

ÉSIO FORTALEZA NASCIMENTO CHAVES PEDROSA

**CORRELAÇÃO ENTRE FATORES DE QUALIDADE
ÓSSEA MANDIBULAR E DENSIDADE ÓSSEA
MINERAL EM MULHERES BRASILEIRAS**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do Título
de Mestre em Radiologia
Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Plauto Christopher Aranha Watanabe

PIRACICABA

2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

P343c

Pedrosa, Écio Fortaleza Nascimento Chaves.
Correlação entre fatores de qualidade óssea
mandibular e densidade óssea mineral em mulheres brasileiras. /
Écio Fortaleza Nascimento Chaves Pedrosa. -- Piracicaba, SP:
[s.n.], 2009.

Orientador: Plauto Christopher Aranha Watanabe.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Densitometria. 2. Mandíbula. 3. Radiografia panorâmica. 4.
Osteoporose. I. Watanabe, Plauto Christopher Aranha. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia
de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Correlation between mandibular bone quality factors and bone mineral density in brazilian women

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Densitometry. 2. Mandible. 3. Radiography, panoramic. 4. Osteoporosis

Área de Concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestre em Radiologia Odontológica

Banca Examinadora: Plauto Christopher Aranha Watanabe, Solange Maria de Almeida, Jesus Carlos Andreo

Data da Defesa: 13-03-2009

Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 13 de Março de 2009, considerou o candidato ÉSIO FORTALEZA NASCIMENTO CHAVES PEDROSA aprovado.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Paulo Christopher Arantia Watanabe".

PROF. DR. PAULO CHRISTOPHER ARANTIA WATANABE

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Jesus Carlos Andreo".

PROF. DR. JESUS CARLOS ANDREO

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Solange Maria de Almeida".

PROFa. DRa. SOLANGE MARIA DE ALMEIDA

Dedico este trabalho à minha família, em especial, à minha amada esposa Roberta pela compreensão e companheirismo durante toda essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Jesus Andreo pela confiança, dedicação e amizade em toda a trajetória da minha graduação e pós-graduação, sempre me enriquecendo com seu vasto conhecimento, me ajudando em todas as etapas.

Ao Prof. Dr. Plauto Christopher Aranha Watanabe por toda a atenção dedicada durante o processo de planejamento e execução deste trabalho, orientando-me e fornecendo subsídios para melhor realização do mesmo.

Aos amigos Patrícia Feio, Daniel Berreta, Adriana Dibo e Daniela Brait pela companhia e harmoniosa convivência, tornando mais prazerosa minha estadia em São Paulo.

À Profa. Dra. Solange Maria de Almeida pela compreensão, não somente dedicada a mim, mas a todos os colegas da Pós-Graduação de Radiologia Odontológica UNICAMP/FOP, por realizar seu trabalho com dedicação e ética, prontamente disposta a ajudar no que for necessário.

Aos Professores do Departamento de Radiologia Odontológica UNICAMP/FOP pela transmissão do conhecimento.

Aos Funcionários Waldeck, Fernando, Roberta e Giselda pela dedicação e eficiência com que desenvolvem seu trabalho.

Especialmente a Matheus Oliveira e Luis Nogueira pela ajuda e amizade incondicional fortalecida ao longo do curso.

RESUMO

CORRELAÇÃO ENTRE FATORES DE QUALIDADE ÓSSEA MANDIBULAR E DENSIDADE ÓSSEA MINERAL EM MULHERES BRASILEIRAS

Existem diversos métodos para avaliar a qualidade óssea através de sua densidade. Estes métodos variam no custo, disponibilidade e na dose de radiação. O cirurgião-dentista atua nos elementos dentários e nas estruturas de suporte dos maxilares e mandíbula, componentes do sistema estomatognático. Nas últimas décadas têm se pesquisado muito a respeito da qualidade óssea das estruturas de suporte dos elementos dentários, principalmente na mandíbula, com convincentes evidências de perda óssea bucal associada com a osteoporose, particularmente um aumento da porosidade cortical do osso alveolar e corpo mandibular. O Objetivo deste estudo foi avaliar a correlação de três aspectos da qualidade óssea mandibular, em radiografias panorâmicas, correlacionando-os com medidas de densidade óssea mineral (DOM) do DEXA realizados no radio, coluna e fêmur. Os resultados apresentaram correlação significativa entre a classificação morfológica do córtex (CC) e a espessura da cortical basal mandibular com a DOM. Não houve correlação entre os fatores dimensão fractal (DF) e porcentagem de pixels pretos (ET) com a DOM. Pode-se concluir que é possível referenciar pacientes para o DEXA com a finalidade de pesquisar a baixa massa óssea mineral pelas análises da cortical inferior da mandíbula

Palavras-Chaves: Densitometria óssea, Mandíbula, Radiografia Panorâmica, Osteoporose.

ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN MANDIBULAR BONE QUALITY FACTORS AND BONE MINERAL DENSITY IN BRAZILIAN WOMEN

There are several methods to evaluate the bone quality by the density. These methods vary in cost, availability and the radiation dose. The dentist works on teeth and in the maxilla and mandible support structures, components of the stomatognathic system. Recently, it has been searched too much about the bone quality of the teeth support structures, especially in the jaw with evidences of oral bone loss associated with osteoporosis, particularly an increase in cortical porosity of the alveolar bone and mandibular body. The aim of this study was to evaluate the interrelationship of three aspects of mandibular bone quality on panoramic radiographs, correlating them with measures of bone mineral density (BMD) of DEXA performed in radio, spine and femur. The results showed a significant correlation between the cortex morphological classification and cortex thickness with lower BMD. There was no correlation between the fractal dimension (FD) factors and black pixels (ET) percentage with the BMD. It could be concluded that it is possible to refer patients for DEXA in order to search for low bone mineral analysis of the lower mandibular cortex.

Keywords: Densitometry, Mandible, Panoramic Radiography, Osteoporosis.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CC- classificação da morfologia do córtex

DEXA- *dual energy x-ray absorptometry*

DF- dimensão fractal

DOM- densidade óssea mineral

dpi- *dot per inch*

ECM- espessura do córtex mandibular

ECMA- espessura do córtex mandibular, na região de ângulo da mandíbula

ECMA (D)- espessura do córtex mandibular, na região de ângulo da mandíbula, lado direito

ECMA (E)- espessura do córtex mandibular, na região de ângulo da mandíbula, lado esquerdo

ECMF- espessura do córtex mandibular, na região sob o forame mentual

ECMF(D)- espessura do córtex mandibular, na região sob o forame mentual, lado direito

ECMF (E)- espessura do córtex mandibular, na região sob o forame mentual, lado esquerdo

NOF- *National Osteoporosis Foundation*

OMS- Organização Mundial de Saúde

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	1
2- CAPÍTULO 1: “RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE ÓSSEA DO RÁDIO, COLUNA E FÊMUR E ANÁLISE DA CORTICAL ÓSSEA MANDIBULAR EM MULHERES BRASILEIRAS PÓS-MENOPAUSA”	7
3- CAPÍTULO 2: “RELAÇÃO ENTRE PADRÃO MORFOLÓGICO DO TRABECULADO ÓSSEO EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS DIGITAIS E DENSIDADE ÓSSEA MINERAL EM MULHERES BRASILEIRAS”	29
4- CONCLUSÃO	53
5- REFERÊNCIAS	54
6- ANEXOS	55

1 - INTRODUÇÃO

Apesar de sua aparência rígida e resistente, o osso é um tecido vivo e que está em constante processo de formação e reabsorção. Este processo é chamado de remodelação óssea.

A remodelação óssea é diferente em cada fase da vida. No início da vida, a formação óssea é superior à reabsorção, e há aumento no tamanho e na resistência do osso. O inverso ocorre no envelhecimento, onde conforme passam os anos, a reabsorção óssea supera a formação, e podem surgir diversos problemas ósseos, sendo o mais comum a osteoporose. A osteoporose é uma doença que atinge os ossos e caracteriza-se pela diminuição substancial da massa óssea, desenvolvendo “ossos ocos”, finos e de extrema sensibilidade, sendo, portanto, mais sujeitos a fraturas. A osteoporose é caracterizada por perda de massa óssea e deterioração do tecido ósseo, que provocam fraturas dolorosas em 50% dos casos. As mais comuns acontecem na coluna, no fêmur, costelas e punhos, que provocam incapacidade física.

A osteoporose é então definida como uma diminuição na massa óssea, e uma alteração da micro-arquitetura que conduz a fragilidade (OMS). Faz parte do processo normal de envelhecimento e é mais comum em mulheres que em homens. A doença progride lentamente e raramente apresenta sintomas antes que aconteça algo de maior gravidade, como uma fratura, que costuma ser espontânea, isto é, não relacionada ao trauma. Se não forem feitos exames diagnósticos preventivos a osteoporose pode passar “silenciosa”, até que ocorra consequências severas como fraturas. A osteoporose pode ter sua evolução retardada por medidas preventivas. O osso sofre a influência dos hormônios femininos - estrógenos, calcitonina e do hormônio da paratireóide.

Os estrógenos deixam de ser produzidos pelos ovários nas mulheres que estão na menopausa e, por esta razão, há uma tendência aumentada de perda

óssea e maior risco de osteoporose. A perda óssea global começa por volta dos 40 anos de idade, tanto em homens como em mulheres. Em mulheres, à época da menopausa, ocorre uma aceleração da perda óssea a uma taxa duas vezes maior do que nos homens. Com o passar do tempo, as mulheres com osteoporose podem perder até metade de sua massa óssea. Na verdade, a osteoporose é o acirramento de um fato natural. A partir dos 35 anos, toda mulher perde massa óssea. A perda maior ocorre nos primeiros dez anos depois da menopausa. Isso porque o organismo feminino fica sem a proteção do hormônio estrógeno, que estimula justamente a formação de massa óssea. Uma perda de até 10% nesse período é considerada normal. Entre 10% e 25%, entra-se na fase da osteopenia, um estágio anterior à osteoporose em que ainda é baixo o risco de fraturas. As que sofrem da doença têm uma perda bem mais comprometedora, acima de 25%.

Os principais fatores de risco para osteoporose são: o sexo feminino, a menopausa precoce, a idade avançada, as raças branca e amarela, a estrutura óssea pequena e baixo peso, história familiar de osteoporose e fratura, o tabagismo, o sedentarismo e as condições que levam a imobilização, o alcoolismo, o uso de bebidas contendo cafeína, a baixa exposição solar, a dieta pobre em cálcio, o uso de medicamentos como, por exemplo: corticosteróides, heparina, anticoagulantes e anticonvulsivantes e doenças como insuficiência renal, hipertireoidismo, mieloma múltiplo entre outras (Concensus Development Conference, 1991).

Estima-se que mundialmente 1 em cada 3 mulheres e 1 em cada 5 homens acima da idade dos 50 tem osteoporose. Ela é responsável por milhões de fraturas anualmente, a maioria envolvendo vértebras lombares, quadril e punho.

A osteoporose aflige cerca de um terço das mulheres entre 60 e 70 anos de idade e dois terços daquelas com 80 anos ou mais. Em todo o mundo, aproximadamente 1,7 milhão de fraturas no quadril são atribuídas à osteoporose a cada ano. Estima-se que o número de fraturas no quadril, em consequência da osteoporose, irá aumentar de 1,7 milhão, em 1990, para 6,3 milhões por volta do

ano 2050, em todo o mundo. Metade das mulheres com osteoporose terão fraturas e cerca de 25% das mulheres com fratura no fêmur morrem após um ano.

No Brasil, com base nos dados do IBGE (2007) pode-se estimar que cerca de um milhão de mulheres poderão ficar inválidas e pelo menos 200 mil irão morrer, vítimas da osteoporose, nos próximos anos, se a doença não for combatida. Estas estimativas colocam a osteoporose como uma das principais causas de morte na população feminina no país, ao lado do câncer.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, a osteoporose atinge mais de 75 milhões de pessoas na Europa, Japão e EUA, causando mais de 2,3 milhões de fraturas anualmente. Na Europa, a cada 30 segundos acontece uma fratura por osteoporose. Nos Estados Unidos da América ocorrem cerca de 1,5 milhões de fraturas por ano. Estas fraturas resultam em 500 mil hospitalizações, 800 mil consultas aos serviços de emergência, 2,6 milhões de consultas médicas e gastos entre 12 e 18 bilhões de dólares a cada ano (Gass & Dawson-Hughes 2006), A National Osteoporosis Foundation (NOF) estima que 2,3 milhões de homens têm osteoporose e 44 milhões têm osteopenia nos EUA, (*America's Bone Health: The State of Osteoporosis and Low Bone Mass in Our Nation. Washington, D.C.: National Osteoporosis Foundation*).

A Sociedade Brasileira de Osteoporose estima, considerando o último censo do IBGE, que existam 5,5 milhões de brasileiros com osteoporose e a Fundação Internacional de Osteoporose 10 milhões (IOF, 2006). Segundo dados fornecidos pelo Ministério da Saúde, foram relatados como gastos com fraturas de quadril por osteoporose a quantia de 28 milhões de reais no ano de 2004. Danowski (2006) estima que a incidência anual de fraturas no Brasil é de um milhão de fraturas, destas, 250 mil são de quadril.

Ainda segundo Danowski, metade das fraturas de quadril ocorre em pacientes com 75 anos ou mais. Pinheiro et. al. (2006), por meio de questionário estruturado aplicado a 2.320 indivíduos acima de 40 anos e *moradores de 150 municípios brasileiros, relataram história de fratura por osteoporose em 25% da população entrevistada.*

O crescimento da população de idosos em todo mundo indica que aumentará o custo para o tratamento das doenças crônicas degenerativas, entre essas doenças, a osteoporose destaca-se por sua elevada prevalência, bem como pelas fraturas por fragilidade, decorrentes da deterioração da estrutura óssea (Melton et. al. 1992; Cummings et. al. 1993; Marshal et. al. 1996).

Tendo em vista estes fatores, o Programa de Osteoporose (Organização Pan-Americana de Saúde/OMS) tem como foco principal aumentar o reconhecimento precoce dos pacientes de risco, o que poderá ser aferido através dos seguintes indicadores: redução do número de fraturas por baixo impacto e conseqüentemente redução no número de internação e cirurgias.

Existem diversos métodos para avaliar a qualidade óssea através de sua densidade. Estes métodos variam no custo, disponibilidade e na dose de radiação.

O mais utilizado é absorção de dupla energia por raios X (DEXA), devido à precisão e exatidão realçadas pelo método. Este método é o padrão ouro para a densitometria óssea. O DEXA fornece uma medida exata da densidade óssea na coluna e/ou no quadril permitindo ao clínico tomar decisões objetivas sobre a necessidade para a terapia de reposição hormonal, incluindo o tipo e a dose, *National Osteoporosis Foundation (NOF)*, 1998, apud *Consensus Development Conference* (1991).

O diagnóstico pode ser feito radiograficamente, mas a perda generalizada de densidade óssea (osteopenia) não é específica para a osteoporose, e pode resultar de alterações, como a osteomalácia, hiperparatiroidismo e doença maligna difusa (Scheneider, 1984). As radiografias também possuem baixa sensibilidade para perda óssea, a osteoporose não se torna radiologicamente visível até que cerca de 50% da massa óssea seja perdida. (Haller *et al*, 1990).

O cirurgião-dentista atua nos elementos dentários e nas estruturas de suporte dos maxilares e mandíbula, componentes do sistema estomatognático. Nas últimas décadas têm se pesquisado muito a respeito da qualidade óssea das estruturas de suporte dos elementos dentários, principalmente na mandíbula (Hildebolt 1997, Bollen *et al* 2000, Devlin & Horner 2002, Nakamoto *et al* 2003,

Watanabe 2007, White *et al* e Halling *et al*, 2005, Taguchi *et al* e Yasar & Akgunlu 2006, Ishii *et al* 2007, e Taguchi *et al* 2008) com convincentes evidências de perda óssea bucal associada com a osteoporose, particularmente um aumento da porosidade cortical do osso alveolar e corpo mandibular, ressaltando que para que ocorra essa porosidade ocorreu severa perda óssea (Haller *et al*, 1990).

A radiografia é o principal meio auxiliar de diagnóstico das enfermidades odontológicas, que apesar de não revelarem o estado real da atividade celular, mostram as conseqüências sobre as estruturas ósseas da maxila, da mandíbula e dento - alveolares. Dentre as técnicas radiográficas mais utilizadas na odontologia, a radiografia panorâmica tem real destaque, e sua importância é destacada no Guia Internacional de Prescrição Radiográfica (Catić *et al.*, 1998), pelas vantagens que apresenta: permite a visualização de todo complexo maxilo-mandibular e das articulações temporomandibulares, facilidade de técnica, rapidez, conforto para o paciente, baixa dose de radiação, baixo custo e a possibilidade de comparação de estruturas contralaterais.

