

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
NÍVEL: MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS
ÊNFASE EM RADIOLOGIA

**RADIOGRAFIA PERIAPICAL COMO FERRAMENTA DE PREDIÇÃO
PARA BAIXA MASSA ÓSSEA**

Renata Licks

Porto Alegre, 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
NÍVEL: MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS
ÊNFASE EM RADIOLOGIA

Linha de Pesquisa: Diagnóstico das Afecções Buco-Faciais

**RADIOGRAFIA PERIAPICAL COMO FERRAMENTA DE PREDIÇÃO PARA
BAIXA MASSA ÓSSEA**

Renata Licks

Orientadora: Prof. Dra. Vania Camargo Fontanella

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Odontologia, nível Mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito final para a obtenção do título de Mestre em Clínicas Odontológicas, ênfase em Radiologia.

Porto Alegre, agosto de 2007

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, especialmente:

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realizar o Mestrado.

À minha orientadora, Vania Fontanella, pela confiança que depositou em mim durante todo esse período. Nunca terei como agradecer todas as oportunidades que tens me proporcionado.

Aos meus pais Eglai Licks e Renato Licks (em memória). Ao meu pai agradeço pelo amor incondicional que teve por mim durante os anos maravilhosos que pudemos conviver juntos. Agradeço a minha mãe pelo companheirismo e dedicação. Amo muito vocês!

Ao meu irmão, Vinicius Licks, pelo apoio intelectual, psicológico e financeiro.

Ao meu grande amigo e colega Duarte Matzembacher, pelo apoio, carinho e por todas as oportunidades que tens me dado. Agradeço pelos conselhos, pelo voto de confiança e pelo privilégio de poder conviver ao teu lado. És um excelente profissional e uma pessoa admirável. Posso dizer que te considerado meu segundo pai. Muito obrigada por tudo!

Ao Marcelo, pelo amor e paciência.

Às professoras Nilza Pereira da Costa e Elaine Bauer Veeck por terem despertado em mim o gosto pela pesquisa.

Ao professor e amigo Fabrício Ourique, pela confecção do software e por toda a assessoria. Muito obrigada!

Ao professor Hélio Bittencourt, pela assessoria estatística.

À professora Magali, pela assessoria no português.

Agradeço em especial a professora Célia Mahl pela ajuda e amizade.

Aos funcionários do serviço de Radiologia da FO-UFRGS: João, Marli, Lovane, Ábeas e Lúcia pela receptividade e ajuda.

Às gurias da Dental, Jane e Joice, pelo companheirismo e apoio.

Aos meus colegas de Inglês, Roselange Matzembacher e Gabriel Matzembacher. Muito obrigada pela amizade.

A todos os meus colegas do Mestrado e Doutorado, pelos bons momentos que passamos juntos. Agradeço em especial a Camila Braga e a Karina Podestá.

Agradeço a todas as gurias da Confraria e em especial as minhas grandes amigas Juliana Travessas e Vanessa Poletto. A Ju agradeço por todos os momentos que passamos

juntas durante o Mestrado. Agradeço pela ajuda, pelos conselhos e pelos ensinamentos. A Vá agradeço pela amizade desde os tempos da Faculdade.

Por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer aos colegas da Radiologia Carlos, Naiara, Ana Elisa e Fernanda. Muito obrigada!

RESUMO



RESUMO

O presente estudo teve como objetivo verificar se a radiografia periapical é capaz de identificar pacientes com baixa massa óssea, combinando a análise morfológica do trabeculado ósseo e a densidade radiográfica a parâmetros clínicos. A amostra foi constituída por 60 mulheres na faixa etária acima de 40 anos e em período pós-menopausa que foram encaminhadas ao Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia da UFRGS durante o ano de 2006, com indicação de radiografia periapical da região de pré-molares e/ou molares inferiores e que realizaram, no mesmo período, um exame de densitometria óssea pela técnica de absorciometria por raios X de emissão *dual* (DXA) nas regiões de coluna lombar e fêmur proximal. Com base nos resultados da densitometria, as pacientes foram divididas em dois grupos (normal e com perda óssea) e para cada radiografia foram obtidos os valores de densidade radiográfica e 14 variáveis morfológicas do trabeculado. As variáveis clínicas utilizadas foram idade e IMC. A análise estatística por árvores de classificação e regressão foi utilizada para testar o poder preditivo dos fatores de risco - clínicos e radiográficos - na classificação das pacientes nos grupos normal e com perda óssea. A idade e o número de pontos terminais/periferia, seguido da periferia/área trabecular, densidade radiográfica e por último o IMC foram as variáveis que melhor dividiram as pacientes em normais e com perda óssea. Esse estudo conclui que a combinação das variáveis clínicas e radiográficas obtidas por meio de radiografias periapicais é capaz de identificar pacientes com perda de massa óssea. Dessa forma, o cirurgião-dentista está apto a identificar as pacientes com risco de desenvolver osteoporose e encaminhá-las para avaliação médica.

PALAVRAS-CHAVE: Osteoporose. Radiografia dentária. Densidade óssea.

ABSTRACT



ABSTRACT

The aim of this study was to determine whether periapical radiograph can be used to identify patients with low bone mass. This goal was accomplished by combining trabecular morphologic analysis with radiographic density measurements as well as with clinical parameters. The study subject consisted of 60 postmenopausal women over forty years of age who were conducted to the Dental Radiology Service of UFRGS School of Dentistry during the year of 2006 to take a periapical radiograph of mandibular premolar and/or molar regions. Additionally, measurements of lumbar spine and proximal femur's bone mineral density were obtained from these patients by dual-energy X-ray absorptiometry, during the same period. The subjects were classified either as normal or with low bone mass according to their bone mineral density. Radiographic density measurements and fourteen morphologic features were obtained from each dental radiograph by the use of digital image processing software. The clinical variables considered were subject's age and bone mass index (BMI). Classification and regression tree (CART) analysis was used to test the predictive power of clinical and radiographic risk factors to classify individual in either normal or low bone mass classes. CART analysis found that the most important variables for classifying subjects were age, number or terminal points/periphery, periphery/trabecular area, radiographic density and BMI. This study showed that the combination of clinical and radiography factors can identify individuals with low bone mineral density with higher accuracy than either one of the factor taken individually. As a consequence, dentists are able to pre-screen patients with abnormally high risk for developing osteoporosis through standard routine exams and conduct these patients to further medical evaluation whenever necessary.

KEY-WORDS: Osteoporosis. Radiography, dental. Bone density.

SUMÁRIO



SUMÁRIO

Resumo.....	V
Abstract.....	VII
Sumário.....	IX
1 Introdução.....	11
2 Revisão da Literatura.....	14
3 Proposição.....	25
4 Metodologia.....	27
5 Resultados.....	37
6 Discussão.....	44
7 Conclusão.....	53
8 Referências.....	55
Anexo.....	61

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A osteoporose é uma doença sistêmica progressiva caracterizada por diminuição da massa óssea que resulta em deterioração da microarquitetura do osso, ocasionando fragilidade e, conseqüentemente, aumentando o risco de fraturas (CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE, 1993). Devido ao aumento na expectativa de vida da população, a osteoporose tem sido considerada um dos maiores problemas mundiais de saúde pública. No Brasil, estima-se 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 (IBGE, 2006).

A avaliação da densidade mineral óssea (DMO) por meio da absorciometria por Raios X de emissão *dual* tem sido considerada o método mais efetivo no diagnóstico de osteoporose. No entanto, essa técnica envolve aparelhos radiográficos específicos, os quais se encontram disponíveis apenas em centros especializados de diagnóstico por imagem. Além disso, o custo para a realização do exame é relativamente elevado, o que torna impossível a avaliação anual de todas as mulheres no período pós-menopausa. Frente a isso, a procura por um método alternativo de diagnóstico de baixo custo se faz necessário (CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE, 1997).

As radiografias periapicais são exames relativamente acessíveis e que são realizados com frequência. Devido ao fato de que o trabeculado ósseo, facilmente visualizado em radiografias dentárias, é semelhante àquele de vários outros ossos do esqueleto, a radiografia periapical pode fornecer informações importantes sobre a condição óssea dos pacientes. Com isso, o cirurgião-dentista pode estar apto a identificar precocemente pacientes com risco de desenvolver osteoporose.

Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo desenvolver uma ferramenta de predição para o risco de osteoporose, por meio da avaliação de radiografias periapicais e

fatores de risco clínico, que seja de fácil aplicabilidade e que possua índices relevantes de sensibilidade e especificidade.

REVISÃO DE LITERATURA



2 REVISÃO DE LITERATURA

A osteoporose é uma doença metabólica do osso caracterizada por baixa massa óssea e deterioração microarquitetural do tecido ósseo, levando a um aumento da fragilidade do mesmo com conseqüente aumento do risco a fratura (LINDSAY *et al.*, 1994). Segundo Jeffcoat e Chesnut (1993) trata-se de uma doença crônica multifatorial que pode progredir silenciosamente por décadas, resultando em posteriores fraturas. Pode ser considerada uma das mais comuns desordens da senilidade, afetando 30% das mulheres no período pós-menopausa (LENCHIK; SARTORIS, 1997).

Devido ao aumento na expectativa de vida da população, a osteoporose tem sido considerada um dos maiores problemas mundiais de saúde pública. Uma mulher de 50 anos apresenta um risco de fratura osteoporótica de 17,5% para o colo do fêmur, 15,6% para as vértebras, 16% para a extremidade distal do rádio e de aproximadamente 40% em qualquer outro local do esqueleto (COOPER; CAMPION; MELTON, 1992).

A osteoporose se desenvolve como decorrência de uma desordem do processo de remodelação óssea. A remodelação óssea é definida como um processo de aposição no qual há remoção localizada do osso antigo (reabsorção) e substituição por osso recentemente formado. O processo de remodelação ocorre em pequenos conjuntos de células chamadas de unidades multicelulares básicas de remodelação óssea (BMU), sendo caracterizado pelo acoplamento das funções dos osteoclastos e osteoblastos. O primeiro estágio da remodelação óssea envolve o recrutamento das células precursoras de osteoclasto para o osso. Essas, presentes em tecidos hematopoiéticos, como na medula óssea, respondem aos sinais físicos e hormonais, e, concentrando sobre determinada região da superfície óssea que será reabsorvida, fundem-se e transformam-se em osteoclastos multinucleados. Os osteoclastos

ativados degradam tanto os componentes minerais como os orgânicos, pela secreção de enzimas ácidas e hidrolíticas liberando fragmentos minerais ósseos e de colágeno. Caracterizando a fase seguinte, a formação óssea resulta de complexa cascata de eventos que envolvem a proliferação de células mesenquimais primitivas, diferenciação em células precursoras osteoblásticas (pré-osteoblasto), maturação dos osteoblastos, formação de matriz e mineralização. Todo esse processo de remodelação óssea é controlado por uma série de fatores de crescimento, citocinas e hormônios sistêmicos, entre eles o estrógeno (AMADEI *et al.*, 2006).

