

ESTUDO RADIOGRÁFICO DA DENSIDADE ÓSSEA MANDIBULAR EM PIXELS E MILÍMETROS EQUIVALENTES DE ALUMÍNIO

RADIOGRAPHIC STUDY OF MANDIBULAR BONE DENSITY IN PIXELS AND ALUMINUM EQUIVALENTS MILIMETERS

Berti, Soraya de Azambuja*
Souza, Paulo Henrique Couto**
Westphalen, Fernando Henrique***
Westphalen, Vânia Portela Ditzel***
Martins, Wilson Denis**
Ignácio, Sergio Aparecido***

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar, em *pixels* e milímetros equivalentes de alumínio, a densidade óssea relativa mandibular, da região retromolar e região intermediária entre molares e pré-molares. Para a mensuração dos níveis de cinza em mmEq/Al nas referidas regiões, utilizou-se uma escala de alumínio constituída por 16 degraus, com 0,3 mm de espessura entre cada um deles. Utilizou-se 5 mandíbulas humanas secas, as quais foram tecnicamente radiografadas, nas regiões anteriormente citadas, com filmes *Ultra-speed*, tempo de exposição de 0,5 segundos e distância focal de 25 cm. Estas radiografias foram processadas pelo método de tempo e temperatura, e posteriormente, escaneadas com 300 dpi e 8 bytes. As imagens digitalizadas foram medidas por meio da ferramenta histograma, do programa *Image Tool*, versão 3.0 (UTHSCSA, USA). Inicialmente, foram manipuladas através da função automática de alteração de brilho e contraste e em seguida, foram selecionadas para as medições nas regiões ósseas, áreas de 32×32 *pixels*. Nos degraus da escala, mediram-se áreas de 20×50 *pixels*. A análise dos resultados, pelo teste estatístico t de Student, mostrou valores semelhantes entre a densidade óssea da região retromolar e o degrau de número 16 da escala de alumínio, e entre a densidade óssea da região intermediária entre molares e pré-molares e o degrau de número 15 da escala ($p > 0,05$). Concluiu-se que a densidade da escala de alumínio, utilizada neste estudo é semelhante a densidade óssea relativa das regiões avaliadas, podendo ser utilizada como unidade de medida referencial na análise dos níveis de cinza mandibulares.

UNITERMOS: densidade óssea; penetrômetro de alumínio; *pixels*; radiografia digitalizada.

SUMMARY

The objective of this research was to compare, the mandible relative bone density of the retromolar region and intermediate region between molares and pre-molares, in pixels and aluminum equivalents milimeters. It was used an aluminum stepwedge to measure the gray levels in these regions, which was formed by 16 degrees with 0,3 mm between each ones. They were used 5 human dried mandibles, which were technicaly radiographied in those regions, with Ultraspeed film, 0,5 seconds of exposition time and focal distance of 25 cm. These radiographics were processed by the time and temperature method, and later digitalized with 300 dpi and 8 bytes. The digital images were measured by the histogram resource of the Image Tool software, version 3.0 (UTHSCSA,USA). First of all, the images

* Aluna do Curso de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. Bolsista do PIBIC/CNPq.

** Professor Adjunto do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Odontologia, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.

*** Professores Titulares do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Odontologia, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.

were manipulated by the automatic function of changing in the bright and contrast and then, they were selected for the measure in bone regions with 32×32 pixels. In degrees scale they were measure areas of 20×50 pixels. The results, using the statistic test *t* the Student, showed similar values between the retromolar bone region density and the degree of number 16 of the aluminum's scale, and the intermediate bone region density between molares and pre-molares and the degree of number 15 of the scale ($p > 0,05$). It was possible to concluded that the density of aluminum's scale, which was used in this research is similar to the relative bone density of available regions. It can be used as unit of referencial measure in the analisys of the mandibular gray levels.

UNITERMS: bone density; aluminum stepwedge; pixels; digital radiograph.