Francischone & Tavano (1999) afirmam que os sinais de osteoporose nos maxilares podem constituir importantes indicativos desta doença interferindo na conduta odontológica, a exemplo das cirurgias de ósseo-integração. Sendo de fundamental importância o conhecimento do estado ósseo dos maxilares auxiliando, desta forma, a terapêutica e alertando o paciente para a detecção da doença.

Quanto mais precoce for a identificação de sinais compatíveis com má qualidade óssea, indicativos da presença de osteoporose ou de outras doenças sistêmicas, mais cedo poderá ser iniciado o tratamento, e assim, maior as possibilidades de controle da mesma, privilegiando a prevenção.

O estudo da qualidade óssea, trabeculado e córtex mandibular podem evidenciar sinais precoces da doença.

Desta forma o objetivo do presente estudo foi avaliar a correlação de diferentes parâmetros de análise da qualidade óssea, córtex mandibular e padrão

morfológico do trabeculado, em imagens panorâmicas digitais, com as medidas de densidade óssea da coluna fêmur e radio realizadas pelo DEXA.

Capítulo 1

RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE ÓSSEA DO RÁDIO, COLUNA E FÊMUR E A ANÁLISE DA CORTICAL ÓSSEA MANDIBULAR EM MULHERES BRASILEIRAS PÓS-MENOPAUSA

RESUMO

O objetivo no presente estudo foi avaliar a relação entre diferentes parâmetros de análise da qualidade óssea do córtex mandibular, com as medidas de densidade óssea da coluna, fêmur e radio realizada pelo exame DEXA. Foram selecionadas 92 imagens radiográficas panorâmicas digitais com laudos de densitometria óssea de mulheres brasileiras caucasianas, pós-menopausa. Os exames eram de mulheres isentas de qualquer doença sistêmica que pudesse influenciar a qualidade e quantidade óssea mineral. Para avaliar a morfologia óssea do córtex inferior da mandíbula, esse foi classificado em três grupos (Klemetti): CI normal, CII com moderada erosão, CIII com severa erosão. Também foram realizadas medidas da espessura do córtex inferior mandibular, bilateralmente, no sítio do forame mental e na região de ângulo da mandíbula. No presente estudo foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre a classificação morfológica do córtex mandibular com o exame de densitometria do radio ($p < 0,0001$), com sensibilidade de 94,8% e especificidade de 17,6%. O mesmo ocorreu no exame de densitometria da coluna ($p = 0,0044$), com sensibilidade de 94,5% e especificidade de 16,2%, e do fêmur ($p = 0,0034$), com sensibilidade de 94,4% e especificidade de 13,0%. Foram observadas também diferenças estatisticamente significativas da média (dp) da espessura do córtex mandibular em relação ao exame DEXA nas três regiões analisadas. Baseando-se nestes dados, pode-se concluir que a análise do córtex pode ser utilizada como avaliação inicial da qualidade óssea de um sítio específico de interesse e pode sugerir alterações ósseas generalizadas, permitindo ao cirurgião dentista encaminhar o paciente ao exame de densitometria óssea.

Palavras-Chaves: Densitometria óssea, Mandíbula, Radiografia Panorâmica, Osteoporose.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the relationship among different parameters of bone quality analysis on mandibular cortex, with bone density measures of the spine, femur and radio obtained by a dual energy X-ray absorptiometry (DXA) exam. 92 digital panoramic radiographic images with bone densitometry report of caucasian brazilian women, post menopause were selected from the digital archive .The women were free of any systemic disease that could influence the bone mineral quality and quantity. To evaluate the bone morphology, the lower jaw cortex was classified into three groups: normal (CI), with moderate erosion (CII) and with severe erosion (CIII). The mandibular cortex width measures were performed bilaterally on the radiographs images near the foramen mentalis and the jaw angle region. In the present study, statistically significant difference was observed between the mandibular cortex morphological classification with the radio densitometry exam ($p < 0.0001$), 94.8% sensitivity and 17.6% specificity. The same occurred in the spine densitometry ($p = 0.0044$) with 94.5% sensitivity and 16.2% specificity, and femur ($p = 0.0034$) with 94.4% sensitivity and 13.0% specificity. It was also observed a statistically significant difference in the mandibular cortex width mean in relation to DXA exam in the three analyzed regions. It can be concluded that the cortex analysis can be used as an initial assessment for bone quality of a specific site of interest and may suggest global bone changes, allowing the surgeon dentist refer the patient to bone densitometry.

Key Words: DEXA, Mandible, Panoramic Radiography, Osteoporosis

INTRODUÇÃO

A osteoporose é definida como uma diminuição da massa óssea e alteração da micro-arquitetura do trabeculado ósseo conduzindo à fragilidade óssea (Concensus Development Conference, 1991), o que pode levar a um maior risco de fraturas.

As fraturas causadas por osteoporose estão associadas com altos índices de mortalidade (Trombetti *et al.*, 2007) e elevados gastos com saúde pública (Gabriel *et al.*, 2002). A osteoporose tem maior incidência nas mulheres do que nos homens e ocorre principalmente após a menopausa. Também é mais comum em caucasianos e asiáticos do que em negros (London Department of Health, 1998).

É preconizado identificar precocemente a diminuição da massa óssea (osteopenia), principalmente na pós-menopausa. Para isso é necessário obter a porcentagem de massa óssea anterior à menopausa que irá naturalmente sofrer uma diminuição relativa própria à idade (Concensus Development Conference, 1991).

A Sociedade Brasileira de Osteoporose estima, considerando o último censo do IBGE, que existam 5,5 milhões de brasileiros com osteoporose e a Fundação Internacional de Osteoporose que, no Brasil, existam 10 milhões (IOF, 2006). Para diagnosticar e avaliar a osteoporose são considerados alguns critérios definidos como fatores de risco, como histórico familiar, deficiência de estrógeno (menopausa), idade avançada, pequena estrutura óssea e baixo peso corpóreo, tabagismo, sedentarismo e uso de medicamentos (London Department of Health, 1998).

Existem diversos métodos para avaliar a qualidade óssea através de sua densidade óssea mineral. Estes métodos variam quanto ao custo, à disponibilidade e a dose de radiação.

Dentre esses métodos, o mais utilizado é o DEXA ou DXA (de absorção de dupla energia por raios X) que é o método padrão ouro para se avaliar o risco de

fratura osteoporótica, principalmente devido à precisão e exatidão realçadas por esse método, que fornece medidas exatas da densidade óssea mineral (Concensus Development Conference, 1991). Geralmente é realizado nas extremidades dos ossos longos (exemplo: osso rádio), nas vértebras e no colo do fêmur, pois a perda óssea ocorre mais rapidamente nestes locais, devido o osso ser do tipo trabecular, que aumenta o risco de fraturas (Melton *et al.*, 1998).

As populações de referência são baseadas em estudos de pacientes saudáveis sem doença metabólica óssea ou fraturas sintomáticas ou assintomáticas, que não estão fazendo uso de medicações as quais, conhecidamente, causam impacto na fisiologia óssea. Os ajustes são feitos para: idade, origem étnica, nacionalidade e peso (Concensus Development Conference, 1991).

No Brasil, não existe valor de referência padronizado para mulheres em relação ao exame DEXA, podendo causar um viés em pesquisas e diagnósticos, principalmente devido a miscigenação racial. Exemplo disso é a origem étnica, pois valores da população negra são 6% maiores que a caucasiana; ou em pacientes de mesma etnia, mas com diferentes nacionalidades, como por exemplo as mulheres francesas que possuem valores mais baixos que as americanas.

O esqueleto é dividido em dois tipos: esqueleto axial, constituído pela coluna e vértebras, com predominância de osso do tipo trabecular e o esqueleto apendicular, constituído pelos ossos longos dos braços e pernas, sendo formado predominantemente por osso compacto, também conhecido como osso cortical (Melton *et al.*, 1998). A mandíbula se encontra no esqueleto axial (Watanabe *et al.*, 2003).

Segundo Haller *et al.* (1990), a osteoporose não se torna radiologicamente visível até que cerca de 30-50% da massa óssea seja perdida. Dessa forma, o osso cortical é mais importante do que o medular pois sua diminuição interfere diretamente na percepção de sua densidade na imagem radiográfica. O sítio analisado e sua característica, (mais cortical ou trabecular) também influenciam nesta percepção.

Nas últimas quatro décadas, numerosas equipes de pesquisa (Wical&Swoope,1974; Mohajery&Brooks ,1992; Klemetti *et al.* ,1993; Klemetti & Kolmakov ,1994; Hidebolt *et al.*,1997; Klemetti *et al.*,1997; Horner&Devlin,1998; Bollen *et al* ,2001; Horner *et al* , 2002; Persson,2002; Zlaticaric *et al.*,2002; Nakamoto *et al* 2003 ; White *et al.*,2005; Yasar *et al.*,2006;; Taguchi *et al.*,2006; Halling *et al.*,2005; Ishii *et al.*,2007; Taguchi *et al.*,2007; Watanabe *et al.* , 2007) têm reportado achados radiográficos na cavidade bucal, associando-os à osteoporose. Foram encontradas evidências de perda óssea bucal associada com osteoporose, especialmente relacionada à porção cortical mandibular.

Quanto mais precoce for a identificação de sinais compatíveis com má qualidade óssea, indicativos da presença de osteoporose, mais cedo poderá ser iniciado o tratamento, possibilitando maior chance de controle da doença, preconizando-se, deste modo, a prevenção.

O estudo do córtex mandibular pode evidenciar sinais precoces da doença (Watanabe, 2003).

Assim sendo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a relação entre diferentes parâmetros de análise da qualidade óssea do córtex mandibular (espessura-ECM e padrão morfológico-CC) em imagens panorâmicas digitais e as medidas de densidade óssea da coluna, fêmur e rádio realizadas pelo DEXA em mulheres brasileiras pós-menopausa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Após a aprovação do projeto pelo comitê de ética em pesquisa humana, protocolo no. 200-1-1086-58-6, foram selecionadas, do arquivo de documentação digital do Serviço de Radiodiagnóstico Odontológico (NACEDO -FORP-USP-Ribeirão Preto), 92 imagens radiográficas panorâmicas digitais de mulheres brasileiras caucasianas, pós - menopausa, com faixa etária entre 41 e 72 anos, que apresentavam exames com laudos de densitometria óssea do rádio, coluna e fêmur. Essas mulheres eram isentas de qualquer doença sistêmica que pudesse

influenciar a qualidade e quantidade óssea mineral. Na amostra havia mulheres saudáveis, com osteopenia e com osteoporose, segundo a avaliação pelo DEXA e a classificação da OMS.

As radiografias panorâmicas digitais foram obtidas utilizando-se o aparelho de raios X panorâmico Superverviewscope (J. Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japan).

Para avaliar a morfologia do córtex inferior nas imagens das radiografias panorâmicas, de acordo com a classificação de KLEMETTI (1994, 1997), foram classificados os córtex inferiores de ambos os lados da mandíbula em três grupos de acordo com os seguintes critérios: Grupo CI, apresentando córtex normal, com a sua margem endóstea semelhante e nítida em ambos os lados da mandíbula; Grupo CII, cuja córtex mostrava-se com moderada erosão, apresentando sua margem endóstea com defeitos semilunares (cavidades de reabsorção) e resíduos corticais de uma a três camadas espessas em um ou ambos os lados; e o Grupo CIII, em que o córtex mostrava-se com severa erosão ou poroso, apresentando em sua margem endóstea nitidamente porosa, espessos resíduos corticais. A representação gráfica dos três grupos, CI, CII e CIII, pode ser observada no esquema apresentado na Figura 1. Na Figura 2, observam-se exemplos de imagens radiográficas digitais que foram interpretadas, também referentes aos três grupos.

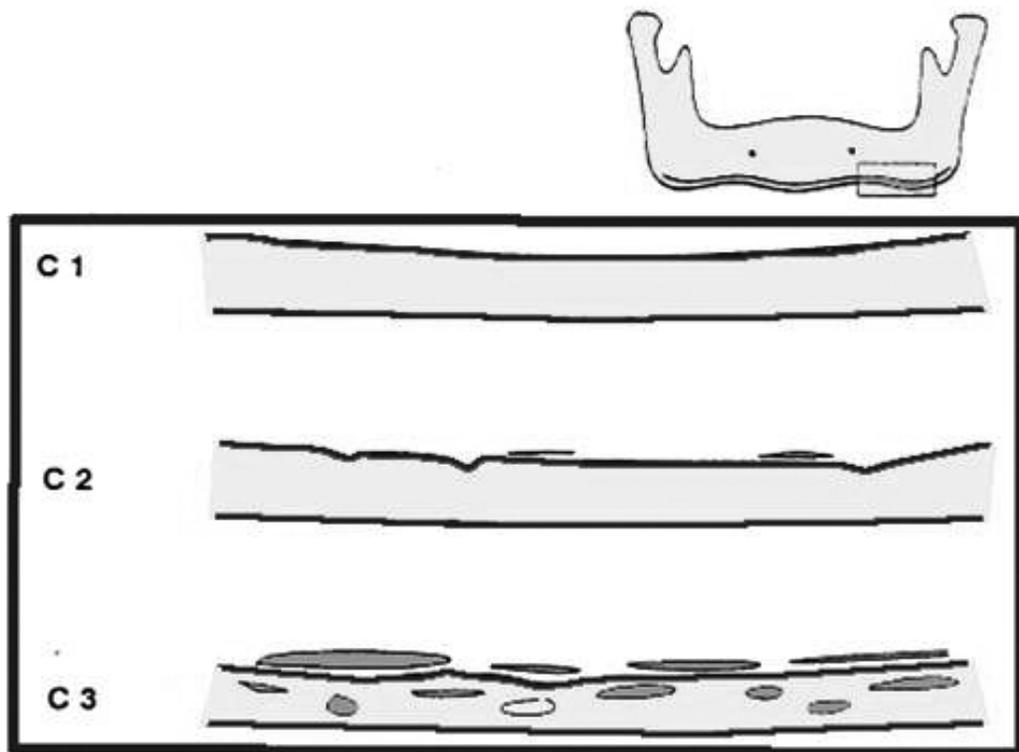


Figura 1-classificação I do córtex inferior sobre radiografias panorâmicas em três grupos segundo Klemetti & Kolmakow (1997).

A classificação foi realizada, através de um teste cego, por um único e experiente avaliador, que examinou toda a amostra em monitor, com o auxílio de ferramentas de manipulação de imagem em computador, no *software SIDEXIS* da *SIRONA DENTAL SYSTEMS GmbH*, versão 5.21. As ferramentas utilizadas foram: brilho, contraste e *zoom*.

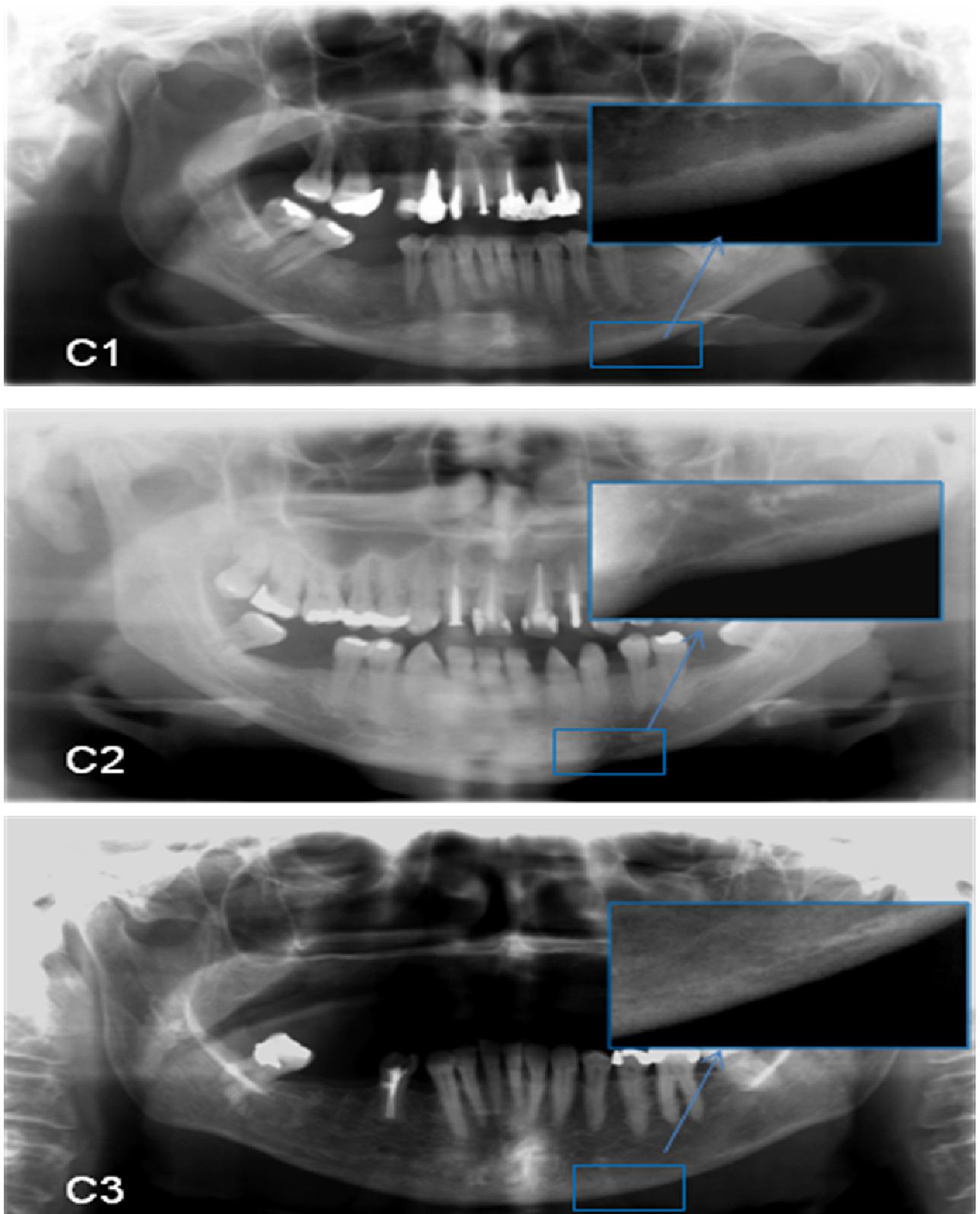


Figura 2 – Imagens das radiografias panorâmicas com as diferentes classificações do córtex.

