

Maria Beatriz Carrazzone Cal Alonso
Cirurgiã-Dentista

**AVALIAÇÃO RADIOMORFOMÉTRICA DA
CORTICAL MANDIBULAR DE BRASILEIROS DA
REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO-SÃO PAULO**

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

Orientador: Prof. Dr. Plauto Christopher Aranha Watanabe

Piracicaba
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
Bibliotecária: Elis Regina Alves dos Santos – CRB-8ª / 8099

AL72a Alonso, Maria Beatriz Carrazzone Cal.
Avaliação radiomorfológica da cortical mandibular de
brasileiros da região de Ribeirão Preto - São Paulo / Maria Beatriz
Carrazzone Cal Alonso. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2011.

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

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

(eras/fop)

Título em Inglês: Radiomorphometric evaluation of the mandibular cortical bone
in brazilian residents of Ribeirão Preto - São Paulo

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Mandible. 2. Radiography, Panoramic.
3. Bone density. 4. Osteoporosis

Área de Concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestre em Radiologia Odontológica

Banca Examinadora: Plauto Christopher Aranha Watanabe, Solange Aparecida
Caldeira Monteiro, Solange Maria de Almeida

Data da Defesa: 16-02-2011

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 16 de Fevereiro de 2011, considerou a candidata MARIA BEATRIZ CARRAZZONE CAL ALONSO aprovada.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Plauto".

Prof. Dr. PLAUTO CHRISTOPHER ARANHA WATANABE

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Solange".

Profa. Dra. SOLANGE APARECIDA CALDEIRA MONTEIRO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Solange".

Profa. Dra. SOLANGE MARIA DE ALMEIDA

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho à Deus, minha fonte de vida, luz, saúde, alegria e inspiração. Por me guiar e me impulsionar sempre na luta por meus objetivos, não importando as dificuldades e sempre me iluminando com seu infinito amor.

Aos meus pais, que não mediram esforços em minha educação e sempre me incentivaram na minha busca por realização pessoal e profissional, meus conselheiros em todos os momentos, exemplos de amor, dedicação, vontade e superação de todas as dificuldades, Maria Alice e Jesus.

À minha irmã, Marina, meu espelho de amor puro e fraterno, minha companheira e amiga, amo muito!

À todos os meus familiares, avós, tios, primos e amigos que estiveram comigo em todas as fases da minha vida e em mais esta jornada, mesmo à distância, me incentivando e me encorajando, agradeço de coração.

As palavras não são o bastante para expressar todo o meu sentimento por vocês que fazem parte da minha vida, muito obrigada! Amo vocês!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu querido Orientador Professor Dr. Plauto Christopher Aranha Watanabe pelo incentivo à pesquisa desde a minha formação acadêmica, abrindo as portas dessa área da Odontologia, a Radiologia, da qual posso hoje, com orgulho fazer parte. Agradeço a idéia inicial deste trabalho e confiança em mim depositada para a realização do mesmo. Agradeço o respeito, atenção, amizade e exemplo de profissional dedicado e pela disponibilidade, o meu muito obrigada.

Às minhas queridas Professoras:

Dr^a Solange Maria de Almeida, pela atenção especial e carinho desde sempre comigo. Obrigada pela amizade, confiança e pela enriquecedora e prazerosa convivência no decorrer deste curso.

Dr^a Solange Aparecida Caldeira Monteiro, aprendi muito com a nossa amizade que se iniciou desde o meu período como aluna de graduação e que se fortaleceu nesta jornada. A minha sincera gratidão e respeito.

Dr^a Gláucia Maria Bovi Ambrosano, que sempre em meio aos seus afazeres teve paciência e disponibilidade quando eu precisava de seu auxílio. Obrigada pela amizade que construímos.

Ao querido Professor Dr. Frab Norberto Bóscolo, exemplo de profissionalismo e ser Humano excepcional, é um imenso prazer poder tê-lo como exemplo em minha vida. Meu reconhecimento, respeito e admiração.

Ao Professor Dr. Francisco Haiter Neto, profissional dedicado, agradeço a atenção e disponibilidade sempre que necessárias para com minha pessoa e a confiança em mim depositada para poder usar a sua sala na realização deste trabalho. Agradeço também pela participação e pelas consideráveis sugestões no meu exame de qualificação.

Obrigada a todos vocês meus Professores, pelos ensinamentos prestimosos e enriquecedores, tenho, em cada um, exemplos de Grandes Mestres!

AGRADECIMENTOS

À querida amiga Monikelly, companheira de curso e companhia constante já que dividimos a mesma casa, e também compartilhamos nossas vidas, alegrias, tristezas, ensinamentos e muitas, muitas risadas. A convivência pacífica e harmoniosa e a amizade que construímos não tem preço! Com certeza foi fundamental para a conclusão dessa etapa em minha vida. Obrigada!

Aos amigos que fiz no curso de Mestrado: Débora, Carla Beatriz, Amanda, Laura, Luana, Frederico, Isabela, Manuela e amigos do Doutorado: Matheus, Daniela Brait, Luciana , Anne Caroline e Saulo, pela convivência e

por todas as horas de aprendizado mútuo, cumplicidade, descontração e alegria compartilhados. Ótimos momentos!

À querida Carol, amiga de todas as horas, sempre disposta a me ajudar, foi o meu primeiro contato em Piracicaba e já foi o bastante para eu saber que estava no lugar certo. Minha gratidão e amizade sempre!

À Professora Dr^a. Deborah Queiroz de Freitas, minha conterrânea, agradeço imensamente a participação no meu exame de qualificação e por ser sempre esta pessoa prestativa e atenciosa em todos os momentos. Obrigada pelo profissionalismo e pela amizade sincera!

Aos funcionários da Disciplina de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Giselda, Waldeck e Fernando, meus amigos, obrigada pela atenção e auxílio sempre que precisei nos momentos de trabalho e muito aprendizado na clínica!

À Luciane, grande amiga, agradeço de coração pelas nossas conversas enriquecedoras, conselhos, estímulo pelas palavras, me fazendo lembrar que a amizade não tem hora e nem lugar. Obrigado pela sua disponibilidade e pela ajuda em todos os momentos! Meu carinho e gratidão!

Às minhas grandes e queridas amigas Vanessa, Tatiana, Gláuce e Iliana, meus verdadeiros anjinhos da guarda, que me receberam sempre em suas casas, de maneira muito gentil e carinhosa em todas as minhas viagens à Ribeirão Preto. Agradeço de coração!

Às funcionárias da Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Regina e Damaris, sempre atenciosas e gentis, também agradeço a convivência harmoniosa e à amizade.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À CAPES pelo apoio financeiro, por meio da bolsa de estudo oferecida.

*“A Coragem e a Perseverança são os melhores amuletos para
que as dificuldades desapareçam e os obstáculos se
esvaneçam no ar”
John Quincy Adams*

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a espessura do osso cortical mandibular (ECM) na região do forame mental (Índice Mental- IM) e na região goníaca (Índice Goníaco-IG), em radiografias panorâmicas de brasileiros e verificar como se relacionam com o gênero e a idade. Um total de 1.287 radiografias panorâmicas digitais de indivíduos de 17-90 anos de idade, de ambos os gêneros, foram selecionadas e distribuídas em cinco grupos de idade: 17-20 anos, 21-35, 36-55, 56-69 e 70 ou mais. O IM e IG, foram avaliados utilizando o software Radioimp ® e as medidas da espessura do osso cortical foram feitas bilateralmente, por um pesquisador experiente. Os valores médios e desvios-padrão para ambos os índices foram obtidos. ANOVA, teste de Tukey e coeficiente de correlação intraclass foram utilizados para as análises estatísticas. Todos os índices quantitativos foram significativamente correlacionados com o gênero e idade ($p < 0,05$), porém, não foram encontradas diferenças significativas entre alguns grupos etários, considerando ambos os gêneros. A concordância intra e inter-avaliador foi excelente. Pôde-se verificar que a ECM é influenciada pela idade e pelo gênero. Os valores médios obtidos em homens e mulheres jovens podem ajudar a criar uma ferramenta padrão para avaliar a qualidade óssea em pacientes pertencentes a grupos de diferentes idades.

Palavras-chave: Mandíbula, Radiografia Panorâmica, Densidade Mineral Óssea, Osteoporose.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the mandibular cortical bone thickness (MCBT) in the mental foramen region (Mentalis Index- MI) and in the gonial region (Gonial Index- GI) on panoramic radiographs in Brazilians and check how they relate to gender and age.. A total of 1,287 digital panoramic radiographs of patients, age 17 to 90 years, both genders, were selected and assigned to five groups of age: 17–20 years; 21–35; 36–55; 56–69 and 70 or older. The MI and GI were evaluated using the Radioimp ® software and the measurements of the cortical bone thickness were made bilaterally by one experience researcher. Mean values and standard deviations for both MI and GI were obtained. ANOVA, Tukey's test and the intraclass correlation coefficient were used for the statistical analyses. All the quantitative indices were significantly correlated with gender and age ($p < 0.05$); however, no significant differences were found among some age groups, considering both genders. Intra and inter-rater agreement was excellent. The MCBT is influenced by age and gender. The mean values obtained in young men and women can help establish a standard tool to assess bone quality in patients belonging to all groups of age.

Key Words: Mandible, Panoramic Radiograph, Bone Mineral Density, Osteoporosis.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 5 |
| 3. PROPOSIÇÃO | 37 |
| 4. CAPÍTULO 1 | 38 |
| 5. CONSIDERAÇÕES GERAIS | 58 |
| REFERÊNCIAS | 60 |
| ANEXOS | 73 |

1. INTRODUÇÃO

O tecido ósseo é a estrutura que ocupa o maior volume da cavidade bucal e é responsável pela sustentação dos elementos dentários. Na Odontologia, em diversas fases do tratamento, o osso saudável, com capacidade regenerativa normal, é essencial para o êxito final do tratamento inicialmente proposto. Desse modo é de extrema importância o conhecimento da qualidade e da quantidade de tecido ósseo dos maxilares no planejamento protético e cirúrgico pré-protético e no tratamento da doença periodontal, visto que a perda óssea é uma característica proeminente da periodontite (von Wornern, 2001) bem como uma avaliação criteriosa da qualidade óssea é fundamental para garantir a fixação de implantes osseointegrados (Friberg *et al.*, 1995).

Na prática odontológica, a densidade óssea dos maxilares pode ser avaliada por meio de radiografias dentárias, tais como as periapicais e panorâmicas (Kribbs *et al.*, 1983). Essa avaliação radiográfica tem aplicações na implantodontia (Friberg *et al.*, 1995) e também em estudos sobre a relação entre a perda óssea oral com algumas doenças sistêmicas que afetam o tecido ósseo do sistema estomatognático, como a osteoporose (Hidelbolt 1997; Vlasidis *et al.*, 2008). O trabeculado ósseo visualizado nas radiografias dentárias assemelha-se ao de outras partes do corpo e por isso essas radiografias podem fornecer informações importantes a respeito das condições de saúde óssea do paciente. Com isso, o estudo do trabeculado ósseo e principalmente da cortical mandibular além de fornecer informações valiosas a respeito da qualidade óssea mandibular, podem evidenciar sinais precoces de redução da densidade mineral óssea (Vlasidis *et al.*, 2007; Vlasidis *et al.*, 2008; Devlin *et al.*, 2008) e conseqüentemente do risco para a osteoporose.

Doença sistêmica crônica e silenciosa, a osteoporose é caracterizada pela fragilidade dos ossos causada pela deterioração da microarquitetura óssea. Devido à redução da densidade mineral óssea do esqueleto, compromete a força e qualidade óssea, predispondo o indivíduo a um conseqüente aumento do risco de fraturas decorrentes de traumas de baixa energia ou menor impacto

(Consensus Development Conference Statement, 1991). Desse modo, leva ao aumento da morbidade e mortalidade acarretando enormes custos sociais aos sistemas de saúde (Caliri *et al.*, 2007). Com cerca de 75 milhões de indivíduos com a doença em todo o planeta, constitui-se um grave problema de saúde pública mundial (National Osteoporosis Foundation, 2005) e diversos estudos estão em desenvolvimento visando o estabelecimento de novos métodos auxiliares que contribuam para a avaliação e rastreio da doença.

O diagnóstico de erosão ou de fina espessura da cortical inferior mandibular detectado em radiografias panorâmicas (Ardakani & Niafar, 2004) e a existência de correlação entre a qualidade óssea da mandíbula com a qualidade óssea de outros sítios como a coluna, quadril e antebraço, têm se mostrado ferramentas úteis na busca de sinais precoces de risco para a osteoporose e identificação de baixa densidade mineral óssea em grupos de pacientes de diferentes idades (Devlin *et al.*, 2002a; Watanabe, 2003; White *et al.*, 2005). Nas últimas décadas e mais recentemente, foram encontradas evidências radiográficas de perda óssea, principalmente na porção cortical inferior da mandíbula, relacionadas à osteoporose (Klemetti *et al.*, 1993a, 1993b; Hidelbolt, 1997; Yassar & Akgünlü, 2006; Geraets *et al.*, 2007; Mahal *et al.*, 2008; Gulsahi *et al.*, 2010). Isto indica que o exame radiográfico das estruturas faciais, mais especificamente uma análise detalhada e cuidadosa da mandíbula, pode fornecer informações importantes das condições gerais de saúde do paciente.

O DXA (densitometria óssea por dupla absorção de raios X) é o exame considerado atualmente como padrão-ouro para diagnóstico da doença, pois possui alta sensibilidade e especificidade (Consensus Development Conference, 1991), mas ainda é um exame de alto custo e que necessita de equipamentos e profissionais especializados, o que acaba dificultando a sua aplicação no rastreamento de indivíduos da população em geral.

A radiografia panorâmica se destaca nesse contexto por ser um exame realizado com frequência no consultório odontológico, pois é um método rápido, barato, que utiliza baixa dose de radiação X e por isso é utilizado na avaliação das

condições gerais dos maxilares e que pode, desse modo, dar oportunidade ao cirurgião-dentista de identificar sinais de doenças sistêmicas, como a osteoporose, e conseqüentemente encaminhar o paciente para avaliação médica específica.

Com o envelhecimento da população mundial e o crescente aumento da expectativa de vida, o número de doentes afetados pela osteoporose aumenta no mundo todo e as expectativas para o Brasil revelam que cerca de um milhão de mulheres poderão ficar inválidas e 200 mil poderão vir a óbito, se medidas não forem adotadas (Mahal *et al.*, 2008). Frente a isso, há claramente a grande necessidade de simplificar os meios de identificação de pessoas com risco de desenvolver a doença. Porém, previamente ao diagnóstico, faz-se necessário o conhecimento das condições do tecido ósseo dos maxilares, que permita uma avaliação da sua qualidade e conseqüentemente uma avaliação mais criteriosa das características da cortical mandibular.

Considerando a existência de variáveis que podem interferir na qualidade óssea, como por exemplo o gênero e a idade (Broussard *et al.*, 2004), a avaliação da espessura da cortical inferior mandibular em indivíduos de uma determinada população seria muito interessante e possibilitaria o estudo da qualidade óssea mandibular por meio verificação dos valores médios e seus intervalos na população estudada.

As manifestações maxilares da osteoporose podem contribuir com importantes achados indicativos dessa doença degenerativa. A utilização de índices radiomorfológicos identificados na radiografia panorâmica e sua relação com a qualidade óssea mandibular, além de contribuir para o conhecimento anatômico e permitir ao profissional maiores chances de sucesso frente ao tratamento odontológico proposto, como por exemplo as intervenções na mandíbula, o seu estudo pode ser útil para a avaliação da qualidade óssea mandibular e do risco de fraturas, possibilitando o planejamento de estratégias eficazes de prevenção (Barrera *et al.*, 2004; Blain *et al.*, 2004; De Laet *et al.*, 2005). Dessa forma, é de fundamental importância o conhecimento das condições e da qualidade óssea que permita dar subsídios ao planejamento terapêutico bem

como alertar o paciente para a importância clínica e social da osteoporose (Klemetti *et al.*, 1993b; White *et al.*, 2002; Barrera *et al.*, 2004).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Com a finalidade de facilitar e possibilitar a compreensão do conteúdo desta pesquisa, foram feitas divisões deste capítulo, abordando aspectos relacionados à estrutura óssea, densidade mineral óssea (DMO), quantificação e diagnóstico da DMO e a qualidade óssea mandibular (QOM).

2.1 Estrutura óssea: aspectos histofisiológicos do metabolismo ósseo

Dividindo o esqueleto em duas partes, temos o esqueleto axial; formado pela caixa craniana, coluna vertebral e caixa torácica, sendo composto principalmente por osso do tipo trabecular. A mandíbula está inserida nesse tipo. E o esqueleto apendicular, compreendendo a cintura escapular, formada pelas escápulas e clavículas; cintura pélvica, formada pelos ossos íliacos (da bacia) e o esqueleto dos membros (superiores ou anteriores e inferiores ou posteriores) e caracterizada por apresentar principalmente osso do tipo cortical.