INTRODUÇÃO

A radiografia digitalizada vem sendo utilizada desde o início da década de 80 a fim de auxiliar na confecção do diagnóstico de determinadas patologias, tanto locais quanto sistêmicas. Autores como Grondahl et al.¹ (1983) já utilizavam o método de avaliação de radiografias por meio de imagens digitalizadas indiretamente, para a verificação de defeitos ósseos produzidos artificialmente, os quais foram diagnosticados de maneira mais precisa nas imagens digitalizadas do que quando comparados às imagens originais. Posteriormente, com o avanço da tecnologia digital, trabalhos como o publicado por Mouyen et al.⁵ (1989), descreveram o sistema RVG (*radiovisigraphy*), que possibilitava a obtenção de imagens radiográficas digitais diretamente.

Conseqüentemente, a avaliação da estrutura dos ossos faciais, tornou-se possível de ser realizada com o advento da imagem radiográfica digitalizada. Trabalhos como o de Soares⁸ (1996) avaliaram a densidade óssea mandibular por meio de radiografias intrabucais tecnicamente padronizadas adaptadas a um penetrômetro de alumínio, o qual mede esta densidade em milímetros equivalentes de alumínio, considerando a influência da luz do negatóscoipo sobre esta mediação. Já autores como Souza et al.⁹ (1999), Meurer⁴ (2000), e Souza¹⁰ (2001) utilizaram programas e sistemas de radiografias digitalizadas, para medir a densidade óssea mandibular em diferentes regiões, por meio de níveis de cinza, os quais são expressos por *pixels*. Entretanto, estes trabalhos não correlacionaram os valores em *pixels* com os obtidos em mm/EqAl, procurando conferir uma maior validade no estudo da densidade óssea relativa em imagens radiográficas digitalizadas.

Trabalhos como o de Koparal et al.³ (2001) e Shout et al.⁷ (2003) preocuparam-se em comparar os valores de densidade óssea obtidos pela medição dos níveis de cinza, bem como os valores

obtidos em milímetros equivalentes de alumínio, selecionando-se áreas de interesse tanto em regiões ósseas quanto nos degraus de uma escala de alumínio, de acordo com a semelhança entre os tons de cinza de cada área. Autores como Zlataric et al.^{11,12} (2003a, b) utilizaram, em sua metodologia, penetrômetros de cobre para avaliar se houve alguma mudança significativa na densidade mineral óssea, em milímetros equivalentes de cobre, em pacientes portadores de próteses totais e próteses parciais removíveis. A densidade mineral óssea foi quantificada por meio de radiografias panorâmicas digitalizadas, sendo que as medidas dos níveis de cinza foram realizadas selecionando-se áreas no penetrômetro de cobre e em diferentes regiões anatômicas da mandíbula.

Em síntese, diante dos estudos citados anteriormente, verifica-se a importância do estudo de valores normais da densidade óssea relativa, tanto por mmEq/Al quanto por *pixels*, para auxiliar no diagnóstico de alterações em regiões ósseas da face, sobretudo na maxila e na mandíbula. Assim, o presente estudo tem como objetivo comparar os valores médios da densidade óssea relativa em mandíbulas humanas secas, em *pixels* e em milímetros equivalentes de alumínio, nas regiões retromolares e nas regiões intermediárias entre molares e pré-molares, dos lados direito e esquerdo, com filmes radiográficos *Ultra-speed* (KODAK®) digitalizados.

MATERIAIS E MÉTODO

O presente trabalho foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR, conforme o parecer número 288/04. Utilizaram-se para este estudo, 5 mandíbulas humanas secas pertencentes ao acervo de Anatomia da PUCPR.

Tomadas radiográficas e processamento

Inicialmente foram realizados testes preliminares, para que se determinasse o tempo de exposi-

ção para o filme radiográfico *Ultra-speed* (DF-58, n. 2, Lote 3101286, KODAK) e a posição mais adequada para a seu posicionamento, evitando-se, desta maneira, a sobreposição da escala de alumínio com o osso mandibular. Para a mensuração dos níveis de cinza, confeccionou-se um penetrômetro de alumínio (Liga de Alumínio 272, Laboratório de Engenharia Mecânica da PUCPR) constituído por 16 degraus, com espessura de 0,3 mm entre cada um deles (Fig. 1).

