ANGELA JORDÃO CAMARGO

Correlação da qualidade óssea mandibular com a qualidade óssea nas falanges da mão não dominante

São Paulo

2016

ANGELA JORDÃO CAMARGO

Correlação da qualidade óssea mandibular com a qualidade óssea nas falanges da mão não dominante

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obter o título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Diagnóstico Bucal

Orientador: Prof. Dr. Plauto Christopher Aranha Watanabe

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da Publicação

Serviço de Documentação Odontológica

Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Camargo, Angela Jordão.

Correlação da qualidade óssea mandibular com a qualidade óssea nas falanges da mão não dominante / Angela Jordão Camargo; orientador: Plauto Christopher Aranha Watanabe -- São Paulo, 2016.

89 p. : fig., tab.; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Diagnóstico Bucal. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão original.

1. Densidade óssea. 2. Radiografia panorâmica. 3. Radiografia carpal. 4. Absorciometria. I. Watanabe, Plauto Christopher Aranha. II. Título.

Camargo AJ. Correlação da qualidade óssea mandibular com a qualidade óssea nas falanges da mão não dominante. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Diagnóstico Bucal.

Aprovado em:_____/_____/ 2016

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Aos meus pais, **Mírian e Mauro**, primeiramente por todo amor, carinho e dedicação incondicional que foram dedicados a mim em todas as etapas da minha vida. Sempre fez toda a diferença saber que minha caminhada nesta vida os tive ao meu lado, me incentivando e me inspirando.

À minha avó **Isaura Arias Nalini Camargo,** que com tanta sabedoria de vida transborda tranquilidade e amor a todos e que me inspira a seguir a vida com tranquilidade e leveza.

Ao **Marcelo** que está sempre ao meu lado me apoiando em todos os momentos com sua amizade e amor. Sua companhia nesta etapa foi fundamental.

À tia **Kika**, que mesmo longe se fez sempre presente na escalada da minha vida, participando direta e indiretamente, me orientando e dando o suporte nas horas de dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Plauto Christopher Aranha Watanabe por sua amizade, apoio e orientações nessa jornada e também pela oportunidade maravilhosa de desenvolver este trabalho.

À Prof. Dra. Emiko Saito Arita, pela amizade e disponibilidade prestada ao longo do doutorado e pelos ensinamentos científicos.

À Professora Titular da Disciplina de Radiologia, Prof. Dra. Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira pelo acolhimento e carinho.

À Presidente da Comissão Coordenadora do Programa de Pós- Graduação em Diagnóstico Bucal, Profa. Dra. Silvia Vanessa Lourenço.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro recebido nesta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Jefferson Xavier de Oliveira, Prof. Dr. Claudio Costa, Profa. Dra. Solange Ap. C. Monteiro, pelos ensinamentos científicos.

À todos os meus familiares que sempre me apoiam e me incentivam. E que não apenas nesta caminhada mas sempre estão ao meu lado, muito obrigada Famílias: Jordão, Camargo e Cava.

Às minhas amigas Nayra Oliveira Ferreira, Karina Albino Lencioni, Mariana Alves Pereira, pelo carinho, companheirismo e amizade.

Às secretarias da pós-graduação Iracema Mascarenhas Pires, Maria Cecília Forte Muniz e especialmente a Maria Aparecida Pinto pelo carinho, disponibilidade e atenção que sempre fui recebida. E à secretária do DESCOL, Rosangela A.S.T. Nascimento.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, especialmente à Glauci pela revisão deste trabalho.

Àos técnicos de radiologia Damaris Stopato e Tarciso José Rodrigues Júnior pela amizade e atenção durante as atividades clínicas.

RESUMO

Camargo AJ. Correlação da qualidade óssea mandibular com a qualidade óssea nas falanges da mão não dominante [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Original.

A osteoporose é uma epidemia mundial, exprime altas taxas de morbidade e mortalidade, resultando também em altos custos sociais. O exame de densitometria óssea por dupla emissão de raios-X (DXA) é o exame padrão ouro para o diagnóstico da doença, porém a baixa disponibilidade de equipamentos e o alto custo dificultam o acesso ao exame, principalmente nos países pobres e nos emergentes. Desta forma absorciometria radiografica da falange (AR) se destaca pois tem baixa dose de radiação, é mais simples utilizando apenas uma radiografia de mão e um software. A radiografia panorâmica é amplamente utilizada na rotina do atendimento odontológico no mundo todo, e tem sido estudada para a avaliação de pacientes com baixa densidade mineral óssea (DMO). O objetivo deste estudo foi correlacionar a qualidade óssea mandibular, por meio dos índices radiomorfométricos em radiografia panorâmica, com a qualidade óssea das falanges da mão não dominante, por meio da AR. A amostra constituiu-se por 167 pacientes (128 mulheres e 39 homens) com média de idade de 52.09 (± 11.5) divididos em quatro grupos de acordo com o exame AR: Mulheres Normais (MN) com 92; Mulheres Doentes (MD) com 36; Homens Normais (HN) com 25; e Homens Doentes (HD) com 14.9. Os resultados demonstraram que houve correlação ($p<0.00037$) entre a classificação de Klemetti com a AR. A análise de variância de IM, IG, IFM, IFP apresentaram diferenças significativas ($p <0.05$) entre os grupos comparados. A área encontranda sob a curva ROC foi de 0.74 (SE = 97.4%, ES= 78%) para IM, 0.79 (SE = 94, ES= 54%) para IG, 0.77 (SE =94.8%, ES= 64%) para IFM, 0.76 (SE= 93,1%, ES= 62%) para IFP, 0.71(SE =96.5%, ES 86%) para DF. Concluiu-se que a análise dos índices radiomorfométricos apresentaram acurácia moderadamente precisa para a detecção da alteração na qualidade óssea mandibular de acordo com a AR.

Palavras-Chave: Densidade mineral óssea. Índices radiomorfométricos. Radiografia panorâmica. Radiografia Carpal. Absorciometria radiografica.

ABSTRACT

Camargo AJ. Correlation of bone quality with mandibular bone quality in the phalanges of the non-dominant hand [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Original.