Embora as seqüelas da osteoporose possam ser vistas por todo o esqueleto, há três sítios comuns de fratura: vértebras, antebraço e quadril (LEDGERTON; HORNER; DEVLIN, 1997), sendo o último a mais dramática expressão da doença, com uma taxa de mortalidade de 20% (WHITE; RUDOLPH, 1999). No entanto, por serem raros os sintomas da osteoporose até que ocorra a primeira fratura, poucas pessoas são diagnosticadas em tempo de receber o tratamento efetivo (JEFFCOAT; CHESNUT, 1993).

Medidas de densidade mineral óssea constituem o principal método para o diagnóstico de osteoporose, pois pacientes com baixos valores de densidade óssea possuem elevado risco de desenvolver fratura (NEVITT *et al.*, 1994). Nas últimas décadas, considerável progresso tem sido obtido no desenvolvimento de métodos para a avaliação não invasiva do conteúdo mineral ósseo de todo o esqueleto. Tais métodos incluem a absorciometria radiográfica (*radiographic absorptiometry*, RA), absorciometria por fóton de emissão única (*single photon absorptiometry*, SPA) e por raios X de emissão única (*single X-ray absorptiometry*, SXA), absorciometria por fóton de emissão *dual* (*dual photon absorptiometry*, DPA) e por raios X de emissão *dual* (*dual X-ray absorptiometry*, DXA), que utiliza raios X de duas energias diferentes para compensar a diferença de espessura e de composição dos tecidos moles sobrepostos, tomografia computadorizada quantitativa da coluna lombar e regiões periféricas

(*spinal and peripheral quantitative computed tomography*, QCT pQCT), ultrasonografia quantitativa (*quantitative ultrasound*, QMR) e ressonância magnética microscópica (*resonance microscopy*, μ MR). Essas técnicas variam em precisão e diferem substancialmente quanto à metodologia empregada, na utilização clínica e em pesquisa e na disponibilidade dos diferentes aparelhos no mercado (NJEH *et al.*, 1999).

Absorciometria por emissão de energia única e *dual* são métodos capazes de avaliar o conteúdo mineral ósseo de todo o esqueleto, bem como de regiões específicas. O termo conteúdo mineral ósseo descreve a quantidade mineral no osso específico previamente radiografado. Esse, por sua vez, pode ser usado para derivar um valor de densidade óssea, pela divisão do conteúdo mineral ósseo pela área ou volume mensurado. Na absorciometria por emissão de energia única, o conteúdo mineral ósseo é medido nas regiões periféricas do esqueleto, como calcânhar e pulso. Por outro lado, a absorciometria por emissão de energia *dual* é usada para medir o conteúdo mineral ósseo da coluna lombar e do quadril. A absorciometria por raios X *dual* tem sido usada adicionalmente para estimar o conteúdo ósseo do esqueleto periférico (KANIS, McDOSKEY; PANDE, 1999).

De acordo com White (2002), a densidade mineral óssea do esqueleto é atualmente obtida por métodos de avaliação que fazem uso da absorciometria por raios X *dual* devido ao fato de possuírem uma menor dose de radiação e mais precisão, além da facilidade de aplicação. No entanto, os custos associados a essa avançada técnica de diagnóstico, bem como a distribuição dos equipamentos, têm limitado a sua utilização.

A partir do uso da absorciometria por raios X *dual*, quatro categorias gerais de diagnóstico para osteoporose em mulheres têm sido propostas pela Organização Mundial da Saúde (1994):

a) Normal - o valor para a densidade mineral óssea ou conteúdo mineral ósseo está dentro de 1 desvio-padrão do valor médio para mulheres adultas jovens;

b) Baixa massa óssea (osteopenia) - o valor para a densidade mineral óssea ou conteúdo mineral ósseo deve ser maior do que 1 desvio-padrão abaixo da média para mulheres adultas jovens, porém não mais que 2,5 desvios-padrão desse valor;

c) Osteoporose - o valor para a densidade mineral óssea ou conteúdo mineral ósseo deve ser igual ou maior que 2,5 desvios-padrão abaixo do valor médio para mulheres adultas jovens; e

d) Osteoporose acentuada - o valor para a densidade mineral óssea ou conteúdo mineral ósseo deve se igual ou maior que 2,5 desvios-padrão da média para mulheres adultas jovens, na presença de uma ou mais fraturas.

Existe consenso entre os pesquisadores de que dados clínicos como idade, altura, histórico de terapia de reposição hormonal, consumo de cálcio, atividade física e fumo devem ser considerados durante a avaliação para diagnóstico de osteoporose, além dos valores de densidade mineral óssea (BANDO *et al.*, 1998).

Os fatores de risco clínico para osteoporose podem ser usados de duas diferentes maneiras: para identificar as mulheres que possuem maior risco de desenvolver osteoporose e que podem ser beneficiadas com um exame de densitometria; e para aumentar a predição do risco a fratura nas mulheres que já possuem um exame de densitometria (DELMAS, 1999).

Entre os dados clínicos que constituem fatores de risco para osteoporose encontram-se o sexo feminino, a idade avançada, baixo peso, baixo índice de massa corporal, a raça – Afro-americanos possuem um pico de massa óssea maior do que os Caucasianos e Asiáticos; condição hormonal – mulheres no período pós-menopausa que não receberam terapia de reposição hormonal possuem uma rápida perda de massa óssea por um período de cinco a dez anos após terem entrado na menopausa; história familiar – indivíduos com história materna de osteoporose ou fraturas possuem um pico de massa óssea mais baixo e são mais suscetíveis a

fraturas por osteoporose; ingestão de cálcio – indivíduos jovens com dieta deficiente em cálcio possuem uma queda no pico de massa óssea em torno de 5 a 10%; atividade física – exercícios aeróbicos e musculação são ideais para a aquisição de resistência óssea; hábitos – fumo e consumo excessivo de álcool resultam em perda óssea; e uso de medicamentos – glicocorticóides e outros medicamentos resultam em perda óssea (WHITE, 2002).

Vários estudos têm utilizado fatores de risco clínico para desenvolver índices com capacidade de identificar mulheres com risco de osteoporose. Geusens *et al.*, (2002), avaliaram a habilidade de quatro índices de risco para osteoporose para identificar mulheres com baixa densidade óssea. O mais simples dos índices, ferramenta de auto avaliação para osteoporose (*Osteoporosis Self-assessment Tool*, OST), foi calculado a partir de dados clínicos relativos à idade e peso da paciente. Os demais índices, instrumento de avaliação para o risco de osteoporose (*Osteoporosis Risk Assessment Instrument*, ORAI); simples cálculo para a estimativa do risco de osteoporose (*Simple Calculated Osteoporosis Risk Estimation*, SCORE) e o índice de risco derivado de dados do estudo de fraturas osteoporóticas (*Risk Index derived using data from the Study of Osteoporotic Fractures*, SOFSURF), incluíram quatro ou mais fatores de risco além da idade e peso para o cálculo. Os autores não encontram diferença entre os quatro índices na identificação de mulheres com baixa densidade mineral óssea. O exame de densidade mineral óssea foi recomendado para as mulheres que apresentaram um alto risco para osteoporose obtido por qualquer um dos índices calculados. Os autores também concluíram que a ferramenta de auto-avaliação para a osteoporose (OST) foi o índice de maior aplicabilidade clínica devido a maior facilidade de obtenção.

Paralelamente aos avanços no diagnóstico médico de osteoporose tem surgido nos últimos anos um crescente interesse entre os pesquisadores de odontologia na possível relação entre a osteoporose sistêmica e a densidade mineral óssea dos maxilares. Segundo White

(2002), uma grande fração da população adulta visita o dentista regularmente e realiza exames radiográficos dos ossos maxilares. A vantagem reside na possibilidade dos cirurgiões-dentistas identificarem os pacientes que possuem risco de desenvolver osteoporose, avaliando os exames radiográficos dentários realizados nos consultórios. O objetivo da avaliação não é fazer o diagnóstico de osteoporose e sim identificar os indivíduos com risco de desenvolver a doença e que possam ser beneficiados por exames mais específicos.

Os trabalhos mais freqüentes que procuram relacionar osteoporose com medidas de massa óssea dos maxilares são estudos radiomorfométricos que avaliam a morfologia mandibular no que diz respeito à espessura e integridade da cortical mandibular em relação a medidas de densidade mineral óssea de outras partes do esqueleto, como o fêmur, vértebras e ossos metacarpais (TAGUCHI *et al.*, 1996; DUTRA *et al.*, 2005; YASAR; AKGUNLU, 2006; NAKAMOTO *et al.*, 2003).

Por outro lado, estudos mais recentes têm sugerido relação entre a osteoporose e alterações do trabeculado ósseo, visualizadas em radiografias dentárias (KASHIMA, 1995).

O osso é constituído de uma camada externa cortical que envolve uma região central porosa de osso trabecular. Este é composto por uma rede tridimensional de trabéculas, as quais conferem resistência ao osso e minimizam seu peso. Sendo assim, a redução ou perda desta rede pode afetar drasticamente as propriedades mecânicas do osso, já que sua arquitetura interna exerce um papel crucial sobre sua rigidez e resistência. Este trabeculado é constantemente renovado em um processo regulado por vias hormonais que implica na reabsorção e posterior reposição de pequenas quantidades de osso. Anormalidades neste processo podem conduzir à perda óssea nominal, a qual pode levar à osteoporose. Uma vez que o processo de renovação do osso ocorre principalmente em sua superfície, o trabeculado, com sua extensa superfície, é especialmente afetado pela osteoporose. Daí advém a importância de caracterizar corretamente a complexidade desta estrutura tridimensional por

meio de parâmetros quantitativos, os quais podem servir como indicadores no diagnóstico da osteoporose. De fato, estudos demonstraram existir uma forte correlação entre as características morfológicas do padrão trabecular em imagens radiográficas e a densidade mineral óssea (DMO), parâmetro base para o diagnóstico da osteoporose (GERAETS *et al.*, 1990). Segundo Marcus (1996), o trabeculado ósseo é uma interconexão complexa de linhas que lembram um favo de mel. Com o passar da idade, as trabéculas tendem a adquirir formato de bastões desconectados, resultando em fragilidade óssea do tipo osteoporótica.

De acordo com Parfitt (1987) há dois mecanismos de perda do trabeculado ósseo: perda rápida associada à destruição dos osteoclastos, levando a perfurações do trabeculado e perda óssea lenta que ocorre devido a uma diminuição da deposição osteoblástica, levando a uma diminuição da espessura do trabeculado. Quando o osso torna-se suficientemente desmineralizado ocorrem fraturas do esqueleto.

O padrão trabecular ósseo pode ser caracterizado por um número de medidas, incluindo a área das trabéculas ósseas, circunferência do trabeculado e espessura do mesmo, além do número de trabéculas ósseas e espaços medulares (CROUCHER; GARRAHAN; COMPSTON, 1994).

