

# Estudo Radiográfico da Densidade Óssea Relativa da Região Retromolar em *Pixels* e Milímetros Equivalentes de Alumínio

## *Radiographic study of relative bone density of the retromolar region in pixels and aluminum equivalent milimeters*

BERTI, Soraya de Azambuja\*  
 SOUZA, Paulo Henrique Couto\*\*  
 WESTPHALEN, Fernando Henrique\*\*\*  
 TOLAZZI, Ana Lúcia\*\*  
 IGNÁCIO, Sergio Aparecido\*\*

### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar a densidade óssea relativa da região retromolar em *pixels* e em milímetros equivalentes de alumínio (mmEq/Al). Para a mensuração dos níveis de cinza em mmEq/Al na referida região, utilizou-se uma escala de alumínio constituída por 16 degraus, com 0,3mm de espessura entre cada um deles. Utilizou-se 5 mandíbulas humanas secas, as quais foram tecnicamente radiografadas, na região anteriormente citada, com filmes Agfa, tempo de exposição de 0,5 segundos e distância focal de 25cm. Estas radiografias foram processadas, em uma câmara escura, pelo método de tempo e temperatura e, posteriormente escaneadas com 300 *dpi*. 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 32X32 *pixels*, evitando-se regiões excessivamente radiopacas ou radiolúcidas, bem como, de estruturas anatômicas, para que não houvesse alterações no valor da densidade óssea relativa. Já nas imagens dos degraus da escala, foram medidas áreas de 20X50 *pixels*, com a mesma ferramenta. 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 ( $p > 0,05$ ). Concluiu-se que a densidade da escala de alumínio, utilizada neste estudo é semelhante a densidade óssea relativa da região avaliada, podendo ser utilizada como unidade de medida referencial na análise dos níveis de cinza mandibulares.

### PALAVRAS-CHAVE:

Densidade óssea. *Pixels*. Penetrômetro de alumínio. Radiografia digitalizada.

### INTRODUÇÃO

A radiografia digitalizada tem sido utilizada para auxiliar na confecção do diagnóstico de determinadas patologias, tanto locais quanto sistêmicas. Autores como Grondahl *et al.* (1983) já avaliavam radiografias digitalizadas indiretamente, verificando 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.* (1989) descreveram o sistema RVG (*radiovisography*), que possibilitava a obtenção de imagens radiográficas digitais diretamente.

A imagem radiográfica digitalizada possibilitou a avaliação da densidade óssea, e neste contexto alguns métodos são utilizados para a avaliação desta densidade. Pesquisas como a de Soares *et al.* (1997) utilizaram radiografias intrabucais tecnicamente padronizadas e adaptadas a um penetrômetro de

alumínio, o qual confere esta densidade em milímetros equivalentes de alumínio, para avaliar a densidade óssea mandibular. Outros autores como Souza *et al.* (1999), Meurer *et al.* (2000) e Souza *et al.* (2001) mediram a densidade óssea mandibular por meio de níveis de cinza, expressos por *pixels*, com o auxílio de programas e sistemas de radiografias digitalizadas. Porém, estes autores não correlacionaram os valores encontrados em *pixels* e em milímetros equivalentes de alumínio, a fim de conferir maior validade no estudo da densidade óssea relativa em imagens radiográficas digitalizadas.

Trabalhos como o de Puppini *et al.* (1998), Koparal e Akdeniz (2001), Shout *et al.* (2003) e Berti *et al.* (2005) correlacionaram os valores de densidade óssea obtidos em *pixels* e em milímetros equivalentes de alumínio, selecionando-se, para tanto, áreas de interesse em regiões ósseas e nos degraus de uma escala de alumínio, utilizando como critério de seleção, a semelhança entre os tons de cinza de cada área. Zlataric e Cele-

bic (2003) utilizaram penetrômetros de cobre para avaliar possíveis mudanças na densidade mineral óssea, em milímetros equivalentes de cobre, em pacientes portadores de próteses totais e próteses parciais removíveis. A densidade mineral óssea foi medida selecionando-se áreas no penetrômetro de cobre bem como em diferentes regiões anatômicas, por meio de radiografias panorâmicas digitalizadas. De acordo com esta pesquisa, observou-se que é possível a utilização da radiografia digitalizada na prática clínica, para a medição da densidade óssea relativa, seja em *pixels* ou milímetros equivalentes de cobre. Diante do exposto, é possível avaliar alterações em regiões ósseas, como por exemplo a presença de lesões císticas ou tumorais a partir de radiografias digitalizadas.

Desta maneira, 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 retro-

\* Cirurgiã dentista pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e bolsista PIBIC/CNPq-2003/2004.