O tecido ósseo que forma o esqueleto possui um alto grau de rigidez e resistência à pressão. Por isso, suas principais funções estão relacionadas à proteção e à sustentação do corpo humano. (Guyton & Hall, 2006). No tecido ósseo encontramos alguns tipos celulares típicos, dentre eles destacam-se os osteócitos, que são localizados em cavidades ou lacunas dentro da matriz óssea. Destas lacunas formam-se canaliculos que se dirigem para outras lacunas, tornando assim a difusão de nutrientes possível graças à comunicação entre os osteócitos. Esse tipo celular possui papel fundamental na manutenção da integridade da matriz óssea. Os osteoblastos são as células responsáveis por sintetizam a parte orgânica da matriz óssea, composta por colágeno tipo I, glicoproteínas e proteoglicanas. Também concentram fosfato de cálcio, e são responsáveis pela formação da matriz que será posteriormente mineralizada. Possuem sistema de comunicação intercelular semelhante ao existente entre os osteócitos. Estes inclusive, originam-se de osteoblastos, quando estes são envolvidos completamente por matriz óssea. Já os osteoclastos são células

sinciciais gigantes e multinucleadas, extensamente ramificadas, derivadas de monócitos que atravessam os capilares sangüíneos. Eles estão presentes nas lacunas de reabsorção do osso trabecular e participam desse modo dos processos de absorção e remodelação do tecido ósseo. As dilatações dos osteoclastos, através da sua ação enzimática, escavam a matriz óssea, formando depressões conhecidas como as Lacunas de Howship.

Outro componente essencial do tecido ósseo é a matriz óssea; composta por uma parte orgânica e uma parte inorgânica cuja composição é dada basicamente por íons fosfato e cálcio formando cristais de hidroxiapatita; é composta predominantemente por 95% de colágeno tipo.

Além de componentes celulares citados acima, que compõem a fase orgânica dos ossos, a parte inorgânica, que compreende 70% da estrutura do tecido ósseo, é a grande responsável por armazenar substâncias, sobretudo íons de cálcio (aproximadamente 99% do total) e fosfato (aproximadamente 85% do total), além de possuir na sua constituição colágeno Tipo I, onde se depositam cálcio e fósforo na forma de cristais de hidroxiapatita. O cálcio desempenha importante papel no crescimento e desenvolvimento normal do tecido ósseo e dos dentes, sendo os ossos também o seu principal local de armazenamento. É importante salientar que a resistência final óssea vai estar intimamente ligada à essa deposição mineral no osso formado (Szejnfeld, 2001). A extrema rigidez que caracteriza o tecido ósseo é portanto, resultado da interação entre o componente orgânico e o componente mineral da matriz. Temos que na osteoporose, o colágeno e os depósitos minerais são desfeitos muito rapidamente e a formação do osso torna-se mais lenta. Com menos colágeno, surgem espaços vazios que culminam por enfraquecer o osso (Vondracek, 2004a, 2004b).

Os ossos são anatomicamente formados por uma camada externa, densa, denominada de osso cortical, que compõe cerca de aproximadamente 80% do tecido ósseo, camada esta que envolve uma estrutura interna mais delicada, de maior área, denominada osso esponjoso, lacunar, reticulado ou ainda trabecular e que responde por sua vez à aproximadamente 20% do tecido ósseo. Essas

variedades apresentam o mesmo tipo de célula e de substância intercelular, diferindo entre si apenas na disposição de seus elementos e na quantidade de espaços medulares. O tecido ósseo esponjoso apresenta espaços medulares mais amplos, sendo formado por várias trabéculas, que dão aspecto poroso ao tecido e nos seus espaços encontra-se a medula óssea. O tecido ósseo compacto praticamente não apresenta espaços medulares, existindo, no entanto, além dos canalículos, um conjunto de canais que são percorridos por nervos e vasos sanguíneos, constituindo assim os canais de Volkmann e os canais de Havers. Os canais de Volkmann partem da superfície do osso (interna ou externa) e possuem uma trajetória perpendicular em relação ao eixo maior do osso. Esses canais comunicam-se com os canais de Havers, que percorrem o osso longitudinalmente e que podem comunicar-se por projeções laterais. Ao redor de cada canal de Havers tem-se várias lamelas concêntricas de substância intercelular e de células ósseas. Cada conjunto deste, formado pelo canal central de Havers e por lamelas concêntricas é denominado sistema de Havers ou sistema haversiano. Os canais de Volkmann não apresentam lamelas concêntricas e são através deles que os osteons, este arranjo complexo de tecido ósseo ao redor dos canais vasculares, são conectados entre si (Carneiro & Junqueira, 2005).

Por ser esta estrutura inervada e irrigada, os ossos apresentam grande sensibilidade e capacidade de regeneração. Como é um tecido vivo e dinâmico, se renova permanentemente durante a vida toda e esse sistema de “construção e destruição” é denominado remodelação óssea. Pode-se observar que uma mudança contínua acontece em todos os ossos ao longo da vida, sendo que acontecem em ciclos e são devido à maior ou menor atividade dos grupos de osteoblastos e osteoclastos. Os osteoclastos desse modo, aparecem na superfície do osso e vão realizar a reabsorção, processo no qual os cristais de fosfato de cálcio são removidos do osso para serem absorvidos pelo sangue. Logo após esta fase, temos a formação de novo osso pelos osteoblastos. Ainda no osso trabecular os osteoclastos são responsáveis pela criação das lacunas de Howship,

que são encontradas em superfícies ósseas onde ocorre ativa remodelação óssea.

Há evidências de que na osteoporose a perda óssea é resultado de um desequilíbrio entre a reabsorção e a formação óssea sendo que inúmeros fatores sistêmicos e locais atuam sobre esse sistema, como os aspectos nutricionais, fatores raciais e genéticos, atividade física e influencia hormonal. A osteoporose então, resulta do processo de rarefação que caminha do osso normal até o osso mais poroso e ocorre quando os osteoclastos criam uma cavidade excessivamente profunda que não consegue ser suficientemente preenchida pelos osteoclastos ou quando estes não conseguem preencher uma cavidade de reabsorção normal, o que caracteriza a osteoporose senil mas que pode ser agravado dependendo da presença e severidade de fatores sistêmicos e locais.

Nas mulheres após a menopausa, além dos índices de reabsorção e remodelação estarem diminuídos, há um grande desequilíbrio entre esses dois processos. Os osteoblastos, apesar de ativos, não são capazes de reconstruir completamente as cavidades ósseas reabsorvidas pelos osteoclastos e a partir daí inicia-se uma perda excessiva de massa óssea. Muitas mulheres osteopênicas ou osteoporóticas com idade superior a 60 anos são susceptíveis a ter perda de osso cortical do quadril e da mandíbula, sendo que a taxa de perda de massa óssea do quadril acelera exponencialmente com a idade e segue um curso de tempo que é muito semelhante à observada para o osso mandibular (Ensrud *et al.*, 1995).

2.2 Densidade mineral óssea (DMO) ou massa óssea esquelética

A compreensão da massa óssea e as mudanças que ocorrem nos processos de aquisição e perda que ocorrem ao longo da vida são muito importantes para a descoberta de fatores determinantes da fragilidade óssea em grupos de indivíduos de várias idades. O processo de formação e crescimento ósseo inicia-se na fase intra-uterina, continuando na adolescência até o adulto jovem. Desse modo, os ossos humanos crescem até aos 20 anos e a partir dessa

idade o tamanho permanece estável, mas aumenta em densidade. A DMO aumenta gradualmente na infância e de forma acelerada na adolescência, quando mais de 90% da massa óssea adulta é adquirida (Gilsanz *et al.*, 1988; Bachrach, 2007). Por alguns anos após cessar o crescimento, a massa óssea continua a aumentar até atingir um pico, o pico de massa óssea (PMO) este, que pode então ser definido como a quantidade máxima de massa óssea que um indivíduo acumula desde o nascimento até a maturidade do esqueleto.

Essa massa esquelética adquirida se mantém por alguns anos, dependendo da região óssea e entra em declínio após ser atingido a DMO máxima (Ott *et al.*, 1990). Após este período, ocorre o processo que caracteriza-se pela perda inexorável de DMO, associada ao envelhecimento natural do indivíduo (NIH Consensus Statement, 2000) . Embora a perda óssea pareça ser uma conseqüência normal do envelhecimento, nem todos os indivíduos idosos desenvolvem fraturas devido à osteoporose. Muitos fatores determinam quem desenvolverá fraturas, mas o fator predisponente principal está ligado à densidade mineral óssea. Por isso a aquisição de massa óssea na infância e adolescência torna-se um determinante fundamental na prevenção de osteoporose e fraturas em adultos (Leonard & Zemel, 2004).

A idade onde o maior ganho de massa óssea (PMO) é atingido é muito discutida na literatura. Pode variar entre 17-18 anos, mas muitos autores consideram ainda que ganhos de massa óssea podem ocorrer até 30 anos ou até aproximadamente os 35 anos de idade (Matkovic *et al.*, 1994). Porém, sabe-se que 90% deste ganho de massa óssea é adquirido até os 18 anos em meninas e na idade de 20 anos nos meninos, processo este, caracterizado por mudanças estruturais do osso (Heaney *et al.*, 2000; Bachrach, 2008; NOF, 2011). A partir do PMO, inicia-se um lento balanço negativo que vai provocar, ao final de cada ativação das unidades de remodelamento, discreta perda de massa óssea, que tende a aumentar progressivamente com o envelhecimento do indivíduo. Alguns estudos consideram que o pico se mantém por um breve período de tempo antes do início da perda óssea relacionada à idade, enquanto outros relatam que ele

pode permanecer em um platô por vários anos. A idade na qual se inicia a perda de massa óssea é incerta, mas baseando-se em estudos transversais, admite-se que seja ao redor da quarta década de vida tanto nos homens quanto nas mulheres (Matkovic *et al.*, 1994). Com o passar da idade, a velocidade de absorção aumenta e a velocidade de formação das células ósseas diminui acompanhado da perda de DMO. Como resultado, tem-se que o esqueleto vai ficando progressivamente mais poroso, perde resistência aos esforços e começam a surgir fraturas especialmente no pulso, na coluna e nos quadris, às vezes causadas por esforços mínimos ou pequenos impactos como em atividades de rotina como por exemplo, subir uma escada.

Desse modo o PMO é, juntamente com a perda óssea associada à idade, um dos dois principais fatores determinantes da massa óssea em idades mais avançadas e, portanto, da qualidade óssea, entenda-se, da resistência ou susceptibilidade às fraturas. Quanto maior o PMO, maior será a reserva óssea com o avanço da idade. Admite-se que o valor do PMO possa ser influenciado pelo gênero, programa genético, carga mecânica e ambiente hormonal e nutricional da criança e adolescente, dieta, atividade física e peso corporal (Pocock *et al.*, 1987; Richelson *et al.*, 1994). Cerca de 60% a 80% da variação do pico de massa óssea e do desenvolvimento esquelético são então atribuídas aos fatores genéticos enquanto que o restante se deve aos fatores externos. Sendo assim, a otimização do PMO e força em idade precoce e a sua estabilização em adultos jovens parece ter influência na qualidade óssea e com isso um significado importante na prevenção da osteoporose e fraturas em indivíduos idosos (Bacharach, 2007b). Em estudo a respeito da influência do PMO sobre a variação da massa óssea em função da idade, ou seja, nas diferentes fases da vida, Lewin *et al.*, (1997) encontraram que o PMO mostrou-se importante na aquisição e diminuição da massa óssea, além de influenciar a relação DMO-idade para uma população de mulheres brancas brasileiras. A literatura relata que diferenças na aquisição de DMO também podem existir. Estudos mostram que a raça negra apresenta DMO maior do que a raça branca e esta, maior do que a raça amarela

(Conh *et al.*, 1977; Bell *et al.*, 1991; Heaney *et al.*, 1995). Também Van der Luis & Muinck Keizer-Schrama (2001) afirmaram que a osteoporose passou a constituir, progressivamente, tema de interesse pediátrico, já que foi reconhecido que DMO de indivíduos adultos e idosos depende do pico de massa óssea adquirido até o final da segunda década de vida.

Com todas essas evidências a respeito da DMO e as demonstrações de que algumas determinantes variáveis podem interferir na massa óssea esquelética, a atenção dos pesquisadores do mundo todo está voltada para o esclarecimento dos valores DMO bem como a comparação dos valores entre de indivíduos de um mesmo centro ou país e entre indivíduos de populações diferentes. A avaliação da DMO e quantificação da massa óssea por sua vez pode ser realizada por meio de diferentes métodos e que diferem entre si pela especificidade, custo, disponibilidade e nos casos onde há exposição aos raios-X, diferentes métodos podem diferir pela dose de radiação.

2.3 Quantificação da DMO e medidas de diagnóstico

Com o advento de novas tecnologias de quantificação da massa óssea tornou-se possível o conhecimento da qualidade óssea do indivíduo, e no caso do diagnóstico da osteoporose, a quantificação da massa óssea constitui ferramenta fundamental que permite a identificação de pacientes com maior risco para desenvolver fraturas, bem como o monitoramento de sua massa óssea. Existem diversos meios de quantificação da DMO e avaliação da susceptibilidade à fratura e portanto à osteoporose. Os métodos diferem entre si em relação ao custo, à disponibilidade e à dose de radiação à qual o paciente é submetido.

Dentre os diversos métodos não invasivos para o diagnóstico da osteoporose a densitometria óssea por dupla absorção de raios-X, ou absorciometria dual que tem como sigla- DXA, é um método quantitativo de avaliação da massa óssea extremamente útil e atualmente é considerado “padrão-ouro” (Guarniero, 2008; Despaigne, 2007) para avaliar o risco de fratura

osteoporótica devido à sua especificidade e sensibilidade, pois fornece medidas exatas da DMO (Consensus Development Conference, 1991). Sendo assim, é o método mais confiável para determinar DMO (Taguchi *et al.*, 2007) e por isso é utilizado largamente no mundo todo inclusive no Brasil. Porém, a carência de centros com equipamentos e equipe especializada, e o custo relativamente alto do exame dificultam a avaliação anual de todas as mulheres no período pós-menopausa, e desse modo são fatores que não permitem a sua utilização em larga escala como método de rastreamento da população com alto risco para desenvolver a doença. Desse modo, torna-se necessária a procura por novos métodos alternativos de diagnóstico de redução da DMO e osteoporose. A técnica baseia-se na atenuação, pelo corpo do paciente, de um feixe de radiação gerado por uma fonte de raios X com dois níveis de energia. Este feixe atravessa o indivíduo no sentido pósterio-anterior e é captado por um detector. O programa calcula a densidade de cada amostra a partir da radiação que alcança o detector em cada pico de energia. A densitometria óssea detecta perdas de massa óssea inferiores a 5%, enquanto os raios-X detectam perdas a partir de 30 a 50%. O tecido mole atenua a energia de forma diferente do tecido ósseo, permitindo a construção de uma imagem da área de interesse. O exame fornece o valor absoluto da densidade mineral óssea da área estudada em g/cm².

O laudo fornece o número de desvios padrão do resultado obtido em relação à média de adultos jovens, população que representa o pico de massa óssea. Este desvio padrão, ou T-score, é usado para definir o diagnóstico de osteoporose segundo os critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS):

- 1) Normal: valores até -1 desvios padrão (dp) da média.
- 2) Osteopenia: valores entre -1,1 e -2,4 dp.
- 3) Osteoporose: valores abaixo de -2,5 dp.
- 4) Osteoporose estabelecida: valores abaixo de -2,5 dp na presença de uma ou mais fraturas por fragilidade óssea. (OMS, 1994; WHO, 1994; Brandão, 2007).

O diagnóstico da osteoporose deve-se primeiramente ao reconhecimento de reduzida DMO, já que o rompimento da microarquitetura do osso, que caracteriza doença, não pode ser detectado clinicamente (Notelovitz *et al.*, 1993). Desse modo é importante ressaltar que a redução da massa óssea devido à deficiência na sintetização de osteóide leva a um estado conhecido como *osteopenia*, enquanto que na osteoporose propriamente dita temos uma desordem esquelética, onde ocorre destruição desta microarquitetura do tecido ósseo levando à diminuição da massa óssea, o que por sua vez causa fragilidade dos ossos e aumento do risco de fraturas.