Anteriormente às análises em computador, a tela do monitor foi calibrada com a utilização do *software ADOBE GAMMA*. As propriedades de vídeo foram *True color* (32 bits), com área de tela de 800 x 600 pixels.

As medidas da espessura do córtex mandibular foram feitas bilateralmente sobre as imagens das radiografias panorâmicas no sítio do forame mental e na região de ângulo da mandíbula, com auxílio do *software RADIOIMP, versão 2.0* (*RADIO MEMORY LTDA.*) Este programa realiza a calibração da imagem (magnificação do aparelho de 30%) e a resolução utilizada foi de 300 dpi (Figura 3).

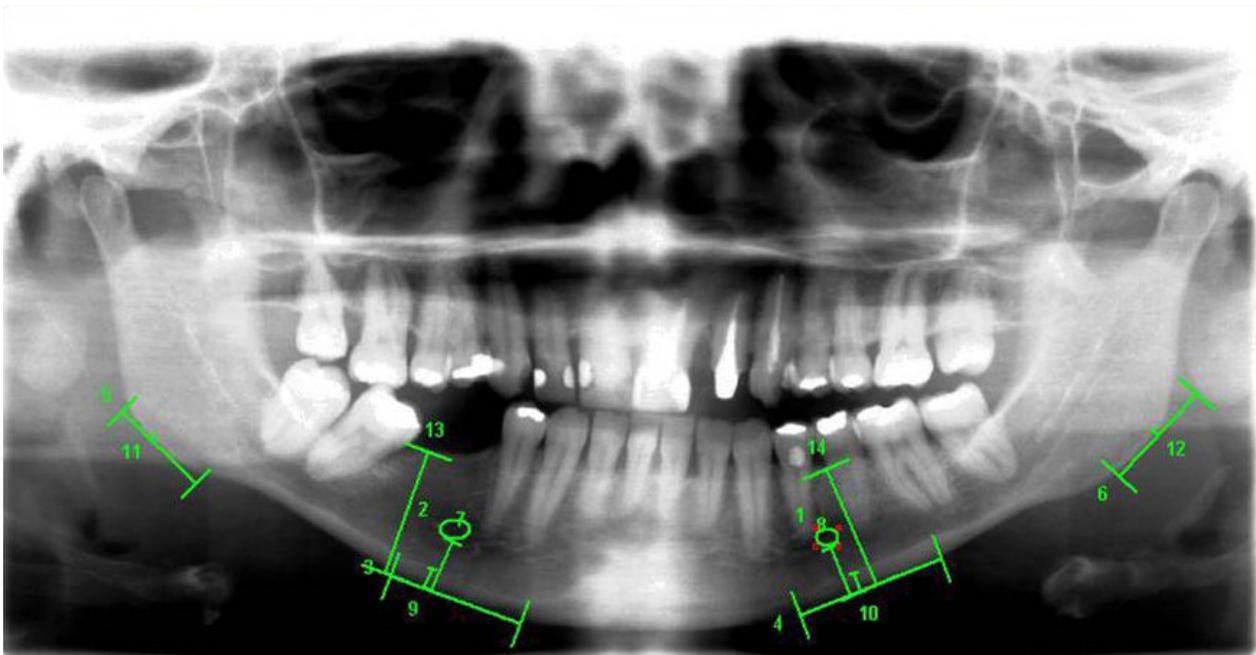


Figura 3– Medida da espessura do córtex mandibular de ambos os lados, utilizando ferramentas de medida do *software RADIOIMP*.

Após alteração simultânea das ferramentas de brilho e contraste das imagens para melhor visualização da região do forame mental, foram realizadas as medições, segundo Wical & Swoope, 1974. O primeiro passo foi a identificação e o desenho do forame mental bilateralmente; posteriormente, foi traçada uma linha perpendicular à primeira linha tangente traçada, intersectando o bordo inferior do forame mental, ao longo do qual foi realizada a medida da espessura

da cortical inferior mandibular na altura do forame (ECMF). Todas as linhas de medida apresentaram condição geométrica em 90° nas suas extremidades, o que possibilitou colocar outras linhas paralelas e perpendiculares a estas.

Na região de ângulo da mandíbula foi traçada uma linha paralela à borda posterior, ao longo da qual foi realizada a medida da espessura da cortical inferior mandibular (ECMA).

Foram realizadas três repetições das medições pelo mesmo avaliador, com intervalo de duas semanas entre elas. A média das três aferições foi utilizada para a análise estatística.

As medidas de densitometria óssea mineral foram realizadas no aparelho DXA, Hologic 4500 w, Waltham, MA, USA, que determina a densidade óssea mineral do radio, da coluna e do fêmur para identificar quem possui risco de fratura por osteoporose. (Figura 4).

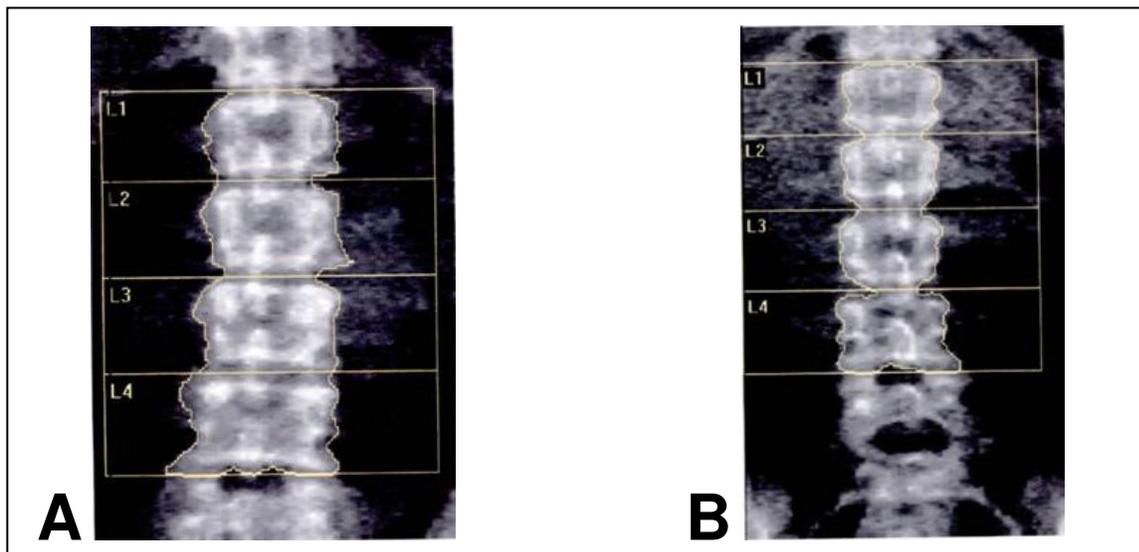


Figura 4-Exemplo de exame para medição de massa óssea da coluna (A-Normal B-Osteoporose).

A análise utilizada para comparar os exames de densitometria óssea com o padrão morfológico do córtex mandibular (classificação de Klemetti) foi o teste exato de Fisher, e para comparação da densitometria com a espessura do córtex

foi realizada a análise de variância com teste de Tukey. Em ambos os testes, o nível de significância foi de 5% ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS

No presente estudo foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre a classificação morfológica do córtex mandibular e o exame de densitometria do radio ($p < 0,0001$), com sensibilidade de 94,8% e especificidade de 17,6%. No córtex dos pacientes classificados como classe I, em 66,7% dos casos, o DEXA mostrou-se normal; nos pacientes classificados como classe II, 52,8% dos casos no DEXA mostrou-se com osteopenia; e os classificados como classe III foi diagnosticado, em 63,6% dos casos no DEXA como osteoporose.

O mesmo ocorreu no exame de DOM da coluna ($p= 0,0044$) com sensibilidade de 94,5% e especificidade de 16,2% e do fêmur ($p= 0,0034$), com sensibilidade de 94,4% e especificidade de 13,0% (tabela 1).

Tabela 1 – Classificação de Klemetti x resultado do exame de densitometria óssea

Klemetti	Número de pacientes (%) para DEXA			Valor de p
	Saudável	Osteopenia	Osteoporose	
Dexa de Rádio				
I-córtex normal	6 (66,7)	3 (33,3)	0 (0,0)	<0,0001
II - moderada erosão	28 (38,9)	38 (52,8)	6 (8,3)	
III-severa erosão	0 (0,0)	4 (36,4)	7 (63,6)	
Dexa de Coluna				
I- córtex normal	6 (66,7)	3 (33,3)	0 (0,0)	0,0044
II - moderada erosão	31 (43,06)	34 (47,22)	7 (9,72)	
III-severa erosão	0 (0,0)	7 (63,6)	4 (36,4)	
Dexa de Fêmur				
I- córtex normal	7 (77,78)	2 (22,22)	0 (0,0)	0,0034
II - moderada erosão	46 (63,89)	23 (31,94)	3 (4,17)	
III-severa erosão	1 (9,09)	8 (72,73)	2 (18,18)	

Valor de $p < 0.05$ é estatisticamente significativo no teste exato de Fisher

Foi observado também diferenças estatisticamente significativas da média (dp) da espessura do córtex mandibular em relação ao exame de DOM nas três regiões analisadas (Tabela 2), possibilitando uma nítida visualização de diminuição do córtex mandibular do grupo com osteoporose ou com osteopenia em relação ao grupo classificado como sadio. A média ECMF do lado direito e esquerdo foram, respectivamente, de 3,21 e 3,19 mm para pacientes com DEXA do rádio normal, já para o resultado de osteoporose a medida foi de 2,49 e 2,40 mm respectivamente.

Tabela 2-Média (dp) da espessura do córtex mandibular (mm) em relação ao exame DEXA.

Esp. Córtex Mandibular	Normal	Osteopenia	Osteoporose
Dexa Rádio			
ECMF(D)	3,21(0,7)A	3,00(0,5)A	2,49(0,62)B
ECMF(E)	3,19(0,7)A	3,00(0,5)A	2,40(0,63)B
ECMA(D)	0,84(0,2)A	0,85(0,2)A	0,69(0,2)B
ECMA(E)	0,91(0,15)A	0,87(0,2)A	0,7(0,2)B
Dexa Coluna			
ECMF(D)	3,10(0,6)A	3,11(0,6)A	2,39(0,5)B
ECMF(E)	3,06(0,7)A	3,15(0,15)A	2,09(0,4)B
ECMA(D)	0,89(0,2)A	0,80(0,2)AB	0,7(0,1)B
ECMA(E)	0,95(0,21)A	0,83(0,19)B	0,67(0,25)B
Dexa Fêmur			
ECMF(D)	3,19(0,7)A	2,76(0,6)B	2,89(0,6)AB
ECMF(E)	3,19(0,6)A	2,73(0,6)B	2,60(0,5)B
ECMA(D)	0,87(0,2)A	0,76(0,2)A	0,80(0,1)A
ECMA(E)	0,93(0,2)A	0,77(0,18)B	0,72(0,4)B

Letras maiúsculas nas linhas comparam os resultados do DEXA entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

DISCUSSÃO

A qualidade óssea dos maxilares é muito importante para o cirurgião dentista, uma vez que influencia o planejamento clínico e também de procedimentos cirúrgicos como, por exemplo, a colocação de implantes.

Atualmente a osteoporose é diagnosticada pelo exame de densitometria óssea, que tem como referências valores que se baseiam em estudos de pacientes saudáveis, separados por etnia, não apresentando doença metabólica, fraturas e que não estejam fazendo uso de medicamentos que alterem a fisiologia óssea (Concensus Development Conference, 1991)

No presente estudo, analisou-se a morfologia e a espessura do córtex mandibular, observando-se haver relação com a densidade óssea, a qual é considerada um reflexo principalmente do osso cortical em vez do trabecular (Haller *et al.*,1990, Klemetti& Kolmakov ,1997).

Foi utilizado o método de Klemetti *et al.* (1994) para classificação morfológica do córtex, pois apresenta um excelente índice de reprodutibilidade e ainda se observou uma significativa correlação entre essa classificação e a DOM vertebral medida pelo DEXA. Neste estudo, foi observada a relação da classificação morfológica do córtex mandibular (CC) com a DOM, pelo teste exato de Fischer ($p=0,0044$ e $\alpha=0,05$), mostrando-se satisfatória a utilização da CC para referenciar pacientes para realização da DOM. Este achado contraria a opinião de alguns autores como Ledgerton *et al.* (1997), Horner & Devlin (1998), Devlin *et al* (2001) e Yasar & Akgunlu (2006), para os quais é difícil encontrar consistência nas medidas realizadas por cirurgiões dentistas clínicos gerais sem o treinamento adequado. Neste trabalho, um único examinador experiente realizou as medidas.

O tecido mole, o tempo de exposição, a mA e os diferentes receptores de imagem, via de regra podem interferir no resultado radiográfico. O método para a avaliação da morfologia do córtex está menos sujeito a esses tipos de erros (Klemetti *et al.*,1993).

Klemetti & Kolmakov (1997) classificaram o córtex avaliando sua qualidade, e obtiveram relação positiva quando o mesmo tinha baixa DOM e apresentava-se radiograficamente com aspecto de bolhas.

Nakamoto *et al.* (2003) avaliaram a eficácia do diagnóstico de osteoporose em radiografias panorâmicas (através da erosão do córtex mandibular) em mulheres pós-menopausadas. O estudo foi feito em 100 mulheres japonesas e comparados os resultados com a densidade óssea mineral da coluna lombar e do osso femoral. Os autores encontraram sensibilidade de 77% e especificidade de 40% para o diagnóstico densitométrico de osteoporose na coluna, e 75% de sensibilidade 39% de especificidade para o diagnóstico densitométrico no fêmur. Os resultados do presente estudo contrariam os resultados desses autores, uma vez que mostraram sensibilidade de 94,5% e especificidade de 16,2% para coluna, e sensibilidade de 94,4% e especificidade de 13,0% para o fêmur, provavelmente porque utilizamos radiografias digitais e análise por computador, utilizando ferramentas que realçam a acuidade visual.

Halling *et al.* (2005) compararam o índice de Klemetti com o exame de densitometria óssea (DEXA) em 211 pacientes (102 homens e 109 mulheres) entre 60 e 96 anos, chegando à conclusão que a exclusão de osteopenia ou osteoporose nas radiografias panorâmicas eram confirmadas pelo DEXA. O mesmo não foi confirmado neste estudo, pois os resultados apresentaram baixa especificidade em relação a morfologia do córtex (para o radio a especificidade foi de 17,6%, coluna de 16,2% e para o fêmur de 13%). Isto pode ser devido ao fato de necessidade de um quarto nível de classificação, visto que alguns córtex apresentavam uma suave classificação tipo II.

A relação entre a classificação da morfologia do córtex e o DEXA mostrou que, ao ser realizada a análise e o paciente for classificado como CII ou CIII, se torna necessária a indicação para realização de exame de densitometria óssea devido sua alta sensibilidade. Os trabalhos de Klemetti & Kolmakov (1994), Horner & Devlin (1998), Bollen *et al* (2001), Horner *et al.*(2002), Zlataric *et al* (2002) ,

Persson *et al* (2002), Watanabe (2003) e Tagushi *et al* (2007) encontraram semelhante relação.

