estando tais modificações presentes durante o surto de crescimento puberal que separa os Grupos I e II entre si. A distribuição amostral não obedeceu à curva normal, o que representa estabilidade da estrutura óssea no estágio estudado, estando 95% dos dados dentro do intervalo de confiança.

Desta forma, a partir da presente análise estatística pode-se discutir quais inferências estariam presentes neste método de análise de densidade do ponto de vista do diagnóstico e prognóstico de crescimento e da sua aplicação clínica em Ortodontia, Odontopediatria e Odontologia Legal.

Assim, embora tenham sido avaliados os Grupos I e II quanto ao grau de mineralização dos ossos nas suas porções cortical e medular acredita-se que a divisão da amostra em gêneros poderia possibilitar maior detalhamento deste comportamento dos níveis de cinza, uma vez que, o aumento nos valores de densidade se dariam de maneira diferente nos Grupos I e II, em função dos picos das curvas de crescimento puberal estarem localizados em tempos diferentes para os gêneros masculino e feminino.

A possibilidade de presença de dimorfismo sexual para os ossos e Grupos faz com que se busque tais informações com o aumento da amostra ou até mesmo com a divisão desta amostra em grupos trienais pré, trans e pós surto puberal utilizando-se o osso Sesamóide como padrão ouro e o osso Hamato ou outros como fontes de variação destes estudos futuros correlacionados com crescimento e desenvolvimento, sendo o presente método controlável e acurado.

Desta forma em Ortodontia onde a estimativa do grau de maturação do tecido ósseo influi diretamente nas expectativas de crescimento<sup>6,17-18</sup> deve-se compreender que novos estudos devem ser conduzidos visando quantificar estes diferentes estágios de mineralização<sup>10-11</sup>.

## Conclusões

Diante dos resultados observados e da análise estatística empregada pode-se concluir que:

1. Os valores de densidade das corticais são sempre superiores aos valores das porções medulares nos ossos Hamato e Sesamóide para os Grupos I e II.
2. As diferenças entre os Grupos I e II para o osso Hamato são mínimas uma vez que esse osso atinge a maturação durante os primeiros anos de vida.
3. As diferenças entre os Grupos I e II para o osso Sesamóide são maiores em razão da sua maturação ocorrer entre as faixas etárias estudadas.
4. A divisão da amostra em gêneros masculino e feminino permitirá a determinação do dimorfismo sexual, podendo utilizar a mineralização do osso Sesamóide como padrão ouro na comparação com os demais ossos do punho.

## Agradecimentos

À Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Paulista pelo financiamento desta pesquisa dentro do Programa de Projetos Individuais de Pesquisa para Docentes (Processo 7-02-464/03).

## Referências

1. Cederberg RA, Frederiksen NL, Benson BW, Shulman JD. Effect of different background lighting conditions on a diagnostic performance of digital and film images. *Dentomaxillofac Radiol.* 1998;27(5):293-7.
2. Coclete G. Avaliação da solução Kodak RP X – OMAT quando utilizada na processadora T4, da Dupont, quanto às densidades ópticas e radiográficas, analisadas pelo fotodensitômetro M.R.A. e pelo sistema digital Digora [tese de doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1998.
3. Coscarelli CA. Radiografias carpais e cefalométricas laterais como estimadoras da idade óssea e do crescimento e desenvolvimento [monografia de especialização]. Campinas: Associação de Cirurgiões-Dentistas de Campinas; 2003.
4. Costa C. Análise comparativa das estruturas anatômicas maxilo-mandibulares utilizando-se filmes radiográficos convencionais e processamento digital com o aparelho Digora (Soredex, Finlândia) [Relatório Final de Pesquisa, Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação]. São Paulo: Universidade Paulista; 1999.