As populações de referência para a obtenção dos valores normais da DMO se baseiam em estudos de pacientes saudáveis, que não apresentam nenhum tipo de doença osteometabólica ou fraturas sintomáticas ou assintomáticas e que não estejam sob administração de fármacos que tenham efeito na fisiopatologia do tecido ósseo, enquanto que ajustes são realizados para a idade, nacionalidade, etnia e peso (Concensus Development Conference, 1991). Ainda em relação aos valores de referência utilizados pelo DXA e descritos anteriormente, no caso do Brasil esses valores ainda não são padronizados e isso pode ser um fator causador de viés tanto para as pesquisas como para os diagnósticos. Isto porque o nosso país é caracterizado pela miscigenação racial, com uma miscigenação de raças e etnias e estudos atuais apontam que há diferenças entre os valores de referência para o DXA de acordo com a etnia e a nacionalidade do indivíduo. Para as mulheres francesas por exemplo, o valor de referência é mais baixo do valor aplicado para as mulheres americanas e ainda os valores para a população negra são 6% maiores do que os da população caucasiana.

Os sítios mais comumente avaliados por este exame para detectar osteopenia e osteoporose e monitorar a eficácia do tratamento são: coluna, cabeça do fêmur e extremidade de ossos longos, como o antebraço (Çakur *et al.*, 2008). Isso porque a perda óssea ocorre mais rapidamente nestes locais, devido à predominância de osso do tipo trabecular nessas regiões, o que aumenta ainda mais o risco de fraturas (Melton *et al.*, 1988). Há algumas indicações para este

exame e incluem: mulheres com deficiência de estrogênios e com fatores de risco para a osteoporose, indivíduos com terapêutica prolongada com glicocorticóides, anormalidades na coluna vertebral, hiperparatireoidismo primário e para o controle no tratamento da osteoporose (Guarniero, 2008). A avaliação da DMO através deste exame não é recomendada anualmente em mulheres pós-menopausa, a menos que fatores adicionais de risco estiverem presentes, como: baixo peso ou 65 anos de idade ou mais (Geraets *et al.*, 2007).

Outros tipos de métodos para avaliação da DMO incluem a ultrassonografia, a densitometria de sítios periféricos, a radiografia tradicional do esqueleto, a tomografia computadorizada e o Osteogram®. O ultrassom e a densitometria de sítios periféricos como o calcâneo, falanges e tíbia podem ser utilizados para avaliação do risco de fratura, mas não devem ser aplicados para o diagnóstico da doença. Os critérios da OMS usados para os sítios ósseos centrais, coluna e fêmur, se aplicados a sítios periféricos, revelam valores discrepantes quanto à prevalência de osteoporose. E ainda não há evidências que as avaliações periféricas apresentem sensibilidade para a monitoração terapêutica. Já os raios-X da radiografia tradicional apresentam pouca sensibilidade para o diagnóstico de osteoporose, revelando a perda quando já é maior do que 30-50%. No entanto, é o método de escolha para a verificação de fraturas, por ser simples e acessível. Por isso, tanto no diagnóstico quanto no acompanhamento terapêutico, a avaliação radiológica deve sempre acompanhar o exame de densitometria óssea (Brandão, 2007).

A tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) não são indicadas para o rastreamento diagnóstico de osteoporose, pois são métodos de acesso limitado, têm custo elevado e a TC submete o paciente a níveis elevados de radiação. No entanto, são úteis na caracterização de fraturas, na avaliação de comprometimento neurológico e no diagnóstico diferencial de fraturas compressivas (Brandão, 2007). O OsteoGram® é outro sistema de medição da densidade óssea mineral que utiliza Absorciometria Radiográfica (AR) e técnicas avançadas de processamento de imagem para medir automaticamente a DMO

dos ossos das falanges do meio do 2º, 3º e 4º dedos. A AR é uma técnica que usa uma cunha linear para computar a DMO em função da imagem digitalizada de um filme de raios-X. A entrada do sistema é um filme de raios-X da mão obtido em um equipamento de raios-X padrão. Desse modo, ele transforma a unidade de raios-X em um densitômetro para avaliação da osteoporose na própria clínica médica. Tem-se a obtenção da massa mineral óssea e do volume do osso a partir da radiografia do dedo digitalizada. E estudos comprovam sua possui alta correlação com o DXA.

Como as características de osteoporose podem geralmente ser observadas em radiografias panorâmicas de pacientes afetados por esta doença, já que o osso cortical mandibular aparece poroso e afinado e a estrutura do osso trabecular aparece mais espessa, métodos como a análise fractal e técnicas de análise de diferentes texturas (medindo espaço trabecular, espessura, configuração-padrão e conectividade) têm sido usadas com sucesso para detectar baixa massa óssea mandibular (Devlin *et al.*, 2008). Desse modo, índices morfométricos mandibulares, medidos por meio da radiografia panorâmica, como o número de dentes perdidos, reabsorção do osso alveolar, espessura da lâmina dura, espessura da cortical mandibular e morfologia do córtex inferior mandibular podem ser úteis para determinar a DMO.

2.4 Qualidade óssea mandibular (QOM)

Correlação entre os índices morfométricos na radiografia panorâmica e a DMO

Os estudos mais frequentes que procuram verificar as medidas de DMO e qualidade óssea e relacionar a osteoporose com medidas de massa óssea dos maxilares, são estudos radiomorfométricos, que avaliam a morfologia mandibular no que diz respeito à espessura ou largura e integridade da cortical mandibular em relação às medidas de densidade mineral óssea de outras partes do esqueleto, como o fêmur, as vértebras e ossos metacarpais. A anatomia mandibular permite

a identificação de diversos sítios que podem servir como indicadores de possíveis alterações qualitativas e quantitativas do tecido ósseo. Os sítios avaliados nas radiografias panorâmicas são descritos como índices radiomorfométricos. Inicialmente morfometria consiste na avaliação da morfologia óssea e portanto, radiomorfometria nada mais é do que a aplicação de índices para avaliação da morfologia óssea em radiografias. Os índices radiomorfométricos são predominantemente fundamentados em medidas de osso cortical, por ser este mais facilmente visualizado em radiografias do que o osso trabecular (Garn *et al.*, 1971). Índices como o vertebral e o metacárpico também foram desenvolvidos para estimar espessuras ósseas (Benson *et al.*, 1991) e diversos estudos se utilizam de índices morfométricos para avaliação da qualidade óssea mandibular em grupos de indivíduos de diferentes idades.

As radiografias panorâmicas assim como as periapicais são amplamente utilizadas na clínica odontológica pela facilidade de acesso e baixo custo. Como a radiografia panorâmica sofreu nas últimas décadas excelente desenvolvimento técnico, tornou-se mais acurada e definida, o que permitiu seu uso cada vez mais amplo na odontologia. A cabeça, assim como a coluna e quadril fazem parte do esqueleto axial, sendo que o osso trabecular e cortical assemelham-se. O trabeculado ósseo identificado nas imagens panorâmicas assemelha-se portanto, ao de outras partes do corpo e por isso essas radiografias podem fornecer informações importantes a respeito das condições de saúde óssea do paciente. Frente a isto, tem sido relatado que o estudo do trabeculado ósseo e da cortical mandibular podem evidenciar sinais precoces de redução da densidade mineral óssea e portanto, da qualidade óssea (Devlin, 2008; Vlasiadis *et al.*, 2008). Estudos comprovam a eficiência da utilização dos indicadores anatômicos mandibulares na radiografia panorâmica para avaliação de reabsorção óssea e qualidade óssea em grupos de pacientes de diferentes idades, a fim de determinar a existência de osteoporose, ou má qualidade óssea (Ardakani & Niafar, 2004) Como tem sido relatado que osteoporose afeta o sistema estomatognático com a mesma taxa que atinge o restante do corpo e tem sido encontrada relação com a

perda óssea periodontal e perda dental (Vlasiadis *et al.*, 2008), as medidas da espessura da cortical detectadas na radiografia panorâmica podem ser úteis na identificação precoce de indivíduos com baixa DMO e, portanto, mais susceptíveis às fraturas decorrentes da doença (Ledgerton *et al.*, 1999; Devlin *et al.*, 2002; White, 2002; Watanabe, 2003).

No estudo de Wical & Swoope (1974) os autores desenvolveram a teoria da relação entre a reabsorção do rebordo residual mandibular à altura abaixo da borda inferior do forame mental. Para os autores, apesar da existência de reabsorção do osso alveolar acima do forame, a distância do forame à borda inferior da mandíbula permanece relativamente constante ao longo da vida. A distância abaixo do forame da mandíbula em um rebordo não reabsorvido é de aproximadamente um terço da altura total da mandíbula na região. Assim, o Índice Panorâmico Mandibular (PMI) fornece uma medida da espessura mandibular cortical para o tamanho normal e que poderia ser usado para avaliação de perda óssea local na prática odontológica. Neste índice, são feitas várias medições e os valores são divididos por si, de forma que estes podem mostrar algumas diferenças intra e interobservador, portanto, os autores salientam que a repetibilidade, reprodutibilidade e precisão devem ser avaliadas.

Bras *et al.*, (1982a, 1982b) objetivaram desenvolver um parâmetro útil para o diagnóstico de doenças metabólicas em mulheres na menopausa e investigaram as mudanças na espessura cortical na região do ângulo goníaco (ECG), utilizando radiografias panorâmicas em pessoas normais em diferentes idades e pacientes com insuficiência renal crônica. Compararam os resultados entre homens e mulheres, encontrando que após os 15 anos de idade a ECG do grupo sadio foi relativamente constante exceto para mulheres pós-menopáusicas de 60 anos e mais velhas, enquanto os pacientes com falha renal crônica mostraram perda óssea cortical na região goníaca. Houve uma significativa diminuição da cortical inferior, na região do ângulo mandibular para elas. Concluem portanto, que alterações na cortical angular podem refletir um estado pobre de saúde óssea esquelética para as mulheres na pós-menopausa estudadas.

Kribbs *et al.*, (1989) avaliaram 85 mulheres na pós-menopausa osteoporóticas para verificar a relação entre a massa óssea mandibular e a massa óssea esquelética e encontraram presença de relação entre todas as medidas avaliadas. Desse modo, concluíram que a massa óssea mandibular correlaciona-se com a massa óssea esquelética. Ainda Kribbs *et al.*, (1990) analisaram a espessura da cortical inferior mandibular na região do gônio em mulheres normais e com osteoporose, encontrando que essas últimas possuíam uma cortical mais fina. Segundo os autores, quando comparados a indivíduos sem evidência radiográfica de fratura vertebral por compressão ou qualquer doença metabólica, os pacientes com osteoporose sistêmica tinham menos massa no osso mandibular, menor densidade óssea e cortical mais fina na região goníaca. Ressaltam que a diminuição da espessura da cortical goníaca para valores abaixo de 1,00mm já permite a interpretação como uma evidência radiográfica de perda óssea metabólica. Para os autores, em indivíduos normais a DMO da mandíbula apresenta-se com maiores valores quando comparada a indivíduos osteopênicos ou osteoporóticos.

Benson, Prihoda e Glass (1991) realizaram um estudo com a finalidade de desenvolver um novo índice morfométrico para ser medido em radiografias panorâmicas ao qual deram o nome de Índice Panorâmico Mandibular (IPM). Para isso utilizaram radiografias panorâmicas de 353 indivíduos, todos saudáveis, adultos e de ambos os gêneros, com idades variadas e de diferentes raças. Nas radiografias panorâmicas o primeiro passo foi a identificação do forame mental (FM) e sua altura, esta que corresponde à menor distância da margem inferior do FM até a borda inferior da mandíbula (AF) e também a altura da margem superior do FM até a borda inferior da mandíbula. Logo após obteve-se a espessura do córtex abaixo do FM (ECM). Para a obtenção do IPM o cálculo foi a divisão da EC pela AF. Desse modo pôde-se obter o IPM inferior e IPM superior. Os autores realizaram as medidas em todas as radiografias, bilateralmente. Os resultados mostraram que os indivíduos brancos apresentaram valores similares do IPM, sendo estes mais baixos quando comparados aos indivíduos da raça negra.

Encontraram também que a idade foi um fator que causou diminuição da média do IPM na população de mulheres brancas avaliadas. Ressaltam que o IPM poderá ser utilizado como um possível indicador de alterações na massa óssea quando os seus valores afastarem-se gradativamente do IPM médio da população em geral.

Devlin & Horner (1991) avaliando a possibilidade de utilizar tomografias dentais panorâmicas na estimativa da densidade óssea mineral, salientam que o estudo clínico pode ser justificado para avaliar a precisão da técnica quando pretendemos obter dados de pacientes individuais. Klemetti *et al.*, (1993c) utilizaram os valores do IPM numa amostra de 355 mulheres na pós-menopausa com idades entre 48 e 56 anos e encontraram correlação não muito significativa entre os valores da DMO da área de osso esponjoso e cortical na área da mandíbula edêntula. Já em 1994, Klemetti, Kolmakov e Kroger estudando as características do osso mandibular, estabeleceram um índice qualitativo denominado *índice mandibular cortical* que avalia o grau de reabsorção da cortical inferior da base da mandíbula podendo ser observado dos dois lados. A nova proposta consistiu na avaliação da morfologia da cortical inferior mandibular e desse modo os indivíduos poderiam ser classificados em três grupos distintos: C1 – onde a margem da cortical está clara e nítida em ambos os lados; C2 – a superfície endosteal apresenta defeitos semilunares (reabsorções lacunares) ou a superfície apresenta resíduos de cortical e C3 – a camada cortical está extremamente porosa. De acordo com os autores na presente apresentação, a espessura da cortical inferior da mandíbula mostrou-se reduzida em indivíduos com osteoporose e concluem assim que indivíduos com a doença são mais propensos a apresentar erosões na borda inferior da mandíbula.

Krall *et al.*, (1994) objetivaram investigar a associação entre a densidade óssea do esqueleto e o estado dental de um grupo de 329 mulheres na pós-menopausa. Os resultados do teste de regressão linear revelaram correlações significativas para as associações entre o estado dentário e a densidade mineral óssea, suportando desse modo a hipótese de que a perda óssea sistêmica pode realmente interferir e contribuir para maior ou menor grau de perda dental.

Taguchi *et al.*, (1995) desenvolveram outro método para avaliar a cortical mandibular para o qual deram o nome de “índice mandibular cortical” ou “índice mental” correspondendo à espessura da cortical inferior mandibular na região logo abaixo do forame mental, de ambos os lados da imagem. Utilizaram o método em estudo sobre a relação da massa óssea mandibular com a perda dental, avaliando uma população de 269 pacientes saudáveis de ambos os sexos, sem história de doença osteometabólica ou lesões na mandíbula. Verificaram a relação dessa espessura da cortical com a idade e, o sexo e o número de dentes presentes. Os resultados mostraram que para o sexo feminino, aos 70 anos de idade, a presença de um número maior do que 15 dentes foi acompanhado de aumento da largura da cortical. No sexo masculino essa relação não foi muito significativa. Desse modo, concluem que houve presença de correlação positiva entre a perda dental e a diminuição da massa óssea mandibular.

Em 1996 Taguchi *et al.*, em estudo sobre a morfologia e espessura do córtex inferior mandibular obtidas na radiografia panorâmica no diagnóstico de osteoporose pós-menopausa, encontraram que a espessura da cortical mandibular abaixo do forame mental também apresenta correlação com a densidade mineral óssea da coluna lombar e do fêmur proximal. Os autores consideraram este índice radiomorfológico pode ser aferido por um paquímetro de alta precisão ou por meio de programa de computador. Encontraram que a espessura da cortical inferior da mandíbula é reduzida em indivíduos com osteoporose e indivíduos com a doença são mais propensos a apresentar erosões na borda inferior da mandíbula. Portanto sugerem que a radiografia panorâmica pode ser utilizada com segurança no diagnóstico de osteoporose.

Mohammad *et al.*, (1996) em seu estudo retrospectivo avaliaram a densidade de sítios mandibulares identificados em radiografias panorâmicas e a densidade óssea da coluna, encontrando forte associação entre eles. E ressalta que mais estudos são necessários para esclarecer a utilidade do uso da radiografia panorâmica em prever de pacientes com risco aumentado para a osteoporose.

Xie *et al.*, (1997) estudaram a reabsorção das paredes do canal mandibular numa população desdentada. Os autores encontraram que a média da espessura cortical no osso basal da mandíbula foi maior em homens do que nas mulheres e mostrou uma diminuição relativa à idade após os 50 anos. Similares relações foram achadas no córtex inferior mandibular, na região do ângulo goníaco. Comparados com indivíduos normais (sem evidência radiográfica de fratura por compressão vertebral ou de doença óssea metabólica), pacientes com osteoporose sistêmica tinham menos massa óssea mandibular, baixa densidade óssea, e uma cortical mais fina na região do gônio.

Klemetti e Kolmakov (1997) avaliaram a qualidade da cortical mandibular em radiografias panorâmicas e encontraram correlação positiva entre a presença de bolhas, indicando má qualidade óssea com a presença de baixa DMO, confirmada pelo DXA. Os autores confirmam dessa maneira, a utilidade da radiografia panorâmica utilizada pelos Cirurgiões-dentistas na avaliação da qualidade do osso cortical.