White e Rudolph (1999) realizaram um estudo com o propósito de testar a hipótese de que medidas morfológicas do trabeculado ósseo da maxila e mandíbula diferem entre pacientes com osteoporose e pacientes controle. Foram obtidas radiografias periapicais da região anterior e posterior da maxila e mandíbula de pacientes com diagnóstico de osteoporose, obtido pela densidade mineral óssea da coluna lombar e quadril por meio de absorciometria por raios X *dual* e pacientes controle sem osteoporose que estavam recebendo tratamento odontológico. As radiografias foram posteriormente digitalizadas e as medidas morfológicas do trabeculado ósseo foram calculadas através de um programa de processamento de imagem específico. Os resultados do estudo mostraram alterações

morfológicas do trabeculado ósseo significativas tanto na região anterior da maxila quanto na região posterior da mandíbula de pacientes com osteoporose, quando comparados aos pacientes do grupo controle.

Além da análise morfológica, a avaliação da densidade radiográfica dos maxilares em radiografias periapicais e panorâmicas, associadas ao uso de penetrômetros de cobre e alumínio, tem sido amplamente pesquisada. Kribbs, Chesnut e Smith (1983) adaptaram um penetrômetro de alumínio a filmes radiográficos intrabucais com o objetivo de avaliar o grau de mineralização óssea mandibular em pacientes dentados e edêntulos. Concluíram que este é um método simples, bem tolerado, e os resultados demonstraram um alto grau de precisão. Segundo os autores, essa técnica combinada com a medida de espessura da cortical mandibular da região goníaca, obtida por meio de radiografias panorâmicas, foi utilizada para comparar medidas de massa e densidade óssea da mandíbula com aquelas de outras regiões do corpo obtidas por outras técnicas, como absorciometria por fóton único do antebraço, absorciometria por fóton *dual* e tomografia computadorizada quantitativa da coluna lombar. Esses mesmos autores examinaram grupos de mulheres com e sem osteoporose com o objetivo de identificar diferenças entre os dois grupos em relação à massa óssea mandibular com outras partes do esqueleto. Os resultados desses estudos implicaram em forte relação entre osteopenia mandibular e esquelética e sugeriram que, associados, microdensitometria e medidas da espessura cortical goníaca podem ser úteis para distinguir pacientes com osteoporose dos normais (KRIBBS; CHESNUT; SMITH, 1983; KRIBBS *et al.*, 1989, 1990).

Law, Bollen e Chen (1996), avaliaram os sinais de osteoporose em radiografias dentárias através da comparação de quatro métodos de estimativa da densidade mineral óssea: dimensão fractal, microdensitometria, intensidade de *pixel* e análise da espessura da cortical mandibular em radiografias panorâmicas. Para a obtenção das medidas de densidade óptica e intensidade de *pixel* foi utilizado um penetrômetro de alumínio, o qual foi adaptado aos filmes

periapicais previamente à tomada radiográfica. A eficácia dos métodos foi comparada entre eles e em relação às medidas de densidade mineral óssea de outras partes do esqueleto, obtidas pelo uso das técnicas de tomografia computadorizada quantitativa, absorciometria por fóton único e absorciometria por fóton *dual*. A intensidade de *pixel* foi significativamente mais efetiva na distinção entre o grupo com osteoporose e o grupo controle, embora a dimensão fractal e a microdensitometria sejam métodos também efetivos. Os autores concluíram que a intensidade de *pixel* pode ser usada como método de avaliação, complementar em adição à história médica e avaliação clínica, para detectar a presença de osteoporose.

Lee e White (2005) realizaram um estudo com o objetivo de determinar se a combinação da análise morfológica do padrão trabecular, densidade óssea mandibular e parâmetros clínicos está associada à densidade mineral óssea do fêmur e coluna lombar. A metodologia do estudo consistiu numa amostra de 37 mulheres com idade média de 49 anos e 29 homens com idade média de 27 anos. Foram coletados dados relativos à idade, altura e peso de cada sujeito no momento do exame radiográfico. As medidas de densidade mineral óssea do fêmur proximal e coluna lombar foram obtidas pela técnica de absorciometria por fóton *dual*. Os critérios de diagnóstico para osteoporose seguiram os estabelecidos pela OMS. Para a obtenção dos valores da densidade radiográfica mandibular os autores construíram um penetrômetro de cobre composto por nove degraus, com espessura variando entre 0,03 mm e 0,27 mm. O penetrômetro foi posicionado sobre o filme e foram realizadas radiografias periapicais da região de pré-molares e molares da maxila e mandíbula, pela técnica do paralelismo. As radiografias resultantes foram digitalizadas e a média dos níveis de cinza foi obtida usando um programa de processamento de imagens. As variáveis morfológicas do trabeculado ósseo foram obtidas por meio de um programa de computador específico, que a partir das radiografias periapicais digitalizadas obteve medidas estruturais de uma área selecionada, incluindo comprimento do trabeculado, número de termos e nós por unidade de

área, e número e comprimento dos segmentos estruturais entre término e nós. Os autores concluíram que a idade e a análise da estrutura morfológica óssea na região interdentária foram úteis para identificar mulheres com baixa densidade óssea femural e lombar. A densidade óssea alveolar foi de menor utilidade na classificação dos indivíduos.

White *et al.* (2005) realizaram um estudo com o objetivo de determinar se as alterações no padrão trabecular ósseo estão associadas ao desenvolvimento de fratura de quadril. Para isso, várias medidas do padrão trabecular, propriedades texturais e análise de Fourier foram obtidas em várias regiões anatômicas da mandíbula. Associadas a essas medidas, informações clínicas relativas à idade, história de fratura após os 40 anos, diabetes, glaucoma, índice de massa corporal, fumo, dose suplementar de vitamina A e gravidez foram obtidas. Os autores encontraram relação estatisticamente significativa entre as mudanças na estrutura do padrão trabecular ósseo e desenvolvimento de fratura de quadril. Quando parâmetros clínicos foram associados às medidas trabeculares, os autores encontraram um aumento significativo dos coeficientes de correlação.

Geraets *et al.* (2007) investigaram a contribuição da idade e análise morfológica do trabeculado ósseo obtido a partir de radiografias periapicais e panorâmica na predição da densidade mineral óssea da coluna lombar e quadril. Os autores concluíram que, quando a idade é adotada como fator de referência para a predição da densidade mineral óssea da coluna lombar e quadril, o valor preditivo dobra se as medidas do trabeculado ósseo de radiografias dentárias forem associadas a idade.

PROPOSIÇÃO



3 PROPOSIÇÃO

Desenvolver uma ferramenta de predição para o risco de osteoporose, por meio da avaliação de radiografias periapicais e fatores de risco clínico, que seja de fácil aplicabilidade e que possua índices relevantes de sensibilidade e especificidade.

METODOLOGIA



4 METODOLOGIA

Delineamento do Estudo

O presente estudo caracteriza-se como Observacional Transversal e insere-se na Linha de Pesquisa denominada “Diagnóstico das Afecções Buco-faciais”.

Considerações Éticas

O projeto relativo ao estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, protocolo no. 23/06.

Caracterização da Amostra

A amostra foi constituída por 60 mulheres na faixa etária acima de 40 anos e em período pós-menopausa que foram encaminhadas ao Serviço de Radiologia da UFRGS, durante o ano de 2006, com indicação de radiografia periapical da região de pré-molares e/ou molares inferiores e que realizaram, no mesmo período (\pm 8 meses), um exame de densitometria óssea pela técnica de absorciometria por raios X de emissão dual (DXA) nas regiões de coluna lombar e fêmur proximal. A amostra foi dividida em dois grupos (normal e com perda óssea) de acordo com o resultado da densitometria óssea da coluna lombar e fêmur proximal, seguindo os critérios estabelecidos pela OMS para diagnóstico de osteoporose. O grupo sem perda óssea foi constituído pelas mulheres que se enquadraram na categoria normal de diagnóstico para osteoporose (T-score maior do que -1) e o grupo com perda óssea foi constituído pelas mulheres que se enquadraram na categoria de osteopenia (T-score entre -1 e -2,5) ou osteoporose (T-score menor do que -2,5). Quando ocorreu divergência de diagnóstico entre os dois sítios (coluna lombar e fêmur proximal), foi adotado o mais grave.

O cálculo amostral foi realizado a partir dos resultados de Lee e White (2005), White e Rudolph (1999), Law, Bolen e Chen (1996), utilizando o programa nQuery 3.0 (Statistical Solutions, MA, USA), fixando poder de 80% e margem de erro de 1%. Concluiu-se que uma amostra de 60 mulheres seria suficiente.

Obtenção das Radiografias

Foi construído um penetrômetro de alumínio 1100 composto por oito degraus com espessura variando de 1 a 8mm. O mesmo foi fixado sob a plataforma de mordida de um posicionador radiográfico por intermédio de uma canaleta de resina acrílica, de modo que o penetrômetro ficasse perpendicular ao filme e ao feixe de raios X central (figura 1).

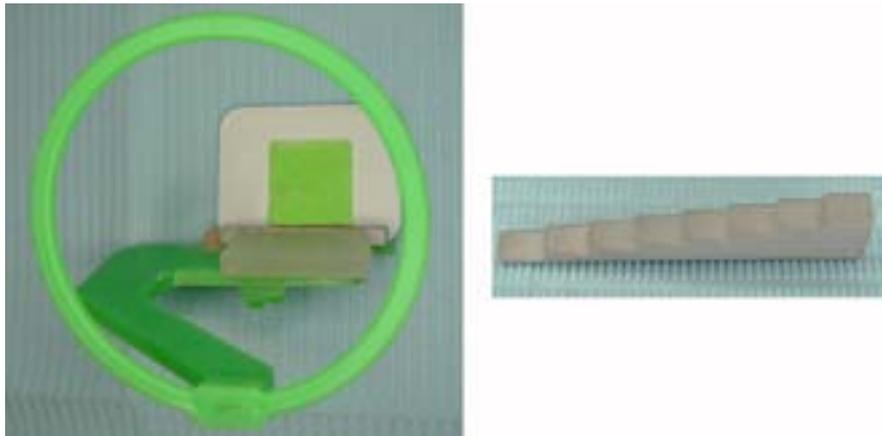


Figura 1. Conjunto filme/penetrômetro/posicionador montado e no detalhe o penetrômetro de oito degraus utilizado.

O conjunto filme/penetrômetro/posicionador foi embalado em filme PVC. As radiografias foram realizadas com filme periapical Ektaspeed Plus n°2 (Kodak- São Paulo-BR) pela técnica da bisettriz, em um aparelho de raios X Pro 70 Intra® (Prodental Equipamentos Odontológicos Ltda - Ribeirão Preto - SP), operando em 70 KVp e 8 mA, com ajuste do tempo de exposição de acordo com a constituição do paciente e região a ser radiografada (0,4 ou 0,5 s). Todas as radiografias foram realizadas pelo mesmo radiologista e

submetidas a processamento automático em uma máquina processadora Dent X 9000® (Dent X – Elmmsford - Nova Iorque - EUA).