A padronização das tomadas radiográficas foi estabelecida, confeccionado-se um dispositivo posicionador, com 2 lâminas plásticas, as quais foram fixadas perpendicularmente entre si. Utilizou-se um simulador de tecido mole com cera utilidade (Artigos Odontológicos Clássicos Ltda), com dimensões de 4,4 cm de comprimento, 3,2 cm de altura e 1,0 cm de espessura. O penetrômetro de alumínio foi fixado com uma fita adesiva de dupla face, no lado de maior comprimento do filme radiográfico. A fixação foi feita posicionando-se a escala na ordem crescente dos degraus, da esquerda para a direita. Cada filme radiográfico foi colocado no posicionador, abrangendo a região a ser estudada, e adjacente a cortical lingual do osso mandibular, sendo o simulador de tecido mole, colocado adjacente a cortical vestibular. Foram realizadas 3 radiografias em cada região, de cada uma das mandíbulas, totalizando 60 radiografias. Para as tomadas, utilizou-se um aparelho de raios X (Sirona, Heliodont, 70KVp-7mA-120V, SP), com tempo de exposição de 0,5 segundos e distância focal de 25 cm, sendo que entre uma exposição e outra, apenas o filme radiográfico era substituído, procurando, desta maneira, padronizar as tomadas radiográficas (Fig. 2).

O processamento químico foi realizado pelo método de tempo e temperatura em uma câmara escura, utilizando-se as mesmas soluções reveladora e fixadora (GBX – Kodak Brasileira Com e Ind Ltda). Nesta etapa foram utilizadas luvas de látex para procedimento (Arista Latindo Ind Ltda) para que não houvesse impressões digitais nas radiografias, evitando possíveis alterações durante as medições. A secagem das radiografias foi feita em uma máquina automática (EMB – Indústria Brasileira-SP – (11)5666-0888) e posteriormente à secagem, as radiografias foram colocadas nos próprios invólucros das radiografias iniciais sem a lâmina de chumbo.

Escaneamento das radiografias

Previamente ao escaneamento das radiografias, foi feita a limpeza da mesa do *scanner* com

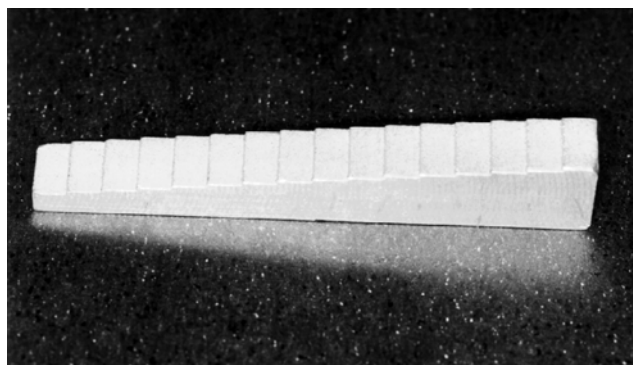


Figura 1 – Penetrômetro de alumínio utilizado para a mensuração dos níveis de cinza.



Figura 2 – Tomada radiográfica exibindo o conjunto, filme, simulador e penetrômetro, paralelos entre si e com incidência perpendicular do feixe de radiação.

lenços de papel, evitando possíveis interferências durante as medições.

As radiografias foram posicionadas na mesa do *scanner* (ScanMaker, 9800XL, 48 bits; 3200×1600 dpi; 12"×17" tabloid size; USB & SCSI-2, Microtek, USA) da direita para a esquerda, iniciando-se pela colocação das radiografias referentes à região retromolar (RT) e à região intermediária entre molares e pré-molares (M/PM), ambas do lado direito, e logo abaixo destas, foram posicionadas as radiografias correspondentes à região retromolar e região intermediária entre molares e pré-molares, agora do lado esquerdo. Os filmes foram posicionados com a convexidade para baixo e invertidos, de maneira a ficarem bem justapostos. Em seguida foi colocada uma máscara ao lado de todo o conjunto de radiografias. Para o escaneamento, o padrão utilizado foi o de resolução espacial correspondente a 300 dpi e alcance dinâmico de 8 *bytes*, sendo as imagens arquivadas com extensão TIFF.