Osteoporosis is a worldwide epidemic, expressed high rates of morbidity and mortality, also resulting in high social costs. Bone densitometry by dual energy X-ray absorptiometry (DXA) is gold standard for the diagnosis of disease, but the low availability of equipment and high costs make it difficult to take, especially in poor and emerging countries. Thus absorptiometry radiographically phalanx (AR) stands out because has low radiation dose, it is simpler using only one hand X-ray and software. Panoramic radiography is widely used in routine dental care worldwide, and has been studied for the evaluation of patients with low bone mineral density (BMD).The aim of this study was to correlate the mandibular bone quality through radiomorphometric indices in panoramic radiograph with bone quality of the non-dominant hand phalanges, through AR. The sample consisted of 167 patients (128 women and 39 men) with a mean age of 52.09 (± 11.5) divided into four groups according to the AR test: Healthy Women (MN) 92; Diseased Women (MD) 36; Men healthy (HN) 25 and Diseased Men (HD) with 14.9. The results showed correlation ($p < 0.00037$) between the Klemetti with RA. Variance analysis IM, IG, MFIs, IFP shown significant differences ($p < 0.05$) between the two groups. Area under the ROC curve was 0.74 (SE = 97.4%, ES = 78%) for MI, 0.79 (SE = 94, ES = 54%) for IG, 0.77 (SE = 94.8%, ES = 64%) for MFIs, 0.76 (SE = 93.1%, ES = 62%) for IFP, 0.71 (SE = 96.5%, ES 86%) for DF. It was concluded that the analysis of radiomorphometric indices showed moderate accuracy for detecting the change in mandibular bone quality according to AR.

Keywords: Densitometry. Radiomorphometric indices. Panoramic radiograph. Carpal radiograph. Radiographic absorptiometry

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Projeção da população para o Brasil até 2050 (IOF, 2012) 22

Figura 4.1 - Equipamento de radiografia panorâmica. 54

Figura 4.2 - R Chassi Konex com cunha de alumínio que serve como referência padronizada para que seja realizada a DMO 55

Figura 4.3 - ROI estabelecido em 200px X 300px de ambos os lados (direito/esquerdo) focando a região do ramo da mandíbula 57

Figura 4.4 - Passo-a-Passo do processamento da imagem no *Software* NIH ImageJ. 1)Imagem original, 2) Imagem Borrada, 3) Subtração, 4) Adição, 5) Binarização, 6) Erosão, 7) Dilatação, 8) Inversão, e 9) Esqueletonizaçãoa mandíbula onde são realizados os recortes: após o forame mentual (FM), região ângulo (A) e ramo (R) (selecionando o canal em toda sua extensão) 58

Figura 4.5 - Imagem da radiografia panorâmica exemplificando como foram realizadas as medições da espessura da cortical da mandíbula, bilateralmente, em dois sítios: forame mentual e ângulo mandibular. As medições resultaram nos Índices Mentual (IM) e o Goníaco (IG) 59

Figura 4.6 - Em destaque as falanges utilizadas nos Índices das Corticais. Falange média em laranja (IFM) e falange proximal em verde (IFP) 60

Figura 4.7 - Radiografia da falanges utilizadas no estudo, com as espessuras traçadas e prontas para análise dos índices das falages 61

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Razão da oferta de equipamentos de diagnóstico por imagem selecionados com base nos parâmetros estabelecidos na Portaria nº 1.101/GM, do Ministério da Saúde, segundo as Grandes Regiões (2005) 27

Tabela 2.2 - Número de equipamentos de Raios-X para densitometria óssea e variação no período, segundo o tipo de prestador (Brasil - 1999/2005) 28

Tabela 2.3 - Número médio de procedimentos de densitometria óssea do SUS por equipamento, segundo o tipo de prestador (Brasil - 1999/2005)..... 28

Tabela 4.1 - Divisão dos grupos, quantidade de paciente presente, média e desvio padrão da idade, média e desvio padrão de dentes presentes e média do índice de massa corporal (IMC).. 53

Tabela 5.1 - Análise descritiva das variáveis este estudo, de acordo com cada grupo. 63

Tabela 5.2 - Análise de frenquência da variável de Klemetti 64

Tabela 5.3 - Análise de associação Klemetti com os grupos doentes e normais. 64

Tabela 5.4- Análise de variância do IM. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way) 65

Tabela 5.5 - Análise de variância do IG. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way) 65

Tabela 5.6 - Análise de variância do IFM. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way) 66

Tabela 5.7 - Análise de variância do IFP. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way) 66

Tabela 5.8 - Análise de variância da DF. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way) 67

Tabela 5.9 - Ponto de corte, Sensibilidade, Especificidade Acurácia para as variáveis, pelos pontos de corte obtidos 67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACE	*American Association of Clinical Endocrinologists* (Associação Americana de Endocrinologistas Clínicos)
ACU	Acurácia
ALP	Fosfatase Alcalina Não-Óssea Especifica
AR	Absortometria Radiografica da Falange
C	Conectividade
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CM	Canal da Mandíbula
CV	Coeficiente de Variação
DCA	Densitometria Computadorizada desenvolvida pelos Autores
DCG	Dentistas Clínicos Gerais
DF	Dimensão Fractal
DMO	Densidade Mineral Óssea
DMOF	Densidade Mineral Óssea do Colo do Fêmur
DMOL	Densidade Mineral Óssea da Coluna Lombar
DMOm	Densidade Mineral Óssea metacarpal
DOR	Densidade Óssea Relativa
DP	Desvio-Padrão
DTVL	Densidade Trrabecular da 3ª vértebra lombar
DXA	*Dual-energy X-ray Absorptiometry* (Absorciometria por Dupla Emissão de Raios-X)

EMG	Eletromiografia
ES	Especificidade
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
GnRHa	Gonadotrofina
HC	Histograma de Cores
HD	Homens Doentes
HN	Homens Normais
IA	Índice Antegoníaco
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
ICM	Índice Cortical Mandibular
IE	Índice Espinhal
IF	Índice Femural
IFM	Índice Falange Média
IFP	Índice Falange Proximal
IG	Índice Goníaco
IM	Índice Mentual
IPM	Índice Panorâmico Mandibular
L1-L12	Coluna Lombar
MCI	Índice Metacarpo
MD	Mulheres Doentes
MN	Mulheres Normais
NACEDO	Núcleo de Apoio a Cultura e Extensão em Diagnóstico Odontológico