Digitalização das Radiografias e Seleção da Área de Interesse

As imagens radiográficas resultantes foram digitalizadas com resolução espacial de 600 dpi e 8 bits (256 tons de cinza) em *scanner* com leitor de transparências Epson Perfection 2450® (Epson, Long Beach, Califórnia, EUA) e salvas no formato *Bitmap for Windows* (BMP). A partir do uso da ferramenta recorte disponível no programa Photoshop CS 8.0 (Adobe Systems Inc., San Jose, Califórnia, EUA) a região de interesse foi selecionada na região interdental de dentes pré-molares ou molares ou entre os segundos pré-molares e primeiros molares, dependendo da região de maior presença de tecido ósseo e da incidência realizada. A região de interesse englobou o tecido ósseo desde a crista alveolar até o nível dos ápices, excluindo o osso cortical da crista e a lâmina dura.

Análise da Densidade Radiográfica

A média dos níveis de cinza, que expressam a densidade radiográfica (DR), bem como a mediana e desvio-padrão foram obtidos por meio da ferramenta histograma do programa Photoshop, nas regiões de interesse bem como em cada degrau do penetrômetro, sempre que possível, sendo os valores resultantes anotados em planilha para posterior cálculo da densidade em milímetros de alumínio, por meio de regra de proporção (figura 2).

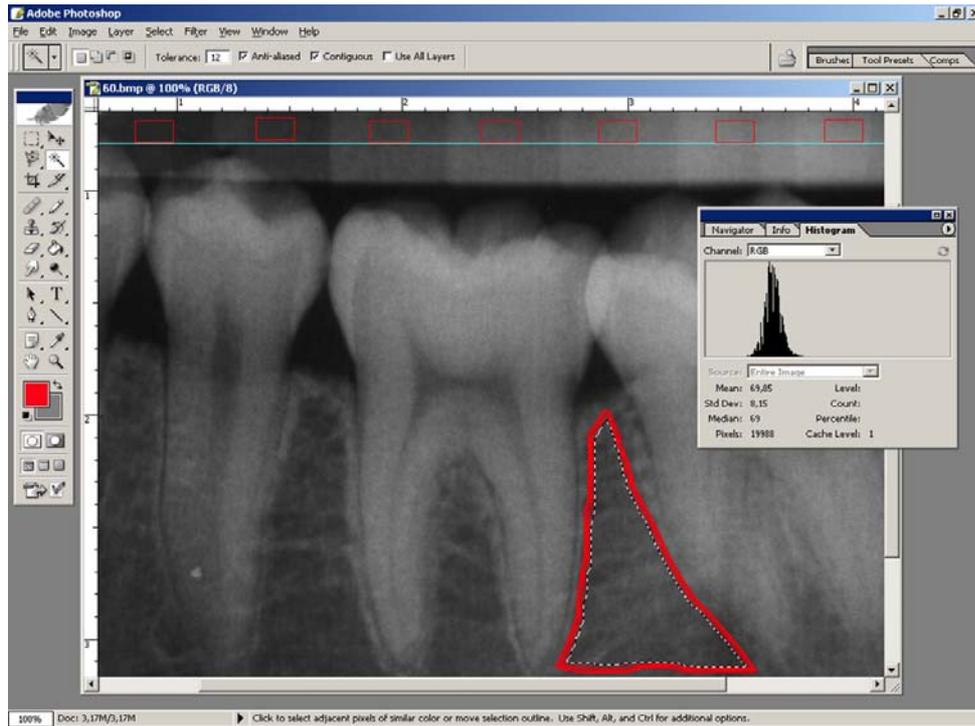


Figura 2. Obtenção dos valores dos níveis de cinza (média, mediana e desvio-padrão) da área selecionada no trabeculado ósseo e em sete degraus do penetrômetro.

Análise Morfológica do Trabeculado

Com o objetivo de obter estimativas dos parâmetros do trabeculado foi utilizado um aplicativo de computador desenvolvido pela Faculdade de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul especialmente para esta finalidade. Este programa consiste na aplicação de uma seqüência de procedimentos (figura 3) baseados na teoria de Processamento Digital de Imagens, conforme descrito abaixo:

- A. Inicialmente, o usuário especificou a Região de Interesse (ROI) na radiografia, sendo a mesma região que foi utilizada para o cálculo da densidade radiográfica mandibular;
- B. Com o objetivo de remover artefatos encontrados tipicamente nos componentes de baixa freqüência espacial (oriundos, por exemplo, da diferença de espessura do objeto em estudo ou da presença de tecidos moles sobrepostos), a partir da imagem original foi obtida

uma imagem *passa-baixa* resultante da convolução da ROI com um filtro Gaussiano com parâmetro $\sigma = 35$ e *kernel* de dimensão 33 x 33 pixels.

C. Em seguida, a imagem filtrada foi subtraída da imagem original, obtendo-se como resultado uma imagem de textura que manteve principalmente componentes de altas frequências, livre da presença de artefatos de baixa frequência espacial.

D. Esta imagem possui um valor médio idealmente igual a zero, sendo possível segmentar na imagem resultante as estruturas pertencentes ao trabeculado (aqueles *pixels* cujo valor é maior do que 0) daquelas que constituem a medula óssea. Para tanto, foi efetuada a binarização da imagem, com limiar no valor de *pixel* igual a 128.

E. Com o objetivo de eliminar o ruído presente na imagem binária, a mesma passou pela operação morfológica de *abertura*, a qual equivale a aplicação da operação de *erosão* sucedida pela operação de *dilatação*.

F. A imagem resultante teve sua escala de níveis de cinza invertida e em seguida *esqueletonizada*, isto é, a operação morfológica de *erosão* foi aplicada sucessivas vezes até que permaneceu somente a linha central de *pixels* da estrutura trabecular.

A imagem binária esqueletonizada resultante da aplicação das operações descritas acima foi utilizada para a estimativa de parâmetros morfológicos que caracterizarão o trabeculado.

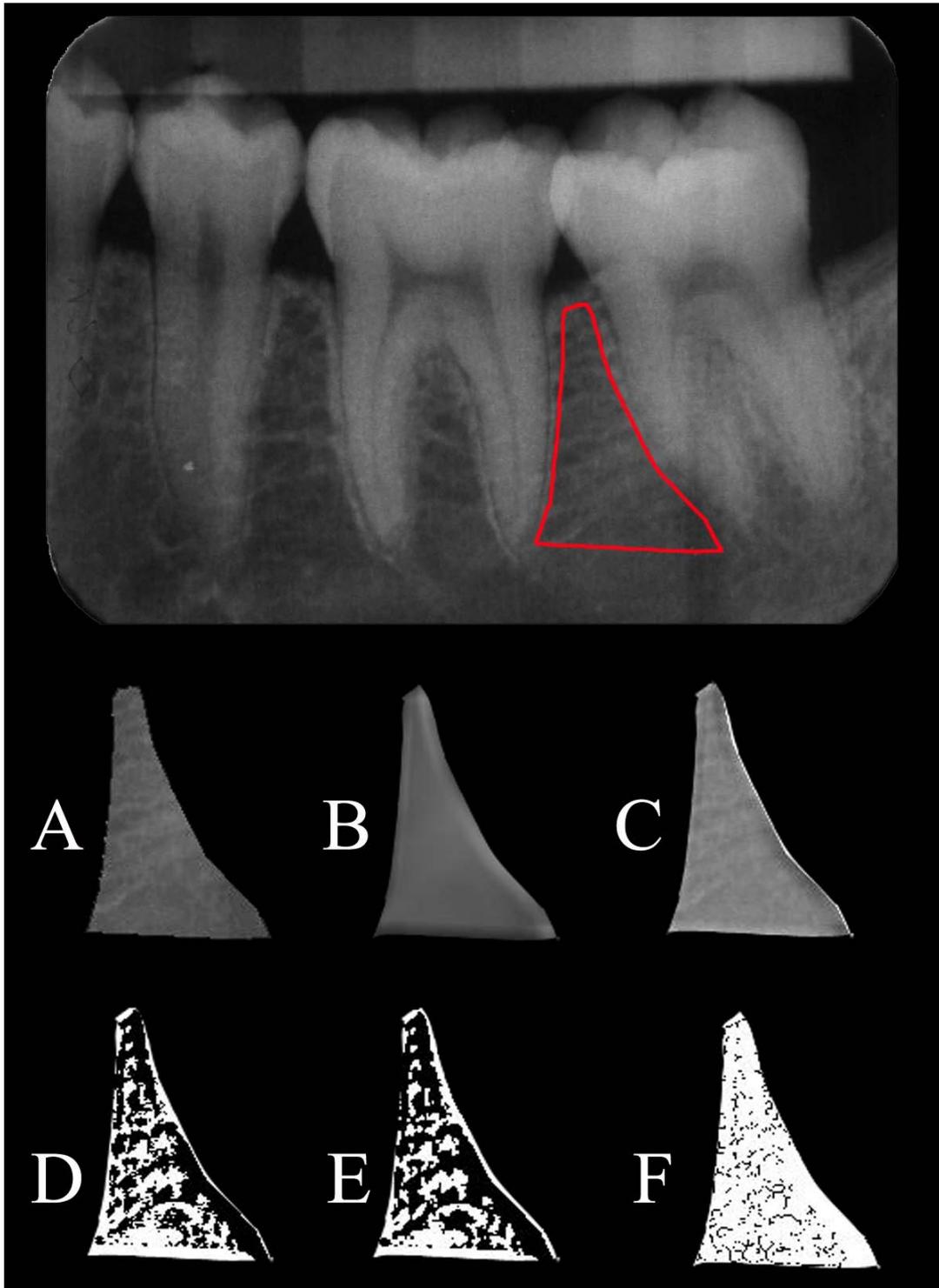


Figura 3. Seqüência do processamento de imagens da área selecionada de uma das radiografias da amostra. A: área recortada (ROI); B: aplicação do filtro *passa-baixa*; C: A-B; D: imagem binária; E: remoção do ruído; e F: esqueletonização.

Foram utilizados os seguintes parâmetros descritores da morfologia (M) do padrão trabecular:

M1. Área trabecular / área total

M2. Periferia / área total

M3. Periferia / área trabecular

M4. Comprimento / área trabecular

M5. Comprimento / área total

M6. Pontos terminais / cm^2

M7. Pontos terminais / comprimento

M8. Pontos terminais / periferia

M9. Pontos terminais / área trabecular

M10. Pontos de entroncamento / cm^2

M11. Pontos de entroncamento / comprimento

M12. Pontos de entroncamento / periferia

M13. Pontos de entroncamento / área trabecular

M14. Pontos de entroncamento / pontos terminais

Onde,

Área trabecular: número de *pixels* pretos (associados à estrutura trabecular) contidos na imagem binária.

Área total: número total de *pixels* contidos na ROI.

Periferia: número de *pixels* na borda exterior do trabeculado na imagem binária.

Comprimento: número de *pixels* pretos presentes na imagem esqueltonizada.

Ponto terminal: obtido a partir da imagem esqueltonizada, é aquele *pixel* preto que possui somente um *pixel* preto adjacente.