O objetivo de Klemetti, Kroger e Lassila (1997) foi avaliar se há alguma relação entre o tamanho do indivíduo e a altura do remanescente do rebordo após um longo período de edentulismo. A dúvida advém do fato de que a reabsorção severa do rebordo residual pode ocorrer em indivíduos com alta ou baixa massa óssea e ainda ao fato de os indivíduos grandes, com estatura esquelética maior e os obesos apresentarem baixa propensão à osteoporose quando comparados às pessoas de estatura menor e com massa magra. De posse dos resultados, os autores concluem que o tamanho do indivíduo pode realmente interferir na altura do rebordo, já que os indivíduos maiores e mais pesados possuem mandíbula mais volumosa e mais espessa e desse modo, têm mais estrutura óssea para perder.

Hildebolt *et al.*, (1997) propôs uma revisão da literatura na qual pôde estudar a associação da osteoporose e a perda óssea nos maxilares. De acordo com o estudo, a 1ª citação referente ao assunto foi feita em 1960 por Goen *et al.*, (1960) e encontraram evidências de que o aumento da porosidade da cortical

mandibular estava ligada ao aumento proporcional da idade do indivíduo, principalmente a partir dos 50 anos de idade e concomitantemente, podia observar-se uma diminuição pronunciada da DMO do esqueleto, principalmente no gênero feminino. Encontraram variações individuais na perda óssea do osso cortical e trabecular da mandíbula. Outro ponto importante abordado nos estudos avaliados foi a diminuição do conteúdo mineral ósseo das mulheres quando comparado aos homens, sendo assim sugerido que, talvez a presença de fatores locais pudessem interferir e associar-se com os fatores sistêmicos responsáveis pela osteoporose, levando à este resultado. A grande questão abordada na maioria dos estudos por eles revisados ressaltavam às evidências de associação entre a perda óssea maxilar e a osteoporose, e por isso levaram os autores a defender a idéia, porém, os mesmos afirmam a necessidade de demais estudos esclarecedores que nos permitam usufruir com mais segurança deste método de avaliação na prática clínica.

Horner & Devlin (1998) com a finalidade de verificar se medidas lineares em radiografias panorâmicas podem ser capazes de predizer a DMO realizaram um estudo comparando a espessura da cortical mandibular (ECM) e o índice panorâmico mandibular (IPM) com as medidas de DMO por dupla absorção de raios-X da mandíbula. De acordo com os resultados, concluíram que as medidas lineares (ECM e IPM) podem ser utilizadas para diagnóstico da DMO mas salientam que maior atenção deve ser dada, como por-exemplo um aumento do número de pacientes da amostra.

Ledgerton *et al.*, (1999) avaliaram os índices radiomorfométricos em radiografias panorâmicas de 500 mulheres britânicas com a finalidade de investigar a sua relação com o status dental, idade e classe social. Os resultados mostraram que a idade foi um fator associado às variações nas medidas dos nos índices, evidenciando a capacidade do índice na identificação da osteopenia esquelética. Salientam que alguns problemas identificados no estudo piloto como a precisão e reprodução de algumas medidas, principalmente na região de ângulo goníaco seria um fator agravante para a utilização do método na prática clínica.

Taguchi *et al.*, (1999) se propuseram a estudar uma população de mulheres japonesas para avaliar a relação entre sua massa óssea mandibular com a massa óssea vertebral e a perda dental. Encontraram que a perda dos dentes posteriores esteve relacionada com a diminuição da altura da crista óssea e diminuição da DMO e ainda que a crista óssea diminuída pode refletir diminuição da DMO da coluna vertebral da região lombar. No mesmo ano Jowitt *et al.*, avaliaram a reprodutibilidade do índice mandibular cortical realizado por dois avaliadores com certo grau de treinamento. Reportaram considerável concordância entre os avaliadores. Concluem portanto, que um tempo maior de treinamento e experiência faz-se necessário para a utilização do índice na prática diagnóstica.

Francischone & Tavano (1999) em estudo sobre a avaliação da perda óssea maxilar através de análise da radiografia panorâmica comparando com exames de densitometria lombar e femural, descrevem que os indícios da osteoporose nos maxilares podem ser realmente importantes métodos de avaliação da presença dessa doença sistêmica e ressaltam que isso pode interferir na conduta do profissional frente ao tratamento odontológico, principalmente no que diz respeito às cirurgias de osseointegração, como colocação de implantes por-exemplo. Os autores compreendem que o conhecimento do estado ósseo é fundamental para nortear a conduta do cirurgião-dentista acompanhada do esclarecimento ao paciente da importância da identificação precoce da osteoporose. Ainda Francischone & Tavano (2000) avaliaram as radiografias panorâmicas de 29 pacientes com suspeita de osteoporose obtendo os valores da espessura da cortical mandibular na região do forame mental, no ângulo goníaco, valores do índice panorâmico mandibular e porcentagem de osso reabsorvido e compararam com os dados do DXA para as regiões lombar e femural. Os resultados não foram muito satisfatórios para os índices morfométricos, pois mostraram-se fracamente correlacionados com os dados da densitometria óssea. Para os autores isso poderia ser explicado devido interferência de algumas variáveis na qualidade óssea geral e mandibular como

por-exemplo a ausência de dados relativos à dieta nutricional, gênero, idade, questão hormonal e função mastigatória, entre outros.

Bollen *et al.*, (2000) estudaram as características da aparência radiográfica da morfologia da cortical mandibular em uma população de pacientes idosos que tinham história de fratura osteoporótica e encontraram que a espessura da cortical inferior da mandíbula apresenta-se reduzida em indivíduos com história de fratura osteoporótica e na presença da doença a cortical inferior está mais propensa à apresentar-se afilada e com erosões.

Devlin *et al.*, (2001) com o intuito de verificar a variabilidade de dentistas clínicos gerais na obtenção dos índices radiomorfométricos nas radiografias panorâmicas de acordo com instruções básicas e também se essa variabilidade seria influenciada pelo grau de instrução individual, encontraram que a variabilidade entre os clínico-gerais foi alta ao mesmo tempo em que não foi influenciada ou melhorada pela instrução individual. Desse modo, houve dúvida quanto à utilização dos índices devido ao baixo grau de precisão. Já Devlin & Horner (2002) realizaram uma avaliação dos índices radiomorfométricos utilizando a radiografia panorâmica em estudo de redução da densidade óssea mineral. Encontraram que valores de 3,00mm ou abaixo para a espessura da cortical inferior mandibular seriam interpretados como os valores mais apropriados para identificar pacientes com possibilidade de osteopenia/osteoporose e portanto para referenciá-los ao exame de densitometria óssea. Os autores destacam que houve limitado suporte da radiografia panorâmica na identificação de indivíduos com baixa massa óssea, mas mesmo questionado, esse método não deve ser utilizado isoladamente, mas como parte de um conjunto de métodos para avaliar o risco para a doença.

Horner *et al.*, (2002) avaliaram 135 mulheres no período peri-menopausa, todas saudáveis e com idades entre 45 a 55 anos que apresentavam indicação para tratamento odontológico. Verificaram a utilidade de índices clínicos, como a massa corpórea (peso, definido como IMC) e radiográficos no diagnóstico de pacientes com redução da massa óssea esquelética e encontraram que o

afilamento da cortical mandibular para valores abaixo de 3,00mm está relacionado à diminuição da massa óssea e que a diminuição do peso foi um fator agravante para o risco de osteoporose.

Zlatic et al., (2002) estudaram uma população de idosos com a finalidade de verificar se há correlação entre alguns índices radiomorfométricos obtidos por meio de radiografias panorâmicas e a densidade óssea mineral mandibular com diferentes categorias da massa óssea corporal. Os resultados demonstraram que o aumento do peso corporal foi acompanhado do aumento dos índices avaliados. Quanto maior a massa corpórea, maiores os valores dos índices radiomorfométricos e da densidade óssea mineral mandibular. Ainda Zlatic (2002b) estudaram em idosos usuários de próteses, de acordo com a raça e a idade, os índices radiomorfométricos identificados por: espessura da cortical mandibular abaixo do forame mental, espessura da cortical na região do antegônio, espessura da cortical na região de gônio, índice panorâmico mandibular e o índice cortical mandibular. Encontraram que, com exceção do índice cortical mandibular, todos os outros índices apresentaram-se com tendência à diminuição em indivíduos com idade até 75 anos e em ambos os sexos. Em 2003 Zlatic et al., realizaram uma avaliação clínica óssea densitométrica em mandíbulas de usuários de próteses utilizando a morfologia da cortical mandibular como parâmetro, puderam concluir que a partir da 3ª década de vida tem-se uma diminuição da densidade e aumento da porosidade do osso. O que reforça a idéia de que as mudanças na morfologia da cortical mandibular são acompanhadas pela idade.

Drodzowska et al., (2002) realizaram um estudo com 30 mulheres saudáveis na pós-menopausa e com idades entre 48 e 71 anos com a finalidade de verificar a eficácia de quatro índices radiomorfométricos: índice da cortical mandibular, estatura da cortical mandibular, índice panorâmico mandibular e relação mandibular, identificados na radiografia panorâmica para o diagnóstico de baixa DMO esquelética. Compararam os índices com os respectivos laudos do DXA do quadril e coluna e também com os laudos do ultra-som do calcâneo e das

falanges da mão. Os resultados não foram muito satisfatórios e demonstraram de baixa a moderada eficácia dos índices radiomorfológicos na identificação de pacientes com osteopenia ou osteoporose. Os autores ainda ressaltam que baseado no aumento progressivo da perda de massa óssea com a idade, sugerem que a partir dos 35 anos de idade tem-se o início dessa perda e seguido de perda contínua, podendo variar, com taxas diferentes ao longo da vida.

Nakamoto *et al.*, (2003) realizaram um estudo para verificar a capacidade de dentistas clínicos sem treinamento específico em avaliar radiografias panorâmicas no diagnóstico de baixa DMO. O método elaborado para a avaliação da radiografia consistiu na avaliação da aparência do cortical mandibular de 100 mulheres na pós-menopausa e os resultados foram comparados com os seus respectivos laudos de DMO obtidos pelo DXA da coluna e do colo do fêmur. A alta correlação intra e inter-avaliadores bem como a alta especificidade e sensibilidade encontradas levaram os autores a defenderem a utilização das radiografias panorâmicas na clínica odontológica para identificação de baixa DMO ainda não detectada em mulheres na pós-menopausa.

Watanabe (2003) também encontrou significativa correlação da espessura da cortical mandibular (ECM) com a densidade óssea de outro sítio, o antebraço, que é um sítio tipicamente constituído por osso cortical, chegando à conclusão de que quanto mais fino a ECM menor a massa óssea do antebraço. O autor avaliou a inter-relação de três aspectos discriminativos da qualidade óssea em radiografias panorâmicas, correlacionando-os com medidas de DMO pelo DXA. Foi observada significativa correlação (em nível de 1%) entre os fatores: dimensão fractal (DF), porcentagem de pixels pretos (ET) e conectividade (tamanho médio das partículas/diferentes tamanhos das partículas), além da correlação significativa (em nível de 5%) para a classificação morfológica do córtex (CC) e ECM entre si e para DF e ET. Também foi observada significativa correlação entre a relação DMO e ECM e CC. Evidencia desse modo que o estudo do trabeculado ósseo e da cortical mandibular podem sugerir sinais precoces da osteoporose, principalmente ao Cirurgião-dentista que faz uso das radiografias panorâmicas rotineiramente,

concluindo que é possível referenciar pacientes para restrito exame com a finalidade de pesquisar baixa massa óssea mineral, pelas análises da ECM e do padrão morfológico trabecular.

Lee *et al.*, (2005) procuraram determinar a utilidade de recursos clínicos, combinados com identificação visual de medidas de densidade e análise morfológica de imagens periapicais na identificação de indivíduos com baixa DMO lombar ou femural e concluíram que a análise morfológica de radiografias periapicais combinadas com variações clínicas (espessura, largura e idade) podem auxiliar na identificação de indivíduos com baixa DMO femural e lombar. No entanto, os autores ressaltam que a aplicação do exame de densitometria para todos os indivíduos do grupo de risco, como as mulheres pós-menopáusicas, apesar de indicado não tem prática adequada, devido ainda à escassez de equipamentos específicos e profissionais especializados.

White *et al.*, (2005) com o objetivo de verificar a concordância dos aspectos clínicos e radiográficos por meio da radiografia panorâmica na identificação de mulheres japonesas na pós-menopausa com baixa massa óssea, encontraram que das 227 pacientes avaliadas, 157 foram classificadas como osteopênicas ou osteoporóticas e 153 (83%) destas apresentaram-se com significativo afinamento da cortical mandibular.

No estudo de Dutra *et al.*, (2006) ao avaliarem em radiografias panorâmicas as mudanças morfológicas na mandíbula de mulheres com baixa massa óssea, com respeito à espessura da cortical óssea inferior mandibular que seria altamente influenciada pela idade, verificaram que uma reduzida densidade óssea mineral esquelética pode alterar a forma e aventa a possibilidade intrigante que a osteoporose mandibular pode estar associada com as mudanças específicas em forma. Para eles a influência da osteoporose sobre a região do antegônio e também o efeito maior da idade sobre a espessura cortical podem não ter sido relatada anteriormente. Assim os autores entendem que a mandíbula também sofre uma mudança em sua forma durante a evolução da osteoporose e também

foi sugerido que a região goníaca está sujeita a maior reabsorção óssea por ter menos inserções musculares que possam impedir a reabsorção óssea.

Para Taguchi *et al.*, (2006) que utilizaram radiografias panorâmicas na identificação de mulheres jovens na pós-menopausa com osteoporose, os autores puderam concluir que os Cirurgiões-Dentistas são capazes de referir mulheres jovens, na pós-menopausa, com idade inferior a 65 anos, para exame de densitometria óssea com base nos achados incidentais em radiografia panorâmicas.

Yassar & Akgünlü (2006) em sua metodologia avaliaram 48 mulheres da Turquia na pós-menopausa, com idades entre 40-64 anos e compararam as medidas da DMO obtidas pelo DXA com as medidas de espessura da cortical mandibular. Encontraram associação não significativa entretanto ressaltam a existência de significativa relação quando realizada a análise de regressão binária.

Güngör *et al.*, (2006) estudaram a precisão do índice panorâmico mandibular (IPM) em indivíduos jovens com idades entre 26 e 35 anos, por meio da radiografia panorâmica convencional. Dois observadores realizaram as medidas. O estudo avaliou a repetibilidade das medidas intraobservador, reprodutibilidade interobservador e precisão das medidas do IPM superior e inferior. Os resultados mostraram que a precisão para as medidas do IPM superior foram 2 vezes maiores do que para as medidas do IPM inferior, para os 2 avaliadores. Salientam que outros estudos devem ser realizados para esclarecer os achados bem como deveriam ser incluídos nas próximas pesquisa grupos diferentes de observadores, como por exemplo dentistas clínicos gerais e especialistas, ambos com diferentes tempos de experiência, pois talvez isso seja um fator que interferiu nos valores das medidas encontradas.

Um estudo realizado por Vlasiadis *et al.*, (2007) os índices radiomorfométricos da cortical mandibular foram avaliados nas radiografias panorâmicas de 133 mulheres na pós-menopausa, osteopênicas e osteoporóticas, com idades entre 38 e 80 anos. Os resultados evidenciaram correlação entre a frequência de dentes perdidos, a espessura da cortical abaixo do forame mental (ECM), o índice

panorâmico mandibular (IPM), o grau de reabsorção da crista alveolar (RCA) e a classificação da morfologia da cortical mandibular (CMC) com o DXA da coluna lombar de cada paciente. Observaram que os índices radiomorfométricos são significativamente influenciados pela idade e pela menopausa. Os autores concluem que a radiografia panorâmica faz parte de um exame odontológico de rotina e de posse dos resultados encontrados no presente estudo os cirurgiões-dentistas possuem informações clínicas e radiográficas suficientes que lhes permite desempenhar um papel importante no encaminhamento de pacientes com suspeita de osteoporose para avaliação médica específica.

Leite *et al.*, (2007) verificaram a espessura da cortical mandibular abaixo do forame mental (ECM) em 351 mulheres na pós-menopausa e encontraram correlação com a DMO da coluna lombar e do fêmur proximal. Uma simples estimativa visual da cortical, classificando-a em espessura normal, intermediária e muito fina, poderia prever o diagnóstico de osteoporose e de escore $T \leq -2,0$ para o DXA. Este índice foi chamado de “índice visual modificado”, por se tratar de modificação da classificação proposta por Klemetti *et al* (1993). Leite observou também presença de correlação entre os índices mandibular cortical, visual modificado, mental e antegoníaco e a DMO da coluna lombar, do colo femoral e do fêmur total.