NIH	*National Institutes of Health* (Instituto Nacional de Saúde)
NTx	Marcador Urinário da Reabsorção Óssea
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPG	Osteoprotegerina
OST	*Osteoporosis Self-Assessment Tool* (Ferramenta de Auto-Avaliação da Osteoporose)
P	Prevalência
PB	Pixels Brilhantes
pQCT	Tomografia Computadorizada Quantitativa Periférica
QUS	Ultra-Som Quantitativo
RANK	Receptor Ativador Nuclear Fator-kB
RANKL	Receptor Ativador Nuclear Fator-kB Ligante
RCD	Radiografia Carpal Digital
ROC	*Receiver Operating Characteristic*
ROI	*Region of Interest* (Regiões de Interesse)
RPD	Radiografia Panorâmica Digital
SE	Sensibilidade
T1-T12	Vértebras Torácica
T-score	É o número de desvios padrão distantes da média da massa óssea de um grupo de adultos jovens
TC	Tomografia Computadorizada
TCQ	Tomografia Computadorizada Quantitativa
TIFF	*Tagged Image File Format* (Formato de Arquivo Raster)
TOP	Tomografias Odontológicas Panorâmicas

TRH	Terapia de Reposição Hormonal
VPN	Valor Preditivo Negativo
VPP	Valor Preditivo Positivo
WHO	*World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde)

LISTA DE SÍMBOLOS

>	maior
≥	maior ou igual
±	mais ou menos
<	menor
≤	menor ou igual
mg	miligrama
mm	milímetro
%	porcentagem
R$	Real (Moeda Brasileira)
¼	um quarto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19

2 REVISÃO DA LITERATURA 21
2.1 OSTEOPOROSE 21
2.2 OSTEOPOROSE NA ODONTOLOGIA 29
2.2.1 Análise da Espessura de Forma da Cortical da Mandibula e Reabsorção do Rebordo Residual 31
2.2.2 Análise do Osso Trabecular da Mandibula 47
2.2.3 Radiogrametria ou Índice Metacarpal 49
3 PROPOSIÇÃO 52

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS 53
4.1 CASUÍSTICA 53
4.2 MATERIAL 54
4.3 MÉTODOS 56
4.3.1 Seleção da amostra e critérios de exclusão 56
4.3.2 Protocolo de Avaliação das Imagens Panorâmicas Digitais 56
4.3.2.1 Trabeculado Ósseo 56
4.3.2.2 Índices Radiomorfométricos 58
4.3.2.3 Índices Corticais das Falanges 60
4.3.2.4 Análise Estatística 61
5 RESULTADOS 63

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA 63

5.2 ANÁLISE DE COMPARAÇÃO ENTRE GRUPOS 64

5.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA 64

5.4 TESTES DIAGNÓSTICOS 67

6 DISCUSSÃO 68

7 CONCLUSÕES 75

REFERÊNCIAS 76

APÊNDICE 85

ANEXO 88

1 INTRODUÇÃO

A Osteoporose foi definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como uma doença caracterizada por baixa massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo, conduzindo a fragilidade óssea e um consequente aumento do risco de fratura (Kanis; WHO Study Group, 1994). O avanço da Medicina e das demais áreas da saúde, incluindo a Odontologia, proporcionou ao Ser Humano, durante toda sua evolução, o surgimento de novos métodos para avaliação e diagnóstico de diversas doenças, contribuindo cada vez mais para a melhoria da sua qualidade de vida.

As pesquisas recentes se dedicam principalmente em investigar e detectar enfermidades num período de tempo mais curto, visando diagnóstico precoce e a prevenção de doenças. Com o crescente aumento da expectativa de vida da população e a relevância na busca pelo envelhecimento saudável, torna-se de fundamental importância o conhecimento clínico e social de patologias crônico-degenerativas que interferem significativamente na qualidade de vida do indivíduo como é o caso da osteoporose.

A osteoporose é uma epidemia mundial, exprime altas taxas de morbidade e mortalidade, resultando também em altos custos sociais. Hoje, o exame de densitometria óssea por emissão dupla de raios-X (DXA) é o exame padrão ouro para o diagnóstico da doença. Porém, o alto custo e a disponibilidade de equipamentos, dificultam o acesso ao exame, principalmente nos países pobres e nos emergentes, como o Brasil.

Desta forma, triar melhor e mais precocemente, pacientes para realizar o DXA da coluna e fêmur, é uma estratégia fundamental no combate a essa enfermidade. Um método disponível no mercado para avaliação periférica da densidade mineral óssea é a radiogrametria realizada por um software, também chamada de absortometria radiografica da falange (AR). É uma técnica bem mais acessível quando comparado com o DXA, tem a vantagem de ser menor, mais prático, baixa dose de radiação para a obtenção do exame, e necessita de uma radiografia simples da mão. A AR é um dispositivo eficaz para determinar os pacientes com baixa DMO (Yates et al., 1995; Grampp et al., 1997; Cantoni; King, 2001; Ibañez, 2003)

A radiografia panorâmica vem sendo utilizada na rotina do atendimento odontológico no mundo todo, graças principalmente ao grande desenvolvimento tecnológico das últimas décadas, e como protocolo clínico tem respaldo do Guia Internacional de Prescrição Radiográfica.

Diversos estudos têm utilizado a radiografia panorâmica na avaliação de pacientes com baixa densidade mineral óssea (DMO), analisando a espessura e forma da cortical da mandíbula (Klemetti et al., 1993; Taguchi et al., 1995a; Taguchi et al., 1995b; Nakamoto et al., 2003; Arifin et al., 2005; Taguchi et al., 2007a). A radiografia panorâmica digital é um método de diagnóstico por imagem que utiliza baixas doses de radiação (Gijbels et al., 2005). O exame radiográfico panorâmico oferece excelente visibilidade de estruturas anatômicas da face, da região do seio maxilar, avaliação de fraturas dos maxilares e o desenvolvimento dos dentes (Yiu et al., 2005).