\*\* Professor(a) Adjunto da PUCPR.

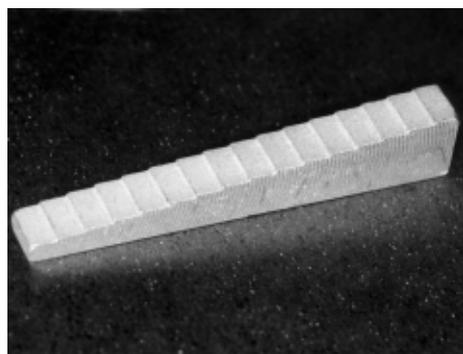
\*\*\* Professor Titular da PUCPR.

molares com filmes radiográficos Agfa (KODAK®) digitalizados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Previamente à realização desta pesquisa, 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 provenientes do acervo de Anatomia da PUCPR.

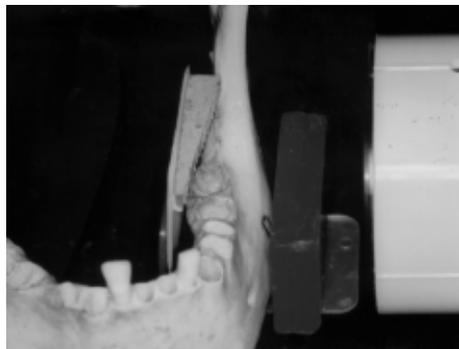
Para a mensuração dos níveis de cinza, confeccionou-se um penetrômetro de alumínio<sup>1</sup> constituído por 16 degraus, com espessura de 0,3mm entre cada um deles (fig. 1).



**Figura 1** - Penetrômetro de alumínio utilizado para a mensuração dos níveis de cinza

A padronização das tomadas radiográficas foi estabelecida, confeccionado-se um dispositivo posicionador, com 2 lâminas plásticas fixadas perpendicularmente entre si. Utilizou-se também, um simulador de tecido mole com cera utilidade<sup>2</sup>, com dimensões de 4,4cm de comprimento, 3,2cm de altura e 1,0cm de espessura.

O penetrômetro de alumínio foi fixado ao filme radiográfico, com uma fita adesiva de dupla face, no lado de maior comprimento, posicionando-se a escala na ordem crescente dos degraus, da esquerda para a direita. Cada filme radiográfico foi colocado no posicionador, adjacente a cortical lingual do osso mandibular, sendo o simulador de tecido mole, colocado adjacente a cortical vestibular. Foram realizadas 3 radiografias, em cada um dos lados da região retromolar, de cada mandíbula, totalizando 30 radiografias. Para as tomadas, utilizou-se um aparelho de raios X<sup>3</sup>, 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 padronizar as tomadas radiográficas (fig. 2).



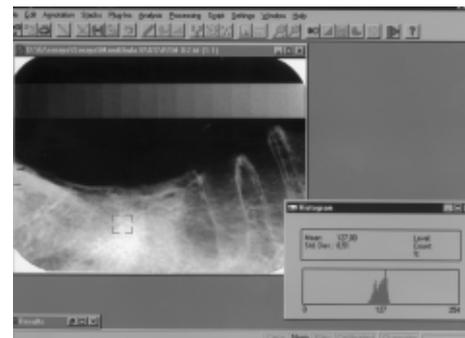
**Figura 2** - Tomada radiográfica exibindo o conjunto, filme, simulador e penetrômetro de alumínio, paralelos entre si e com incidência perpendicular do feixe de radiação

O processamento químico foi realizado pelo método de tempo e temperatura em uma câmara escura, utilizando-se as mesmas soluções reveladora e fixadora<sup>4</sup>. A secagem das radiografias foi feita em uma máquina automática<sup>5</sup> e, posteriormente à secagem, as radiografias foram colocadas nos próprios invólucros das radiografias iniciais, porém sem a lâmina de chumbo.

O escaneamento foi realizado posicionando-se as radiografias na mesa do scanner<sup>5</sup> da direita para a esquerda, iniciando-se pela colocação das radiografias referentes à região retromolar do lado direito, seguidas pelas radiografias referentes ao lado esquerdo. Os filmes foram posicionados com a convexidade da moosa voltada para baixo e invertidos, de maneira a ficarem bem justapostos. 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 em extensão TIFF.

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 na região óssea de 32X32 pixels, para a realização das

medições, 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 20X50 pixels, com a mesma ferramenta (fig. 3).