Devlin *et al.*, (2007) recentemente realizaram na Europa um estudo multicentro denominado de “Osteodent Project” que teve por objetivo avaliar índices radiomorfométricos utilizando a radiografia panorâmica em 671 mulheres, na pós-menopausa. Os resultados da pesquisa mostraram que a utilização da espessura da cortical inferior mandibular foi mais eficaz no estudo da osteoporose sistêmica e predição da mesma do que o índice mandibular cortical. Os autores ressaltam que devido à falta de evidências diagnósticas mais precisas na radiografia panorâmica, a investigação da doença seria mais apropriada nos casos onde a radiografia panorâmica tenha sido indicada com outra finalidade, como por exemplo em avaliação pré-operatórias. Com base nisso, enfatizam também que o encaminhamento de pacientes com suspeita de osteoporose só deve ser feito

quando a cortical apresentar-se com valores abaixo de 3,00 mm, ou seja, quando apresentar-se radiograficamente muito fina.

De acordo com Brandão *et al.*, (2007) a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) não são os métodos mais indicados para o rastreamento diagnóstico de osteoporose, pois têm limitado acesso além do custo elevado e a altas doses de radiação, inerente da TC. No entanto, destacam que são técnicas úteis no caso de caracterização de fraturas, e no diagnóstico diferencial de fraturas compressivas, mas mesmo assim, a avaliação radiológica deve ser acompanhada de exame de densitometria.

Geraets *et al.*, (2007a) utilizaram radiografias periapicais e panorâmicas para verificar a influencia da avaliação da morfologia do trabeculado ósseo e da idade na predição da densidade mineral óssea da coluna lombar e quadril obtidos pelo DXA. Os resultados permitiram aos autores concluir que as medidas realizadas no estudo foram bastante reproduzíveis e ressaltam que a seleção manual das regiões de interesse não provocaram ruído significativo. As imagens mostraram desse modo, serem um padrão potencialmente preciso na predição dos valores da DOM. Mas recomendam que o diagnóstico efetivo da osteoporose deve ser feito através das medições da DOM da coluna, quadril ou braço por meio do DXA. Ainda Geraets *et al.*, (2007b) defendem a utilização das radiografias dentais na avaliação da osteoporose como método auxiliar de diagnóstico da doença por se tratar de radiografias realizadas rotineiramente na clínica odontológica pelos Cirurgiões-dentistas.

Ishii *et al.*, (2007) em estudo sobre osteoporose avaliaram o índice de perda óssea alveolar mandibular na radiografia panorâmica, o índice da cortical mandibular e o DEXA da região de coluna e fêmur de 344 mulheres japonesas na idade da menopausa. Os resultados demonstraram que o índice da cortical óssea mandibular teve melhor eficiência e portanto, mostrou-se mais útil na identificação de mulheres doentes do que o índice de perda óssea alveolar em mulheres com osteoporose no fêmur.

Vlasiadis *et al.*, (2008) avaliando as medições radiomorfométricas mandibulares como indicador de possível osteoporose em mulheres pós-menopausa também concordam com Taguchi *et al.*, (2006), e concluem que as radiografias panorâmicas constituem uma parte integrante de quase toda a avaliação na rotina odontológica e que podem ser úteis para o diagnóstico precoce da osteoporose em mulheres pós-menopausa. Encontraram que as radiografias panorâmicas e os marcadores bioquímicos de remodelação óssea podem ser válidos para previsão de cada perda óssea e podem ajudar também na previsão do risco de fraturas em mulheres idosas. Os autores salientam que os dentistas têm informações clínicas e radiográficas suficientes que lhes permitem desempenhar um papel significativo no rastreamento da osteoporose no paciente.

Gulsahi *et al.*, (2008) avaliaram a distribuição dos índices radiomorfométricos da cortical inferior mandibular numa população composta de 1.863 pacientes de diferentes grupos de idades, gênero e condição dental atendidos na Universidade de Baskent, na Turquia. As avaliações foram feitas por meio de radiografias panorâmicas desses pacientes, sendo incluídas no estudo somente aquelas imagens que tinham qualidade da técnica para o diagnóstico e qualquer indício de alteração ou patologia como cistos e tumores dos maxilares que inviabilizasse a identificação das estruturas e mensuração dos índices automaticamente excluía as imagens da amostra. Desse modo, nenhum critério radiográfico ou médico poderia definir o indivíduo como “normal” ou “osteoporótico” e entendem dessa maneira que a amostra final foi composta de radiografias panorâmicas de pacientes que já apresentavam o exame como parte do seu tratamento, assim sendo, indivíduos representativos da população. Os resultados demonstraram que mesmo sem considerar o gênero, os pacientes desdentados com espessura da cortical (ECM) inferior a 3,00 mm, índice panorâmico mandibular (IPM) menor que 0,30 e ICM = 3 (cortical porosa e com muitas bolhas) deveriam ser encaminhados para avaliação de osteoporose. A probabilidade de encontrarmos o ICM = 3 aumentava de acordo com o aumento da idade. Os autores consideram a importância clínica da aplicação dos índices radiomorfométricos uma vez que a

falta de políticas para nortear os exames e detecção da osteoporose na população tem contribuído para que milhares de pacientes sofram com fraturas que poderiam ser prevenidas.

Okabe *et al.*, (2008) avaliando uma população de 659 indivíduos japoneses, sendo 397 mulheres e 269 homens, também relataram presença de significativa correlação entre a espessura da cortical mandibular na região abaixo do forame mental (ECM) e os valores do exame de densitometria obtidos pelo ultrassom.

Çakur *et al.*, em 2009 se propuseram a avaliar a confiabilidade do índice cortical mandibular (ICM) e a DMO na detecção de mulheres osteoporóticas. Verificaram que relação entre os valores do DXA mandibular e valores do índice cortical mandibular (ICM) obtidos por meio da radiografia panorâmica e os valores da densidade óssea mineral do fêmur e coluna lombar em 80 mulheres osteoporóticas, confirmadas pelo DXA. As correlações entre as variáveis foram avaliadas e os resultados mostraram que enquanto não foi observada correlação entre a densidade óssea do esqueleto (fêmur e coluna vertebral) com as medições mandibulares (DXA mandibular e índice cortical mandibular), houve correlação significativa entre as densidades óssea do esqueleto. Concluem que nenhuma correlação significativa pôde ser atribuída entre medições mandibulares e não-mandibulares em mulheres com osteoporose confirmada. Desse modo sugerem que os valores obtidos através do ICM consistem em simples análise da classificação do córtex e não são capazes de detectar mulheres com osteoporose. As medidas do ICM não se correlacionam significativamente com os valores do DXA e desse modo não deveriam ser usadas como indicador do estado esquelético. No estudo como não foi encontrada correlação entre as medidas do ICM e de densidade mineral óssea do esqueleto, os autores discordam de demais estudos nos quais a existência de correlação entre o ICM e valores baixos de outros sítios permitem sugerir a utilização da técnica como teste de triagem desses pacientes. Uma possível explicação para esta discordância de acordo com os mesmos, seria a influência de vários fatores como por-exemplo população, tamanho e critério de seleção da amostra, tipo de técnica experimental, natureza

das doenças, natureza do osso, qualidade da imagem radiográfica panorâmica, natureza dessa imagem, bem como sua imagem fantasma mais ou menos acentuada. Ademais, obtenção de medidas através da panorâmica pode introduzir erros intrínsecos e variabilidade intraobservador.

Em avaliação proposta por Pedrosa *et al.*, (2009) os autores estudaram a possível existência de correlação entre os diferentes parâmetros de análise dos aspectos morfológicos da cortical basal em radiografias panorâmicas com as medidas de densidade mineral óssea das vértebras, fêmur e rádio, realizadas pelo DXA. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre a morfologia da cortical basal de mulheres com osteopenia/osteoporose quando comparadas às mulheres normais. Desse modo, concluem que a avaliação da cortical basal pode sim ser utilizada como procedimento de avaliação inicial da qualidade óssea de um sítio específico de interesse pois pode sugerir alterações ósseas generalizadas, permitindo ao cirurgião-dentista encaminhar pacientes para o exame de densitometria óssea.

Para Prado *et al.*, (2009) que avaliaram em 200 radiografias panorâmicas de homens e mulheres brasileiros de diferentes faixas-etárias, os aspectos morfológicos da mandíbula, utilizando dois índices radiográficos, encontraram que o aspecto radiográfico de acentuada erosão da cortical inferior da mandíbula está associado com a idade dos indivíduos e uma conseqüente diminuição da massa óssea. Para os autores, este aspecto pode ser um importante sinal nas radiografias panorâmicas, permitindo a identificação de pacientes com risco para a doença, mas ressaltam que demais estudos são necessários para confirmar a aplicabilidade clínica dos métodos utilizados para indivíduos da nossa população.

Mais recentemente Roberts *et al.*, (2010) estudaram as alterações em medidas de espessura da cortical mandibular em uma grande amostra de homens e mulheres europeus, considerando a idade para predizer os pacientes que necessitam de investigações adicionais para a osteoporose. O objetivo principal foi verificar como a espessura da cortical se comporta de acordo como o gênero e a idade. A espessura da cortical mandibular foi medida em 4.949 imagens de

tomografias panorâmicas, de pacientes com idades entre 15 e 94 anos utilizando um software automatizado previamente desenvolvido, no qual as extremidades superiores e inferiores corticais eram detectadas automaticamente por meio de um formato global ativo de busca de imagens do modelo seguido de uma busca ativa de aparência do modelo. Os resultados evidenciaram que para as mulheres a espessura média da cortical apresentou um aumento linear antes da idade de 17 anos, um período sem nenhuma mudança até os 42,5 anos, seguido de uma diminuição quadrática com a idade. Já para os homens observaram um aumento linear antes dos 19 anos, um valor constante até os 36 anos e uma queda lenta linear após esta idade. Encontraram que para as mulheres na faixa etária dos 60-80 anos a proporção de diminuição da média da espessura da cortical vai de 0,049 a 0,105 desvios-padrão por ano, o que está de acordo com as publicações de redução da DMO pelo T-score. Os resultados também mostraram que a média da espessura da cortical para os homens varia menos com a idade quando comparado às mulheres e que pequenas variações ocorrem após os 20 anos de idade. Concluem portanto, que o padrão de diminuição da espessura da cortical mandibular foi similar ao já conhecido padrão de perda de massa óssea do quadril, acelerando nas mulheres após os 42,5 anos de idade.

A proposta de Dumitrescu, Taguchi e Inagaki (2010) no trabalho intitulado “Implicações da osteoporose sistêmica na saúde oral” foi realizar uma sistemática abordagem da literatura. O objetivo foi discutir os métodos atualmente existente de avaliação da doença por meio da qualidade óssea mandibular nas radiografias panorâmicas em vivos, de acordo com os índices radiomorfométricos. Os autores discorrem a literatura ressaltando aspectos positivos e negativos dos métodos quantitativos morfométricos com as medidas de DMO realizadas para o diagnóstico definitivo da doença.

O propósito de Gulsahi *et al.*, (2010) foi realizar um estudo para avaliar a densidade mineral óssea (DMO) dos maxilares e do colo do fêmur obtidos pelo DXA e sua relação com os índices radiomorfométricos identificados na radiografia panorâmica de 49 pacientes edêntulos com idades entre 41 e 78 anos. Os índices

radiomorfométricos utilizados foram a espessura da cortical abaixo do forame mental (ECM), o índice panorâmico mandibular (IPM) e a classificação da morfologia da cortical mandibular (MCI). Os resultados evidenciaram que a DMO foi maior na região anterior mandibular e nas regiões anterior e de pré-molar da maxila. No presente estudo e de acordo com a metodologia utilizada, não houve correlação significativa para DMO dos maxilares e DMO do colo do fêmur nem para DMO dos maxilares com os índices radiomorfométricos.

Dagistan *et al.*, (2010) objetivaram estudar a osteoporose no gênero masculino e para isso avaliaram o índice panorâmico mandibular (IPM), espessura da cortical abaixo do forame mental (ECM), espessura da cortical no antegônio (AI) e a classificação morfológica da cortical mandibular (MCI) obtidos pela radiografia panorâmica de 20 pacientes homens saudáveis e 20 osteoporóticos. Foi calculada a média para cada grupo e os resultados mostraram que os menores valores foram encontrados no grupo com a doença, com exceção do índice MCI que não apresentou significativa correlação diferente. Sugerem desse modo, que os índices radiomorfométricos, usados como parte de um método auxiliar no diagnóstico da osteoporose em mulheres, também poderiam ser utilizados para a avaliação de pacientes homens. Mas ressaltam que demais estudos devem ser realizados sobre esse assunto com uma amostra maior, incluindo o MCI, já que este índice não apresentou diferença expressiva entre os grupos avaliados no presente estudo.

Com os indícios de que a avaliação e interpretação da qualidade óssea mandibular em radiografias dentais e medidas de espessura da cortical mandibular nelas realizadas podem ser utilizadas para a avaliação da qualidade óssea local, o que é de extrema importância para o Cirurgião-dentista, pois a qualidade óssea dos maxilares pode influenciar desde procedimentos odontológicos cirúrgicos simples até a colocação de implantes, os índices radiomorfométricos podem ajudar no rastreamento da osteoporose. Porém, a fim de se identificar anormalidades ou indivíduos nos quais esses índices são anormalmente baixos, previamente faz-se necessário conhecer seus valores

normais e intervalos na população estudada, bem como a consideração de variáveis que podem influenciar nos resultados, como por exemplo o gênero e a idade.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo neste estudo foi levantar os aspectos morfológicos da cortical mandibular de acordo com dois índices morfométricos medidos na radiografia panorâmica: o Índice Mental (IM) que corresponde à espessura da cortical inferior mandibular na região abaixo do forame mental e o Índice Goníaco (IG) que consiste na espessura da cortical inferior no ângulo mandibular e comparar os valores de acordo com o gênero e a idade de brasileiros da região de Ribeirão Preto, São Paulo.

4. CAPÍTULO 1

RADIOMORPHOMETRIC EVALUATION OF MANDIBULAR CORTICAL INDICES ON PANORAMIC RADIOGRAPHS IN A SAMPLE OF BRAZILIAN ACCORDING TO GENDER AND AGE.

Maria Beatriz Carrazzone Cal ALONSO, Gláucia Maria Bovi AMBROSANO^b, Francisco HAITER-NETO^c, Plauto Christopher Aranha WATANABE^d

^aResident, Division of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, University of Campinas, SP, Brazil.

^bProfessor, Department of Community Dentistry, Piracicaba Dental School, University of Campinas, SP, Brazil.

^cChairman, Division of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, University of Campinas, SP, Brazil.

^d Professor, Department of Morphology, Stomatology and Physiology, Ribeirão Preto Dental School, University of São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brazil.

Corresponding author

Dr. Plauto Christopher Aranha Watanabe

University of São Paulo -USP

Ribeirão Preto Dental School

Department of Morphology, Stomathology and Physiology

Avenida do Café S/N,14040-904, Phone: +55 16 36023993. FAX: +55-16

36333063

Ribeirão Preto, SP. Brazil

e-mail: watanabe@forp.usp.br

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the mandibular cortical bone thickness (MCBT) in the mental foramen region (Mentalis Index- MI) and in the gonial region (Gonial Index- GI) on panoramic radiographs in Brazilians. A total of 1,287 digital panoramic radiographs of patients, age 17 to 90 years, both genders, were selected and assigned to five groups of age: 17–20 years; 21–35; 36–55; 56–69 and 70 or older. The MI and GI were evaluated using the Radioimp® software and the measurements of the cortical bone thickness were made bilaterally by one experience researcher. Mean values and standard deviations for both MI and GI were obtained. ANOVA, Tukey's test and the intraclass correlation coefficient were used for the statistical analyses. All the quantitative indices were significantly correlated with gender and age ($p < 0.05$); however, no significant differences were found among some age groups, considering both genders. Intra and inter-rater agreement was excellent. The MCBT is influenced by age and gender. The mean values obtained in young men and women can help establish a standard tool to assess bone quality in patients belonging to all groups of age.

Key Words: mandible, panoramic radiographs, bone mineral density, osteoporosis.

INTRODUCTION

It is widely known that bone with a good regenerative capacity is essential for a successful outcome towards dental treatment. Since periodontitis leads to alveolar bone loss (1), measuring the quantity and quality of bone in the jaws before a pre- or prosthetic surgical intervention or periodontal treatment is of great importance.

Osteoporosis, a systemic bone disease, is characterized by reduced bone mass and disrupted hard tissue microstructure, increasing the risk for bone fracture. The main risk factors for the development of osteoporosis include age, menopause, low calcium intake and lack of physical activity (2). Although women are more likely to be affected by this disease, the prevalence in men has increased in the past few years, which might be due to an age-related decrease in bone mineral density (BMD), occurring in both genders. Such decrease in BMD might lead to bone fractures which are mostly associated with substantial morbidity, incremental medical costs, and late diagnosis (3). In Brazil, approximately one million may suffer from this disease and around two hundred thousand will die if nothing is done (4).