Pelo fato da radiografia panorâmica abranger importantes estruturas anatômicas e ter um baixo custo pode ser de grande valia para a Odontologia, fornecendo ao cirurgião-dentista o diagnóstico da qualidade óssea dos maxilares.

Por estas razões e pelo fato da radiografia panorâmica poder sinalizar achados de baixa DMO na cortical da mandíbula como citado na literatura (Klemetti et al., 1993; Taguchi et al., 1995b; Bozic; Hren, 2005; Arifin et al., 2006), neste estudo buscou-se correlacionar a qualidade óssea mandibular, por meio dos índices radiomorfométricos em radiografia panorâmica, com a qualidade óssea das falanges da mão não dominante, por meio da absorciometria radiografica da falange (AR).

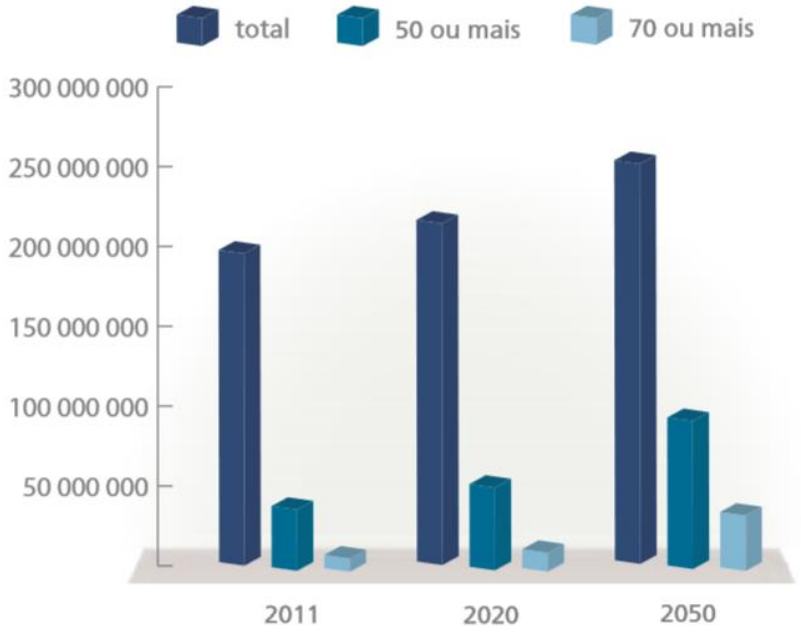
2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 OSTEOPOROSE

A Osteoporose foi definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como uma doença caracterizada por baixa massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo, conduzindo a fragilidade óssea e um consequente aumento do risco de fratura (Kanis; WHO Study Group, 1994). É considerada atualmente como um grave problema de saúde pública mundial, com altos níveis de morbidade e mortalidade e com alta prevalência em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Trata-se de uma alteração metabólica sistêmica, caracterizada pela diminuição lenta e progressiva da massa óssea, pelo comprometimento da integridade do arcabouço ósseo, diminuição de sua resistência e pelo acometimento de fraturas dos ossos, mesmo nos mínimos traumas. O indivíduo não apresenta sinais e sintomas nos primeiros estágios da doença; por isso é também conhecida como sendo uma “doença silenciosa”. Os sinais e sintomas aparecem mais tarde, quando a densidade óssea diminui a ponto de causar colapso ou fratura óssea, o que pode provocar dor e deformidade óssea (Consensus Development Conference, 1993).

A expectativa de vida da população mundial aumenta cada vez mais. No Brasil a expectativa de vida subiu de 52 anos em 1952 para 71 anos em 2010 e projeta-se que chegue a 80 anos em 2050. Em 2050, estima-se que 37% (96 milhões) da população terão mais de 50 anos e 14% (36 milhões) terá 70 anos ou mais, enquanto a população total aumentará para 260 milhões (Figura 2.1) (International Osteoporosis Foundation, 2012).

Figura 2.1 - Projeção da população para o Brasil até 2050 (International Osteoporosis Foundation, 2012)



A prevalência de osteopenia e osteoporose no Brasil foi medida de várias formas diferentes, dando margem a uma série variada de estatísticas. Pinheiro et al. (2010), segundo estabelecido pela OMS, revelou que 33% das mulheres pós-menopáusicas apresentavam osteoporose na coluna lombar ou no fêmur. Zerbini et al. (2000) comparou homens brasileiros e homens dos EUA e Europa e não houve diferenças significativas na densidade mineral óssea (DMO), exceto na coluna lombar na sétima década.

Anualmente ocorre mais de 8.9 milhões de fraturas em todo o mundo em decorrência da doença, dos quais mais de 4.5 milhões ocorrem nas Américas e na Europa. O risco de ter uma fratura no quadril, punho ou vértebra tem sido estimado de 30% a 40% em países desenvolvidos, aproximando-se ao risco de doença coronária (WHO, 2004). Estima-se que haja atualmente 121.000 fraturas de quadril por ano no Brasil, com projeções para que esse número suba para 140.000 no ano de 2020 e 160.000 em 2050. E 97% das fraturas de quadril são tratadas cirurgicamente. Sendo assim, estima-se que o custo do tratamento de um paciente com fratura de quadril seja US$ 3.987 por paciente (custo direto de US$ 12.000 nos hospitais particulares (International Osteoporosis Foundation, 2012).

Segundo Pinto-Neto et al. (2002), a prevalência de osteoporose e a incidência de fraturas variam de acordo com o sexo e a raça. As mulheres brancas na pós-menopausa apresentam maior incidência de fraturas. A partir dos 50 anos, 30% das mulheres e 13% dos homens poderão sofrer algum tipo de fratura por osteoporose ao longo da vida, especialmente na população branca; porém, deve-se considerar a grande miscigenação da população brasileira tendo em vista a menor incidência de fraturas nos indivíduos da raça negra.