5. Costa C, Frederiksen NL. IPRO/Imagelab: a software for implant diagnostics. Abstracts from the 51st AAOMR Annual Session; 2000 Nov 10; Nashville, TN. p. 74.
6. Costa C, Ishikiryama CN, Armonia PL, Saraceni CHC, Varoli FP. Contribuição para o estudo densitométrico do tecido ósseo por meio de imagens digitalizadas. *Rev Inst Ciênc Saúde*. 2004;22(2):129-33.
7. Crespo AA. Estatística fácil. São Paulo: Saraiva; 1996.
8. Freitas U, Lascala CA, Freitas L. Avaliação do método de Fishman na estimativa da idade óssea – estudo comparativo com o índice de Eklöf-Ringertz. *Rev Odontol Unicid*. 2001; 13(1):27-36.
9. Giannakopoulos R, Saddy MS, Costa C. Análise de densidade dos seios maxilares em tomografias computadorizadas. *Anais do 20º Congresso Internacional de Odontologia de São Paulo*; 2002 jan 31; São Paulo.
10. Grave K, Townsend G. Hand-wrist and cervical vertebral maturation indicators: how can these events be used to time Class II treatments? *Aust Orthod J*. 2003;19(2):33-45.
11. Guimarães MM. Avaliação da maturação óssea do osso hamato pela radiografia carpal nos estágios G1 e G2. [dissertação de mestrado]. Campinas: Universidade Camilo Castelo Branco – Centro de Pós-Graduação; 2001.
12. Manos GK, Cairns AY, Rickets IW. Segmenting radiographies of the hand and wrist. *Comput Methods Programs Biomed*. 1994;43(3-4):227-37.
13. Mundstock AA. Estudo comparativo entre dois indicadores de idade óssea: atlas de Greulich, Pyle e Rôo, Schröder [dissertação de mestrado]. Campinas: Universidade Camilo Castelo Branco – Centro de Pós-Graduação; 2000.
14. Nunes MS. Estudo comparativo intra-examinadores dos métodos de Eklöf & Ringertz e de Nicodemmo para avaliação da idade óssea e dentária [dissertação de mestrado]. Campinas: Centro de Estudos Odontológicos São Leopoldo Mandic; 2003.
15. Oliveira AEF. Estudo comparativo das análises subjetiva e objetiva de quatro sistemas radiográficos digitais intrabucais [tese de doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2001.
16. Pasler FA. Radiologia odontológica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1999. p.223-32.
17. Pierre Neto J. Estudo comparativo mediante radiografia carpal, para determinação da idade óssea – método Greulich e Pyle – idade dentária pelo método Nicodemmo [dissertação de mestrado]. Campinas: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic; 1999.
18. Pinto DMG. A relação entre idade dental, idade óssea e idade cronológica. *Revisão da literatura* [monografia de especialização]. São Paulo: Academia Brasileira de Medicina Militar; 2002.
19. Rucci M, Coppini G, Nicoletti I. Automatic analysis of the hand radiographies for the assessment of skeletal age: a subsymbolic approach. *Comput Biomed Res*. 1995; 28(3):239-56.
20. Silva PG. Comparação das densidades ópticas e radiográficas analisadas pelo fotodensitômetro M.R.A. e pelo “software” Adobe Photoshop 4.0 dos filmes Kodak TMS-1 processados na solução Kodak RP X – OMAT, a diferentes temperaturas na processadora Cronex T4 [tese de doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1999.
21. Ströher DV. Considerações sobre a estimativa do surto de crescimento puberal, por meio do osso sesamóide e da menarca [dissertação de mestrado]. Campinas: Centro de Pós-Graduação São Leopoldo Mandic; 2002.
22. Svanaes DB, Moystad A, Risnes S, Larheim TA, Gröndahl HG. Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification: comparison with conventional radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996;82(1):94-100.
23. Vieira S. Introdução à bioestatística. Rio de Janeiro: Campus; 1997.

24. Wenzel A, Moystad A. Experience of Norwegian general dental practitioners with solid state and storage phosphor detectors. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001;30(4):203-8.
25. Wenzel A, Gotfredsen E, Borg E, Grøndahl HG. Impact of lossy compression in accuracy of caries detection in digital images taken with a storage phosphor system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996;81(3):351-5.

Recebido em 14/10/2005

Aceito em 16/12/2005