Bone porosity is known to increase as BMD decreases, a process beginning in the third decade of human life (5). The relationship between mandibular and skeletal BMD has received increasing attention over the past few years. Studies have shown a good correlation between these parameters and dental radiographs, especially those panoramic images used to predict low BMD (6).

Most studies have focused on the thickness and integrity of the inferior border of the mandible as well as on the influence of osteoporosis on alveolar bone height since

osteoporosis results in reduced jaw bone (2,7); architecture of the trabecular bone has also been evaluated (8). Some radiomorphometric indices, such as the aspect of the mandibular cortical porosity (mandibular cortical index - MCI), the measurement of the mandibular cortical thickness at the mental foramen region (mental index - MI), and the thickness of the mandibular cortex divided by the distance between the inferior margin of the mental foramen and the inferior mandibular cortex (panoramic mandibular index - PMI), have been used to assess bone quality and to verify signs of osteoporosis (6,9,10).

Panoramic radiomorphometric indices are significantly correlated with mandibular BMD (9,10). Thin mandibular cortex in dental panoramic radiographs has been considered an indicator of systemic osteoporosis suggesting that such radiographs, which are frequently used by dental practitioners, could contribute to an early diagnosis of this metabolic disease (11).

It is unknown as to whether osteoporosis can cause morphologic alterations in other regions of the mandible, which could be as relevant in the early detection of osteoporosis. Although morphometric indices are regarded as an ancillary method to diagnose osteoporosis on panoramic radiographs, it would be wise to know the morphological characteristics in a specific population before radiographic analysis. Thereby, its early detection by dentists would allow for preventive interventions; however, it remains unclear what constitutes an expected cortical thickness in a population.

The aim of the present study was to measure mandibular cortical bone thickness (MCBT) on panoramic radiographs taken from Brazilian women and men considering some radiomorphometric indices and to verify whether such measurement values might be correlated with patients' age and gender.

MATERIAL AND METHODS

This cross-sectional study was approved by the Ethics in Human Research Committee of Piracicaba Dental School, State University of Campinas. It included 1,287 digital panoramic radiographs (DPRs) of patients, aged 17 to 90 years, selected from the digital database of the radiology service of the Pro-rector of Culture and Continuing Education, Faculty of Dentistry of Ribeirão Preto - University of São Paulo. One dentomaxillofacial radiologist selected all the DPRs after evaluating each image visually. Such selection was based primarily on the patient's positioning and head alignment. DPRs that did not meet these predetermined requirements and those involving patients with history of previous pathology such as mandibular fractures, surgical procedures, cysts or tumors that could have influenced the mandibular cortex visualization were excluded. All the DPRs were obtained with the same X-ray machine (Veraviewepocs, Digital widescreen, J. Morita Co., Japan) with a magnification factor of 30% and saved as Tiff format.

All the RPDs were selected between 2009 and 2010 and were assigned to five groups, according to age, considering both genders in each group: 17–20 years (12); 21–35 years (12); 36–55 years (13,14); 56–69 years; and 70 years or older. Considering both genders, the age group, 17–20 years, consisting of undergraduate students, was the only one that provided data on systemic health conditions since personal contact with them was possible. The fact that they had their own DPRs stored in the digital database of their college (Dental School of Ribeirão Preto – USP) also enabled such data collection. This group represented healthy individuals without any systemic or metabolic bone disease which could compromise bone quality. The other age groups assessed involved randomly selected individuals and no radiographic or medical criteria could be used to classify them

as "normal" or "osteoporotic" since there was no information about their systemic health conditions (15).

Radiographic measurements

All the linear measurements on the DPRs were made using the Radioimp® software (Radiomemory, Belo Horizonte, Brazil). Initially, each DPR was inserted into the program and data concerning the magnification of the X-ray machine and its image resolution were provided to enable its calibration. The machine was then set at a 30% magnification according to manufacturer's instructions allowing an image resolution of 300 dpi. This software offers functions to control brightness, contrast, and zoom, resulting in a better visualization of the regions of interest while analyzing the images.

The following radiomorphometric linear indices were measured on each radiograph:

- Mental Index (MI): the cortical thickness at the mental region was measured using a modified technique from that primarily described by Ledgerton *et al.* (16). Initially, the mental foramen was identified and then a line was drawn perpendicularly from the top edge of the mental foramen to the bottom edge of the mandibular body, where another line was drawn to serve as reference to obtain the mandibular cortical bone thickness at a sharp angle (Figure 1).
- Gonial Index (GI): measurement of the cortical bone thickness at the gonial region using a technique slightly modified from that described by Bras *et al.* (17). For this, two lines, one at each side of gonion, were drawn tangentially to the bottom edge of the mandibular body. Another line, drawn at the intersection of these lines to the

retromolar region (distal portion of the second molar), forming an arrow-shaped figure, served as reference to obtain the mandibular cortical bone thickness at a sharp angle (Figure 2).

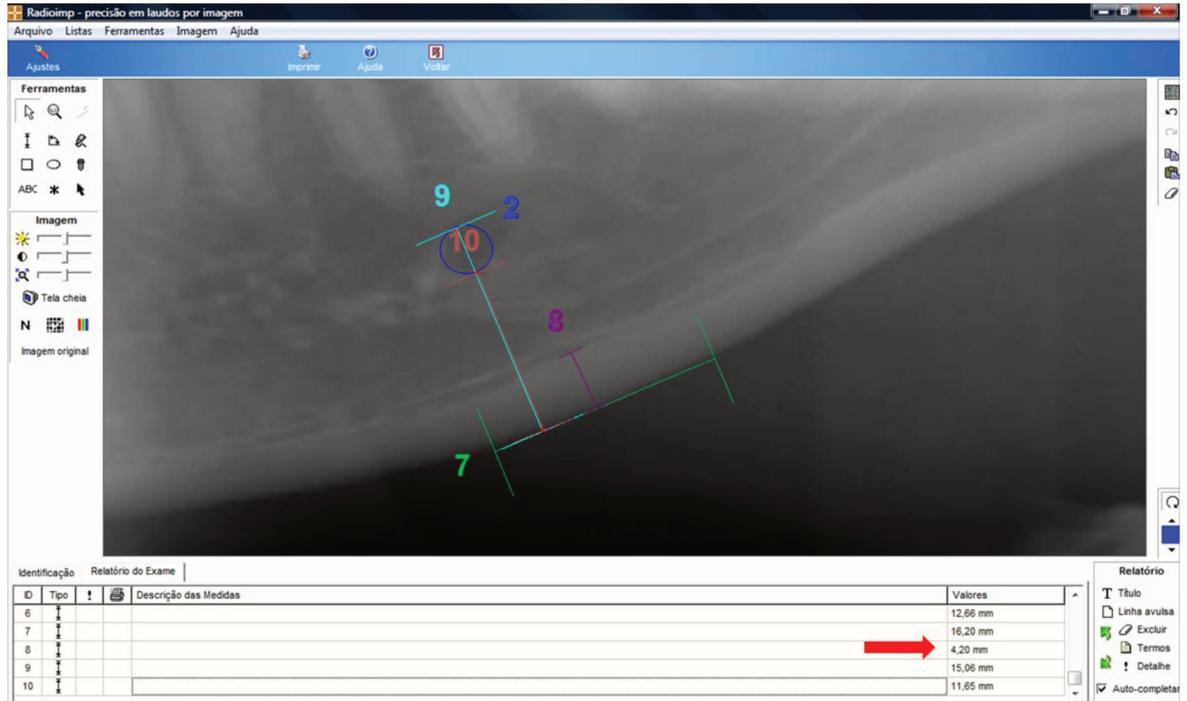


Figure 1

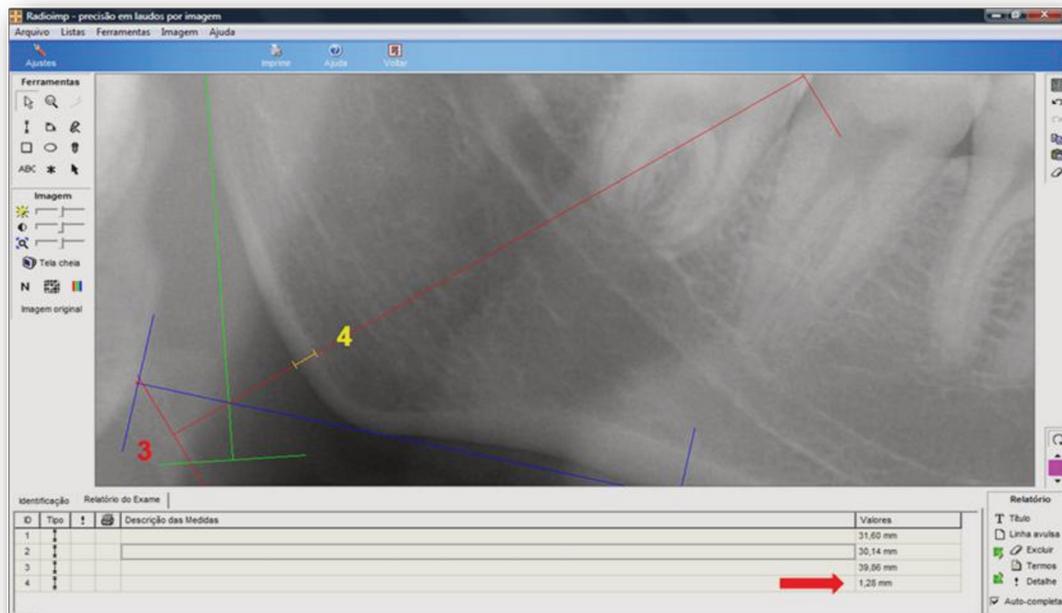


Figure 2

Reliability

Reliability was assessed using replicate measurements. Only one experienced and trained observer evaluated the images. Intra-observer reliability was estimated based on three measurements performed at the right and left sides of the mandible with a 20-day interval to avoid dilution of error. The final mean values of MI and GI for each image resulted from the average of the 3 measurements, considering both sides (18). The standard deviation values obtained for MI and GI were calculated according to gender and age. To evaluate the inter-observer correlation, another researcher also experienced measured MI and GI of the right and left side in 50 sample images.

Statistical Analysis

Data were submitted to ANOVA, at a significance level of 5% ($p < 0.05$) and Tukey's test at a significance level of 95%. All statistical analyses were performed using the SAS computer software (Institute Inc. Cary, NC, USA; Release 9.2, 2008).

RESULTS

The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was used for the intra- and inter-examiner analyses concerning the quantitative indices. Mean values obtained for the intra- and inter-examiner analyses were approximately 0.999 and 0.995, respectively.

Table 1 presents the mean values, standard deviations, and results of ANOVA and Tukey's test concerning MI, according to gender and age. Statistically significant differences (ANOVA) were observed between the genders ($p = 0.0002$) and among the age groups ($p < 0.0001$); a significant interaction was found between gender x age ($p < 0.0001$).

Men, in the age groups 17–20 and 21–35 years, showed the highest mean values ($p \leq 0.05$) for MI, when compared to women. The mean values concerning MI in males were above 3.00 mm in all age groups, with the range from 36 to 55 years showing the highest mean values, statistically different from all the other age groups. Women, 70 years or older, revealed significantly lower mean values regarding MI ($p \leq 0.05$), with no statistically significant differences among the other age groups.

Table 2 contains the mean values, standard deviations, and results of ANOVA and Tukey's test concerning GI, according to gender and age.

With regard to GI in men, the age groups 17–20, 21–35, and 36–55 years showed the highest mean values ($p \leq 0.05$), when compared to women in the same age groups. Men, between 17 and 35 years, showed the highest mean values for GI, which was observed to reduce significantly at ages ranging from 36 to 55 years ($p \leq 0.05$), but not at ages from 56 to 69 years ($p \geq 0.05$). Significant differences were observed when comparing 35–55 year olds with those aged 70 years or older, with the latter showing the lowest mean values for GI ($p \leq 0.05$). No significant difference was found between the following age groups assessed: 56–69 and 70 years or older ($p \geq 0.05$).

The age group 17–20 years showed the highest mean values for GI in women, having no significant difference when compared to 21–35 year olds ($p \geq 0.05$). The age groups, 56–69 years and 70 years or older, revealed significantly lower values for GI ($p \leq 0.05$), when compared to the two first age groups (17–35 years), but no significant difference was found when compared to 36–55 year olds or even when compared to each other ($p \geq 0.05$).

DISCUSSION

Bone strength or quality might be closely related to osteoporosis. It is widely known that the thicker the mandibular cortical bone, the greater its strength and quality, preventing bone fractures. Therefore, this study was aimed at assessing the cortical bone thickness at two different mandibular regions considering some radiomorphometric indices in digital images.

Bone structure is commonly affected by bone turnover, or remodeling, a process that starts to lose intensity at advanced ages, leading to changes in the hard tissue

microstructure. These metabolic changes might result in a significant decrease in bone mass, which characterizes osteoporosis, a multifactorial disease. In dentistry, understanding jaw bone structures (1) would help with dental treatment planning and, consequently, provide patients with adequate dental care as well as inform them of the clinical and social relevance of this disease.

The prevalence of osteoporosis might vary according to some variables such as ethnicity, genetics, age and gender, which might interfere with the BMD (19,20) and, consequently, affect bone quality. Thus, the present study centered on an evaluation, not a diagnosis, of the MCBT, considering both genders and age and two radiomorphometric indices. The relevance of this study lies in the fact that it has been the first to evaluate the MCBT in a large Brazilian population at different age ranges on panoramic radiographs, a tool widely used in dental practice to assess patients' jaws and skeletal bone mass by measuring the cortical bone thickness at the mental foramen region (23). The measurements of the mental foramen (MI) in panoramic radiographs are accurate and illustrate the real health conditions of the bone (22). However, the cut-off threshold for MI indicating the bone quality on that the patient should be referred for densitometry remains unclear.

Horner *et al.* (21) and Devlin *et al.* (23) reported that MCBT values for MI lower than 3.00 mm might indicate poor bone quality, calcium loss and systemic risk for osteoporosis. White *et al.* (24) suggested that a value around 4.00 mm would be more appropriate for the evaluation of oral signs, concerning osteoporosis, in panoramic radiographs. In the present study, the highest MCBT values concerning the MI were observed in young adults, 17 to 20 years, being higher in men than in women. These results are in accord with the literature showing that bone maturation (12) occurs in young people,

leading to thicker mandibular cortex, especially in men. Understanding such difference between genders, where men are commonly found to have thicker mandibular cortex, would help standardize MCBT values to diagnose patients at risk for osteoporosis at the early age.

In a study on morphological changes in the edentulous mandible in osteopenic and osteoporotic women, Dutra *et al.* (25) found that the MCBT in the antegonial and mental foramen regions was significantly reduced in individuals with low bone mass, with the age being the greatest predictor. Lee *et al.* (2) also argues that age is a useful clinical predictor and risk factor for osteoporosis, findings which are in accord with those observed in the present study showing that the MCBT values decreased as the age increased, in some age ranges, with the lowest values found in elderly women followed by men at the same age. It is important to note that CBT values higher than 3.00 mm were found only for men at ages ranging from 17 to 35 years, a period in which they were developing bone mass. Endogenous (endocrine, genetics) and exogenous (nutrition, physical activity) factors might interfere with the bone mass gain and the peak bone mass (12). These factors, although not assessed, could have influenced the MCBT values obtained in the present study.

Bras *et al.* (17) reported MCBT values, at the gonial region, to be higher in men than in women, suggesting that both genders might interfere with BMD and peak bone mass values (12). Xie *et al.* (26) also found similar relationship, suggesting that bone thickness value lower than 1.00 mm for this region would be interpreted as radiographic evidence of metabolic bone loss. Compared with those having no radiographic evidence of vertebral fractures caused by compression or metabolic bone loss, patients with systemic osteoporosis had less mandibular bone mass, lower bone density, and a thinner mandibular

cortex at the gonial region. In the present study, bone thickness values concerning GI were higher in males, but only in the range of 17 to 55 years. For this index, besides gender, local effects of muscle insertions (16) might also have influenced the values obtained for MCBT.

Values higher than 1.2 mm for GI are considered as indicators of good bone quality (6, 23); in the present study, the mean values for GI concerning both genders and all age groups were higher than 1.2 mm; however, when the standard deviation was considered, values lower than 1.2 mm were found for some individuals, indicating possible systemic bone loss.