As fraturas que normalmente acometem pacientes com osteoporose são aquelas fraturas não traumáticas, principalmente na coluna vertebral. Outros fatores além da baixa massa óssea que contribuem para o risco de fratura é o aumento da propensão de queda dos idosos, as alterações qualitativas na estrutura óssea, variabilidade na geometria do osso, as fraturas raramente ocorrem na ausência de redução da massa óssea, exceto quando ocorre o trauma. Os dois fatores que alimentam e projetam o aumento da incidência de fraturas osteoporóticas no mundo são o envelhecimento contínuo da população nos países desenvolvidos e aumentos exponenciais na população dos países subdesenvolvidos. O envelhecimento da população vai resultar em um aumento desproporcional no número de fraturas que ocorrem por causa da relação exponencial da taxa de fratura de idade. Atualmente, cerca de metade de todas as fraturas de quadril ocorrem na Europa e América do Norte. Em 2050 essas regiões representarão apenas um quarto do total, e a grande maioria das fraturas de quadril ocorrerão na Ásia e na América Latina. Os altos custos médicos associados com fratura de quadril poderia ter um efeito devastador sobre os sistemas de saúde já deficitários desses países subdesenvolvidos (Riggs; Melton, 1995).

No período de um ano as fraturas osteoporóticas resultaram em um custo econômico de R$ 12 milhões para o Sistema Suplementar de Saúde (representa o setor privado de assistência à saúde no Brasil) (Araújo et al., 2005).

Por causa das consequências mórbidas da osteoporose, a prevenção desta doença e suas fraturas associadas são consideradas essenciais para a manutenção da saúde, qualidade de vida e independência da população idosa (WHO, 2004).

O sistema esquelético humano é dividido por esqueleto axial que inclui os ossos do crânio, pescoço (hioide e vértebras cervicais) e tronco (costelas, esterno, vértebras e sacro); e esqueleto apendicular que consiste nos ossos dos membros, incluindo aqueles que formam os cíngulos do membro superior e inferior. Há dois

tipos de osso, compacto e esponjoso (reticular). O osso compacto do corpo, ou diáfise, que envolve a cavidade medular é a substância cortical (Moore; Dalley, 2001).

O osso cortical é denso e representa 85% do tecido ósseo total e predomina no esqueleto apendicular. O osso trabecular representa 15% do esqueleto adulto, é relativamente proeminente na extremidade distal dos ossos longos, e na parte interna dos ossos chatos. É composto de trabéculas que se conectam entrepostas por medula óssea. Na coluna vertebral, aproximadamente 65% do tecido ósseo é do tipo trabecular, segundo (Riggs; Melton, 1995[1] apud Radominski et al., 2004).

O sistema esquelético está em constante remodelação ao longo da vida. Durante a infância e adolescência, os ossos mudam de tamanho, forma e constituintes por um processo conhecido como modelagem. A mudança na forma e tamanho é completa com o fechamento da epífise no final da puberdade, seguido por um período de consolidação de 5 a 10 anos (dependendo do sítio do ósseo) até que o pico de massa óssea no adulto é alcançado, o que geralmente ocorre no início dos 20 anos. Após atingir o pico de massa óssea, o processo chamado de remodelação óssea assume e é governado pelas ações dos osteoclastos que reabsorvem o osso já depositado e osteoblastos que fazem a neoformação óssea. O recrutamento e atividade destas células do processo de remodelação incluem o envolvimento de hormônios sistêmicos e citocinas locais. O receptor ativador nuclear fator-kB (RANK), seu ligante (RANKL), e a osteoprotegerina (OPG), surgem como principais reguladores locais de remodelação óssea. O RANKL é sintetizado por osteoblastos e células estromais presentes no microambiente do osso, que se liga ao RANK, expresso em células progenitoras de osteoclastos na medula óssea, e promove a osteoclastogênese. OPG também é sintetizada por osteoblastos e células do estroma e serve como um receptor para RANKL, impedindo a ligação de RANKL a RANK. A regulação da atividade dos osteoclastos depende, pelo menos em parte, na relação entre RANKL e OPG. A quantidade relativa destas duas moléculas é regulada, por sua vez, por hormônios sistêmicos (por exemplo, estrogênio), fatores locais (por exemplo, a interleucina-6), e talvez outros fatores. Nas mulheres, as alterações hormonais que ocorrem durante toda perimenopausa e na pós-

[1] Riggs BL, Melton LJ. Osteoporosis: etiology, diagnosis and management 2ª ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Press; 1995.

menopausa estimula a produção de RANKL (direta e indiretamente), levando a perda óssea acelerada (American Association of Clinical Endocrinologists, 2010).

A resistência óssea reflete, principalmente, na integração da densidade óssea e qualidade do osso. A densidade óssea é expressa em gramas de mineral por área ou volume, e, em qualquer indivíduo é determinado pelo pico de massa óssea e a quantidade de perda de massa óssea. Qualidade óssea se refere à arquitetura, “turnover” ósseo, acumulação de danos (por exemplo, micro fraturas) e mineralização. A densidade mineral óssea (DMO) responde por aproximadamente 70% da força óssea (NIH Consensus Development Panel, 2001).

Os fatores de riscos estão associados a certas condições, doenças e medicamentos utilizados que causam ou contribuem para o desenvolvimento de osteoporose e fraturas. São eles: 1) Fatores relacionados ao estilo de vida: baixa ingestão de cálcio, alta ingestão de cafeína, ingestão de álcool (três doses por dia), ser fumante (ativo ou passivo), ingestão de vitamina D insuficiente, alta ingestão de sal, sedentarismo, quedas, excesso de vitamina A, ingestão de alumínio (antiácidos), imobilização física e baixo peso. 2) Fatores Genéticos: fibrose cística, homocistinúria, osteogênese imperfeita, Ehlers-Danlos, história familiar de fratura no quadril, hipofosfatasia, doença de Gaucher, hipercalciúria idiopática, porfiria, doenças de armazenamento de glicogênio, síndrome de Marfan, síndrome Riley-Day, hemocromatose e síndrome de Menkes. 3) Fatores hipogonadal: estados hipogonadal, insensibilidade androgênica, hiperprolactinemia, síndromes de Turner e Klinefelter, anorexia nervosa e bulimia, hipopituitarismo, amenorréia atlética e falência ovariana prematura. 4) Desordens endócrinas: insuficiência adrenal, síndrome de Cushing, diabetes mellitus, hiperparatireoidismo e tireotoxicose. 5) Desordens gastrointestinais (GI): doença celíaca, bypass gástrico, cirurgia GI, doença inflamatória intestinal, má absorção, doença pancreática e cirrose biliar primária. 6) Desordens hematológicas: hemofilia, leucemia e linfomas, mieloma múltiplo, doença falciforme, mastocitose sistêmica e talassemia. 7) Doenças reumáticas e autoimunes: espondilite anquilosante, lúpus e artrite reumatóide. 8) Diversas condições e doenças: alcoolismo, enfisema, distrofia muscular, amiloidose, insuficiência renal crônica, nutrição parenteral, acidose metabólica crônica, epilepsia, doença óssea pós-transplante, insuficiência cardíaca congestiva, escoliose idiopática, fratura anterior a idade adulta, depressão, esclerose múltipla e sarcoidose. 9) Medicações: anticoagulantes (heparina), anticonvulsivantes,