Foi encontrado também relação entre a espessura do córtex mandibular na altura do forame mental e a região do ângulo da mandíbula com os exames de densitometria. Na região do forame, a média do córtex foi de 3,21 para os pacientes com DEXA do rádio, 3,08 para o da coluna e 3,19 para o do fêmur classificados como normais. Já para os diagnosticados com osteoporose, a média foi de 2,4 para radio e coluna, e 2,7 para o fêmur.

Em todos os resultados com os exames de DOM classificados como normais, a média da espessura do córtex foi superior a 3,0 mm, concordando com Horner & Devlin (2002), os quais afirmam que um ótimo parâmetro para referenciar pacientes para o exame de densitometria óssea é aquele em que a espessura do córtex é menor do que 3,0 mm.

Bollen *et al* (2000) selecionaram 93 indivíduos com relatos de fraturas por osteoporose e verificaram que a cortical era cerca de 0,54 mm menor em indivíduos com história de fratura por osteoporose quando comparados ao grupo controle. Neste estudo, a diferença foi maior, com a cortical mostrando-se 0,75 e 0,8mm (média dos dois lados) menos espessa no rádio e coluna, respectivamente, nos pacientes com osteoporose em relação a pacientes com o DEXA normal, e o fêmur mostrou diferença de 0,5mm menor.

Ainda em relação ao trabalho citado anteriormente, os autores calcularam o risco de fratura por osteoporose de 2,0 para indivíduos classificados como CII (córtex com moderada erosão, possuindo cavidades de reabsorção) e 8,0 para indivíduos CIII (com erosões avançadas nas corticais). Os autores concluíram que indivíduos com histórico de fraturas por osteoporose possuem maior reabsorção e diminuição da cortical da base inferior da mandíbula.

White *et al.* (2005) verificaram a concordância dos aspectos clínico e radiográficos (radiografia panorâmica) em indivíduos com baixa massa óssea femoral. Foram obtidas medidas da cortical óssea mandibular e do trabeculado ósseo do ramo da mandíbula em 227 mulheres japonesas pós-menopausadas.

Observou-se que, dos 157 indivíduos com osteopenia ou osteoporose, 130 (83%) possuíam a cortical óssea mandibular muito fina.

Taguchi *et al* (2006) avaliaram o índice da cortical óssea mandibular e sua utilidade na identificação de baixa densidade óssea mineral em mulheres recém-menopausadas (abaixo dos 65 anos). Os índices obtidos pela radiografia panorâmica foram comparados em 158 mulheres de 46 a 65 anos. Por meio da relação entre a erosão da cortical óssea mandibular e as densidades ósseas do fêmur e da coluna vertebral, foi concluído que os dentistas podem encaminhar essas pacientes para realização de densitometria óssea a partir dos índices encontrados na radiografia panorâmica.

Yasar & Akgunlu (2006) realizaram estudo avaliando a relação entre osteoporose, sinais orais, índice de massa corpórea e idade, associando esses fatores como indicadores de osteoporose em mulheres pós - menopausa. Os sinais orais foram constatados através da radiografia panorâmica que mostrava: espessura da cortical óssea mandibular, reabsorção óssea mandibular, número de dentes e análise de dimensão fractal. Foram avaliadas 48 mulheres entre 40 e 64 anos, e os exames comparados com os de densitometria óssea. Os resultados demonstraram que, pacientes com osteoporose têm maior alteração na morfologia do córtex que os não osteoporóticos, e que a idade é um importante fator de risco para osteoporose. Resultado observado neste trabalho, no qual todos os pacientes classificados com a doença osteoporose pelo DEXA tiveram o córtex mandibular classificado como CII ou CIII.

Ishii *et al.* (2007) compararam o índice de perda óssea alveolar na mandíbula (através de radiografias panorâmicas) com o índice da cortical óssea mandibular da coluna e fêmur na detecção de osteoporose. Trezentos e quarenta e quatro mulheres japonesas em idade de menopausa (média de 56,8 anos) realizaram o DEXA da região do fêmur e coluna e compararam aos resultados das radiografias panorâmicas, chegando à conclusão de que o índice da cortical óssea mandibular é mais útil quando comparado ao índice de perda óssea alveolar em pacientes com osteoporose na região do fêmur. Diferentemente do que ocorreu

neste estudo, onde na região do fêmur foi obtida a menor relação do exame de DOM em relação aos três sítios.

Taguchi *et al* (2007) realizaram um estudo comparando as vértebras L3 e L4 (através do exame DEXA) com a cortical óssea mandibular (largura e forma) em 450 mulheres pós-menopausadas, chegando à conclusão que as pacientes que possuíam alteração na mandíbula teriam o risco aumentado de possuir baixa densidade óssea mineral vertebral ou osteoporose. No presente estudo, quando comparado a DOM da coluna com a largura e forma da cortical óssea (CC), foi observado que nenhum paciente classificado como CI apresentava osteoporose, e que na região de forame mentoniano o grupo normal apresentava uma cortical cerca de 30% mais espessa em relação aos osteoporóticos.

Na região de ângulo da mandíbula, também foi observada importante relação, porém, não foi encontrado nenhum trabalho na literatura ao nosso alcance, à respeito da medida do córtex nessa região.

A medida da espessura do córtex mandibular não pode ser utilizada como “padrão ouro” no diagnóstico da osteoporose pelo fato de possuir uma especificidade muito baixa, mas pode ser útil para identificar os indivíduos que necessitam ser encaminhados ao exame do DEXA devido sua alta sensibilidade.

A classificação morfológica do córtex mandibular para o cirurgião dentista seria um índice para avaliação da qualidade óssea local, apesar dessa técnica necessitar de treinamento prévio e experiência, podendo ser realizada com eficiência por especialistas em radiologia nos laudos de radiografias panorâmicas de rotina.

CONCLUSÃO

Há correlação significativa entre a análise morfológica do córtex mandibular e a densidade óssea mineral da coluna, fêmur e radio analisados pelo DEXA.

Há correlação significativa entre a medida da espessura do córtex mandibular e o exame de densitometria óssea da coluna, fêmur e radio.

A análise do córtex pode ser utilizada para avaliação inicial da qualidade óssea de um sítio específico de interesse e pode sugerir alterações ósseas generalizadas, permitindo ao cirurgião dentista encaminhar o paciente ao exame de densitometria óssea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Case-control study on self-reported osteoporotic fractures and mandibular cortical bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*2000; 90(4): 518-524.
- 2- Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001; 30(5): 270-275.
- 3-Concensus Development Conference: Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Osteoporos Int.* 1991 ; 1:114-126.
- 4- Department of Health. Primary care guide to prevention and treatment of osteoporosis. London:Departament of Health, 1998.
- 5- Devlin CV, Horner K, Devlin H. Variability in measurement of radiomorphometric indices by general dental practitioners. *Dentomaxillofac Radiol.*2001; 30(2):120-125.
- 6- Gabriel SE, Tosteson AN, Leibson CL *et al.* Direct medical costs attributable to osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.* 2002;13:323-330
- 7- Haller J, Andre MP, Resnick D. Detection of thoracolumbar vertebral body destruction with lateral spine radiography. Part I: Investigation in cadavers. *Invest Radiol.*1990; 125: 517-522.
- 8- Halling A, Persson GR, Berglund J, Johansson O, Renvert S. Comparison between the Klemetti index and heel DXA BMD measurements in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density in the elderly. *Osteoporos Int.* 2005; 16: 999-1003
- 9- Hidebolt, C.F. Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxillofac Radiol, Erlangen.*1997; 26(1):3-15
- 10- Horner K, Devlin H. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographic measurements. *J Dent.*1998; 26(4): 337-343.

- 11- Horner K, Devlin H, Harvey L. Detecting patients with low skeletal bone mass. *J Dent, Bristol*.2002; 30: 171-175.
- 12- Ishii K, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Sutthiprapaporn P, Tsuda M, *et al.* Diagnostic efficacy of alveolar bone loss of the mandible for identifying postmenopausal women with femoral osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol*. 2007; (36): 28-33.
- 13- Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila V. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*.1993 75(6): 774-779.
- 14- Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent*.1994; 102(1): 68-72.
- 15- Klemetti E, Kolmakov S. Morphology of the mandibular cortex on panoramic radiographs as an indicator of bone quality. *Dent Maxillofac Radiol*.1997; 26(1): 22-25. .
- 16- Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofac Radiol*.1999; 28(3):173-181.
- 17- Melton LJ, Chao EYS, Lane J. Biomechanical aspects of fractures. In: Riggs, B. L.; Melton, L. J. (Eds.). *Osteoporosis: etiology, diagnosis, and management*. New York: Raven Press, 1998, pp.111-131.
- 18- Mohajery M, Brooks SL. Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992: 73;112-117.
- 19- Nakamoto T, Taguchi A, Ohtsuka M, Sueti Y, Fujita M, Tanimoto K, *et al.* Dental panoramic radiograph as a tool to detect postmenopausal women with low bone mineral density: untrained general dental practitioners' diagnostic performance. *Osteoporos Int*. 2003; 14: 659-664.

- 20- Persson RE, Hollender LG, Powell LV, MacEntee MI, Wyatt CC, Kiyak HA, et al. Assessment of periodontal conditions and systemic disease in older subjects. *J Clin Periodontol.* 2002; 29: 796-802.
- 21- Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, Kodama I, Sanada M, Nakamoto T, et al. Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporos Int.* 2006; 17: 387-394.
- 22- Taguchi A, Ohtsuka M, Tsuda M, Nakamoto T, Kodama I, Inagaki K, et al. Risk of vertebral osteoporosis in post-menopausal women with alterations of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007; 36: 143-148.
- 23- Trombetti A, Hermann F, Hoffmeyer P, Schurch MA, Survival and Potential years of life lost after hip fracture in men and age-matched women. *Osteoporos Int* . 2002 ;13:731-737
- 24- Watanabe PC. A. Relação entre três indicadores de qualidade óssea na pesquisa da osteoporose em radiografias panorâmicas. Tese (Livre-docência). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.
- 25- Watanabe PCA, Issa JPM, Oliveira TM; Monteiro SAC, Iyomassa MM, Regalo SCH, et al. morphological study of the mandibular trabecular bone in panoramic radiographs. *International Journal of Morphology.* 2007; 25:875-880.
- 26- White SC, Taguchi A, Kao D, Wu S, Service SK, Yoon D, et al. Clinical and panoramic predictors of femur bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2005;16: 339-346.
- 27- Wical KE, Swoope CC. Studies of residual ridge resorption. Part I. Use of panoramic radiographs for evaluation and classification of mandibular resorption. *J Prosthet Dent.* 1974; 32: 7-12.
- 28- Yasar F, Akgunlu F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006; 35: 1-9.
- 29- Zlataric DK, Celebic A, Kobler P. Relationship between body mass index and local quality of mandibular bone structure in elderly individuals. *J Gerontol A. Biol Med Sci.* 2002; 57(9): 588-593.

Capítulo 2

**RELAÇÃO ENTRE PADRÃO MORFOLÓGICO DO
TRABECULADO ÓSSEO EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS
DIGITAIS E DENSIDADE ÓSSEA MINERAL EM MULHERES
BRASILEIRAS**

RESUMO

O objetivo do presente estudo é realizar uma análise do padrão morfológico do trabéculado ósseo em imagens de radiografias panorâmicas digitais e avaliar a correlação com as medidas de densidade óssea mineral do rádio, da coluna e do fêmur, realizadas pelo DEXA. Foram selecionadas, do arquivo de documentação digital do Serviço de Radiodiagnóstico Odontológico (NACEDO- FORP-USP- Ribeirão Preto), 92 imagens radiográficas panorâmicas digitais com laudos de densitometria óssea de mulheres brasileiras caucasianas, pós-menopausa, na faixa etária entre 41 a 72. Os exames eram de mulheres isentas de qualquer doença sistêmica que pudesse influenciar a qualidade e quantidade óssea mineral. Para o estudo do padrão ósseo trabecular, foi selecionada uma região de interesse na radiografia (RIR), constituída de uma área retangular que foi recortada de maneira fixa, na dimensão de 230 X 130 pixels. A RIR foi selecionada na região do ângulo, e do corpo mandibular, abaixo do ápice do dente canino inferior, de ambos os lados evitando sobreposições de estruturas anatômicas significantes, como o forame mental e as apófises gênis, e regiões de estresse mastigatório (dentes pré-molares e molares). O software *Image J* foi utilizado para analisar as imagens e possibilidades de alterações no padrão trabecular da RIR. A análise nos fornece o valor da Dimensão Fractal (DF) e o número total de pixels “brilhantes” (pretos) na imagem em termos de porcentagem, que chamamos de ET. As médias da análise da D.F. na região de ângulo da mandíbula e canino diminuíram no grupo com osteoporose. Na região de ângulo, a média da DF nos pacientes que foram classificados como normais pelo DEXA do rádio, foi de 1,41 e os classificados com osteoporose foi de 1,35. Quando analisados em relação ao exame de densitometria da coluna, a diferença foi semelhante a do rádio, sendo de 1,43 para o grupo normal e de 1,35 para o com osteoporose. O DEXA do fêmur apresentou resultados similares. O mesmo ocorreu com a porcentagem de pixels pretos. Baseado nos resultados, não foram observados resultados estatisticamente significativos entre o padrão morfológico do trabéculado ósseo e o exame de densitometria óssea.

Palavras – chaves: Densitometria óssea, Radiografia Panorâmica, Mandíbula, Osteoporose.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the relationship among different parameters of bone quality analysis on mandibular cortex from panoramic digital images, with bone density measures of the spine, femur and radio obtained by a dual energy X-ray absorptiometry (DXA) exam. 92 digital panoramic radiographic images with bone densitometry report of caucasian brazilian women, post menopause, aged between 41 and 72 were selected from the digital archive of documents of the Department of Dental Radiodiagnostic (NACEDO- FORP-USP- Ribeirão Preto). The women were free of any systemic disease that could influence the bone mineral quality and quantity. To study the trabecular bone pattern, a region of interest in radiography (RIR) was selected. It was a rectangular area, whose dimensions were of 230 X 130 pixels. The RIR was selected in the jaw angle and body, below the lower canine apex on both sides to avoid significant overlap of anatomical structures such as the foramen mentalis and apophyses genis, and regions of masticatory stress (pre-molars and molars teeth). The software Image J was used to analyze the images and the possible changes in the RIR trabecular pattern, performing an analysis that provide us the fractal dimension (FD) value and the total number of pixels "bright" (black) in the image in percentage, called ET. The means for fractal dimension analysis of the jaw angle region and canine tooth decreased in the group with osteoporosis. In the angle region, the FD average in patients classified as normal by the radio DEXA was 1.41 and in patient with osteoporosis, it was 1.35. When examined in relation to the examination of the difference in column density similar to the normal group was 1.43 to 1.35 with osteoporosis. The femur DEXA showed similar results. The same happened with the black pixels percentage. Despite the decline of this values, in

this study it was not observed statistically significant results between the trabecular bone morphological pattern and the bone densitometry exam.

Key Words: Densitometry, Panoramic Radiography, Jaw, Osteoporosis.

INTRODUÇÃO

Estima-se que existam cerca de 200 milhões de pessoas no mundo com osteoporose (Reginster& Burlet, 2006).

Em 2050 a população brasileira estará estimada em 260 milhões de habitantes, dos quais cerca de 30% serão idosos (IBGE, 2007). Considerando-se a idade um importante fator de risco, acredita-se que o impacto da doença no mundo apresente tendência de crescimento cada vez maior.

O risco de desenvolver osteoporose aumenta com a idade e é mais elevado em mulheres do que em homens. A etnia caucasiana é mais afetada que a negra e a doença está relacionada à qualidade de vida.

O processo osteoporótico diz respeito à perda de tecido ósseo, que dentro do osso trabecular é acompanhada por ruptura da micro-arquitetura óssea (Concensus Development Conference, 1991).

A complicação principal da doença é o aumento do risco de fraturas, as quais podem ocorrer devido traumas de baixa intensidade ou espontaneamente em atividades de rotina. O alvo dos tratamentos para essa doença é a melhora da resistência óssea, conseqüentemente diminuindo o risco de fraturas (Cummings *et al.*,1985; Cadarette *et al.*,2000; Gunaratne *et al.*,2002).

Os efeitos da osteoporose são sistêmicos no corpo humano e existe risco elevado de quase todo tipo de fratura (Kanis *et al.* 2004). Estas fraturas estão associadas a maiores índices de morbi-mortalidade e a grandes gastos com a saúde pública (Morales-Torres & Gutierrez-Urena ,2004; Atik *et al.*,2006; Lee *et al.*, 2008).