Medições radiográficas

As imagens digitalizadas foram medidas por meio da ferramenta histograma, do programa *Image Tool*, versão 3.0 (UTHSCSA, USA). Inicialmente, estas imagens foram manipuladas através da função automática de alteração de brilho e contraste, em seguida, foram selecionadas áreas de 32×32 pixels, para a realização das medições nas regiões ósseas, evitando-se regiões excessivamente radiopacas ou radiolúcidas, bem como, aquelas de estruturas anatômicas, para que não houvesse alterações no valor da densidade óssea relativa. Os degraus foram selecionados para a medição, de acordo com as semelhanças nas tonalidades de cinza, quando comparados com a região óssea. No degrau selecionado, foram medidas áreas de 20×50 pixels, com a mesma ferramenta (Fig. 3).

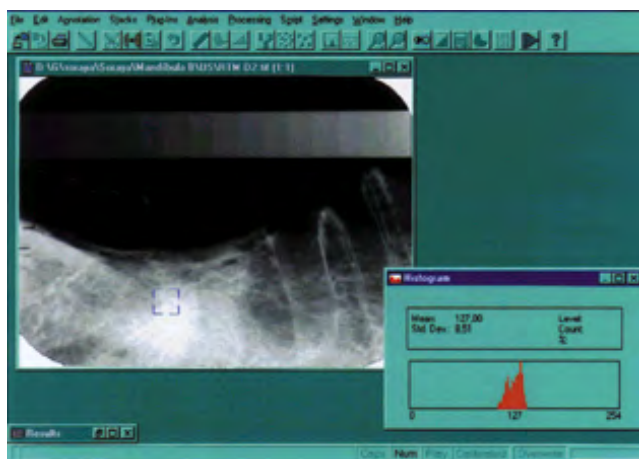


Figura 3 – Radiografia periapical da região retromolar direita exibindo a área de medição, juntamente com a ferramenta histograma.

RESULTADOS

Para a avaliação dos resultados, foi utilizado o método estatístico t de Student, comparando-se os valores dos degraus 14, 15 e 16, que possuíam tonalidades de cinza semelhantes com as das regiões analisadas, com os valores de densidade óssea relativa das regiões retromolares e intermediárias entre pré-molares e molares.

A Tabela 1 apresenta as comparações dos valores de densidade relativa obtidos nos degraus 14, 15 e 16 com os obtidos nas regiões retromolares analisadas.

A Tabela 2 apresenta as comparações dos valores de densidade relativa obtidos nos degraus 14, 15 e 16 com os obtidos nas regiões intermediárias entre molares e pré-molares analisadas.

TABELA 1 – Comparação dos valores da densidade relativa obtidos nos degraus da escala de alumínio 14, 15 e 16, e nas regiões retromolares analisadas com filmes *Ultra-speed* digitalizados. Clínica Odontológica da PUCPR, Curitiba, 2004.

Degrau/Pixel	14/84	15/88,7	16/94,7
Região RT	94,93	94,93	94,93
p*	0,00	0,01	0,93

* Nota: Valores no corpo da tabela menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos tratamentos.

TABELA 2 – Comparação dos valores da densidade relativa obtidos nos degraus da escala de alumínio 14, 15 e 16, e nas regiões intermediárias entre molares e pré-molares analisadas com filmes *Ultra-speed* digitalizados. Clínica Odontológica da PUCPR, Curitiba, 2004.

Degrau/Pixel	14 /91,9	15/96,7	16/104,5
Região M/PM	98,36	98,36	98,36
p*	0,004	0,457	0,007

* Nota: Valores no corpo da tabela menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos tratamentos

DISCUSSÃO

A radiografia digitalizada torna-se cada vez mais importante, pois auxilia, de maneira significativa, na elaboração do correto diagnóstico de muitas patologias. Neste contexto, várias pesquisas, medindo a densidade óssea em pixels e milímetros equivalentes de alumínio, bem como, avaliando fatores que podem influenciar na determinação desta densidade, vêm sendo realizadas procurando aperfeiçoar a interpretação radiográfica.