inibidores de aromatase, barbitúricos, drogas quimioterápicas de câncer, ciclosporina A e tacrolimus, medroxiprogeterona, glucocorticóides (≥ 5mg/dia de predilisona ou equivalente por ≥3 meses), agonistas do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRHa), e lítio (National Osteoporosis Foundation, 2008).

Existem diversos exames que podem ser realizados para a medição da densidade mineral óssea.

A absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) tornou-se a técnica mais utilizada para a realização de estudos de densitometria óssea. Uma das razões para a sua popularidade é a capacidade dos sistemas de DXA medir a DMO do fêmur proximal e coluna, os dois locais mais comuns de fraturas osteoporóticas. O exame DXA tem outras vantagens como ter a dose de radiação excepcionalmente baixa para os pacientes, o tempo de varredura curto, imagens de alta resolução, boa precisão e estabilidade inerente de calibração. Por estas razões, o DXA é amplamente empregado para o diagnóstico da osteoporose (Adams, 1997).

De acordo com os critérios da OMS, o valor do T-score obtido na densitometria óssea é classificado como normal quando a densidade mineral óssea é superior a 1 desvio-padrão (DP) abaixo do esperado para jovens saudáveis (T score > -1.0), osteopenia (T-score de -1.0 a -2.5) e a osteoporose que tem o desvio-padrão de 2.5 ou mais abaixo do valor médio para jovens mulheres saudáveis (T-score < -2,5 DP). Este critério tem sido amplamente aceito e proporciona tanto o limiar de um diagnóstico como para intervenção (WHO, 2004).

Outro exame que também pode ser empregado é a tomografia computadorizada quantitativa aplicada tanto para o esqueleto apendicular como na coluna, é mais útil na avaliação da densidade do osso trabecular, porque fornece uma medida da verdadeira densidade volumétrica, em vez de uma área de resultado-ajustado (como é o caso de DXA). As tomografias computadorizadas convencionais de corpo inteiro necessitam de calibração para converter seus resultados em unidades relevantes para a DMO. As principais desvantagens da tomografia computadorizada quantitativa são a alta exposição à radiação, as dificuldades com o controle de qualidade e custo elevado em comparação com DXA. Das muitas técnicas que foram desenvolvidas para avaliar a massa óssea, o teor mineral ósseo, ou outros aspectos relacionados com a massa esquelética ou a estrutura, a técnica que tem sido dada a maior atenção em termos de

desenvolvimento técnico e validação biológica é o DXA, o qual é considerado o padrão ouro para diagnóstico (Kanis, 2002).

Os exames de densitometria óssea e de tomografia computadorizada quantitativa não são de fácil acesso, tanto na rede publica de saúde como na privada devido ao custo elevado do exame e a falta de equipamento.

No Brasil a taxa de oferta dos Raios-X para densitometria óssea não se alcançava, em 2005, o parâmetro estabelecido na Portaria n. 1.101/GM, do Ministério da Saúde. Destaca-se a falta de equipamentos de densitometria óssea, que corresponderiam a 20% da necessidade parametrizada, enquanto os equipamentos de tomografia computadorizada e de ressonância magnética corresponderiam a cerca da metade dessa necessidade. A distribuição desigual da oferta de atenção à saúde no País se reflete e se agrava no caso dos equipamentos de diagnóstico por imagem (IBGE, 2009).

Tabela 2.1 - Razão da oferta de equipamentos de diagnóstico por imagem selecionados com base nos parâmetros estabelecidos na Portaria nº 1.101/GM, do Ministério da Saúde, segundo as Grandes Regiões (2005) (IBGE, 2009)

Grandes Regiões	Razão da oferta de equipamentos de diagnóstico por imagem selecionados, com base nos parâmetros estabelecidos na Portaria nº 1.101/GM, do Ministério da Saúde (por 1 000 000 de habitantes)				
	Mamógrafos	Raio X para densitometria óssea	Ressonância magnética	Tomógrafo computadorizado	Ultrassom
Brasil	**4,2**	**0,8**	**1,5**	**1,1**	**1,9**
Norte	2,0	0,3	0,6	0,5	1,3
Nordeste	2,7	0,4	0,9	0,6	1,7
Sudeste	5,3	1,0	2,0	1,4	2,1
Sul	4,7	1,0	1,6	1,3	2,0
Centro-Oeste	5,3	1,2	1,7	1,3	2,7

Nota: A razão da oferta de equipamentos de diagnóstico por imagem foi calculada dividindo-se a oferta total de equipamentos (por 1 milhão de habitantes) pela taxa padronizada (por 1 milhão de habitantes), que é o parâmetro estabelecido na Portaria nº 1.101/GM, do Ministério da Saúde.

Tabela 2.2 - Número de equipamentos de Raios-X para densitometria óssea e variação no período, segundo o tipo de prestador (Brasil - 1999/2005) (IBGE, 2009)

Tipo de prestador	Número de equipamentos de Raio X para densitometria óssea			Variação no período (%) 1999/2005
	1999	2002	2005	
Total	**780**	**932**	**1 034**	**33,0**
Privados	748	883	970	30,0
Privados SUS	201	167	207	3,0
Públicos	32	49	64	100,0

Tabela 2.3 - Número médio de procedimentos de densitometria óssea do SUS por equipamento, segundo o tipo de prestador (Brasil - 1999/2005) (IBGE, 2009)

Tipo de prestador	Número médio de procedimentos de densitometria óssea do SUS por equipamento		
	1999	2002	2005
Privados SUS	70	224	345
Públicos	935	488	435

Tendo em vista a disponibilidade de equipamentos (padrão-ouro) para diagnóstico, custo do exame e de que a doença osteoporose é uma epidemia mundial (Drummond et al., 1988), métodos mais práticos e baratos devem estar disponíveis para efetivar a prevenção, já que estamos falando de um dos maiores problemas de saúde pública do mundo (Klemetti et al., 1994), principalmente quando vivemos em um país emergente como é o caso do Brasil.