Vários estudos indicam que a baixa massa óssea prediz um aumento do risco de fratura (Cummings *et al.*,1993; Cadarette *et al.*,2000; Diamond *et al.*, 2001;Lacativa & Farias, 2006; Ishii *et al.*, 2007). Isto sugere que uma simples medida da massa óssea seria útil com indicador para se determinar o risco de desenvolver a osteoporose.

O dentista é regularmente visitado pela população. Dentre os exames solicitados na odontologia, a radiografia panorâmica é a técnica extra-bucal mais utilizada (Catic *et al.*,1998) e preconizada pelo Guia Internacional de Prescrição Radiográfica.

A primeira associação entre osteoporose e perda de osso mandibular foi feita em 1960 (Groen *et al.*, 1960). Desde então, vários estudos têm sido feitos sobre achados radiográficos na cavidade bucal associados à osteoporose (Hidebolt, 1997; Watanabe, 2003; Halling *et al.*,2005; Yasar & Akgünlü ,2006; Taguchi *et al.*,2006; Ishii *et al.*,2007; Taguchi *et al.*,2007).

Geralmente o paciente somente descobre que possui osteoporose depois de uma fratura espontânea. Para prevenção de fraturas, o primeiro passo seria a identificação de indivíduos com alto risco e posteriormente, o encaminhamento para a realização do exame de densitometria óssea. Este é medido pelo método de absorção de dupla energia por raios X (DEXA), que é o padrão ouro para a densitometria óssea e fornece uma medida exata da densidade óssea (Concensus Development Conference, 1991).

O objetivo deste estudo é realizar uma análise do padrão morfológico do trabéculado ósseo em imagens de radiografias panorâmicas digitais e avaliar a correlação com as medidas de densidade óssea mineral do rádio, da coluna e do fêmur, realizadas pelo DEXA em mulheres brasileiras pós- menopausa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Após a aprovação do projeto pelo comitê de ética em pesquisa humana, protocolo CEP no. 200.1.1086.58.6, foram selecionadas, do arquivo de documentação digital do Serviço de Radiodiagnóstico Odontológico (NACEDO-FORP-USP-Ribeirão Preto), 92 imagens radiográficas panorâmicas digitais de mulheres brasileiras caucasianas, pós-menopausa, com faixa etária entre 41 a 72 anos, que apresentavam exames com laudos de densitometria óssea do rádio, coluna e fêmur. Os exames radiográficos eram de mulheres isentas de qualquer doença sistêmica que pudesse influenciar a qualidade e quantidade óssea mineral. Na amostra, havia mulheres saudáveis, com osteopenia e com osteoporose, segundo a avaliação pelo DEXA e a classificação da OMS.

Do arquivo foram utilizadas imagens de radiografias panorâmicas digitais, obtidas do aparelho panorâmico Superveraviewscope (J. Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japan)(Figura 1).

Para o estudo do padrão ósseo trabecular, utilizamos a metodologia de análise morfológica proposta por White *et al* (2000). Para esta análise utilizamos o *software Image J 1.30n, USA*. Este programa emprega métodos descritos por Geraets & van der Stelt, 1991 (Apud White *et al*, 2000), quando analisaram o padrão trabecular de ossos em cortes histológicos.

Dessa forma, tivemos a possibilidade de realizar as medições dos fatores morfológicos da arquitetura trabecular nas radiografias digitais e, para isto, as imagens digitais das radiografias panorâmicas foram importadas para o *software ADOBE PHOTOSHOP 6.0*, versão 6.



Figura 1- um aparelho panorâmico Superverviewscope da J. Morita pertencente a Serviço de Radiodiagnóstico Odontológico (NACEDO).

Para analisar a região de interesse na radiografia (RIR), foi selecionada uma área retangular, de maneira fixa, na dimensão de 230 X 130 pixels, que foi colocada sobre a RIR, localizada na região do ângulo e do corpo mandibular abaixo do ápice do dente canino inferior, de ambos os lados (figura 2), evitando sobreposições de estruturas anatômicas significantes, como o forame mental e as apófises gênis, e regiões de estresse mastigatório (dentes pré-molares e molares), segundo KLEMETTI (1996). Assim, tivemos a possibilidade de recortar imagens retangulares de mesmo tamanho em todas as radiografias panorâmicas digitais das 92 pacientes (Shrout *et al*, 1997).

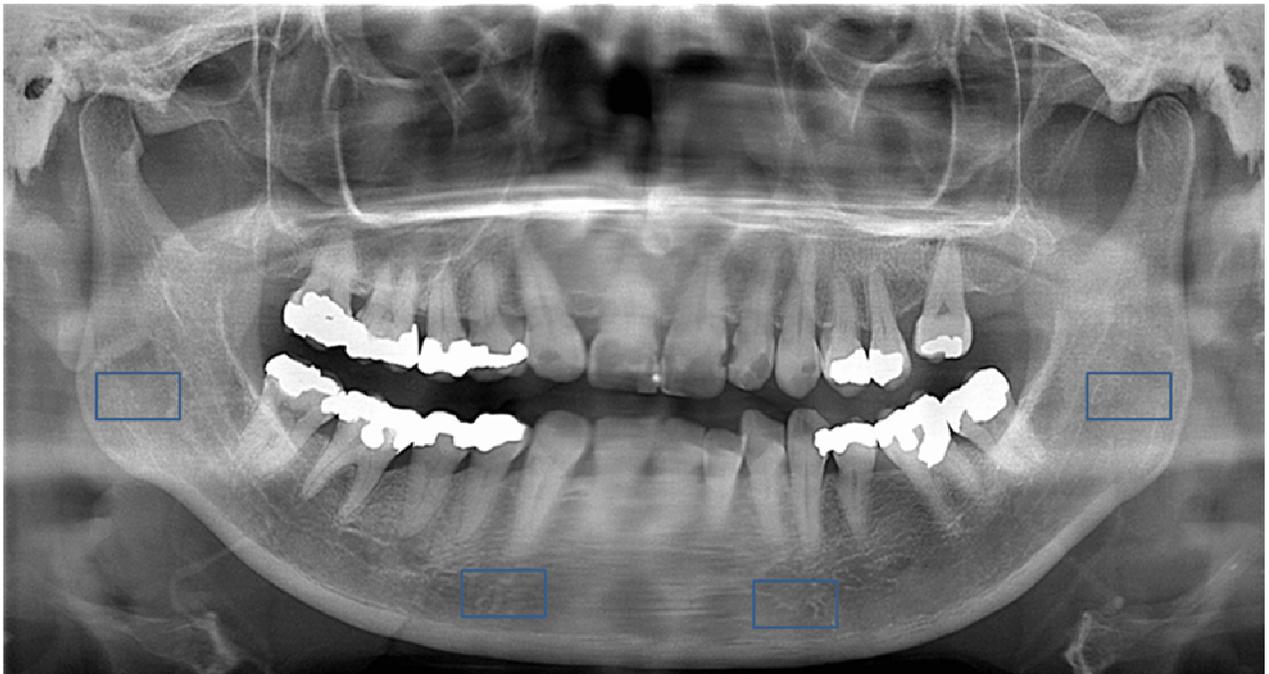


Figura 2- O retângulo indica a região de interesse (RIR) selecionada nas imagens das radiografias panorâmicas digitais, na região do corpo mandibular, anterior ao forame mental, e posterior à região mental e na região de ângulo da mandíbula.

Depois acessamos o *software Image J* para analisar as imagens e possibilidades de alterações no padrão trabecular da RIR. O primeiro passo foi a duplicação da imagem da RIR (figura 3) para que o programa realizasse um borramento da imagem (De Gaussian), removendo as variações de larga escala de brilho, devido a variações de espessura nas diferentes RIR de cada paciente ou a presença de sobreposições parciais de tecidos moles. Segundo White *et al* (2000), este passo remove todas as estruturas de fina e média escala e retém somente grandes variações na densidade (filtro *low-pass*). Em seguida, realizamos uma série de etapas para análise do trabeculado ósseo (figura 4) .

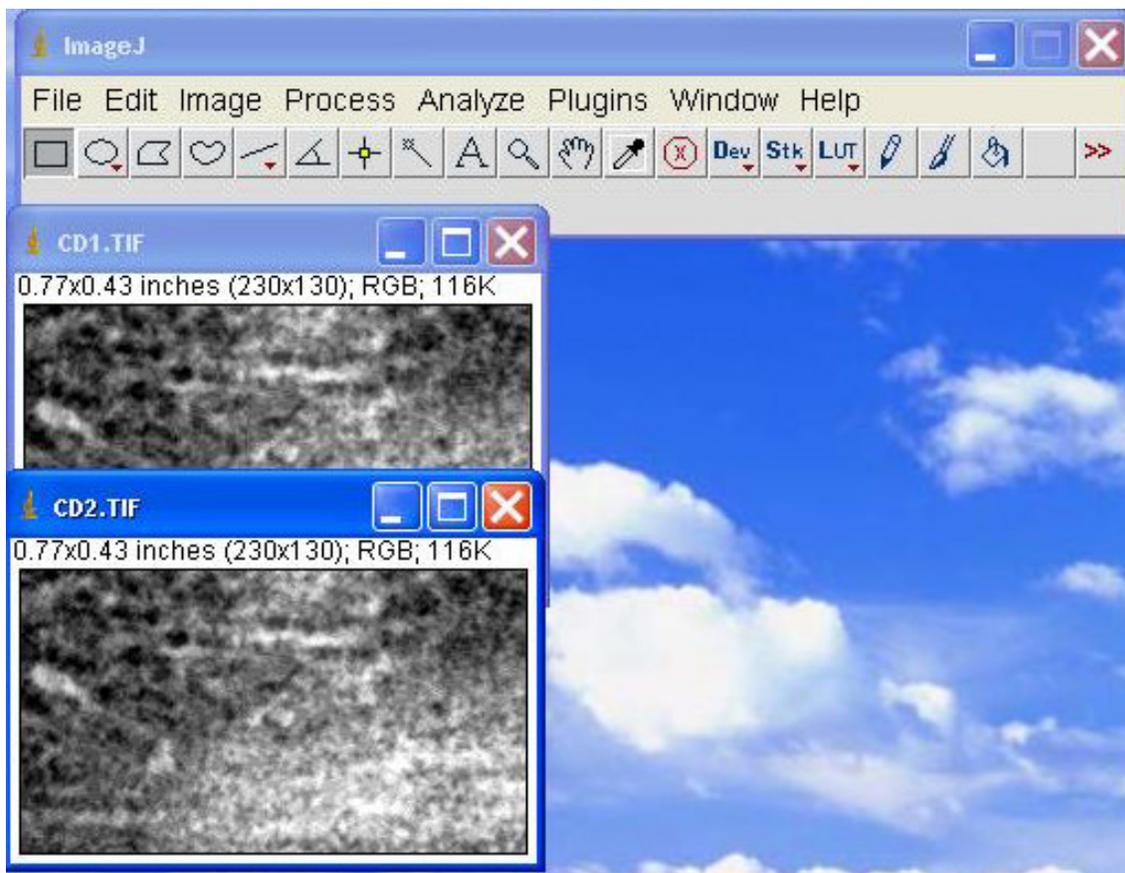


Figura 3- Duplicação da imagem da RIR (canino direito-CD)

A primeira etapa foi a subtração de imagem, na qual a *Imagem 2 (borrada)* é subtraída da *Imagem 1* do mesmo paciente. Para o resultado do passo “subtração”, é realizada a operação de “adição”, adicionando-se uma constante a cada pixel no resultado da imagem subtraída. Neste estudo, adicionamos o valor de 128 (valor de metade dos tons de cinza na escala de contraste 256), ainda segundo White *et al.* (2000). Isto gera uma imagem com um valor médio de aproximadamente 128, independente da intensidade original da imagem, descartando variações grosseiras na intensidade da radiografia. O resultado é que variações individuais nesta imagem (níveis de brilho) refletem, então, tipos particulares de fatores, neste caso em particular as trabéculas e os espaços medulares.

Para o resultado da etapa anterior é realizada a operação de “binarização”, transformando todo o resultado da imagem anterior em imagem binária, ou seja, preto e branco para que seja realizada a etapa da “erosão”, na qual cada pixel é recolocado com o valor mínimo da sua vizinhança. Como a imagem é binária, remove os pixels das bordas dos objetos (trabéculas) pretos.

Os três últimos passos realizados nas imagens consistem em “dilatatar” a imagem onde cada pixel é recolocado com o máximo valor na vizinhança para que ela possa ser “invertida”, criando uma imagem inversa da imagem do resultado anterior, similar a um negativo fotográfico. Assim, os objetos brancos (trabéculas) passam a ser pretos, possibilitando a contagem dos mesmos, já que o fundo da imagem passou a ser branco. Neste passo, há maior concentração de pixels pretos que, segundo White *et al*(2000), seriam os elementos trabeculares. Em seguida, é realizada a etapa de “esqueletonização” onde são removidos os pixels das bordas dos objetos das imagens binária-erodida-dilatada-invertida até que elas sejam reduzidas a um simples esqueleto largo de um único pixel. O objeto (trabéculas) é preto e o fundo branco, uma técnica descrita originalmente por Ridler & Calvard (1978).

Por último, realizamos uma confirmação dos resultados, demonstrando visualmente que as imagens esqueletonizadas correspondiam ao trabeculado original, sobrepondo a *imagem resultado* sobre a *imagem1* (Figura 4).

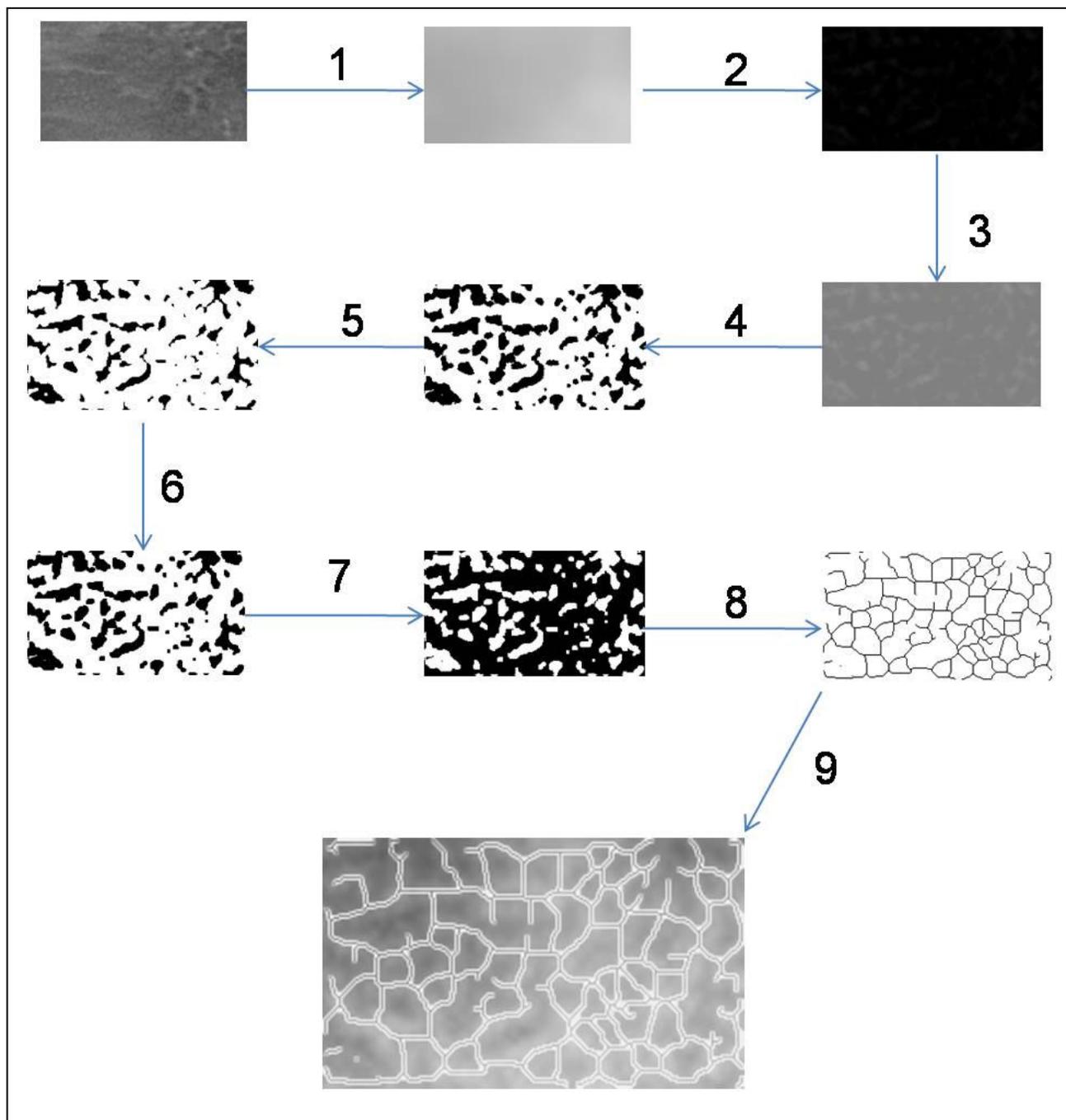


Figura 4-Passos: 1-Borramento, 2-Subtração, 3-Adição, 4-Binarização, 5-Erosão, 6-Dilatação, 7-Inversão, 8-Esqueletonização, 9-Sobreposição da *imagem resultado* sobre a *imagem1*.