**Figura 3** - Radiografia periapical da região retromolar direita exibindo as áreas de medição, juntamente com a ferramenta histograma

## RESULTADOS

Para a avaliação dos resultados, foram utilizados os métodos estatísticos T de Student e de Wilcoxon. Inicialmente, dentro da escala de alumínio, foram selecionados os degraus de números 14, 15 e 16, os quais possuíam tonalidades de cinza semelhantes com a região analisada neste estudo. Em seguida, foi realizada a comparação dos valores de densidade encontrados nos degraus de números 14, 15 e 16 entre si. Posteriormente, foram comparados os valores da densidade óssea relativa das regiões retromolares analisadas com os obtidos em cada degrau selecionado.

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.

**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 Agfa digitalizados. Clínica odontológica da PUCPR, Curitiba, 2004.

Degraus	14 (104,20)	15 (117,90)	16 (136,73)
Região RT	144,77	144,77	144,77
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.

<sup>1</sup> Liga de Alumínio 272, Laboratório de Engenharia Mecânica da PUCPR.

<sup>2</sup> Cera utilidade - Artigos Odontológicos Clássicos Ltda.

<sup>3</sup> Sirona, Heliodent, 70KVp - 7mA - 120V, São Paulo.

<sup>4</sup> Revelador e reforçador GBX (KODAK BRASILEIRA Com e Ind LTDA), Fixador e reforçador GBX (KODAK BRASILEIRA Com e Ind LTDA).

<sup>5</sup> ScanMaker, 9800XL, 48 bits; 3200 x 1600 dpi; 12"x17" tabloid size; USB & SCSI-2, Microtek, USA.

nas regiões retromolares analisadas ( $p < 0,05$ ). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os valores da densidade óssea relativa do degrau 16 e os obtidos nas regiões retromolares analisadas ( $p > 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

A radiografia digitalizada torna-se cada vez mais importante, pois auxilia, de maneira significativa, na elaboração do correto diagnóstico de muitas patologias, tanto locais como sistêmicas. 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.* (2001) e Kazunori *et al.* (1999) questionaram a influência dos tecidos moles na determinação da densidade óssea. Para a presente pesquisa, utilizou-se um simulador de tecidos moles confeccionado com cera utilidade, de acordo com Souza *et al.* (2001).

A avaliação da densidade óssea pode ser realizada tanto por radiografias periapicais quanto por radiografias panorâmicas. Trabalhos como o de Zlataric e Celebic (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 utilizou-se um penetrômetro de cobre, composto por 5 degraus, com variação de 0,1 a 0,5mm entre cada um deles. Koparal e Akdeniz (2001) ShROUT *et al.* (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, visto que este metal possui uma densidade semelhante a densidade óssea. Entretanto, diferentes tipos de liga de alumínio podem gerar valores de densidade relativa diferentes quando avaliadas em imagens radiográficas digitalizadas, por isto é importante a continuidade de pesquisas nesta linha de estudo. Portanto, de acordo com trabalhos de Puppini *et al.* (1998), Koparal e Akdeniz (2001), ShROUT *et al.* (2003) e Berti *et al.* (2005) 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 e Celebic (2003) utilizou um penetrômetro de cobre, constituído por 5 degraus, com 0,1mm de espessura entre cada um deles diferente

do presente trabalho, que utilizou um penetrômetro de alumínio, constituído por 16 degraus, porém com 0,3mm de espessura entre cada um deles, o que dificultou a visualização dos diferentes tons de cinza e consequentemente as medições radiográficas. 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, destacando-se a importância dos recursos de manipulação de imagens oferecidos por programas como o citado anteriormente. Os degraus foram selecionados para a medição da densidade óssea relativa mandibular, de acordo com as semelhanças nas tonalidades de cinza, quando comparados com a região óssea. Neste estudo, para a realização das medições desta densidade, foram selecionados os degraus de números 14, 15 e 16, pois estes foram os que mais se aproximaram aos tons de cinza da região analisada. Os resultados mostraram valores semelhantes entre a densidade do degrau de número 16 (correspondente a 4,8 mmEq/Al) e a densidade óssea relativa da região retromolar, conforme apresentado na tabela 1.

Para a realização da presente pesquisa, a região retromolar foi a escolhida pois há uma percentual bem significativo de processos patológicos localizados nesta região. 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 é cada vez mais notável a importância 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 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 como 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 o presente trabalho, concluiu-se que foi possível estabelecer uma cor-

relação 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 na região retromolar.