Um método disponível no mercado para avaliação periférica da DMO é a radiogrametria, também chamada de absorciometria radiografica da falange (AR). É uma técnica para a medição da massa óssea por meio de radiografias de locais periféricos, mais comumente realizado na mão ou no calcanhar. Foi descrita pela primeira vez em 1939, e tornou-se amplamente utilizada como uma técnica de pesquisa em 1960, embora o interesse em AR atualmente tenha diminuido devido o surgimento de novas técnicas de densitometria óssea (Yates et al., 1995).

É uma técnica bem mais barata quando comparado com o DXA, tem a vantagem de ser de menor tamanho, baixa dose de radiação para a obtenção do exame. Utiliza uma radiografia de mão com uma placa de alta precisão. E um software realiza localmente a DMO. Essa placa de alta precisão tem uma cunha de alumínio, que auxilia na analise de densidade (Ibañez, 2003).

Um estudo realizado por Cantoni e King (2001) mostrou resultados preliminares indicando uma sensibilidade de 88% (88% de todos os pacientes que seriam classificadas por DXA com osteoporose foram detectados pela AR e o valor preditivo negativo foi de 99% (99% de todos os pacientes classificados normal na AR também estavam normais no DXA central). E concluiram que a partir destes dados a AR pode ser usado muito eficazmente como um dispositivo para determinar os pacientes com baixa DMO.

Grampp et al. (1997) comparou cinco métodos para avaliar qualidade óssea, chegando a conclusão que a AR realizada nas falanges da mão não-dominante mostrou boa distinção entre mulheres na pré-menopausa e na pós-menopausa ambos grupos saudáveis e também melhor sensibilidade a mudanças relacionadas à idade, destacando-se entre a tomografia computadorizada quantitativa periférica (pQCT) do rádio, ultra-som quantitativo (QUS), e DXA de fêmur. O estudo mostrou ainda que algumas medidas feitas no osso apendicular também resultaram em um odds ratio significativo e os mais elevados foram: DXA do fêmur e do trocanter; DXA e pQCT do rádio, RA da mão (falange), e QUS do calcâneo.

Cosman et al. (1991) afirmou que a AR detectou baixa massa óssea da coluna lombar e colo do fémur, com 90% e 82% de sensibilidade, respectivamente. Ainda sugeriu que a AR pode ser útil como uma técnica de triagem para os médicos de cuidados primários e em ambientes de pesquisa, onde DXA são impossíveis.

Considerando a alta prevalência da doença a partir da quarta década de vida aliada às complicações decorrentes das fraturas, torna-se de extrema importância a identificação de indivíduos com osteopenia/osteoporose o quanto antes possível pelos profissionais da área da saúde (Consensus Development Conference, 1993), visando o desenvolvimento de novos métodos auxiliares para diagnóstico e rastreio da doença a fim de permitir melhoria da qualidade de vida do indivíduo.

2.2 OSTEOPOROSE NA ODONTOLOGIA

As radiografias panorâmicas assim como as periapicais são amplamente utilizadas na clínica odontológica como exames complementares pela facilidade de

acesso e baixo custo. 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 perda de massa óssea na região oral é uma das principais causas de morbidade na população idosa (Vaishnav et al., 2010).

O exame radiográfico panorâmico é um exame complementar amplamente realizado na odontologia sendo de grande valia para o diagnóstico e plano de tratamento dentário por ter baixa dose de radiação para o paciente, baixo custo e vem sendo utilizado para identificar indivíduos com baixa densidade mineral óssea.

Vários estudos têm sido realizados sobre a utilidade de radiografias panorâmicas no rastreio da osteoporose (má qualidade óssea) em clínicas odontológicas (Taguchi, 2009; Taguchi, 2010). A erosão da cortical da mandíbula detectada em radiografias panorâmicas pode ser útil na identificação de mulheres com osteoporose (Klemetti et al., 1994; Taguchi et al., 2008a).

Com isso, a informação radiográfica de osteopenia/osteoporose, vista em uma radiografia panorâmica, aliada as informações clínicas, história familiar e fatores de risco, seriam suficientes para a indicação de exame de outros sítios ósseos para verificação da massa óssea (Devlin; Horner, 2002).

Estudos comprovam a eficiência da utilização da radiografia panorâmica tanto para avaliação de reabsorção e qualidade óssea em grupos de pacientes de diferentes idades a fim de determinar a má qualidade óssea (Ardakani; Niafar, 2004) e as medidas da espessura da cortical e formas detectadas na radiografia panorâmica podem ser úteis na identificação precoce de indivíduos com baixa densidade mineral óssea ou osteoporose e, portanto, mais susceptíveis às fraturas decorrentes da doença (Ledgerton et al.,1999; Nakamoto et al., 2003; Taguchi et al., 2008b).

Sendo assim, o objetivo da avaliação não se baseia no diagnóstico específico da osteoporose, mas sim consiste em identificar possível correlação dos achados na radiografia panorâmica, por meio de exames realizados rotineiramente nos consultórios.

2.2.1 Análise da Espessura e Forma da Cortical da Mandíbula e Reabsorção do Rebordo Residual

Em 1974, Wical e Swoope descreveram um método para estimar a gravidade da reabsorção óssea mandibular usando o forame mentual e a borda inferior da mandíbula, em radiografias panorâmicas, como pontos de referência. Medidas em 260 imagens panorâmicas de mandíbulas normais revelaram que, numa porcentagem elevada de filmes, independentemente da ampliação habitual ou distorção das imagens, a borda inferior do forame mentual fica muito próximo de uma linha que divide a mandíbula em três partes. Ao utilizar a proporção aproximada de 3:1, a altura original da mandíbula pode ser convenientemente calculada a partir da altura da borda inferior do forame acima da borda inferior da mandíbula. A redução na altura do osso pode, então, também ser estimada. Os autores sugerem que este método de estimar e descrever o grau de reabsorção óssea pode facilitar o estudo de doença proporcionando uma base anatômica para a classificação ou agrupamento de doentes afetados em diferentes graus.