As imagens esqueletonizadas de cada paciente foram então estudadas, utilizando-se o mesmo *software Image J*. Foi realizada uma análise que nos fornece o valor da Dimensão Fractal ou **DF**, sendo representada na Figura 5 por “D” (Apud White *et al*, 2000).

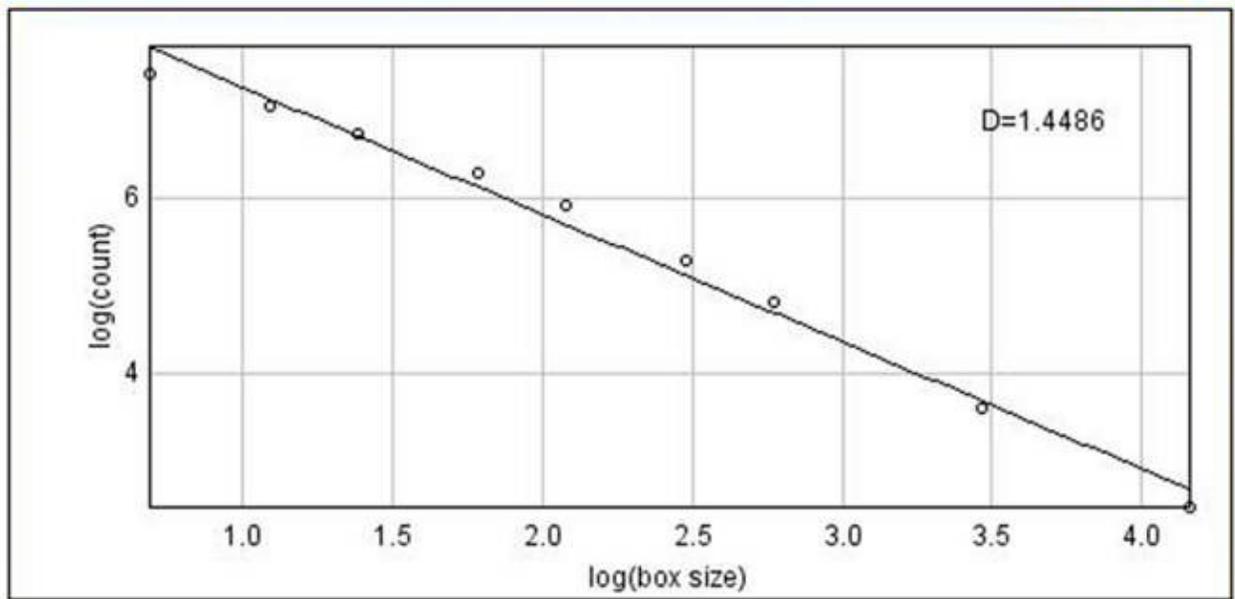


Figura 5-Exemplo do resultado da dimensão fractal com valor de 1, 4486

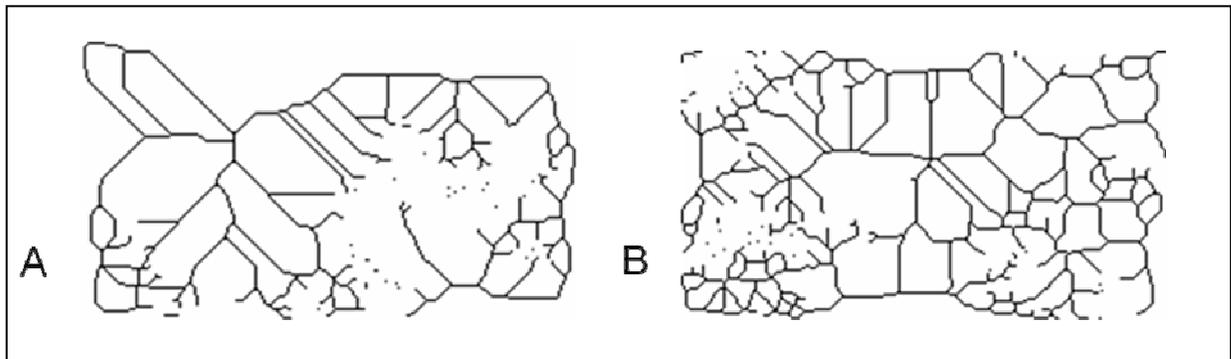


Figura 6-Trabeculado “A”: DF=1,3321 e ET=6,0. Trabeculado “B”: DF=1,4430 e ET=8,7.

Uma segunda análise na mesma imagem foi feita e assim pudemos anotar o número total de pixels “brilhantes” (pretos) na imagem binária da RIR, em termos de porcentagem (Figura 6), que chamamos de “**ET**” (Apud White *et al*, 2000). As medidas de densitometria óssea mineral foram realizadas no aparelho DXA, Hologic 4500 w, Waltham, MA, USA, que determina a densidade óssea mineral do radio, da coluna e do fêmur com a finalidade de identificar quem possui risco de fratura por osteoporose.

A análise utilizada para comparar os exames de densitometria óssea com o padrão morfológico do trabéculado ósseo (DF e ET) foi o teste de Tukey HSD. O nível de significância foi de 5% ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS

As médias para análise da dimensão fractal na região de ângulo da mandíbula e canino diminuíram no grupo com osteoporose.

Na região de ângulo da mandíbula, a média da DF nos pacientes que foram classificados como normais pelo DEXA do radio foi de 1,41, e os que foram classificados com osteoporose foi de 1,35. Quando analisados em relação ao exame de densitometria da coluna, a diferença foi semelhante, sendo a média do grupo normal de 1,43, e do com osteoporose de 1,35. O DEXA do fêmur apresentou resultados similares (Tabela 1)

Tabela 1-Média (dp) da dimensão fractal (D.F.) em relação ao exame DEXA.

%D.F.	Normal	Osteopenia	Osteoporose
Dexa Rádio			
A.D.	1,41(0,20)A	1,39(0,17)A	1,35(0,10)A
A.E.	1,41(0,19)A	1,38(0,16)A	1,35(0,08)A
C.D.	1,38(0,08)A	1,38(0,72)A	1,38(0,08)A
C.E.	1,40(0,04)A	1,39(0,08)A	1,38(0,06)A
Dexa Coluna			
A.D.	1,43(0,25)A	1,37(0,10)A	1,35(0,08)A
A.E.	1,42(0,23)A	1,37(0,09)A	1,31(0,08)A
C.D.	1,37(0,07)A	1,39(0,07)A	1,35(0,08)A
C.E.	1,40(0,06)A	1,39(0,07)A	1,35(0,05)A
Dexa Fêmur			
A.D.	1,42(0,21)A	1,36(0,09)A	1,34(0,07)A
A.E.	1,41(0,19)A	1,35(0,10)A	1,31(0,09)A
C.D.	1,38(0,07)A	1,38(0,08)A	1,35(0,02)A
C.E.	1,40(0,06)A	1,38(0,08)A	1,37(0,01)A

Letras maiúsculas nas linhas comparam os resultados do DEXA entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

O mesmo ocorreu com a porcentagem de pixels pretos, em que a média dos pacientes cuja DOM deu como resultado normal, foi mais elevada em relação aos classificados como osteoporóticos(Tabela 2).

Apesar desta diminuição de valores, no presente estudo não foram observados resultados estatisticamente significativos entre o padrão morfológico do trabeculado ósseo e o exame de densitometria óssea.

Tabela 2-Média (dp) do número total de pixels “brilhantes”(pretos) em termos de porcentagem (E.T.) em relação ao exame DEXA.

%E.T.	Normal	Osteopenia	Osteoporose
Dexa Rádio			
A.D.	6,70(2,0)A	6,18(1,70)A	5,68(1,70)A
A.E.	6,68(2,24)A	6,08(2,05)A	5,55(1,72)A
C.D.	6,54(1,59)A	6,50(1,61)A	6,06(1,54)A
C.E.	7,20(1,10)A	6,62(1,73)A	6,28(1,22)A
Dexa Coluna			
A.D.	6,51(1,87)A	6,20(2,00)A	6,00(1,45)A
A.E.	6,18(2,22)A	6,54(2,03)A	5,12(1,68)A
C.D.	6,27(1,45)A	6,78(1,68)A	5,75(1,44)A
C.E.	6,96(1,44)A	6,82(1,60)A	6,08(0,88)A
Dexa Fêmur			
A.D.	6,57(1,80)A	5,88(2,02)A	6,22(1,48)A
A.E.	6,48(2,17)A	5,97(2,00)A	5,20(1,71)A
C.D.	6,62(1,51)A	6,31(1,78)A	5,60(0,50)A
C.E.	7,02(1,31)A	6,51(1,75)A	6,12(0,67)A

Letras maiúsculas nas linhas comparam os resultados do DEXA entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

DISCUSSÃO

Avaliar o padrão morfológico do trabeculado ósseo pode ser de muita importância para o cirurgião dentista, na análise da qualidade óssea mandibular para colocação de implantes e também, em nível de saúde geral do paciente, juntamente com outros sítios ósseos, na procura de sinais de osteoporose.

Taguchi *et al.* (1997) estudaram a concordância entre examinadores na avaliação do padrão trabecular da mandíbula em radiografias panorâmicas e constataram que existe alta concordância entre observadores, podendo-se concluir que o método de análise do trabeculado ósseo pode ser utilizado por possuir bom nível de reprodutibilidade, auxiliando, deste modo, uma padronização de resultados e diagnósticos.

Diversos autores (Majumdar *et al.* 1993, Weinstein & Majumdar 1994, Chen *et al.* 1994, Majumdar 1997 e Lee *et al.* 1999) afirmaram que, em geral, objetos com alta DF possuem maior complexidade do que aqueles com menor DF, e o mesmo foi observado neste trabalho. A média da Dimensão Fractal diminuiu nos três sítios ósseos dos pacientes com osteoporose em relação aos normais. Os resultados contrapuseram-se aos de Bollen *et al.* (2001), os quais afirmaram que a DF aumenta quando os pacientes apresentam baixa DOM. Essa diferença pode ser atribuída ao fato que Bollen *et al.* (2001), apesar de terem utilizado imagens binárias, não realizaram a esqueletonização da RIR, deixando sua análise mais susceptível às interferências. Geraets & van der Stelt (apud White 2000) afirmaram que todos os passos do processamento digital das imagens podem influenciar nos resultados finais.

Segundo Jonasson *et al.* (2001), a densa trabeculação é um forte indicador de alta DOM enquanto a esparsa trabeculação, pode ser útil para predizer baixa DOM. Isto é claramente evidenciado na análise visual das RIR de nossas amostras.

Para Richardson & Gillespy III (2003) a dimensão fractal do osso normal seria variável entre 1,7 e 1,8. Law *et al.* (1996) encontraram a média de DF =

1,670 em imagens periapicais com resolução de 600 d.p.i., altamente correlacionada com a DOM. A média encontrada neste estudo foi de $DF = 1,4200$ para mulheres pós-menopausadas brasileiras. A alteração da DF é possivelmente explicada por divergência no método de análise, pois nossas imagens da RIR possuíam 300 d.p.i. de resolução e eram panorâmicas digitais diretas.

Outra explicação seria a divergência no grupo controle utilizada por Law *et al.* (1996). Neste estudo todas as mulheres eram do grupo pós-menopausa com média de idade entre 42 e 70 anos e, no estudo de Law *et al.* (1996), o grupo controle era constituído por mulheres de 22 a 85 anos, não podendo desse modo, padronizar-se uma DF como “normal”.

Law *et al.* (1996) afirmam que, quanto maior a porcentagem de pixels pretos, maior seria o espaço entre as trabéculas, o que divergiu deste estudo, pois o valor de EF no grupo osteoporótico foi menor que no normal. Law *et al.* (1996) utilizaram um espaço de 64x64 pixels na RIR e, no presente estudo, foi utilizada uma área maior, de 230x130. As imagens deste estudo são digitais (realizadas em aparelho digital) e as de Law *et al.* (1996) foram digitalizadas (realizadas em filmes e, posteriormente, transformadas em imagens digitais). Estes fatores podem explicar as variações nos diferentes trabalhos.

Feltrin *et al.* (2001) determinaram se a análise fractal de microradiografias da coluna lombar demonstravam uma correta avaliação da textura óssea e encontraram correlação com a DOM. Os autores concluíram que a aplicação da análise fractal para análises radiológicas fornece uma importante informação sobre o padrão trabecular em vértebras. Neste estudo, a DF, no grupo considerado normal pelo DEXA, obteve uma média de 1,40 e, no grupo com osteoporose, de 1,35. Apesar desta diminuição, não foi encontrado diferença estatisticamente significativa.

Matsubara *et al.* (2003) examinaram os parâmetros estruturais para a avaliação da qualidade óssea sobre a relação de força óssea da estrutura trabecular ou densidade óssea mineral (DOM). Os resultados encontrados sugerem que a porcentagem de pixels esqueléticos e o volume esquelético

principal obtido, utilizando radiografias computadorizadas por filtros morfológicos, são ferramentas úteis para a avaliação da qualidade óssea. O método do estudo de Matsubara *et al.* (2003) foi diferente deste, pois eles utilizaram peças ósseas e não pacientes, não existindo, deste modo, a interferência de tecidos moles .

Também foram realizados trabalhos sobre a análise da dimensão fractal mandibulares em radiografias periapicais. Yasar & Akgünlü (2006) analisaram 48 mulheres pós-menopausa e não encontraram diferenças da DF entre as mulheres com osteoporose e as saudáveis.

Tosoni *et al.* (2006) realizaram um estudo com 54 mulheres, sem especificar idade e etnia, na qual procuravam avaliar a porcentagem de pixels pretos (ET) e a DF baseando-se na com a DOM realizada pelo DEXA. O estudo foi constituído de pacientes com osteoporose (17), osteopenia (22) e normais (15). O estudo encontrou correlação significativa entre ET e o resultado do DEXA, mas não foi encontrada nenhuma correlação com a DF.

Este estudo obteve resultados semelhantes à Watanabe (2003), que avaliou o padrão do trabeculado ósseo em 78 pacientes (13 homens e 65 mulheres) e não encontrou nenhuma correlação entre a DF ou ET e a DOM.

CONCLUSÃO

Apesar de ter sido encontrado tendência positiva para a correlação entre os parâmetros analisados (DF e ET), estas não foram significativas na avaliação do padrão morfo-digital do trabeculado ósseo em imagens radiográficas panorâmicas digitais e as medidas de densidade óssea mineral (DOM) realizadas pelo DEXA.

Existe a necessidade de outros estudos sobre dimensão fractal de osso, devido a vários resultados contraditórios encontrados na literatura. Isso pode ser devido a diferentes metodologias encontradas nos estudos, como variação nos sítios analisados e, também, dos métodos utilizados na obtenção das imagens digitais em duas dimensões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Atik OS, Gunal I, Korkusuz F. Burden of osteoporosis. Clin Orthop Relat Res. 2006; 443:19-24.
- 2- Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. Dentomaxillofac Radiol. 2001; 30(5): 270-275.
- 3- Cadarette SM, Jaglal SB, Kreiger N, McIsaac WJ, Darlington GA, Tu JV. Development and validation of the Osteoporosis Risk Assessment Instrument to facilitate selection of women for bone densitometry. CMAJ. 2000;162(9):1289-94.
- 4- Catić A, Celebić A, Valentić-Peruzović M, Catović A, Jerolimov V, Muretić I. Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998;86(2):242-8.
- 5- Chen J, Zheng B, Chang YH, Shaw CC, Towers JD, Gur D. Fractal analysis of trabecular patterns in projection radiographs. An assessment. Invest Radiol. 1994; 29(6):624-9.
- 6- Consensus Development Conference: Prophylaxis and treatment of osteoporosis. Osteoporos Int. 1991;1: 114-126.
- 7- Cummings SR, Kelsey JL, Nevitt MC, O'Dowd KJ. Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. Epidemiol Rev. 1985; 7:178-208.
- 8- Cummings SR, Black DM, Nevitt MC, Browner W, Cauley J, Ensrud K *et al.* The Study of Osteoporotic Fractures Research Group: Bone density at various sites for prediction of hip fractures. Lancet. 1993; 341(8837):72-75.
- 9- Diamond T, Sambrook P, Williamson M, Flicker L, Nowson C, Fiatarone-Singh M *et al.* Men and osteoporosis. Aust Fam Physician. 2001;30(8):781-785.
- 10- Epstein DM, Dalinka MK, Kaplan FS, Aronchick JM, Marinelli DL, Kundel HL. Observer variation in the detection of osteopenia. Skeletal Radiol. 1986; 15(5): 347-9.