Ponto de entroncamento: obtido a partir da imagem esqueletonizada, é aquele *pixel* preto que possui 3 ou mais *pixels* pretos adjacentes.

Dados Clínicos

No momento do exame radiográfico, as pacientes responderam a um questionário que incluiu perguntas relacionadas aos fatores de risco para osteoporose, tais como idade, altura, peso, raça, condição hormonal, histórico familiar de osteoporose, ingestão de cálcio, atividade física, fumo, consumo de cafeína, uso de medicamentos e doenças crônicas. Foram consideradas nesse estudo apenas as pacientes em período pós-menopausa e que não apresentavam nenhuma doença sistêmica. Os fatores de risco clínico utilizados nesse estudo foram a idade, peso, altura e índice de massa corporal (IMC).

Análise Estatística

Os grupos foram submetidos à análise estatística descritiva, sendo obtidos os valores da média, mediana, desvio-padrão, máximo e mínimo de todas as variáveis em estudo. Para comparar estas variáveis entre os grupos, foi realizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($\alpha=1\%$).

A utilização de árvores de decisão binárias para a classificação pode ser considerada uma abordagem não-paramétrica para reconhecimento de padrões (CLARKE; BITTENCOURT, 2003). Ela é utilizada como alternativa à regressão linear, quando a variável dependente for numérica, e também à regressão logística, quando a variável dependente for categórica. Os componentes básicos de uma CART são os nós e as regras de divisão. Os primeiros estão associados aos subconjuntos resultantes da aplicação de uma regra de divisão a determinado conjunto de dados (FERREIRA; SOARES; CRUZ, 2001). No início, todos os

dados estão dispostos em conjunto no chamado nó raiz da árvore e então são divididos na variável que resulta na maior diferença entre dois nodos sucessivos (em termos de porcentagem de pacientes normais e com baixa densidade mineral óssea). Em cada nodo filho, as variáveis são novamente avaliadas com o objetivo de encontrar o preditor que resulta na melhor divisão entre o grupo normal e com perda óssea. As divisões continuam até os critérios de parada terem sido atingidos, ou até que as divisões não resultem em melhora da classificação.

A partir da ferramenta de predição de risco para perda óssea proposta por esse estudo, foram obtidos seus valores de sensibilidade, especificidade e acurácia, assim como a estatística Kappa.

O percentual de acerto de cada variável foi calculado e então obtida a acurácia de cada uma das principais variáveis, isoladamente, por meio da curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*) .

RESULTADOS

5 RESULTADOS

Das 60 pacientes que participaram do estudo, 22 (idade = $49,9 \pm 8,02$ anos) foram classificadas pela densitometria óssea como tendo um padrão de densidade mineral óssea normal – Grupo I, enquanto que 38 (idade = $54,2 \pm 7,73$ anos) apresentaram algum grau de perda de massa óssea, tendo, pelo mesmo exame, diagnóstico de osteopenia ou osteoporose, e foram incluídas no Grupo II. A análise estatística descritiva dos dois grupos é apresentada nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. A análise estatística descritiva das variáveis analisadas – Grupo I, n = 22.

	<i>Mínimo</i>	<i>Mediana</i>	<i>Máximo</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>
Idade	40,000	50,500	65,000	49,909	8,023
Altura	1,470	1,650	1,780	1,645	0,076
Peso	49,000	66,000	85,000	66,768	10,698
IMC	20,010	24,375	30,450	25,075	3,347
DR	2,890	3,820	5,930	4,122	0,841
M1	0,459	0,570	0,705	0,578	0,063
M2	0,033	0,062	0,090	0,061	0,014
M3	0,047	0,109	0,190	0,108	0,034
M4	0,044	0,084	0,159	0,090	0,028
M5	0,031	0,050	0,080	0,051	0,012
M6	440.011	2.387682	4.090.833	2.260.947	921.865
M7	0,019	0,082	0,103	0,078	0,021
M8	0,010	0,068	0,096	0,067	0,020
M9	0,001	0,007	0,016	0,007	0,004
M10	16.100.007	25051822	42.071.922	25.936.014	6.133.023
M11	0,897	0,918	0,981	0,922	0,021
M12	0,535	0,759	0,874	0,751	0,085
M13	0,041	0,077	0,143	0,082	0,025
M14	87.020	114309	512.308	138.878	90.087

Tabela 2. A análise estatística descritiva das variáveis analisadas – Grupo II, n = 38.

	<i>Mínimo</i>	<i>Mediana</i>	<i>Máximo</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>
Idade	40,000	54,500	74,000	54,289	7,732
Altura	1,490	1,620	1,750	1,621	0,063
Peso	47,000	62,000	80,000	62,339	8,264
IMC	17,930	23,520	32,500	23,807	3,252
DR	2,190	3,800	5,960	3,775	0,851
M1	0,476	0,589	0,711	0,579	0,060
M2	0,036	0,056	0,087	0,058	0,014
M3	0,051	0,097	0,177	0,104	0,035
M4	0,040	0,077	0,133	0,086	0,029
M5	0,029	0,046	0,066	0,048	0,012
M6	424.788	1.827.888	3.810.792	2.017.440	981.830
M7	0,014	0,072	0,107	0,071	0,022
M8	0,014	0,062	0,086	0,059	0,018
M9	0,001	0,005	0,014	0,007	0,004
M10	15.277.163	23.836.089	34.851.307	24.973.306	5.772.515
M11	0,893	0,928	0,986	0,929	0,022
M12	0,526	0,784	0,967	0,778	0,078
M13	0,039	0,072	0,123	0,080	0,025
M14	87.257	128.172	687.500	160.500	116.759

Quando comparadas com o Grupo I, as pacientes com perda de massa óssea (Grupo II) apresentaram redução da densidade radiográfica (DR: GI = $4,122 \pm 0,841$; GII = $3,775 \pm 0,851$). As medidas de comprimento do trabeculado em função da área trabecular (M4: GI = $0,090 \pm 0,028$; GII = $0,086 \pm 0,029$) e da área total (M5: GI = $0,051 \pm 0,012$; GII = $0,048 \pm 0,012$), bem como as medidas de periferia pela área total (M2: GI = $0,061 \pm 0,014$; GII = $0,058 \pm 0,014$) e pela área trabecular (M3: GI = $0,108 \pm 0,034$; GII = $0,104 \pm 0,035$), pontos terminais de trabeculado em número absoluto por unidade de área (M6: GI = $2.260.947 \pm 921.865$; GII = $2.017.440 \pm 981.830$) e em função do comprimento (M7: GI = $0,078 \pm 0,021$; GII = $0,071 \pm 0,022$) e da periferia (M8: GI = $0,067 \pm 0,020$; GII = $0,059 \pm 0,018$), os pontos de entroncamento em número absoluto (M10: GI = $25.936.014 \pm 6.133.023$; GII = $24.973.306 \pm 5.772.515$) e em função da área trabecular (M13: GI = $0,082 \pm 0,025$; GII = $0,080 \pm 0,025$) mostraram redução no Grupo II. Contudo, na comparação entre os grupos, o teste de Mann-

Whitney não evidenciou diferenças estatisticamente significativas ($\alpha = 1\%$) para nenhuma das variáveis analisadas (tabela 3).

Tabela 3. Comparação entre as medianas dos grupos (teste Mann-Whitney).

	<i>Mediana GI (n=22)</i>	<i>Mediana GI (n=38)</i>	<i>p</i>
Idade	50,500	54,500	0,047
Altura	1,650	1,620	0,199
Peso	66,000	62,000	0,096
IMC	24,375	23,520	0,195
DR	3,820	3,800	0,158
M1	0,570	0,589	0,927
M2	0,062	0,056	0,581
M3	0,109	0,097	0,634
M4	0,084	0,077	0,701
M5	0,050	0,046	0,640
M6	2.387.682	1.827.888	0,374
M7	0,082	0,072	0,241
M8	0,068	0,062	0,206
M9	0,007	0,005	0,399
M10	25.051.822	23.836.090	0,613
M11	0,918	0,928	0,241
M12	0,759	0,784	0,159
M13	0,077	0,072	0,730
M14	114.309	128.172	0,282

Consideradas as variáveis clínicas e radiográficas, a análise CART demonstrou que a idade e as medidas de trabeculado foram os fatores que melhor dividiram as pacientes em normais e com perda óssea: faixa etária acima de 42,5 anos e número de pontos terminais/periferia (M8) menor que 0,09 (figura 4).

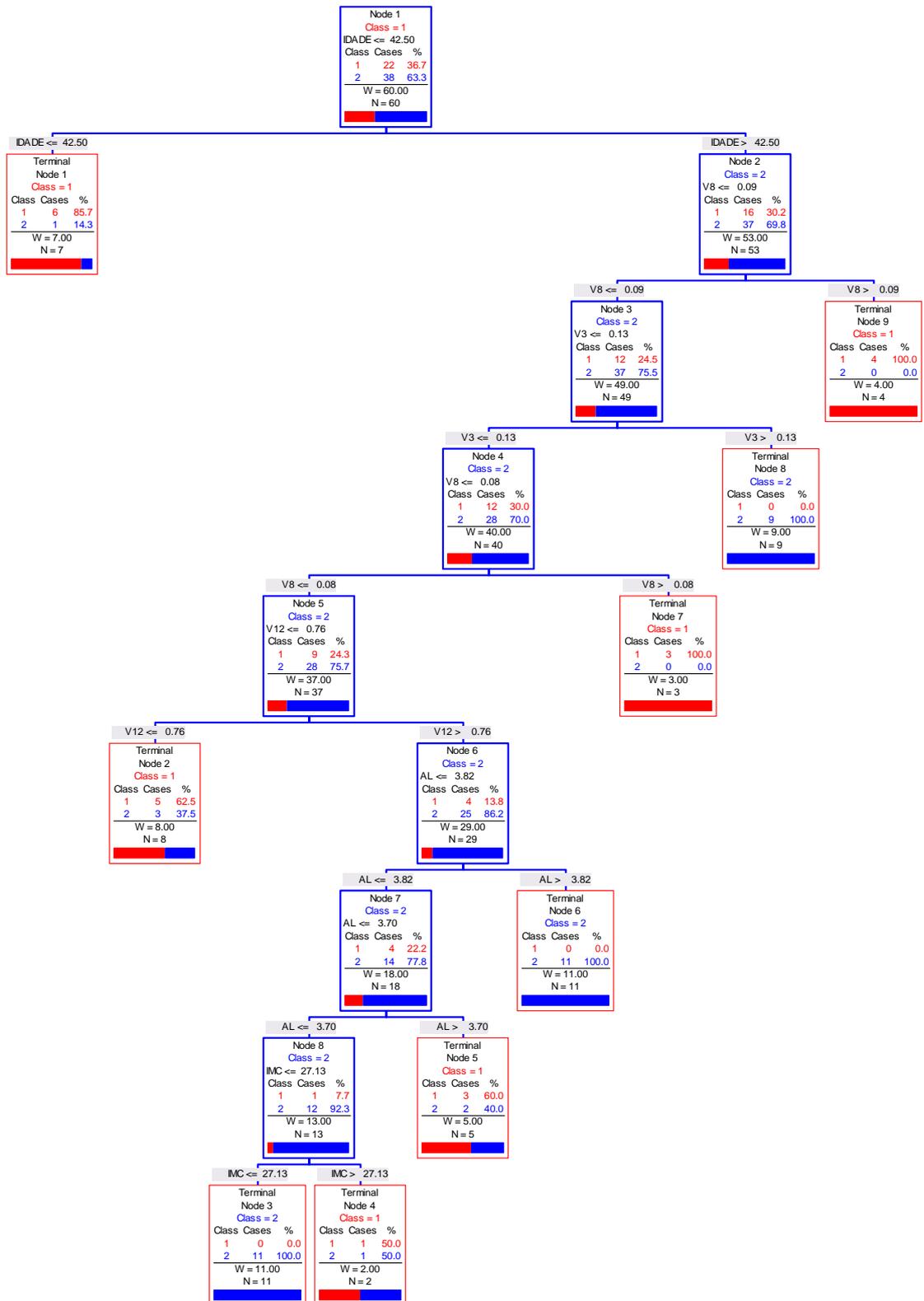


Figura 4. Árvore de decisão (CART) baseada nas 60 observações do estudo.