Physical activity, diet rich in calcium and protein, hormonal status, and genetics are among the factors that might influence peak bone mass (3). The rate of hip bone loss accelerates with age and follows a time course that is very similar to that observed for the mandibular bone (29). Roberts *et al.* (22) found that the reduction in bone thickness in the MI region goes as fast as that in hip bone density, accelerating significantly in female individuals at age ranging from 42.5 to 70 years. With regard to men, MCBT has been reported to increase in individuals at age 19–36 years, followed by a slow and gradual decrease. Age was also found to influence the MCBT values obtained in the present study; however, significant difference concerning the MI region was found only for women aged 70 years or older, a stunning result since a significant decrease in cortical bone thickness is expected at Brazilian individuals' menopausal periods which range from their late 40's to late 50's (14). One possible explanation for this is that premenopausal women might also undergo bone mass loss (19); in the present study, pre- and menopausal women belonged in

the same age group (36–55 years) which could have influenced MCBT values by hiding accurate measurements in that group.

A significant decrease in MCBT values was observed for men until the age of 69, which is in accord with the literature, showing a continual decrease in BMD for individuals, both genders, between the age of 40 and 65 years, period through which about a third of the BMD is lost (9). In the present study, the age seemed to be a significant factor in reducing the mandibular BMD in men. These results are alarming since osteoporosis affects a significantly large number of women, especially those after menopause. However, considering the worldwide increasing number of men affected by osteoporosis as well as the significant reduction in the MCBT values found for men in the present study, assessing the mandibular BMD in men would be of greater importance in dentistry (30).

In the present study, no individuals, except those at the age of 17–20 years, provided information on behavioral or medical status, suggesting that there might have been individuals with some metabolic diseases, such as osteoporosis, which could have influenced the bone thickness values obtained (31). Thus, since the young group involved healthy individuals, it could be used as a standard to measure BMD related to osteoporosis in young and adult individuals, considering both genders (21).

Obtaining relief through the panoramic radiographs may induce intrinsic errors and intra-observer variability (32). This limitation must be taken into account since the agreement among different health professionals is limited (25). The intra- and inter-observer agreement in the present study was excellent and this is in accord with previous studies (31).

Further investigations are needed to verify other variables such as patients' medical and dental history as well as their dietary habits, physical activities and genetics should be included since they could be used as potential indicators of osteoporosis. Within the limitations of the present study, according to the results, it can be concluded that the MCBT is influenced by age and gender. The mean values obtained in young men and women can help establish a standard tool to assess bone quality in patients belonging to all groups of age.

REFERENCES

- 1- Von Wöhrn N. General and oral aspects of osteoporosis: a review. *Clin Oral Invest* 2001;5:71-82.
- 2- Lee BD, White SC. Age and trabecular features of alveolar bone associated with osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 2005;100:92-98.
- 3- Nakamoto T, Taguchi A, Ohtshuka M, Suei Y, Fugita M, Tanimoto K, Tsuda M, Sanada M, Ohama K, Takahashi J, Rohlin M. Dental Panoramic radiograph as a tool to detect postmenopausal women with low bone mineral density: untrained general dental practitioners' diagnostic performance. *Osteoporosis Int* 2003;14:659-664.
- 4- Mahl CRW, Licks R, Fontanella VRC. Comparison of morphometric indices obtained from dental panoramic radiography for identifying individuals with osteoporosis/osteopenia. *Radiol Bras* 2008;41(3):183-187.
- 5- Zlataric DK, Celebic A. Clinical bone densitometric evaluation of the mandible in removable denture wearers dependent on the morphology of the mandibular cortex. *J Prosthet Dent* 2003;90:86-91.
- 6- Horner K, Devlin H. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographic measurements. *J Dent* 1998;26:337-343.
- 7- Law AN, Bollen AM, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *J Am Dent Assoc* 1996;127:1734-1742.

- 8- White SC. Oral radiographic predictor of osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:84-92.
- 9- 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.
- 10- Drozdowska B, Pluskiewicz W, Tarnawska B. Panoramic based mandibular indices in relation to mandibular bone mineral density and skeletal status assessed by dual energy X-ray absorptiometry and quantitative ultrasound. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:361-367.
- 11- Devlin H, Allen PD, Graham J, Jacobs R, Karayianni K, Lindh C, Marjanovic E, Adams J, Pavitt S, van der Stelt P, Horner K. The role of dental surgeon in detecting osteoporosis: the OSTEODENT study. *Br Dent J* 2008;24;204(10):E16; discussion 560-1.
- 12- Matkovic V, Jelic Tomislav, Wardlaw GM, Llich JZ, Goel PK, Wright JK, et al. Timing of peak bone mass in caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference of a cross-sectional model. *J. Clin Invest* 1994;93:799-808.
- 13- Riggs BL, Waher HW, Melton III, Richelson LS, Judd HL, Offord KP. Rates of bone loss in the appendicular and axial skeletons of women. *J Clin Invest* 1986; 77:1487-1491.
- 14- Pedro AO, Neto AMP, Paiva LH da Costa, Osis MJ, Hardy H. *Cad Saude Pública* Rio de Janeiro 2003;19(1):17-25.
- 15- Roberts M, Yuan J, Graham J, Jacobs R, Devlin H. Changes in mandibular cortical width measurements with age in men and women. *Osteoporos Int*.2010; DOI 10.1007/s00198-010-1410-3
- 16- Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:173-181.
- 17- Bras J, van Ooij CP, Abraham-Inpijin L, Kusen GJ, Wilink JM. Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex. A diagnostic tool interpretation in

metabolic bone loss. Part I: Normal bone. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982;53:541-545.

18- Watanabe PCA, Alonso MBCC, Monteiro SAC, Tioffi R, Issa JPM. Morphodigital study of bone quality in the mandibular angle in patients with third molar impacted. Anat Sci Int 2009;84:246-252 DOI 10.1007/s12565-009-0030-5.

19- McCormick DP, Ponder SW, Fawcett HD, Palmer JL. Spinal bone mineral density in 335 normal and obese children and adolescents: evidence for ethnic and sex differences. J Bone Miner Res 1991;6(5):507-13.

20- Bacharach LK, Hastie T, Wang MC, Narasimhan B, Marcus R. Bone mineral acquisition in healthy Asian, Hispanic, Black and Caucasian youth: a longitudinal study. J Clin Endocrinol Metab 1999;84:4702-4712.

21- Horner K, Devlin H, Harvey L. Detecting patients with low skeletal bone mass. J Dent 2002;30:171-175.

22- Dutra V, Susin C, Pereira da Costa N, Bauer Veeck E, Bahlis A, da Rocha Correa Fernandes A. Measuring cortical thickness on panoramic radiographs: A validation study of the Mental Index. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104:686-691.

23- Devlin H, Karayianni K, Mtsea A, Jacobs R, Lindh C, Marjnovic E, Adams J, Pavitt S, Horner K. Diagnosing osteoporosis by using dental panoramic radiographs: The OSTEODENT Project. Oral Surg, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104:821-828.

24- White SC, Taguchi A, Kao D, Wul S, Service SK, Yoon D, et al. Clinical and panoramic predictors of femur bone mineral density. Osteoporos Int 2005;16: 339-346.

25- Dutra V, Devlin H, Susin C, Yang J, Horner K, Fernandes AC. Mandibular morphological changes in low bone mass edentulous females: evaluation of panoramic radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod 2006;102(5):663-668.

26- Xie Q, Wolf J, Tilvis R, Ainamo A. Resorption of mandibular canal wall in the edentulous aged population. J Prosth Dent 1997;77(6):596-600.

- 27- Kribbs PJ. Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. *J Prosthet Dent* 1990;63:218-222.
- 28- World Health Organization (WHO) Studying Group. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. *WHO Tech Rep Ser* 1994;843:94-101.
- 29- Ensrud KE, Palermo L, Black DM, Cauley J, Jergas M, Orwoll ES, et al. Hip and calcaneal bone loss increase with advancing age: longitudinal results from the study of osteoporotic fractures. *J Bone Mineral Res* 1995;10:1778-1787.
- 30- Dagistan S, Bilge OM. Comparison of antegonial index, mental index, panoramic mandibular index and cortical index values in the panoramic radiographs of normal males and male patients with osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:290-294.
- 31- Gulsahi A, Yuzugullu B, Imirzalioglu P, Genç Y. Assessment of panoramic radiomorphometric indices in Turkish patients of different groups, gender and dental status. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:288-292.
- 32- Çakur B, Dagistan S, Sahin A, Harorli A, Yilmaz A. Reliability of mandibular cortical index and mandibular bone mineral density in the detection of osteoporotic women. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38(5): 255-61.

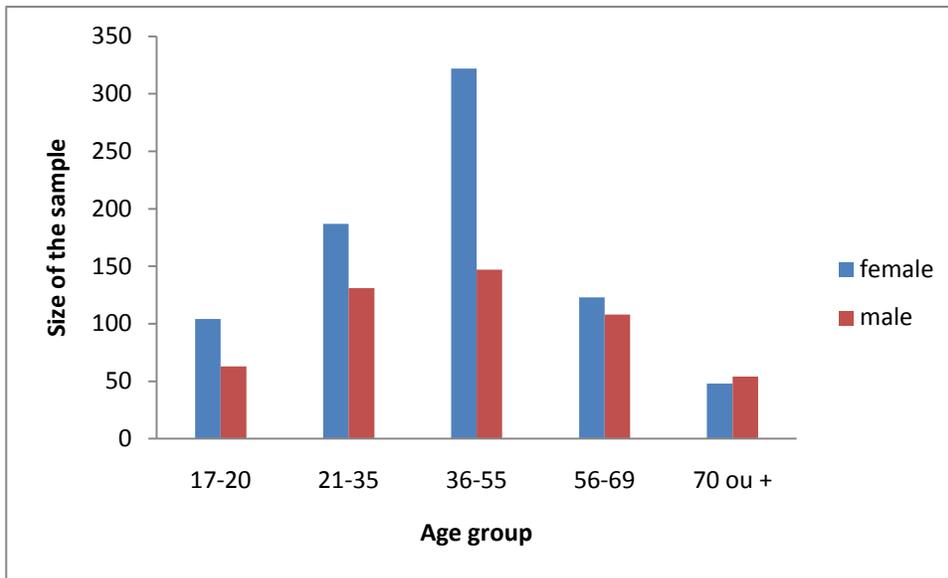


Figure 3. Distribution of the population according to gender and age.

Table 1. Mean values (standard deviation) for MI.

| Age | Gender | |
|-------------|----------------|----------------|
| | Female | Male |
| 17–20 | 3.60 (0.76) Ba | 4.19 (1.02) Aa |
| 21–35 | 3.57 (0.57) Ba | 3.96 (0.94) Aa |
| 36–55 | 3.49 (0.77) Aa | 3.55 (0.54) Ab |
| 56–69 | 3.29 (0.71) Aa | 3.20 (0.68) Ac |
| 70 or older | 2.82 (0.65) Ab | 3.07 (0.64)Ac |

* Means values followed by different letters (capital and lowercase letters in horizontal and vertical) differ by Tukey's test ($p \leq 0.05$).

Table 2. Mean values (standard deviation) for GI.

| Age | Gender | |
|-------------|-----------------|----------------|
| | Female | Male |
| 17–20 | 1.25 (0.23) Ba | 1.37 (0.37) Aa |
| 21–35 | 1.20 (0.24) Bab | 1.33 (0.16) Aa |
| 36–55 | 1.14 (0.77) Bbc | 1.19 (0.14) Ab |
| 56–69 | 1.08 (0.23) Ac | 1.11 (0.16)Abc |
| 70 or older | 1.06 (0.26) Ac | 1.08 (0.64)Ac |

* Means values followed by different letters (capital and lowercase letters in horizontal and vertical) differ by Tukey's test ($p \leq 0.05$).

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A saúde dos ossos é extremamente importante nas diversas fases do tratamento odontológico, por isso o conhecimento da qualidade óssea dos maxilares por meio de uma correta e criteriosa avaliação são fundamentais para o êxito. Os Cirurgiões-dentistas que realizam rotineiramente exames radiográficos, principalmente a radiografia panorâmica, são capazes de avaliar a saúde óssea oral por meio de análises e métodos quantitativos e as evidências científicas comprovam que estes exames são capazes de evidenciar sinais precoces de doenças sistêmicas, como a osteoporose.

Há cerca de trinta anos atrás acreditava-se que a osteoporose e as fraturas nos ossos eram conseqüências normais do processo de envelhecimento mas hoje, a visão é outra. Com o avanço das pesquisas sabemos que muito pode ser feito para garantir uma boa saúde dos ossos. O progresso dos últimos anos na expansão do conhecimento da osteoporose na pós-menopausa em mulheres caucasianas foi grande, mas ainda tem-se muito pouco esclarecimento sobre a prevenção primária desta doença, sobre a melhor forma de atingir pico de massa óssea em crianças, bem como a epidemiologia, patogênica, diagnóstico, prevenção e tratamento da doença em outras populações, incluindo homens e as mulheres antes da menopausa. Desse modo, o objetivo atualmente das políticas de promoção de saúde é aumentar a compreensão da doença nas diferentes populações, por meio de pesquisas e suporte dos diferentes profissionais da área da saúde no rastreamento da doença. É de extrema importância que os profissionais da área da saúde estejam atentos à informação atualizada a respeito da adequada prevenção, tratamento e controle da osteoporose.

O Brasil é um país de extensão territorial notável e como sabemos, com uma complexa estrutura sócio-econômica e diferentes padrões sócio-culturais, o que implica numa diversidade de raças, fazendo com que a nossa população seja heterogênea e sem uma característica definida. Esses fatores reunidos dificultam a realização de estudos epidemiológicos a respeito do impacto da osteoporose no

nosso país, por isso o envelhecimento populacional é fato que mais certamente já vem contribuindo no aumento previsível da doença, pois a grande incidência se dá a partir da 4 década de vida, somados ainda aos fatores também já conhecidos a respeito da ingestão de cálcio, atividade física, alcoolismo, entre outros (Concensus Development Conference, 1991, Kanis, 1994a, 1994b).

Como a doença é atualmente um problema de saúde pública mundial, há a necessidade de simplificar os meios de identificação. Neste sentido, o Cirurgião-dentista aparece como um profissional promissor; pois, ele pode se utilizar de radiografias dentais, mais especificamente as panorâmicas, que são feitas com outros propósitos na prática clínica, para a avaliação da qualidade óssea mandibular do seu paciente e possivelmente ajudar no rastreamento da doença e encaminhamento para avaliação médica específica. O presente estudo não objetivou o diagnóstico mas sim a avaliação da qualidade óssea mandibular por meio de índices morfométricos realizados em radiografias panorâmicas. Os índices se baseiam nas medidas de espessura da cortical inferior mandibular em sítios anatômicos de interesse, e foram avaliados pelos autores no sítio abaixo do forame mental (IM) e no ângulo goníaco (IG).

A avaliação de cada índice permitiu a obtenção de valores médios e desvio-padrão, de acordo com o gênero e a faixa etária, revelando desse modo, a qualidade óssea da região analisada, o que está de acordo com o objetivo principal do estudo. Ainda de acordo com o objetivo dos autores, todos os valores encontrados foram submetidos à análise estatística para averiguar a relação entre o valor de cada índice com as variáveis gênero e faixa etária, e foi encontrada relação entre elas. A importância clínica da obtenção de medidas de espessura da cortical mandibular em indivíduos brasileiros consiste no fato de que os seus valores representam a realidade da nossa população. Frente a isso, os resultados deste estudo são promissores e os valores médios de espessura da cortical entre homens e mulheres jovens podem ajudar a estabelecer um padrão para fazer comparações com os valores médios dos indivíduos mais velhos e avaliação da qualidade óssea em grupos de pacientes de diferentes idades.

REFERÊNCIAS*

Ardakani FE, Niafar N. Evaluation of changes in the mandibular angular cortex using panoramic images. *J Contemp Dent Pract.* 2004; 5:1-15.

Bachrach LK. Osteoporosis in children: still a diagnostic challenge. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007a; 92(6): 2030-2.

Bachrach LK. Concensus and controvenrsy regarding osteoporosis in the pediatric population. *Endocr Prat.* 2007b; 13(5): 513-520.

Bachrach LK. Skeletal development in childhood and adolescence. Apud ASBMR: Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism; 2008 7. ed. 74-79.

Barrera G, Bunout D, Gattas V, De La Maza MP, Leiva L, Hirsch S. A high body mass index protects against femoral neck osteoporosis in healthy elderly subjects. *Nutrition.* 2004; 20 (9): 769-71.

Bell NH, Shary J, Stevens J et al, Demonstration that bone mass is greater in black than in white children. *J Bone Mineral Res.* 1991; 6: 719-23.

Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71: 349–356.

Blain H, Carriere I, Favier F, Jeandel C, Papoz L. Body weight change since menopause and percentage body fat mass are predictors of subsequent bone mineral density change of the proximal femur in women aged 75 years and older: results of a 5 year prospective study. *Calcified Tissue International.* 2004; 75 (1): 32-9.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

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 Oral Radiol Endod.* 2000; 90: 518–524.

Brandão C. Manual de Doenças Ósteo-metabólicas – Densitometria Óssea. Fleury Medicina e Saúde, 2007. [acesso 2010 Julho 15] Disponível em: <http://www.fleury.com.br/Medicos/SaudeEmDia/ManualDoencas/pages/DensitometriaOssea.aspx>.