- 11- Feltrin GP, Macchi V, Saccavini C, Tosi E, Dus C, Fassina A, Parenti A, De Caro R. Fractal analysis of lumbar vertebral cancellous bone architecture. *Clin Anat.* 2001; 14(6):414-7.
- 12- Groen JJ, Duyvensz F, Halsted JA. Diffuse alveolar atrophy of the jaw (non-inflammatory form of paradental disease) and presenile osteoporosis. *Gerontol Clin (Basel).* 1960;2:68-86.
- 13- Gunaratne GH, Rajapaksa CS, Bassler KE, Mohanty KK, Wimalawansa SJ. Model for bone strength and osteoporotic fractures. *Phys Rev Lett.* 2002; 88(6):068101.
- 14- Halling A, Persson GR, Berglund J, Johansson O, Renvert S. Comparison between the Klemetti index and heel DXA BMD measurements in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density in the elderly. *Osteoporos Int, Sweden,* 2005 16:999-1003.
- 15- Hidebolt, CF. Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxilofac Radiol.* 1997;26(1):3-15.
- 16- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população brasileira para 1-VII de 2050 (revisão 2004) a partir de grupos etários quinquenais em 1-VII de 1980. [online] 2005 [acessado em: 15/5/2007]; IBGE: Diretoria de pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais, disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/> Estimativa 2005.
- 17- Ishii K, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Sutthiprapaporn P, Tsuda M *et al.* Diagnostic efficacy of alveolar bone loss of the mandible for identifying postmenopausal women with femoral osteoporosis. *Dentomaxilofac Radiol.* 2007;36(1):28-33.
- 18- Johnston CC, Melton LJ III, Lindsay R. Clinical indications for bone mass measurement. *J Bone Miner Res.* 1989;4:1-28.
- 19- Jonasson G, Kankvall G, Kiliaridis S. Estimation of skeletal bone mineral density by means of the trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible. 2001; 92(3):346-352.

- 20- Kanis JA, Johnell O, Oden A, De Laet C, Mellstrom D. Epidemiology of osteoporosis and fracture in men. *Calcif Tissue Int.* 2004;75(2):90-9.
- 21- Lacativa PG, de Farias ML. Office practice of osteoporosis evaluation. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2006;50(4):674-84.
- 22- Law AN, Bollen AM, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *J Am Dent Assoc.* 1996; 127(12): 1734-1742.
- 23- Lee KI, Choi SC, Park TW, You DS. Fractal dimension calculated from two types of region of interest. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999; 28(5):284-9.
- 24- Lee S, Lee JW, Jeong JW, Yoo DS, Kim S. A preliminary study on discrimination of osteoporotic fractured group from nonfractured group using support vector machine. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2008;1:474-477.
- 25- Majumdar S, Weinstein RS, Prasad RR. Application of fractal geometry techniques to the study of trabecular bone. *Med Phys.* 1993;20(6):1611-9. Erratum in: *Med Phys.* 1994;21(3):491.
- 26- Majumdar S, Genant HK, Grampp S, Newitt DC, Truong VH, Lin JC *et al.* Correlation of trabecular bone structure with age, bone mineral density, and osteoporotic status: in vivo studies in the distal radius using high resolution magnetic resonance imaging. *J Bone Miner Res.* 1997;12(1):111-8.
- 27- Matsubara M, Morita S, Shinomiya K, Kawamata R, Nakamura K, Kashima I. Structuring parameters for assessment of bone quality using a morphological filter and star volume analysis: structuring property in the cancellous bone of the human femoral head. *J Bone Miner Metab.* 2003; 21(1):48-56.
- 28- Morales-Torres J, Gutierrez-Urena S. The burden of osteoporosis in Latin America. *Osteoporos Int.* 2004;15(8): 625-32.
- 29- Reginster JY, Burlet N. Osteoporosis: a still increasing prevalence. *Bone.* 2006; 38(2 Suppl 1): S4-9.

- 30- Richardson ML, Gillespy III T. Fractal analysis of trabecular bone. 2003. Disponível em <<http://www.rad.washington.edu/exhibits/fractalrefs>>. Acessado em 2007.
- 31- Ridler T, Calvard S. Picture thresholding using an iterative selection method. *IEEE Trans Syst Man Cyberv.* 1978;8:630-2.
- 32- Shrouf MK, Hildebolt CF, Potter, BJ. The effect of varying the region of interest on calculations of fractal index. *Dentomaxillofac Radiol.* 1997; 26(5):295-298.
- 33- Taguchi A, Tanimoto K, Sueti Y, Otani K, Wadamoto M, Akagawa Y *et al.* Observer agreement in the assessment of mandibular trabecular bone pattern from panoramic radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 1997; 26(2):90-94.
- 34- Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, Kodama I, Sanada M, Nakamoto T *et al.* Use of dental panoramic radiographs in indentifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporos Int.* 2006; 7: 387-394.
- 35- Taguchi A, Ohtsuka M, Tsuda M, Nakamoto T, Kodama I, Inagaki K *et al.* Risk of vertebral osteoporosis in post-menopausal women with alterations of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007;36:143-148.
- 36- Tosoni GM, Lurie AG, Cowan AE, Burlison JA. Pixel intensity and fractal analyses: detecting osteoporosis in perimenopausal and postmenopausal women by using digital panoramic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102(2):235-41.
- 37- van der Stelt PF, Geraets WG. Computer-aided interpretation and quantification of angular periodontal bone defects on dental radiographs. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1991; 38(4):334-8.
- 38- Watanabe PC. A. Relação entre três indicadores de qualidade óssea na pesquisa da osteoporose em radiografias panorâmicas. Tese (Livre-docência). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.
- 39- Weinstein RS, Majumdar S. Fractal geometry and vertebral compression fractures. *J Bone Miner Res.* 1994; 9(11):1797-802.

40- White SC, Cohen JM, Mourshed FA. Digital analysis of trabecular pattern in jaws of patients with sickle cell anemia. Dentomaxillofac Radiol. 2000; 29(2):119-124.

41- Yaşar F, Akgünlü F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis. Dentomaxillofac Radiol. 2006;35(1):1-9.

4-CONCLUSÃO

Há correlação significativa entre a análise e classificação morfológica do córtex mandibular com a densidade óssea mineral da coluna, fêmur e radio analisados pelo DEXA, podendo-se concluir que análise do córtex pode ser utilizada para avaliação inicial da qualidade óssea de um sítio específico de interesse e pode sugerir alterações ósseas generalizadas, permitindo ao cirurgião dentista encaminhar o paciente ao exame de densitometria óssea.

Apesar de encontrar-mos tendência positiva para a correlação entre os parâmetros analisados (DF e ET), estas não foram significativas na avaliação do padrão morfo-digital do trabeculado ósseo em imagens radiográficas panorâmicas digitais e as medidas de densidade óssea mineral (DOM) realizadas pelo DEXA.

Existe a necessidade de outros estudos sobre dimensão fractal de osso, devido a vários resultados contraditórios encontrados na literatura. Isso pode ser devido a diferentes metodologias encontradas nos estudos, como variação nos sítios analisados e, também, dos métodos utilizados na obtenção das imagens digitais em duas dimensões.

5- REFERÊNCIAS*

- 1-Devlin, H.; Horner, K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2002;13(5):373-8.
- 2-Francischone PC, Tavano O. Avaliação da perda óssea maxilar pela análise da radiografia panorâmica comparando com a densitometria óssea lombar e femoral. *BCI.* 2000; 7(25):24-28.
- 3- Gass M, Dawson-Hughes B. Preventing osteoporosis-related fractures: an overview. *Am J Med.* 2006;119(4 Suppl 1):S3-S11
- 4-National Osteoporosis Foundation homepage. Available at: <http://www.nof.org/diseasefacts.htm>. Accessed Aug 27,2006
- 5- Pinheiro M M. Mortalidade após fratura por osteoporose. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2008; 52(7):1071-1072.
- 6- Scheneider, R. Radiologic methods of evaluating generalized osteopenia. *Orthop Clin North Am.* 1984;15:631-651.

* Não foram inseridas as referências já relacionadas nos trabalhos apresentados nos capítulos.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Avenida do Café, s/nº - Telefone: (016) 3602-3963
14040-904 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fax: (016) 3633-0999

OF.CEP/367/FORP

Ribeirão Preto, 19 de outubro de 2007.

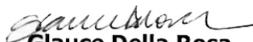
Prezado (a) Pesquisador (a),

Ref.: Processo nº 2007.1.1086.58.6
Caae n. 0051.0.138.000-07

De ordem da Senhora Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa desta Faculdade, informamos que o referido Comitê, em sua 82ª Sessão, realizada no dia 18 de outubro de 2007, **aprovou** o Projeto de Pesquisa envolvendo seres humanos intitulado: **"Correlação entre fatores de qualidade óssea mandibular e densidade óssea mineral na coluna em mulheres brasileiras"**, a ser desenvolvido por Vossa Senhoria na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, devendo o atestado para publicação final ser expedido pelo Comitê de Ética em Pesquisa, após a entrega e aprovação do Relatório Final pelo referido Comitê.

Na oportunidade, esclarecemos que o **Relatório Parcial** deverá ser encaminhado à Secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa até o dia **30 de maio de 2008**, e o **Relatório Final** até o dia **30 de dezembro de 2008**, acompanhados do Formulário que se encontra no *site* da FORP/USP (*link*: Colegiados e Comissões - Comitê de Ética em Pesquisa - Formulários do Pesquisador para entrega dos Relatórios Parcial ou Final).

Atenciosamente,


Glauce Della Rosa

Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilmo. Sr.

Prof. Dr. PLAUTO CHRISTOPHER ARANHA WATANABE

Professor Associado do Departamento de Morfologia, Estomatologia e Fisiologia – FORP/USP

GDR/bgcp



ABRO

Associação Brasileira de Radiologia Odontológica

Piracicaba, 03 de fevereiro de 2009.

Caro(s) autor(es):

Ésio Fortaleza Nascimento Chaves Pedrosa, Adriana Dibo da Cruz, Solange Maria de Almeida, Frab Norberto Boscolo e Plauto Christopher Aranha Watanabe.

Confirmamos o recebimento do artigo intitulado: “**Relação entre densidade óssea do rádio, coluna e fêmur e análise da cortical óssea mandibular em mulheres brasileiras pós-menopausa**”, o qual será submetido à análise de 03 consultores da Revista da ABRO, que terão um prazo máximo de 20 dias para emissão do parecer. Informamos que o referido artigo foi registrado sob o **PROTOCOLO Nº: 09/003**.

Desde já agradecemos a escolha em submeter o artigo à nossa revista.

Sem mais para o momento.

Cordialmente,

Profa. Dra. Solange Maria de Almeida

Editora-Chefe da Revista da ABRO

TABELA 1- Classificação dos pacientes segundo as medidas de densidade óssea mineral (DOM), apuradas do pDEXA. Significado das cores segundo o exame gráfico fornecido pelo DEXA: **verde**=sadio; **amarelo**=Osteopenia; **vermelho**=osteoporose e classificação do córtex (classes I, II e III)./II=Suave

Pacientes	RADIO	COLUNA	FÊMUR	Classe Do Córtex	Pacientes	RADIO	COLUNA	FÊMUR	Classe Do Córtex
1	N	nia	N	II	47	ose	ose	nia	II
2	N	N	N	IIs	48	ose	nia	nia	III
3	nia	nia	nia	II	49	nia	N	N	I
4	N	nia	N	II	50	ose	ose	nia	II
5	nia	N	nia	II	51	N	N	N	I
6	ose	nia	nia	II	52	nia	nia	nia	II
7	nia	N	N	IIs	53	nia	N	N	II
8	N	nia	N	II	54	nia	nia	N	II
9	nia	nia	nia	II	55	nia	nia	N	III
10	nia	nia	N	II	56	N	N	N	IIs
11	ose	nia	nia	II	57	N	N	N	II
12	ose	nia	nia	III	58	nia	nia	N	II
13	nia	nia	nia	II	59	N	N	N	IIs
14	nia	nia	ose	III	60	N	N	N	IIs
15	nia	N	N	IIs	61	N	N	N	IIs
16	N	N	N	IIs	62	nia	ose	nia	II
17	N	nia	nia	II	63	N	nia	nia	II
18	N	nia	N	II	64	nia	nia	nia	I
19	N	N	N	IIs	65	nia	nia	nia	I
20	N	N	N	IIs	66	nia	N	N	II
21	nia	N	N	IIs	67	ose	ose	ose	III
22	N	N	N	IIs	68	N	N	N	I
23	N	nia	nia	II	69	nia	nia	N	II
24	N	N	N	IIs	70	N	N	N	IIs
25	nia	nia	nia	II	71	N	nia	N	II
26	nia	nia	N	II	72	nia	nia	nia	II
27	N	N	N	I	73	nia	nia	nia	II
28	ose	nia	nia	III	74	nia	nia	N	II
29	nia	N	nia	II	75	N	N	N	IIs
30	nia	nia	nia	III	76	nia	nia	N	II
31	nia	ose	nia	III	77	N	nia	N	I
32	nia	nia	N	II	78	N	N	N	IIs
33	nia	nia	ose	II	79	N	N	N	IIs
34	nia	nia	N	II	80	ose	ose	ose	II
35	nia	N	N	IIs	81	nia	N	N	IIs
36	ose	ose	nia	III	82	nia	nia	nia	II
37	nia	nia	N	II	83	ose	ose	nia	III
38	ose	ose	nia	II	84	nia	nia	N	II
39	N	N	N	IIs	85	N	N	N	I
40	nia	ose	nia	II	86	nia	nia	nia	II
41	N	N	N	IIs	87	nia	ose	nia	II
42	N	N	N	IIs	88	N	N	N	IIs
43	nia	N	N	IIs	89	N	nia	N	IIs
44	ose	nia	nia	III	90	nia	nia	ose	II
45	nia	N	N	IIs	91	N	N	N	I
46	nia	N	N	II	92	nia	nia	nia	II

TABELA 2– Medida em milímetros, da espessura do córtex mandibular (no nível do forame mentoniano) direito (ECMF(D)) e esquerdo (ECMF (E)) e classificação do córtex (classes I, II e III).

Pacientes	ECMF (D)	ECMF (E)	Classe Do Córtex	Pacientes	ECMF (D)	ECMF (E)	Classe Do Córtex
1	4,35	4,05	II	47	2,27	2,00	II
2	3,89	2,74	II	48	3,06	3,33	III
3	3,19	3,04	II	49	1,98	2,85	I
4	3,72	3,63	II	50	3,15	2,36	II
5	1,84	2,69	II	51	3,45	2,87	I
6	2,59	2,74	II	52	3,30	2,86	II
7	3,78	2,87	II	53	2,63	2,00	II
8	2,11	2,76	II	54	2,79	2,86	II
9	2,59	2,99	II	55	2,28	3,27	III
10	3,10	3,43	II	56	3,42	3,12	II
11	3,13	2,65	II	57	4,09	3,85	II
12	2,25	3,23	III	58	4,03	3,78	II
13	2,66	1,80	II	59	3,02	2,80	II
14	2,77	2,84	III	60	3,40	3,53	II
15	2,34	2,09	II	61	2,65	2,71	II
16	3,22	3,57	II	62	2,73	2,42	II
17	3,41	3,24	II	63	2,75	2,94	II
18	3,23	3,27	II	64	2,95	3,05	I
19	3,22	3,86	II	65	3,67	3,41	I
20	4,23	3,32	II	66	3,05	2,81	II
21	2,99	3,84	II	67	2,35	2,10	III
22	2,04	1,30	II	68	3,96	4,75	I
23	2,27	2,27	II	69	4,08	4,12	II
24	2,65	2,51	II	70	4,41	4,43	II
25	3,30	2,96	II	71	3,73	3,26	II
26	4,04	3,84	II	72	3,10	3,11	II
27	3,13	2,86	I	73	3,98	4,17	II
28	3,41	3,22	III	74	3,68	3,71	II
29	2,72	2,54	II	75	4,04	3,74	II
30	3,08	3,97	III	76	2,86	2,86	II
31	2,74	2,10	III	77	2,22	2,98	I
32	3,55	3,70	II	78	2,08	2,75	II
33	3,24	2,95	II	79	3,44	3,42	II
34	3,20	2,70	II	80	2,80	1,98	II
35	3,56	2,69	II	81	3,32	3,29	II
36	1,14	1,20	III	82	2,45	2,98	II
37	1,94	3,01	II	83	1,80	1,72	III
38	2,20	2,18	II	84	3,16	3,03	II
39	2,99	2,91	II	85	3,41	3,92	I
40	2,15	2,04	II	86	2,58	2,70	II
41	2,09	2,30	II	87	2,97	2,99	II
42	3,38	3,99	II	88	2,95	3,27	II
43	3,13	2,14	II	89	4,11	3,85	II
44	2,34	2,54	III	90	3,32	3,17	II
45	2,82	3,75	II	91	2,21	2,01	I
46	3,43	3,38	II	92	3,45	2,76	II
Médias parciais	2,94	2,91		Médias parciais	3,11	3,08	
Média Final	3,03	3,00					

TABELA 3– Medida em milímetros, da espessura do córtex mandibular (no nível do ângulo da mandíbula) direito (ECMA(D)) e esquerdo (ECMA (E)) e classificação do córtex (classes I, II e III).