A ferramenta de predição para o risco de perda óssea proposta por esse estudo identificou corretamente as 22 pacientes normais (especificidade = 100%). Das 38 pacientes com perda de massa óssea, 31 foram corretamente identificadas (sensibilidade = 81%). A acurácia total foi de 88,33% (tabela 4). A estatística Kappa resultou em $k= 0,765$ (CI 95% = 0,603 ; 0,927).

Tabela 4. Comparação entre os resultados da densitometria óssea e os obtidos na análise CART da amostra.

<i>Densitometria óssea</i>	<i>CART</i>	
	Grupo 1 - normal	Grupo 2 - perda óssea
Grupo 1 - normal	22	0
Grupo 2 - perda óssea	7	31

O percentual de acerto de cada uma das variáveis em estudo, isoladamente, na discriminação das pacientes por grupo está expressa na tabela 5.

Tabela 5. Percentual de acerto de cada uma das variáveis em estudo na análise CART da amostra.

<i>Variável</i>	<i>Acerto (%)</i>
M8	100,00
DR	87,27
M3	78,08
M4	65,62
M13	65,34
M6	63,40
M9	58,60
M7	55,18
M12	54,09
Idade	51,10
IMC	39,47
M2	34,19
M14	29,15
M11	21,72
M5	18,75
M10	13,29
Altura	0,57
M1	0,00

Quando consideradas isoladamente, as principais variáveis estudadas mostraram um baixo valor de acurácia, de acordo com os valores de A_z expressos na tabela 6.

Tabela 6. Valores de A_z obtidos pela curva ROC para cada variável, isoladamente.

	<i>Ponto de corte</i>	A_z	p	<i>Intervalo de confiança 95%</i>
<i>M12</i>	0,76	0,630	0,100	0,478 - 0,783
<i>Idade</i>	42,5	0,623	0,114	0,468 - 0,768
<i>IMC</i>	27,13	0,603	0,187	0,449 - 0,756
<i>DR</i>	3,70	0,600	0,198	0,453 - 0,748
<i>M8</i>	0,08	0,597	0,214	0,442 - 0,752
<i>M3</i>	0,13	0,500	1,000	0,347 - 0,653

DISCUSSÃO



6 DISCUSSÃO

A expectativa de vida da população brasileira tem aumentado significativamente nas últimas décadas. Entre 1980 e 2003 a esperança de vida ao nascer, no Brasil, elevou-se em 8,8 anos: mais 7,9 anos para os homens e mais 9,5 anos para as mulheres. Em 2005 a expectativa de vida do brasileiro alcançou a média de 71,9 anos (IBGE, 2006). Com isso, doenças comuns à senilidade passam a se tornar problemas de saúde pública. Entre elas está a osteoporose, que vem contribuindo substancialmente para o aumento nas taxas de morbidade e mortalidade da população idosa, principalmente mulheres.

Existe um consenso no uso da densidade mineral óssea na definição do grau de osteoporose e risco a fratura. A absorciometria por raios X de emissão *dual* é a técnica mais utilizada na determinação da densidade mineral óssea. No entanto, o emprego deste exame em termos populacionais não é indicado, devido ao alto custo e à limitada distribuição do equipamento. Frente a isso, a procura por um método alternativo de seleção da população com maior risco de desenvolver osteoporose se faz necessário (GERAETS *et al.*, 2007).

Os pacientes são referidos para o exame de densitometria com base na história clínica positiva para risco, fratura após a menopausa, história familiar ou uso de medicamentos (DARGENT-MOLINA, PIAULTS, BRÉART; 2005). Com base nestes dados, vários questionários têm sido desenvolvidos e testados como ferramentas para identificar pacientes com baixa massa óssea, os quais apresentam sensibilidade de aproximadamente 80% e especificidade próxima a 50% (SCHWARTZ, STEINBERG; 2006). A ferramenta de decisão clínica obtida por meio da análise CART, proposta por esse estudo, atingiu índice de sensibilidade semelhante à maioria dos questionários de auto-avaliação para osteoporose, porém a especificidade no presente estudo foi muito superior, atingindo 100%.

A osteoporose está relacionada ao metabolismo ósseo, alterando a microarquitetura dos ossos, inclusive os da face. Uma vez que os ossos da face são similares em estrutura e atividade a outros ossos predominantemente corticais do esqueleto, as radiografias dentárias são ferramentas importantes na predição do risco de perda de massa óssea (LEDGERTON; HORNER; DEVLIN, 1997). Considerando que os pacientes odontológicos são frequentemente encaminhados para a realização de radiografia panorâmica - método amplamente disponível e de baixo custo, capaz de expressar as alterações morfológicas da mandíbula decorrentes da idade - vários índices, técnicas de análise e processamento de imagens têm sido pesquisados no intuito de verificar a aplicabilidade desta radiografia na identificação de perda de massa óssea. Contudo, os resultados destes estudos têm sido contraditórios (WHITE *et al.*, 2005). Taguchi *et al.* (2004) encontraram um valor de sensibilidade em torno de 87% para medidas da espessura e forma da cortical mandibular em radiografias panorâmicas como indicativo de osteoporose em mulheres na pós-menopausa. Em outro estudo, Nakamoto *et al.* (2003) encontraram um valor de sensibilidade em torno de 77% para o ICM (índice da cortical mandibular) quando o valor da densidade mineral óssea da coluna lombar foi tomado como referência, e 75% quando comparado com o valor da densidade mineral óssea do fêmur proximal.

A radiografia periapical é frequentemente realizada em consultórios odontológicos como principal auxílio aos cirurgiões-dentistas na realização do diagnóstico. Quando realizadas sob condições ideais de técnica e processamento, a radiografia periapical fornece informações importantes não só da condição dentária mas também do tecido ósseo circundante (WHAITES, 2003). O presente estudo utilizou radiografias periapicais de molares e pré-molares inferiores por serem as incidências que mostram com mais clareza e riqueza de detalhes o trabeculado ósseo do osso alveolar, além de serem frequentemente realizadas na prática clínica (COUTURE *et al.*, 2003).

A presente pesquisa demonstrou que a idade associada com medidas morfológicas do trabeculado ósseo obtidas por meio de radiografias periapicais foram úteis na predição da baixa densidade mineral óssea em mulheres na pós-menopausa. Este resultado está de acordo com o estudo prévio realizado por Lee e White em 2005. Tanto o estudo de Lee e White (2005) quanto o presente estudo identificaram a idade como a principal variável clínica na predição da perda de massa óssea. Tal achado já era esperado uma vez que a idade é um dos principais fatores de risco clínico para a osteoporose. Após o pico de massa óssea ser alcançado por volta dos trinta anos, os indivíduos iniciam uma perda que varia de 0,3% a 0,5% de sua massa óssea a cada ano. Mulheres na pós-menopausa apresentam uma diminuição acelerada da massa óssea após a última menstruação, a qual pode ser até 10 vezes maior do que a observada no período de pré-menopausa, sendo que nos primeiros 5 a 10 anos essa perda pode ser de 2% a 4% ao ano para o osso trabecular e de 1% ao ano para o osso cortical (RIGGS, MELTON; 1995).

Os índices baseados em questionários de auto-avaliação para o risco de osteoporose têm utilizado apenas fatores de risco clínico como idade, altura e peso. Geusens *et al.*, 2002, avaliaram a habilidade de quatro desses índices na identificação de mulheres com baixa densidade mineral óssea. O índice mais simples de calcular foi o OST (*Osteoporosis Self-assessment Tool*), baseado apenas nos fatores de risco idade e peso, mostrando desempenho semelhante aos outros índices de maior complexidade na identificação de mulheres com baixa densidade mineral óssea. Horner, Devlin e Harvey (2002), utilizaram o índice clínico SCORE (*Simple Calculated Osteoporosis Risk Estimation*), baseado em informações clínicas como idade, peso, altura e raça, entre outros, em associação com o índice radiográfico MI (*Mental Index*) na identificação de pacientes com baixa massa óssea do esqueleto. Os autores encontraram que quando fatores clínicos foram adicionados à medida da espessura da cortical mandibular houve um aumento do poder de predição do MI na detecção de pacientes com

baixa massa óssea. Dessa forma, as informações clínicas são fatores importantes na avaliação para o risco de osteoporose e podem ser facilmente utilizadas pelo cirurgião-dentista em conjunto com as informações obtidas em radiografias periapicais.

Assim como a idade, o baixo índice de massa corporal (IMC) é um forte preditor clínico para a baixa densidade óssea. O índice de massa corporal é calculado como a razão do peso pela altura ao quadrado. Segundo critérios da OMS (1998), o IMC de 20 a 24 kg/m² está dentro dos padrões de normalidade, sendo que um IMC abaixo de 20 kg/m² é considerado baixo peso. Mulheres com IMC inferior a 20 kg/m² ou peso inferior a 57,8 Kg são mais propensas a apresentar baixa massa óssea. Ao contrário, a obesidade é fator de proteção para a massa óssea (YUEN *et al.*, 2001).