Bras J, van Ooij CP, Abraham-Inpijn L, Kusen GJ, Wilmlink JM. Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex: A diagnostic tool in metabolic bone loss. Part I. Normal state. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982a; 53: 541-545.

Bras J, van Ooij CP, Abraham-Inpijn L, Wilmlink JM, Kusen GJ. Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex: a diagnostic tool in metabolic bone loss. Part II. Renal osteodystrophy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982b; 53: 647-650.

Broussard DL, Magnus JL. Risk assessment and screening for low bone mineral density in a multi-ethnic population of women and men: does one approach fit all? *Osteoporos Int.* 2004; 15(5): 349-60.

Çakur B, Cakur B, Dagistan S, Sahin A, Harorli A, Yilmaz A. Reliability of mandibular cortical index and mandibular bone mineral density in the detection of osteoporotic women. *Dentomaxilloca Radiol.* 2009; (38): 255-261.

Çakur B, Sahin A, Dagistan S, Altun O, Caglayan F, Miloglu O, Harorli A. Dental panoramic radiography in the diagnosis of osteoporosis. *J Int Med Res.* 2008; 36(4): 792-799.

Caliri A, De Fillipis L, Bagnato GL, Bagnato GF. Osteoporotic Fractures: mortality and quality of life. *Panminerva Med.* 2007; 49(1): 21-27.

Carneiro J, Junqueira LCU. *Histologia Básica*. 10. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

Concensus Development Conference. Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Osteoporos Int*. 1991; 1:114-126.

Conh SH, Abesamis C, Yamasura S et al, Comparative skeletal mass and radial bone mineral research content in black and White women. *Metabolism*. 1977; 26: 171-8.

Dagistan S, Bilge OM. Comparison of antegonial index, mental index, panoramic mandibular index and cortical index values in the panoramic radiographs of normal males and male patients with osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010; 39: 290-294.

De Laet C, Kanis JA, Oden A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteop Int*. 2005; 16 (11): 1330-8.

Despaigne Dan, Reina GM, Sierra CA, Palacios OS, Alpízar ER, Mena ON. Calidad del hueso en mujeres de edad mediana. *Rev Cuba Endocrinol*. 2007. 18(1).

Devlin CV; Horner K, Devlin H. Variability in measurement of radiomorphometric indices by general dental practioners. *Dentomaxillofac Radiol*.. 2001; 30(2): 120-125.

Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. *Osteoporos Int*. 2002; 13: 373–378.

Devlin H, Karayianni K, Mtsea A, Jacobs R, Lindh C, Marjnovic E, et al. Diagnosing osteoporosis by using dental panoramic radiographs: The OSTEODENT Project. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104:821-828.

Devlin H, Horner K. Diagnosis of osteoporosis in oral health care. *J Oral Rehabil.* 2008; 35(2): 152-157.

Drozdowska B, Pluskiewicz W, Tarnawska B. Panoramic based mandibular indices in relation to mandibular bone mineral density and skeletal status assessed by dual energy X-ray absorptiometry and quantitative ultrasound. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 361–367.

Dumitrescu AL, Taguchi A, Inagaki K. Implication of systemic Osteoporosis on Oral Health. Etiology and Pathogenesis of Periodontal Disease. DOI: 10.1007/978-3-642-03010-9_9. 2010

Dutra V, Devlin H, Susin C, Yang J, Horner K, Fernandes AC. Mandibular morphological changes in low bone mass edentulous females: evaluation of panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod.* 2006; 102 (5): 663-668.

Ensrud KE, Palermo L, Black DM, Cauley J, Jergas M, Orwoll ES, Nevitt MC, Fox KM, Cumming SR. Hip and calcaneal bone loss increase with advancing age: longitudinal results from the study of osteoporotic fractures. *J Bone Mineral Res.* 1995; 10: 1778-1787.

Francischone, PC, Tavano, O. Avaliação da perda óssea maxilar pela análise da radiografia panorâmica comparando com a densitometria óssea lombar e femural. 2000. *BCI, Curitiba;* 7(25): 24-28.

Friberg B, Sennerby L, Ross J, Johansson P, Stridd CG, Lekholm U. Evaluation of bone density using cutting resistance measurements and microradiography. An study in pig ribs. *Clin Oral Impl Res.* 1995; 6: 164-171.

Garn SM, Poznanski AK, Nagy JM: Bone measurement in the differential diagnosis of osteopenia and osteoporosis. *Radiology.* 1971; 100(3): 509-18.

Geraets WG, Verheij JGC, Van Der Stel PF, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, et al. Prediction of bone mineral density with dental radiographs. *Bone.* 2007; 40(5): 1217-1221.

Gilsanz V, Gibbens DT, Roe TF, et al. Vertebral bone density in children: effect of puberty. *Radiology.* 1988;166: 847-50.

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.

Guarniero R. Osteoporose na mulher. *RBM Rev Brás Med.* 2008; 65(6): 179-185.

Gulsahi A, Yuzugullu B, Imirzalioglu P, Genç Y. Assessment of panoramic radiomorphometric índices in Turkish patients of different groups, gender and dental status. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008; 37: 288-292.

Gulsahi A, Paksoy CS, Ozden S, Kucuk NO, Cebeci ARI, Genc Y. Assessment of bone mineral density in the jaws and its relationship to radiomorfometric indices. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010; 39, 284-289.

Guyton CA, Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica.* Rio de Janeiro Elsevier; 11. ed. 2006.

Heaney RP, Matkovic V. Inadequate peak bone mass. Apud Riggs BL, Melton III JD (eds): Osteoporosis: etiology, diagnosis and management, 2. ed. Philadelphia, Raven Press. 1995; 1:15-30.

Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, Weaver C. Peak bone mass. Osteoporos Int. 2000; 11: 985-1009.

Hildebolt CF. Osteoporosis and oral bone loss. Dentomaxillofac Radiol. 1997; 26(1): 3-15.

Horner K; Devlin H. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographs measurements. J Dent. Bristol. 1998; 26(4): 337-343.

Horner K, Devlin H, Harley L. Detecting patients with low skeletal bone mass. J Dent. Bristol. 2002; 30: 171-175.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [acesso 2010 Nov 12] Disponível em: <http://www.ibge.com.br>.

Jowitt N, MacFarlane T, Devlin H, Klemetti E, Horner K. The reproducibility of the mandibular cortical index. Dentomaxillofac Radiol. 1999; 28: 141-144.

Kanis JA. Calcium nutrition and its implications for osteoporosis. Part I. Children and healthy adults. Eur J Clin Nutr. 1994a; 48(11): 757-67.

Kanis JA. Calcium nutrition and its implications for osteoporosis. Part II. After menopause. Eur J Clin Nutr. 1994b; 48(12): 833-41.

Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen Vainio P, Lassila V. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1993a; 75(6): 774-779.

Klemetti E, Vainio P, Lassila V, Alhava E: Cortical bone mineral density in the mandible and osteoporosis status in postmenopausal women. *Scand J Dent Res.* 1993b; 101(4): 219-23.

Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H: Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res.* 1994; 102(1): 68-72.

Klemetti E, Kolmakov S. Morphology of the mandibular cortex on panoramic radiographs as indicator of bone quality. *Dentomaxillofac Radiol.* 1997a; 26(1): 22-25.

Klemetti E, Kroger H, Lassila V. Relationship between body mass index and remaining alveolar ridge. *J Rehabil.* 1997b; 24(11): 808-812.

Krall EA, Dawson-Hughes B, Papas A, Garcia RI. Tooth loss and skeletal bone density in healthy postmenopausal women. *Osteoporosis Int.* Boston, 1994; 4(2): 104-109.

Kribbs PJ, Smith DE, Chesnut CH: 3rd. Oral findings in osteoporosis. Part I: measurement of mandibular bone density. *J Prosthet Dent.* 1983; 50(4): 576-9.

Kribbs PJ et al. Relationship between mandibular and skeletal bone in a osteoporotic population. *J Prosthet Dent.* 1989; 62(6): 703-707.

Kribbs PJ. Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. *J Prosthet Dent.* 1990; 63:218-222.

Ledgerton D. et al Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999; 28(3): 173-181.

Lee BD, White SC. Age and trabecular features of alveolar bone associated with osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 100: 92-8.

Leite A: Correlação entre os índices radiomorfológicos de radiografias panorâmicas e a densidade mineral óssea em mulheres na pós-menopausa [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília/Unb; 2007.

Leonard MB, Zemel BS. Assessment of bone mineralization in children in and adolescents. *Clin Rev Bone Miner Metab.* 2004; 2(1): 3-18.

Lewin S, Gouveia C.H. de A, Marone M.M.S., Wehba S, Malvestiti L.F., Bianco A.C. Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal. *Rev Ass Med Brasil.* 1997; 43(2): 127-36.

Mahal CRW, Licks R, Fontanella VRC. Comparação de índices morfométricos obtidos na radiografia odontológica panorâmica na identificação de indivíduos com osteoporose/osteopenia. *Radiol Brás:* 2008; 41(3): 183-187.

Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, Illich JA, Goel PK, Wright JK, et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. *J Clin Invest.* 1994; 93: 799-808.

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. 1988; 111-131.

Mohammad AR, Alder M, McNally MA. A pilot study of panoramic film density at select sites in the mandible to predict osteoporosis. *Int J Prosthodont.* 1996; 9(3): 290-294.

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(8):659-64

National Institutes of Health. Consensus Development Conference Statement: Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. 2000; 17(1): 1-36.

National Osteoporosis Foundation. Washington (DC): The Foundation; 2005 [cited 2005 Sep 20] [acesso 2010 Maio 09]. Disponível em: <http://www.noh.org/osteoporosis/diseasesfacts.htm>.

National Osteoporosis Foundation. Washington (DC): The Foundation; 2011 [acesso 2011 Jan 05] Disponível em: <http://www.nof.org>.

Notelovitz M. Osteoporosis: screening, prevention and management. Fertil Steril. 1993; 59: 707-705.

Okabe S, Morimoto Y, Ansai T, Yoshioka I, Tanaka T, Taguchi A, et al. Assessment of the relationship between the mandibular cortex on panoramic radiographs and the risk of bone fracture and vascular disease in 80-years-old. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod. 2008; 106; 433-442.

Organização Mundial de Saúde (OMS). *Série de informes técnicos*. Genebra; 1994. p. 843.

Osteoporosis Study Validates CompuMed's OsteoGram(R) Screening Technology [acesso 2010 Dez 12] Disponível em: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/127550.php> e <http://www.compumed.net>.

OTT SM, Editorial: Attainment of peak bone mass. J Clin Endocrinol Metab. 1990; 71:1.082-A-C.

Pedrosa EFNC, Cruz AD, Almeida SM, Bóscolo FN, Watanabe PCA. Correlation between the vertebrae, femur and radio bone mineral density examinations and the

mandibular inferior border radiographic findings in leukoderma Brazilian postmenopausal women. *Rev ABRO* 2009; 10(1): 50-57.

Pocock NA, Eisman JA, Hopper J et al, Genetics determinants of bone mass in adults: a twin study. *J Clin Invest.* 1987; 80: 706-10.

Prado CVS, Campos JADB, Loffredo LCM, Tosoni GM. Alterações mandibulares em panorâmicas utilizando dois índices radiomorfológicos. *Rev ABRO*, 2009; 10(2): 26-30.

Richelson LS, Heinz, Warner HW, Melton II LJ, Riggs BL. Relative contributions of aging and estrogen deficiency to postmenopausal bone loss. *New Engl J Med.* 1994; 311: 1.273-5.

Roberts M, Yuan J, Graham J, Jacobs R, Devlin H. Changes in mandibular cortical width measurements with age in men and women. *Osteoporos Int.* October 2010. DOI: 10.1007/s000198-010-1410-3.

Shii 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(1): 28-33.

Szejnfeld VL. Reumatologia. In Prado FC, Ramos J, Valle JR. *Atualização terapêutica.* 20. ed. São Paulo: Artes Médicas; 18:1434-7; 2001.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wada T. Oral signs as indicator of possible osteoporosis in elderly women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995; 80(5): 612-616.

Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtaki M. Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in

women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996; 25: 263–267.

Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Hollender LG. Relationship between bone mineral density and tooth loss in elderly Japanese women. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999; 28(4): 219-23.

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(3): 387-94.

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(3): 143-8.

Vondracek SF, Hansen LB. Current approaches to the management of osteoporosis in men. *Am J Health Syst Pharm.* 2004a Sep 1; 61(17):1801-11.

Vondraceck SF, Chen JT, Csako G. Osteoporosis – Pathophysiology and a new drug development. *Clin Rev Bone and Miner Metab.* 2004b; 2(4): 293-313.

Vlasiadis KZ, Skouteris CA, Velegrakis GA, Fragouli I, Neratzoulakis JM, Damiakakis J, et al. Mandibular radiomorphometric measurements as indicator of possible osteoporosis in postmenopausal women. *Maturitas.* 2007; 58:226-35.

Vlasiadis KZ, Damiakakis J, Velegrakis GA, Skouteris CA, Fragouli I, Gomenou A, Matalliotakis J, Koumantakis EE. Relationship between BMD, dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover in diagnosis of osteoporosis. *Maturitas.* 2008; 59(3):226-233.

von Worwern N. General and oral aspects of osteoporosis: a review. *Clin Oral Invest.* 2001; 5: 71-82.

Watanabe, PCA. Relação entre três indicadores de qualidade óssea na pesquisa da osteoporose em radiografias panorâmicas. (Tese) Ribeirão Preto: USP/FORP; 2003.

White SC, Cohen JM, Mourshed FA. Digital analysis of trabecular pattern in jaws of patients with sickle cell anemia. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000; 29(2): 119-24.

White SC. Oral radiographic predictors of osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002; 31:84-92.

White SC, Taguchi A, Kao D, Wul S, Service SK, Yoon D, et al. Clinical and panoramic predictors of femur bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2005; 16: 339–346.

Wical KE, Scoope CC. Studies of residual ridge resorption. Part I. Use of panoramic radiographs for evaluation and classification of mandibular resorption. *J. Prosthet Dent.* 1960; 32: 7-12.

World Health Organization (WHO) Studying Group. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. *WHO Tech Rep Ser.* 1994; 843:94-101.

Xie Q, Wolf J, Tilvis R, Ainamo A. Resorption of mandibular canal wall in the edentulous aged population. *J Prosth Dent.* June. 1997; 77(6): 596-600.

Yassar F, Akgünlü F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimensions between patients with and without spinal osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006; 35:1-9.

Zlaticar KD, 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.* 2002a; 57(9): 588-59.

Zlatic K D. Influence of age and gender on radiomorphometric indices of the mandible in removable denture wearers. Coll antropolo, Zagreb. 2002b; 26(1): 259-266.

Zlatic KD, Celebic A. Clinical bone densitometric evaluation of the mandible in removable denture wearers dependent on the morphology of the mandibular cortex. J Prosthet Dent. 2003; 90: 86-91.

ANEXO 1

Documento comprobatório da aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética.



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Verificação dos índices radiomorfológicos da cortical mandíbula em amostra de indivíduos da população brasileira de acordo com o sexo e faixa etária**", protocolo nº 195/2009, dos pesquisadores Maria Beatriz Carrazzone Cal Alonso e Plauto Christopher Aranha Watanabe, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 24/02/2010.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "**Verification of the radiomorphometric indices of the mandible in a sample of Brazilian population according to sex and age range**", register number 195/2009, of Maria Beatriz Carrazzone Cal Alonso and Plauto Christopher Aranha Watanabe, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 02/24/2010.

Prof. Dr. Pablo Agustín Vargas
 Secretário
 CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
 Coordenador
 CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores; sem qualquer edição.
 Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

ANEXO 2

Documento comprobatório de submissão do artigo para publicação.

CARTA DE SUBMISSÃO

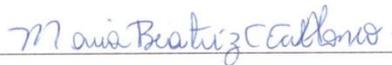
Periódico: Brazilian Dental Journal

Os autores abaixo assinados, encaminham o artigo "Radiomorphometric evaluation of mandibular cortical indices on panoramic radiographs in a sample of Brazilian according to gender and age" para que seja analisado para publicação na Brazilian Dental Journal e desse modo transferem todos os seus direitos autorais à mesma em caso de aceitação para publicação.

Os autores atestam também que o material não foi publicado anteriormente e não estão sendo considerado para publicação em qualquer outro periódico, quer seja no formato impresso ou eletrônico.



Plauto Christopher Aranha Watanabe



Maria Beatriz Carrazzone Cal Alonso

14 de janeiro de 2011, Ribeirão Preto, São Paulo

ARTIGO ORIGINAL
Recebido em 14.01.2011

p/ Brazilian Dental Journal
Prof. Dr. MANOEL DAMIÃO DE SOUSA NETO