Pacientes	ECMA (D)	ECMA (E)	Classe Do Córtex	Pacientes	ECMA (D)	ECMA (E)	Classe Do Córtex
1	0,74	0,86	II	47	0,61	0,62	II
2	1,36	0,96	II	48	0,45	0,42	III
3	0,98	0,68	II	49	1,13	1,52	I
4	0,85	1,07	II	50	0,91	0,76	II
5	0,76	0,81	II	51	1,05	1,02	I
6	0,70	0,67	II	52	0,58	0,71	II
7	0,48	0,62	II	53	0,89	0,77	II
8	0,72	0,99	II	54	0,75	0,73	II
9	0,71	0,95	II	55	0,61	0,51	III
10	0,66	0,74	II	56	0,92	0,88	II
11	0,42	0,90	II	57	0,81	0,92	II
12	1,13	0,82	III	58	1,32	1,05	II
13	0,89	0,87	II	59	1,14	1,11	II
14	0,90	0,78	III	60	0,87	0,82	II
15	0,74	1,05	II	61	0,82	0,80	II
16	0,92	0,97	II	62	0,76	0,47	II
17	0,75	0,98	II	63	0,56	0,80	II
18	0,64	0,96	II	64	0,90	1,13	I
19	0,67	0,75	II	65	0,74	0,76	I
20	0,50	1,13	II	66	0,69	0,91	II
21	0,85	0,86	II	67	0,90	1,24	III
22	1,02	1,02	II	68	0,58	0,59	I
23	0,62	1,01	II	69	0,85	0,90	II
24	1,11	0,86	II	70	0,77	0,92	II
25	0,95	0,90	II	71	0,99	0,90	II
26	1,08	1,12	II	72	0,56	0,62	II
27	1,23	0,80	I	73	1,05	1,19	II
28	0,72	0,74	III	74	0,96	0,95	II
29	0,79	0,79	II	75	1,13	1,37	II
30	0,99	0,68	III	76	0,63	0,75	II
31	0,69	0,54	III	77	0,53	0,64	I
32	1,08	1,18	II	78	0,54	0,74	II
33	0,83	0,94	II	79	1,09	1,09	II
34	0,97	1,08	II	80	0,52	0,33	II
35	1,25	1,29	II	81	1,09	0,87	II
36	0,56	0,59	III	82	0,83	0,86	II
37	0,46	0,57	II	83	0,71	0,79	III
38	0,76	0,67	II	84	0,85	0,83	II
39	0,75	0,85	II	85	0,66	1,03	I
40	0,47	0,51	II	86	0,81	0,97	II
41	0,88	0,94	II	87	0,89	0,94	II
42	0,86	0,92	II	88	1,10	0,97	II
43	0,97	0,91	II	89	0,97	0,77	II
44	0,65	0,55	III	90	0,89	0,33	II
45	1,02	1,50	II	91	0,64	0,76	I
46	1,03	1,19	II	92	1,31	0,97	II
Médias parciais	0,83	0,88		Médias parciais	0,83	0,85	
Média Final	0,83	0,87					

TABELA 4– Resultado da análise da dimensão fractal na região de canino direito (DF(D)) e esquerdo (DF (E)) e classificação do córtex (classes I, II e

Pacientes	D.F. (D)	D.F. (E)	Classe Do Córtex	Pacientes	D.F. (D)	D.F (E)	Classe Do Córtex
1	1,3493	1,4385	II	47	1,5186	1,4659	II
2	1,4787	1,3669	II	48	1,4932	1,4697	III
3	1,2198	1,3445	II	49	1,4258	1,3324	I
4	1,4987	1,4379	II	50	1,4133	1,3895	II
5	1,3259	1,4235	II	51	1,08	1,4031	I
6	1,41	1,3616	II	52	1,4883	1,1882	II
7	1,3248	1,1755	II	53	1,4645	1,4178	II
8	1,3974	1,3743	II	54	1,4403	1,48	II
9	1,4406	1,3692	II	55	1,3874	1,3694	III
10	1,5324	1,4518	II	56	1,3314	1,3304	II
11	1,3661	1,4115	II	57	1,3568	1,4083	II
12	1,3779	1,443	III	58	1,3827	1,3924	II
13	1,2689	1,4273	II	59	1,3916	1,3592	II
14	1,3709	13.760	III	60	1,2966	1,3133	II
15	1,3743	1,3805	II	61	1,397	1,4283	II
16	1,2844	1,4157	II	62	1,3627	1,3731	II
17	1,5046	1,3768	II	63	1,33	1,4209	II
18	1,4534	1,4749	II	64	1,4018	1,5036	I
19	1,4241	1,4678	II	65	1,3514	1,3741	I
20	1,4952	1,4602	II	66	1,2613	1,3361	II
21	1,4199	1,4249	II	67	1,3597	1,3869	III
22	1,4041	1,37	II	68	1,4018	1,3945	I
23	1,2432	1,3658	II	69	1,2876	1,3176	II
24	1,5059	1,3371	II	70	1,4615	1,5061	II
25	1,3256	1,1301	II	71	1,4247	1,4038	II
26	1,3373	1,3877	II	72	1,3843	1,3747	II
27	1,4274	1,4025	I	73	1,3898	1,4307	II
28	1,3711	1,2672	III	74	1,3619	1,398	II
29	1,4184	1,5069	II	75	1,3742	1,4629	II
30	1,4203	1,3348	III	76	1,4184	1,3998	II
31	1,3264	1,3035	III	77	1,4226	1,3893	I
32	1,3756	1,3814	II	78	1,4442	1,4773	II
33	1,3472	1,3743	II	79	1,424	1,4448	II
34	1,4288	1,4803	II	80	1,3093	1,3505	II
35	1,2805	1,4536	II	81	1,3366	1,4585	II
36	1,1749	1,268	III	82	1,5932	1,5596	II
37	1,4728	1,4534	II	83	1,3318	1,3035	III
38	1,4297	1,4297	II	84	1,4763	1,5118	II
39	1,4015	1,4696	II	85	1,3296	1,3805	I
40	1,3506	1,3558	II	86	1,4787	1,4421	II
41	1,3472	1,3168	II	87	1,3702	1,3333	II
42	1,2763	1,3393	II	88	1,3815	1,3984	II
43	1,3704	1,5068	II	89	1,3629	1,4097	II
44	1,4146	1,4193	III	90	1,3701	1,3968	II
45	1,3791	1,3463	II	91	1,3865	1,4496	I
46	1,4226	1,4387	II	92	1,2925	1,3783	II

TABELA 5– Resultado da análise da dimensão fractal (no nível do ângulo da mandíbula) direito (DF(D)) e esquerdo (DF (E)) e classificação do córtex (classes I, II e III).

Pacientes	D.F. (D)	D.F. (E)	Classe Do Córtex	Pacientes	D.F. (D)	D.F. (E)	Classe Do Córtex
1	1,4252	1,3126	II	47	1,4561	1,3375	II
2	1,4156	1,3332	II	48	1,1796	1,4455	III
3	1,4176	1,3935	II	49	1,3726	1,3567	I
4	1,3926	1,3178	II	50	1,3843	1,4199	II
5	1,4606	1,46	II	51	2,4506	2,401	I
6	1,4556	1,3341	II	52	1,2434	1,4584	II
7	1,2576	1,3491	II	53	2,3579	2,2243	II
8	1,3067	1,3574	II	54	1,465	1,46	II
9	1,4335	1,4449	II	55	1,3606	1,4502	III
10	1,2462	1,4031	II	56	1,4983	1,5571	II
11	1,2544	1,2506	II	57	1,4278	1,4033	II
12	1,3321	1,4416	III	58	1,3649	1,3196	II
13	1,2808	1,4248	II	59	1,3603	1,2533	II
14	1,3844	1,429	III	60	1,2944	1,4008	II
15	1,2734	1,1291	II	61	1,3296	1,4253	II
16	1,3924	1,407	II	62	1,2807	1,1865	II
17	1,4028	1,38	II	63	1,1989	1,3415	II
18	1,5374	1,4335	II	64	1,4719	1,435	I
19	1,5178	1,3485	II	65	1,3288	1,3231	I
20	1,3681	1,3165	II	66	1,2823	1,2371	II
21	1,4461	1,4143	II	67	1,3785	1,2854	III
22	1,3876	1,3353	II	68	1,2905	1,311	I
23	1,4323	1,3841	II	69	1,4126	1,2946	II
24	1,3739	1,4159	II	70	1,539	1,4529	II
25	1,4056	1,1571	II	71	1,5397	1,5014	II
26	1,4072	1,4059	II	72	1,1376	1,2087	II
27	1,2209	1,4484	I	73	1,2706	1,1907	II
28	1,3525	1,3575	III	74	1,4292	1,4322	II
29	1,3659	1,4608	II	75	1,4912	1,4072	II
30	1,322	1,2967	III	76	1,2567	1,3599	II
31	1,4882	1,4168	III	77	1,2035	1,4888	I
32	1,4649	1,5322	II	78	1,1796	1,1676	II
33	1,3963	1,3699	II	79	1,4081	1,461	II
34	1,4136	1,4737	II	80	1,2152	1,1677	II
35	1,4704	1,4223	II	81	1,4847	1,4303	II
36	1,4038	1,3101	III	82	1,525	1,559	II
37	1,4956	1,3663	II	83	1,3041	1,3064	III
38	1,3832	1,4456	II	84	1,3376	1,3334	II
39	1,2964	1,3798	II	85	1,2374	1,331	I
40	1,2607	1,2755	II	86	1,4271	1,1534	II
41	1,4895	1,4309	II	87	1,3959	1,3486	II
42	1,2993	1,353	II	88	1,3941	1,31	II
43	1,4705	1,2653	II	89	1,4628	1,4149	II
44	1,5412	1,4534	III	90	1,3723	1,3394	II
45	1,4295	1,409	II	91	1,4059	1,4691	I
46	1,2978	1,2785	II	92	1,4202	1,4672	II

TABELA 6– Resultado da porcentagem de pixels pretos (E.T. %) pretos (no nível do ângulo da mandíbula) direito (E.T. % (D)) e esquerdo (E.T. % (E)) e classificação do córtex (classes I, II e III).

Pacientes	E.T. % (D)	E.T. % (E)	Classe Do Córtex	Pacientes	E.T.%(D)	E.T.%(E)	Classe Do Córtex
1	7,9	5,4	II	47	7	4,9	II
2	7,4	4,8	II	48	1,3	7	III
3	6,3	7,3	II	49	6,9	5	I
4	6,1	5,6	II	50	5,7	6,4	II
5	7,5	7,8	II	51	8,5	6,4	I
6	6,3	4,7	II	52	3,3	6,9	II
7	3,7	4,8	II	53	6	3,7	II
8	6,2	5,1	II	54	7,6	8,3	II
9	6,2	6,7	II	55	6,7	8,3	III
10	4,2	6	II	56	11,3	13,4	II
11	4,2	4,2	II	57	7,1	6,3	II
12	6	6,9	III	58	6,2	4,8	II
13	5,9	7,2	II	59	6,2	2,6	II
14	7,1	6,5	III	60	5	6,7	II
15	5	1,9	II	61	5,1	7,8	II
16	7,2	6,1	II	62	5,2	3,9	II
17	6,8	5,4	II	63	3,8	5,8	II
18	8,6	8,4	II	64	8,9	8,4	I
19	8,3	5,7	II	65	5,4	5,9	I
20	5,2	6,2	II	66	5,4	4,3	II
21	5,9	7,6	II	67	7	5,6	III
22	6,2	5,6	II	68	4,2	4,7	I
23	6,8	6,1	II	69	7,8	3,9	II
24	7	6,5	II	70	11,7	9,7	II
25	3,5	2,2	II	71	8,9	10,4	II
26	6,4	6,7	II	72	2,3	3,8	II
27	4,5	7,1	I	73	4,6	3,9	II
28	6,5	6,8	III	74	6,8	9,1	II
29	4,8	7,2	II	75	8,1	7,2	II
30	3	4,1	III	76	4,3	7,2	II
31	8,1	6,9	III	77	3,1	10,7	I
32	7,3	7,9	II	78	3,6	2,9	II
33	6,9	6,1	II	79	6,1	9,7	II
34	6,6	7,6	II	80	3,6	2,2	II
35	7,4	7,8	II	81	8,3	8,5	II
36	5,4	3,3	III	82	10,5	10,9	II
37	7,8	6,5	II	83	5,7	4,8	III
38	7,4	8,2	II	84	4,5	6	II
39	5,6	4,4	II	85	3,9	4,5	I
40	3,9	4,7	II	86	8,1	2,1	II
41	7,9	7,8	II	87	7,2	5,5	II
42	5	5,6	II	88	8,3	5,8	II
43	6,9	3,8	II	89	9,1	8,3	II
44	7,8	7,2	III	90	6,5	5,6	II
45	7,9	5,9	II	91	7,1	8,6	I
46	4,8	4,4	II	92	8,7	10	II

TABELA 7– Resultado da porcentagem de pixels pretos (na região de canino) direito (E.T. % (D)) e esquerdo (E.T. % (E)) e classificação do córtex (classes I, II e III).

Pacientes	E.T. % (D)	E.T. % (E)	Classe Do Córtex	Pacientes	E.T. % (D)	E.T. % (E)	Classe Do Córtex
1	4,7	7,8	II	47	8	7,6	II
2	4,7	7,8	II	48	8,2	7	III
3	3,3	6,4	II	49	7,5	6,4	I
4	7,9	6,7	II	50	6,8	6,3	II
5	5,8	7,7	II	51	0,9	6,4	I
6	4,4	6,1	II	52	7,9	2,8	II
7	5,4	2,2	II	53	7,8	6,4	II
8	6,9	6,4	II	54	9,1	7,8	II
9	7,1	6,5	II	55	7,1	6,8	III
10	9,6	8	II	56	5	6,4	II
11	6	7,4	II	57	6,9	7,3	II
12	7,3	8,7	III	58	6,5	6,5	II
13	3,6	6,6	II	59	5,8	6,4	II
14	5,7	6,6	III	60	5,7	6,5	II
15	6,6	5,8	II	61	7,4	8,2	II
16	4,8	6,4	II	62	5,7	6,6	II
17	8,1	5,5	II	63	5,8	7,3	II
18	7,9	7,5	II	64	7,2	8,4	I
19	7,2	7,8	II	65	7	6,9	I
20	7,7	7,3	II	66	4,9	4,1	II
21	6,1	7,4	II	67	5,8	6,4	III
22	6,3	7,1	II	68	7,7	8,3	I
23	5	6,1	II	69	5,2	5,7	II
24	7,9	5,1	II	70	9,1	10,1	II
25	3,5	1,5	II	71	8,6	7,9	II
26	5,6	6,6	II	72	6,9	5,6	II
27	8,1	7,5	I	73	5,7	6,9	II
28	6	4,5	III	74	6,7	7	II
29	6,5	8,6	II	75	6,5	8,7	II
30	8,2	5,8	III	76	8	7,1	II
31	4,6	5,4	III	77	7,2	6,3	I
32	5,3	6,2	II	78	7,2	8,8	II
33	5,1	5,4	II	79	7,9	7,7	II
34	8,1	8,2	II	80	5,1	5,4	II
35	4,4	7,6	II	81	5,6	7,6	II
36	2,3	4,3	III	82	11,1	10,8	II
37	7,1	7,2	II	83	6,2	5,6	III
38	6,6	6,6	II	84	8,8	10,2	II
39	6,2	7,5	II	85	6,4	6,7	I
40	6,1	6,8	II	86	9,3	9,5	II
41	5,1	6,1	II	87	6,1	5,9	II
42	4,6	6,1	II	88	6,2	6	II
43	5,8	6,3	II	89	7,7	8	II
44	6,1	5,8	III	90	6,3	6,8	II
45	6,6	5,5	II	91	7,4	9,4	I
46	6,3	6,5	II	92	5,9	7,4	II