## ABSTRACT

The objective of this research was to compare the relative bone density of the retromolar region, in *pixels* and aluminum equivalent millimeters. It was used an aluminum stepwedge to measure the gray levels in this region; this stepwedge was formed by 16 degrees with 0,3mm between each one. Five human dried mandibles were used, which were technically radiographed on the region previously mentioned, using Agfa film, 0,5 seconds of time of exposition and focal distance of 25cm. These radiographics were processed by the time and temperature method, and later digitalized with 300 *dpi*. The digital images were measured by the histogram resource of the *Image Tool* software, version 3.0 (UTHSCSA, USA). Initially the mandibles were manipulated using the bright and contrast automatic change function called stretch. Then areas of 32X32 *pixels* were selected for the measures in bone regions, avoiding those excessively radiopaque or radiolucent, as well as anatomic structures, so that no alterations interfere in the levels of bone density. For the images of the aluminum stepwedge, areas of 20X50 *pixels* were measured using the same histogram resource. Using the Student-t test, similar values were shown between the retromolar bone region density and the degree number 16 of the aluminum's scale ( $p > 0,05$ ). It was concluded that the density of aluminum's scale, used in the research is similar to the relative bone density of analysed regions, showing that it can be used as an unit of referencial measure in the analysis of mandible gray levels.

## KEYWORDS:

Bone density. *Pixels*. Aluminium stepwedge. Digital radiograph.

## REFERÊNCIAS

BERTI, S.A. *et al.* Estudo Radiográfico da Densidade Óssea Mandibular em *Pixels* e Milímetros Equivalentes de Alumínio. **R. Odonto Ciência**, Porto Alegre, v.20 p.251-256, jul./set. 2005.

GRONDAHL, H.G.; GRONDAHAL, K. Substraction Radiography for the Diagnosis of Periodontal Bone Lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St Louis, v.55 no. 2.p.208-213, Feb. 1983.

KOPARAL, E; AKDENIZ, B.G. Quantification of the Lamina Dura and Dentin Density in Children. **J. Dent. Child.**, Chicago, p.335-338, Sept./Dec. 2001.

**MEURER, E; COSTA, N.P. Análise Óptica da Densidade Óssea da Região Parassinfisária por um Sistema de Radiografia Digital, Utilizando Simuladores de Tecidos Mole.** 2000. 116f. 6f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MOUYEN F., *et al.* Presentation and Physical Evaluation of RadioVisioGraphy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St Louis, v.68 no.2 p. 238-242 Aug. 1989.

PUPPIN, A.A.C.; COSTA, N.P.; GARCIA, R.S. Análise da Densidade Óssea pela Leitura Óptica na Região de Molares em Mandíbulas Secas. **R. Odonto Ciência.**, Porto Alegre, v.13 p.151-165, 1998.

SHROUT, M.K., *et al.* The Effect of Region of Interest Variations on Morphologic Operations Data and Gray-Levels Values Extracted from Digitized Dental Radiographs. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v. 88, no.5, p. 636-639, 1999.

SHROUT, M.K., *et al.* Digital Image Analysis of Cadaver Mandibular Trabecular Bone Patterns. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 74 p. 1342-1347, Sept. 2003.

SOARES, E.D.C.; COSTA, N.P.; GARCIA, R.S. Análise da Leitura Óptica da Densidade Óssea Utilizando Duas Fontes Luminosas. **R. Odonto Ciência.**, Porto Alegre, v.23 p. 131-143, 1997.

SOUZA, P.H.C.; COSTA, N.P.; PUPPIN, A.C.C. Análise Óptica da Densidade Óssea Retromolar Mandibular por Meio de Imagens Digitalizadas Utilizando Simuladores de Tecidos Moles. **R. Odonto Ciência**, Porto Alegre, v.14 p. 27-53, 1999.

SOUZA, P.H.C.; COSTA, N.P.; VEECK, E.B. Influência dos Tecidos Moles nos Níveis de Cinza da Região Retromolar Mandibular, Utilizando Filmes Ektasped Plus e o Programa de Imagens Digitalizadas Digora. **R. Odonto Ciência.**, Porto Alegre, v.16 p.286-274, set./dez. 2001.

YOSHIURA, K *et al.* Assesment of

Image Quality in Dental Radiography, part I: Phantom Validity. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v.87, no.1, p.115-122, Jan. 1999.

ZLATARIC, D.K.; CELEBIC, A. Mandibular Bone Density Changes in Complete and Removable Partial Denture Weares: A 6 Month Follow-up Study. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.16 p.661-665, 2003.

ZLATARIC, D.K.; CELEBIC, A. Clinical Bone Densitometric Evaluation of the Mandible in Removable Denture Wearers Dependent on the Morphology of the Mandibular Cortex. **J Prosthet. Dent.**, St Louis, v.90 p.86-91, July. 2003.

#### **Endereço para correspondência:**

Soraya de Azambuja Berti  
Rua Pedro Collere, 211, Vila Izabel,  
80.320-320  
Curitiba - Paraná  
(41) 3243-8623 / 8802-1496  
sorayaberti@hotmail.com