Além da idade, a análise morfológica do padrão trabecular mandibular constituiu fator importante na identificação de mulheres com baixa densidade mineral óssea. A osteoporose resulta em diminuição da massa óssea e alteração da estrutura do trabeculado que pode ser caracterizada pela diminuição de espessura das trabéculas ósseas e perda de conexão entre elas (WHITE, 2002). Alterações da arquitetura trabecular do fêmur e vértebras, em pacientes com osteoporose comparados com grupo normal, já foram previamente relatos em estudos realizados por Geraets *et al.* (1998) e Vogel, Hann e Delling (1993). O presente estudo encontrou discreta alteração do padrão trabecular mandibular, que foi caracterizada principalmente pela diminuição do comprimento, periferia, pontos de entroncamento e pontos terminais do trabeculado. No entanto, essa diminuição não apresentou significância estatística, o que vai contra os achados de White e Rudolph (1999). Esse resultado pode ser explicado pelos diferentes critérios de seleção de amostra dos dois trabalhos. No estudo realizado por White e Rudolph (1999) o grupo teste foi formado por mulheres com diagnóstico de osteoporose e o grupo controle por mulheres normais, sendo as médias de idade igual a 63 e 39 anos, respectivamente, o que diferiu da presente pesquisa em que a amostra foi formada na

sua totalidade por mulheres na pós-menopausa, com médias de idade muito semelhantes (50 anos para o grupo normal e 54 anos para o grupo com perda óssea), sendo esse último formado na sua maioria por mulheres com osteopenia. Possivelmente seria necessária uma diferença maior entre os grupos, incluindo um número maior de mulheres com osteoporose para que a diminuição das medidas morfológicas do trabeculado alcançassem diferenças estatisticamente significativas. Contudo, cabe salientar a importância do diagnóstico precoce da perda de massa óssea, pois as pacientes com osteoporose acentuada em geral já receberam diagnóstico.

Os parâmetros descritores do trabeculado ósseo utilizados nessa pesquisa são resultado de uma seqüência de operações matemáticas utilizadas na teoria de processamento de imagem e já foram previamente empregados em outros estudos (WHITE; RUDOLPH, 1999, LEE; WHITE, 2005). De todos os parâmetros descritores do trabeculado ósseo utilizados, a razão dos pontos terminais pela periferia do trabeculado, seguido da razão da periferia pela área trabecular e pontos de entroncamento/periferia foram os fatores que mais identificaram pacientes normais e com perda óssea. Este achado confirma os resultados de estudos prévios realizados por Lee e White (2005) e White e Rudolph (1999). É provável que o número de pontos terminais/periferia sejam as medidas do trabeculado que mais caracterizem a complexidade de interconexões, uma vez que com a perda óssea a complexidade do padrão trabecular diminui, as trabéculas diminuem em espessura e tornam-se desconectadas.

Os estudos acima citados utilizaram amostras menores do que a do presente estudo e reconhecem a dificuldade em se obter amostras maiores de pacientes que tenham tido a indicação para realizar densitometria óssea e radiografia odontológica em um período limitado de tempo; com distribuição paritária entre os grupos. Nas suas análises por CART, White e Rudolph (1999) avaliaram 25 pacientes (13 com massa óssea normal e 12 com perda

óssea), enquanto Lee e White (2005) avaliaram 28 (7 com massa óssea normal e 21 com perda óssea). Outra diferença importante no desenho metodológico destes estudos é que naqueles dois as pacientes com indicação de radiografias periapicais foram submetidas, pelos autores, à realização de densitometria óssea. Por menor que seja a dose de radiação empregada, com base nos conceitos atuais de radioproteção (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1998), não se pode concordar com o emprego deste critério metodológico. O intervalo de tempo transcorrido entre os dois exames não foi assumido como viés no presente estudo, pois mudanças decorrentes de eventuais tratamentos para recuperação de massa óssea só se expressam decorridos um ou dois anos (EASTELL *et al.*, 1998).

No presente estudo, não foi necessária a realização da reprodutibilidade intra-observador para a obtenção das medidas do trabeculado ósseo, uma vez que depois da área de interesse ter sido selecionada as mesmas foram obtidas automaticamente pelo *software*.

Além das medidas morfológicas do trabeculado ósseo, a densidade radiográfica mandibular medida em milímetros de alumínio foi um fator importante na predição de pacientes com baixa massa óssea. O uso de penetrômetros na padronização das imagens radiográficas e como unidade de medida para quantificar a massa óssea em estudos de densidade mineral dos ossos maxilares já foi muito bem relatado em pesquisas anteriores (KRIBBS, 1990; DEVLIN; HORNER, 1991). Nackaerts *et al.*, (2006) realizaram um estudo com o objetivo de desenvolver um método para a análise de medidas densitométricas mandibulares por meio da utilização de um penetrômetro de alumínio associado a filmes periapicais, sendo o valor resultante da densidade mandibular calculada em milímetros equivalentes de alumínio. Os autores encontraram alta correlação entre as medidas densitométricas em mm/Al e os resultados da absorciometria por raios X de emissão *dual*, mostrando a eficiência desse método na avaliação da densidade mineral óssea.

A densidade radiográfica tem sido muito utilizada para comparar os ossos maxilares com os demais ossos do esqueleto em pacientes normais e com osteoporose. Os estudos concluem que há relação significativa dos ossos maxilares com os demais ossos do esqueleto tanto em pacientes normais como naqueles com osteoporose (KRIBBS *et al.*, 1983; KRIBBS *et al.*, 1989; KRIBBS *et al.*, 1990). O presente estudo não encontrou diferença estatisticamente significativa da densidade radiográfica entre o grupo normal e com perda óssea. Esse resultado possivelmente se deve ao fato de que o grupo com perda óssea foi formado na sua maioria por mulheres com osteopenia, como já citado anteriormente. Este resultado está de acordo com o estudo prévio realizado por Mohajery e Brooks (1992) que utilizaram as medidas de densidade radiográfica mandibular obtidas em radiografias panorâmicas e periapicais para diferenciar pacientes normais de pacientes com osteoporose. Os autores concluíram que mulheres com leve a moderado grau de osteoporose não podem ser diferenciadas das mulheres normais em termos de densidade radiográfica mandibular.

No presente estudo a densidade radiográfica foi uma das variáveis radiográficas de maior importância na construção da análise CART. É possível que com a diminuição da massa óssea, consequência da perda da complexidade do padrão trabecular representada nesse estudo pelo número de pontos terminais/periferia (M8), periferia/área trabecular (M3), ocorra diminuição na densidade radiográfica. Dessa forma, a densidade radiográfica e as medidas do trabeculado ósseo constituem variáveis radiográficas importantes na predição de pacientes com baixa massa óssea. Por outro lado, no estudo de Lee e White (2005), a densidade radiográfica não demonstrou importância na construção da análise CART. É provável que naquele estudo o tamanho da amostra tenha sido muito pequeno para que a CART identificasse a importância da variável densidade radiográfica, uma vez que as análises por árvores de decisão requerem tamanho amostral razoável para a obtenção de bons resultados, conforme sugere McLachlan (1992).

Quando consideradas isoladamente, as variáveis analisadas nesse estudo não se mostraram eficazes na classificação das pacientes em normais e com perda óssea. Por outro lado, quando utilizado o conjunto das variáveis o valor da acurácia total foi satisfatório. Esse resultado está de acordo com White (2002), que sugere a utilização de um modelo multifatorial que inclua fatores clínicos e radiográficos associados na identificação de pacientes com risco de desenvolver osteoporose.

Um ponto comum em muitas pesquisas na área da saúde é a procura pelo desenvolvimento de regras de decisão clínica, as quais pode ser úteis na classificação de pacientes em diferentes categorias de diagnóstico. Os métodos estatísticos tradicionais são de limitada utilidade na resolução desses problemas de classificação. Nos últimos dez anos, tem surgido um crescente interesse no uso de análises por árvores de classificação e regressão. Esse tipo de análise é ideal para a construção de regras de decisão clínica (LEWIS, 2000). Vários estudos na área médica têm utilizado esse tipo de análise na identificação de variáveis preditoras no diagnóstico nas mais diversas situações, tais como câncer, Síndrome da Imunodeficiência Adquirida e septicemia (CAMPO *et al.*, 2007; RAJU *et al.*, 2006; PETERS *et al.*, 2006).

CONCLUSÃO



7 CONCLUSÃO

Empregando a ferramenta desenvolvida, as informações clínicas (idade e IMC) e radiográficas (medidas morfológicas do trabeculado e densidade radiográfica) obtidas em radiografias periapicais foram capazes de identificar pacientes com perda de massa óssea. Dessa forma, o cirurgião-dentista está apto a identificar as pacientes com risco de desenvolver osteoporose e encaminhá-las para avaliação médica, contribuindo para a identificação precoce e prevenção da osteoporose.

REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS

- AMADEI, S. M.; SILVEIRA, M. A. S.; PEREIRA, A. C.; CARVALHO, R. Y.; ROCHA, R. F. A Influência da Deficiência Estrogênica no Processo de Remodelação e Reparação Óssea. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p.1-16, Fev. 2006.
- BANDO, K.; NITTA, H.; MATSUBARA, M.; ISHIKAWA, I. Bone Mineral Density in Periodontally Healthy and Edentulous Postmenopausal. **Ann. Periodontol.**, Michigan, v. 3, n. 1, p. 322-6, July 1998.
- CAMPO, R. E.; NARAYANAN, S.; CLAY, P. G.; DEHOVITZ, J.; JOHNSON, D.; JORDAN, W.; SQUIRES, K. E.; SAJJAN, S. G.; MARKSON, L. E. Factors Influencing the Acceptance of Changes in Antiretroviral Therapy among HIV-1-Infected Patients. **AIDS Patient Care STDS**, New York, v. 21, n. 5, p. 329-38, May 2007.
- CLARKE, R. T.; BITTENCOURT, H. R. Uso de Árvores de Decisão na Classificação de Imagens Digitais. In : SBSR, 2003, Belo Horizonte. Anais, p. 2043-2045.
- CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE: DIAGNOSIS, PROPHYLAXIS AND TREATMENT OF OSTEOPOROSIS. **Am J Med.**, New York, v. 94, n. 6, p. 646-50, Jun 1993.
- CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE. Who are candidates for prevention and treatment of osteoporosis? **Osteoporos Int.**, London, v. 7, n.1 , p. 1-6, 1997.
- COOPER, C.; CAMPION, G.; MELTON, L. J. Hip Fractures in the Elderly: A World-Wide Projection. **Osteoporos. Int.**, London, v. 2, n. 6, p. 285-9, Nov. 1992.
- COUTURE, R. A.; WHITING, B. R.; HILDEBOLT, C. F.; DIXON, D. A. Visibility of Trabecular Structures in Oral Radiographs. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v. 96, n. 6, p. 764-71, Dec. 2003.
- CROUCHER, P. I.; GARRABAN, N. J.; COMPSON, J. E. Structural Mechanisms of Trabecular Bone Loss in Primary Osteoporosis: Specific Disease Mechanism or Early Ageing? **Bone Miner.**, Amsterdam, v. 25, n. 2, p. 111-21, May 1994.
- DARGENT-MOLINA, P.; PIAULTS, S.; BRÉART, G. A Triage Strategy Based on Clinical Risk Factors for Selecting Elderly Women for Treatment or Bone Densitometry: the EPIDOS Prospective Study. **Osteoporos Int.**, London, v. 16, n. 8, p. 898-906, Nov. 2005.
- DELMAS, P. D. How Should the Risk of Fracture in Postmenopausal Women be Assessed? **Osteoporos Int.**, London, v. 9 Suppl, n. 2, p. 33-39, 1999.
- DEVLIN, H.; HORNER, K. Measurement of Mandibular Bone Mineral Content using the Dental Panoramic Tomogram. **J Dent**, Bristol, v. 19, n. 2, p. 116-20, Apr. 1991.
- DUTRA, V.; YANG, J.; DEVLIN, H.; SUSIN, C. Radiomorphometric Indices and Their Relation to Age, and Dental Status. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v. 99, n. 4, p. 479-84, Apr. 2005.