Autores como Souza et al.¹⁰ (2001) e Kazunori et al.² (1999) questionaram a influência dos tecidos moles na determinação da densidade óssea. Os primeiros avaliaram a influência de simuladores de tecido mole adiposo, de origem bovina, em diferentes espessuras, na análise dos níveis de cinza da região retromolar mandibular. Os segundos, preocuparam-se em desenvolver uma espécie de simulador que correspondesse a critérios como a capacidade de simular os diferentes graus de atenuação radiográfica de estruturas ósseas, a possibilidade de avaliação quantitativa da imagem e a reprodutibilidade dos resultados com maior precisão, critérios estes, que os autores julgaram importantes na avaliação da densidade óssea em pixels. Para a presente pesquisa, utilizou-se também um simulador de tecidos moles confeccionado com cera utilidade, de acordo com Souza et al.¹⁰

(2001), para que a pesquisa se aproximasse a um estudo *in vivo*.

A avaliação da densidade óssea é realizada tanto por radiografias periapicais quanto por radiografias panorâmicas. Trabalhos como o de Zlataric et al.^{11,12} (2003) avaliaram a perda de densidade óssea mineral em mandíbulas de pacientes portadores de próteses totais e próteses parciais removíveis, por meio de radiografias panorâmicas digitalizadas. Neste estudo foi utilizado um penetrômetro de cobre, composto por 5 degraus, com variação de 0,1 a 0,5 mm entre cada um deles. Koparal et al.³ (2001) e Shrout et al.⁷ (2003) procuraram determinar a densidade óssea, selecionando-se regiões de interesse, em radiografias periapicais digitalizadas, para a determinação de valores médios de níveis de cinza e de valores em milímetros equivalentes de alumínio. Corroborando estes estudos, o presente trabalho também utilizou uma escala de alumínio, considerando que este metal possui uma densidade semelhante a densidade óssea. Entretanto, diferentes tipos de liga de alumínio podem gerar valores de densidade relativa quando avaliadas em imagens radiográficas digitalizadas, o que pressupõe a continuidade de pesquisa nesta linha. Portanto, de acordo com trabalhos de Puppín et al.⁶ (1998), Koparal et al.³ (2001), Shout et al.⁷ (2003) os quais utilizaram penetrômetros de alumínio para a medição da densidade óssea relativa, salienta-se a importância deste tipo de metodologia para a medição desta densidade.

A pesquisa realizada por Zlataric et al.^{11,12} (2003) utilizou um penetrômetro de cobre, constituído por 5 degraus, com 0,1 mm de espessura entre cada um deles. Em contraposição, o presente trabalho utilizou um penetrômetro de alumínio, constituído por 16 degraus, porém com 0,3 mm de espessura entre cada um deles, o que apesar de dificultar a visualização dos diferentes tons de cinza e conseqüentemente as medições, as imagens foram manipuladas através da função automática de alteração de brilho e contraste do programa *Image Tool*, para que os degraus da escala ficassem nítidos. Neste aspecto, destaca-se a importância da contribuição de alguns recursos de manipulação de imagens oferecidos por programas como o anteriormente citado.

Os resultados da Tabela 1 mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os valores da densidade relativa do degrau 16 (94,7), correspondente a 4,8 mmEq/Al, e os obtidos nas regiões retromolares analisadas (94,93), para $p > 0,05$. Os resultados da Tabela 2 mostra-

ram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os valores da densidade óssea relativa do degrau 15 (96,7), correspondente a 4,5 mmEq/Al, e os obtidos nas regiões intermediárias analisadas (98,36), para $p > 0,05$. Todavia, apesar de haver um mesmo comportamento na obtenção dos valores anteriormente referidos, discute-se que o degrau número 16, nas radiografias realizadas nas regiões retromolares apresentaram valores menores do que os encontrados no degrau 15 das imagens realizadas nas regiões intermediárias. Este contra senso, pode ser justificado pela possibilidade de alterações na geração das imagens no momento do escaneamento, em virtude do grau de transluminação ocorrido em diferentes áreas da mesa do scanner. Pesquisas futuras, podem comparar os resultados de diferentes formas de digitalização de imagens, por exemplo realizando estas digitalizações com radiografias individualmente.