EASTELL, R.; BOYLE, I. T.; COPTSTON, J.; COOPER, C.; FOGELMAN, I.; FRANCIS, R. M. et. al. Management of male osteoporosis: report of the UK Consensus Group. **Q. J. Med.**, Oxford, v. 91, n. 2, p. 71-92, Feb. 1998.

FERREIRA, C. A.; SOARES, J. F.; CRUZ, R. B. Reconhecimento de Padrões em Estatística: Uma Abordagem Comparativa. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE REDES NEURAIAS, 2001, Rio de Janeiro, p. 409-14.

GERAETS, W. G.; STELT, P. F.; NETELENBOS, C. J.; ELDERS; P. J. A New Method for Automatic Recognition of the Radiographic Trabecular Pattern. **J. Bone Miner. Res.**, St Louis, v. 5, n. 3, p. 227-33, Mar. 1990.

GERAETS, W. G. M.; VAN DER STELT, P. F.; LIPS, P.; VAN GINKEL, F. C. The Radiographic Trabecular Pattern of Hips in Patients with Hip Fractures and in Elderly Control Subjects. **Bone**, New York, v. 22, n. 2, Feb. 1998.

GERAETS, W. G. M.; VERHEIJ, P. F.; VAN DER STELT, P. F.; HORNER, K.; LINDH, K.; NICOPOULOU-KARAYIANNI, K.; JACOBS, R.; HARRISON, E. J.; ADAMS, J. E.; DEVLIN, H. Prediction of Bone Mineral Density with Dental Radiographs. **Bone**, New York, v. 40, n. 5, p. 1217-21, May 2007.

GEUSENS, P; HOCHBERG, M. C; VAN DER VOORT, D. J. M.; POLS, H.; VAN DER KLIFT, M.; SIRIS, E.; MELTON, M.; TURPIN, J.; BYRNES, C.; ROSS, P. Performance of Risk Indices for Identifying Low Bone Density in Postmenopausal Women. **Mayo Clin Proc.**, Rochester, v. 77, n. 7, p. 629-637, Jul. 2002.

HORNER, K.; DEVLIN, H.; HARVEY, L. Detecting Patients with Low Skeletal Bone Mass. **J Dent**, Bristol, v. 30, n. 4, p. 171-75, July 2002.

IBGE, 2006 Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad98/saude/metodologia.shtm> Acesso em: 16 nov. 2006

JEFFCOAT, M. K.; CHESNUT, C. H. Systemic Osteoporosis and Oral Bone Loss: Evidence Shows Increased Risk Factors. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 124, n. 11, p.49-56, Nov. 1993.

KANIS, J. A; McCLOSKEY, D.; PANDE, K. Clinical Assessment of Bone Mass, Quality and Architecture. **Osteoporos. Int.**, London, v. 9, n. 8, p. 24-8, Apr. 1999.

KASHIMA, I. Computed Radiography with Photostimulate Phosphor in Oral and Maxillofacial Radiology. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endo.**, St Louis, v. 80, n. 5, p. 577-98, Nov. 1995.

KRIBBS, P. J.; CHESNUT, C. H.; SMITH, D. E. Oral Findings in Osteoporosis. Part I: Measurement of Bone Density. **J. Prosthet. Dent.**, St Louis, v. 50, n. 4, p. 112-7, Oct. 1983.

KRIBBS, P. J.; CHESNUT, C. H.; OTT, S. M.; KILCOYNE, R. F. Relationship Between Mandibular and Skeletal Bone in an Osteoporotic Population. **J. Prosthet. Dent.**, St Louis, v. 62, n. 6, p.703-7, Dec. 1989.

KRIBBS, P. J; CHESNUT, C. H; OTT, S. M; KILCOYNE R.F. Relationship Between Mandibular And Skeletal Bone In A Population Of Normal Women. **J. Prosthet. Dent.**, St Louis, v.63, n. 1, p. 86-89, Jan. 1990.

LAW, A. N; BOLLEN, A. M; CHEN, S. K. Detecting Osteoporosis Using Dental Radiographs. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 127, n. 12, p. 1734-42, Dec. 1996.

LEDGERTON, D; HORNER, K; DEVLIN, H. Osteoporosis Research: A Dental Perspective. **The College of Radiographers**, London, n. 3, p. 265-277, Mar. 1997.

LEE, B. D.; WHITE, S. C. Age and Trabecular Features of Alveolar Bone Associated with Osteoporosis. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v. 100, n. 1, p. 92-8, July 2005.

LENCHIK, L.: SARTORIS, D. J. Current Concepts in Osteoporosis. **Am. J. Roentgenol.**, Stanford, v. 168, n. 4, p. 905-11, Apr. 1997.

LEWIS, J. R. An Introduction to Classification and Regression Tree (CART) Analysis. In: ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY FOR ACADEMIC EMERGENCY MEDICINE IN SAN FRANCISCO, 2000, CALIFORNIA.

LINDSAY, R.; CHRISTIANSEN, C.; EINHORN, T. A.; MCKAY, H. D.; LJUNGHALL, S.; MUTALEN, C. A. Who are Candidates for Prevention and Treatment for Osteoporosis? **Osteoporos. Int.**, London, v. 7, n. 1, p. 1-6, Jan. 1997.

MARCUS, R. The Nature of Osteoporosis. **Osteoporosis**, New York: Academic Press, p. 646-659, 1996.

MCLACHLAN, G. **Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition**. New York: John Wiley e Sons, 1992, 526p.

MOHAJERY, M.; BROOKS, S. L. Oral Radiographs in the Detection of early Signs of Osteoporosis. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v. 73, n. 1, p. 112-7, Jan. 1992.

NACKAERTS, O.; JACOBS, R.; POLLEN, M.; ENGELEN, L.; GIJBELS, F.; DEVLIN, H.; et al. Accuracy and Precision of a Densitometric Tool for Jaw Bone. **Dentomaxillofac. Radiol**, Tokyo, v. 35, n. 4, p. 244-48, July 2006.

NAKAMOTO, T.; TAGUCHI, A.; OHTSUKA, M.; SUCI, Y.; FUGITA, 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.**, London, v. 14, n. 8, p. 659-64, Aug. 2003.

NEVITT, M. C.; JOHNNELL, O.; BLACK, D. M.; ENSRUD, K.; GENAT, H. K.; CUMMINGS, S. R. Bone Mineral Density Predicts Nonspine Fractures in Very Elderly Women. **Osteoporos. Int.**, London, v. 4, n. 6, p. 325-31, Nov. 1994.

NJEH, C. F.; FUERST, T.; HANS, D.; BLAKE, G. M. Radiation Exposure in Bone Mineral Density Assessment. **Appl. Radiat. Isot.**, Oxford, v. 50, n. 1, p. 215-36, Jan. 1999.

PARFITT, A. M. Trabecular Bone Architecture in the Pathogenesis and Prevention of Fracture. **Am. J. Med.**, New York, v. 26, n. 82, p. 68-72, Jan. 1987.

PETERS, R. P.; TWISK, J. W.; VAN AGTMAEL, M. A.; GROENEVELD, A. B. The Role of Procalcitonin in a Decision Tree for Prediction of Bloodstream Infection in Febrile Patients. **Clin Microbiol Infect**, Paris, v. 12, n. 12, p. 1207-13, Dec. 2006.

RAJU, U.; LU, M.; SETHI, S.; QURESHI, H.; WOLMAN, S. R.; WORSHAM, M. Molecular Classification Of Breast Carcinoma In Situ. **Curr Genomics**, Hilversum, v. 7, n. 8, p. 523-532, Dec 2006.

RIGGS, B. L.; MELTON, L. J. The Worldwide Problem of Osteoporosis: Insights Afforded by Epidemiology. **Bone**, New York, v. 17, n. 5, p. 505-511, Nov. 1995.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (SVS). **Portaria nº. 453 de 1º de junho de 1998**. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Diário Oficial, República Federativa do Brasil, CXXXVI (103-E), Brasília-DF, jun. 1998.

SCHWARTZ, E. N.; STEINBERG, D. M. Prescreening Tools to Determine Who Needs DXA. **Curr Osteoporos Rep.**, Philadelphia, v. 4, n. 4, p. 148-52, Dec. 2006.

TAGUCHI, A.; TANIMOTO, K.; SUEI, Y.; OHAMA, K.; WADA, T. Relationship Between the Mandibular and Lumbar Vertebral Bone Mineral Density at Different Postmenopausal Stages. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 25, n. 3, p. 130-5, June 1996.

TAGUCHI, A.; SUEI, Y.; SANADA, M.; OHTSUKA, M.; NAKAMOTO, T.; SUMIDA, H.; et al. Validation of Dental Panoramic Radiography Measures for Identifying Postmenopausal Women with Spinal Osteoporosis. **Am J Roentgenol**, Springfield, v. 183, n. 6, p. 1755-1760, Dec. 2004.

VOGEL, M.; HAHN, M.; DELLING, G. Relation between 2 and 3 Dimensional Architecture of Trabecular Bone in Human Spine. **Bone**, New York, v. 14, n. 3, p. 199-203, May 1993.

WHAITES, E. **Princípios de Radiologia Odontológica 3ª Edição**. São Paulo: Editora Artmed, 2003.

WHITE, S. C.; RUDOLPH, D. J. Alterations of the Trabecular Pattern of the Jaws in Patients with Osteoporosis. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v. 88, n. 5, p. 628-35, Nov. 1999.

WHITE, S. C. Oral Radiographic Predictors of Osteoporosis. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 31, n. 2, p. 84-92, Mar. 2002.

WHITE, S. C.; ATCHISON, K. A.; GORNBEIN, J. A.; NATTIN, A.; PAGANINI-HILL, A. Change in Mandibular Trabecular Pattern and Hip Fracture Rate in Elderly Women. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 34, n. 5, p. 168-74, Sep. 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Assessment of Fracture Risk and its Implications to Screening for Postmenopausal Osteoporosis. WHO technical report series 843, Geneva, 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: Prevention and Managing the Global Epidemic. **World Health Organization**, Geneva, 1998.

YASAR, F.; AKGUNLU, F. The Differences in Panoramic Mandibular Indices and Fractal Dimension Between Patients with and Without Spinal Osteoporosis. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 35, n. 1, p. 1-9, Jan. 2006.

YUEN, K. C.; KENDLER, D.; KHAN, A.; BROWN, J.; FORTIER, M. Osteoporosis: In "Osteoporosis". **The Society of Obstetrician and Gynaecologists of Canada**, 2000/2001

ANEXO