Destaca-se ainda, que as radiografias foram realizadas com o mesmo tempo de exposição, mesmo filme radiográfico e a escala confeccionada para o estudo, além de terem sido processadas, pelo método químico de tempo e temperatura, ao mesmo tempo, sobre as mesmas condições, procurando reduzir ao máximo possíveis interferências durante as medições da densidade.

Clinicamente torna-se importante a utilização da radiografia digitalizada para a medição da densidade óssea relativa, tanto em *pixels* quanto em milímetros equivalentes de alumínio, para a avaliação de alterações locais e também do processo de reparação óssea. Trata-se de uma preocupação em relacionar os valores de *pixels* que na verdade, representam um conceito, com valores de densidade estabelecidas com os obtidos em mmEq./Al. Desta maneira, torna-se válida a utilização deste penetrômetro de alumínio como uma unidade referencial conhecida para a medição da densidade óssea relativa, embora seja necessária a realização de novos experimentos que investiguem o maior número possível de variáveis que possam interferir na utilização deste tipo de escala na detecção de alterações presentes nos ossos maxilares.

CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada e nos resultados constatados neste trabalho, conclui-se que foi possível estabelecer uma correlação entre os valores obtidos com a densidade óssea relativa em níveis de cinza, expressos por *pixels* e aqueles

obtidos em milímetros equivalentes de alumínio, tornando esta última uma unidade referencial conhecida para a medição da densidade óssea relativa mandibular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Grondahl HG, Grondahl K. Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions. *Dent Radiol.* 1983;55:208-213.
2. Kazunori Y, et al. Assessment of image quality in dental radiography, part I: Phantom validity. *Oral Maxillof Radiol.* 1999;87:115-22.
3. Koparal E, Akdeniz BG. Quantification of the lamina dura and dentin density in children. *J Dent Child.* 2001;335-8.
4. Meurer E, Costa NP. Análise óptica da densidade óssea da região parassinfisária por um sistema de radiografia digital, utilizando simuladores de tecidos mole. Porto Alegre, 2000. 116, [6] f. [Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul].
5. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of RadioVisio-Graphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989; 68(2):238-42.
6. Puppim AAC, Costa NP, Garcia RS. Análise da densidade óssea pela leitura óptica na região de molares em mandíbulas secas. *Revista Odonto Ciência.* 1998;13:151-65.
7. Shrouf MK, et al. Digital image analysis of cadaver mandibular trabecular bone patterns. *J Periodontol.* 2003;74:1342-7.
8. Soares EDC, Costa NP, Garcia RS. Análise da leitura óptica da densidade óssea utilizando duas fontes luminosas. *Revista Odonto Ciência.* 1997;23: 131-43.
9. Souza PHC, Costa NP, Puppim ACC. Análise óptica da densidade óssea retromolar mandibular por meio de imagens digitalizadas utilizando simuladores de tecidos moles. *Revista Odonto Ciência.* 1999;14:27-53.
10. Souza PHC, Costa NP, Veeck EB. Influência dos tecidos moles nos níveis de cinza da região retromolar mandibular, utilizando filmes Ektaspeed Plus e o programa de imagens digitalizadas Digora. *Revista Odonto Ciência.* 2001;16:286-74.
11. Zlataric DK, Celebic A. Mandibular bone density changes in complete and removable partial denture wearers: a 6 month follow-up study. *Int J Prosthodont.* 2003;16:661-5.
12. Zlataric DK, Celebic A. Clinical bone densitometric evaluation of the mandible in removable denture wearers dependent on the morphology of the mandibular cortex. *J Prosth Dent.* 2003;90:86-91.

Recebido para publicação em: 08/04/2005; aceito em: 01/07/2005.

Endereço para correspondências:
SORAYA DE AZAMBUJA BERTI
Rua Pedro Collere, 211 – Vila Izabel
CEP 80320-320, Curitiba, Paraná, Brasil
E-mail: sorayaberti@hotmail.com