Bras et al. (1982) mediram a espessura do córtex na região de ângulo da mandíbula em 180 radiografias panorâmicas de pessoas normais. Ao todo, nove intervalos de idade foram avaliados desde o nascimento até 69 anos. Para cada intervalo de idade foram selecionadas radiografias panorâmicas de 10 homens e 10 mulheres. A espessura do córtex na região de ângulo da mandíbula do lado direito e esquerdo foram analisadas. Na faixa etária de 15 a 59 anos, a espessura foi relativamente constante e não houve diferenças significativas entre os sexos, ou entre ângulos direito e esquerdo, a espessura cortical variou de 1.0 a 2.5 mm. e média de 1.56 mm com um desvio padrão de 0.26 mm. No intervalo de 60 - 69 anos foram encontradas diferenças significativas nos grupos masculino e feminino, a espessura cortical foi distintamente mais baixa e variou de 0.2 a 1.2 mm. (média de 0.84mm). Não houve diferenças na espessura cortical em pacientes dentados, parcialmente dentados e edentados. Seguindo o crescimento na adolescência a espessura da cortical óssea no ângulo mandibular se manteve relativamente constante e a diminuição da espessura em mulheres na pós-menopausa sugere que esta técnica pode ser útil como um parâmetro para avaliar e determinar a perda óssea metabólica.

Klemetti et al. (1993) mediram a densidade mineral da cortical da mandíbula determinada pela tomografia computadorizada quantitativa (TCQ) numa amostra de 77 mulheres na menopausa. As mulheres eram totalmente desdentadas (n= 42) ou tinham dentes apenas na região anterior da mandíbula (n = 35). A DMO foi medida por TCQ nas camadas vestibular e lingual do córtex, distalmente a partir do forame mentual, em ambos os lados da mandíbula. Os valores da densidade mineral óssea do colo do fêmur (DMOF) e coluna lombar (L2-L4) (DMOL) foram determinados por um DXA. A DMO no córtex vestibular foi significativamente maior do que no lado lingual (teste t: 21.8, P <0,001). Os valores da DMO da cortical vestibular da mandíbula se relacionou bem com as DMOF e da DMOL, enquanto as correlações dos valores da DMO da cortical lingual foram menores. Os autores concluíram que a DMO da camada vestibular do córtex mandibular, correlaciona-se muito bem com a do colo femoral, que reflete o estado da osteoporose geral do corpo humano.

Taguchi et al. (1995b) avaliaram a relação entre os sinais orais e fratura da coluna vertebral na região toráxica com o intuito de utilizar estes achados como um indicador da osteoporose pós-menopáusica. A amostra do estudo era de 64 mulheres (50 – 70 anos). Todas elas tinham radiografia de tórax lateral positivo para fratura e radiografia panorâmica. A avaliação das vértebras (T5-T12) foi feita no terço anterior, central e posterior em cada uma. Foram feitas três medições com um paquímetro vernier, e foi feita a média dos valores para cada vértebra. Os sinais orais avaliados pela radiografia panorâmica foram o número de dentes presentes, a espessura e a classificação morfológica da cortical inferior da mandíbula e a reabsorção óssea alveolar. A espessura da cortical inferior da mandíbula foi determinada através da medição da largura do córtex mandibular sob o forame mentual. A altura total da mandíbula (A) foi dividida pela altura do centro do forame mentual até a borda inferior da mandíbula (B) para obter a razão A/ B, um índice de reabsorção óssea alveolar mandibular. O córtex mandibular inferior foi examinado distalmente a partir do forame mentual e morfologicamente classificada em três categorias de acordo com o método descrito por Klemetti[2] (1993, apud Taguchi et al., 1995b) grau 1, a margem endosteal do córtex é ainda acentuada em ambos os lados; grau 2, a margem endosteal mostra defeitos semilunares (reabsorção lacunar) ou parece formar resíduos das corticais e o grau 3, a camada cortical forma

[2] Klemetti E. Edentulous jaws and skeletal mineral status. Kuopio, Finland: Kuopio University Printing Office; 1993.

claramente resíduos das corticais e é visivelmente poroso. O número de dentes presentes (N) foi altamente relacionado com a probabilidade de fratura da coluna vertebral na região torácica, e foi utilizado para derivar a equação de probabilidade para a presença de fraturas da coluna torácica: valor de probabilidade = 1 / (1 + e $^{-Z}$), Z = 18.68 – 0.29 idade - 0.27N. Resultando em uma probabilidade superior a 0.5, sugerindo a possibilidade de fratura de coluna torácica. Os autores concluíram que a utilização desta equação criada poderia servir como uma ferramenta simples e útil para que os dentistas possam avaliar a possibilidade de osteoporose latente. Os autores salientaram que o número de dentes presentes foi altamente relacionado com a presença de fratura da coluna em mulheres de 50 a 70 anos de idade.

Taguchi et al. (1995a) investigaram a relação entre a massa óssea mandibular e o número de dentes, medindo a espessura da cortical inferior da mandíbula em radiografias panorâmicas. A amostra do estudo foi de 269 pacientes, 170 mulheres e 99 homens. A média de idade do grupo masculino foi de 36 anos (faixa de 8 a 69 anos) e no grupo feminino foi de 46 anos (variando de 3 a 88 anos). Os pacientes não tinham nenhuma doença metabólica nem lesões locais afetando o córtex mandibular. A massa óssea mandibular foi avaliada através da determinação da espessura da cortical inferior da mandíbula na região mentual nas radiografias. As relações de espessura da cortical inferior da mandíbula, a idade do paciente, sexo e número de dentes presentes também foram investigadas. Nos homens, não houve correlação significativa entre o número de dentes presentes e a espessura da cortical mandibular. A média da espessura da cortical inferior da mandíbula nas mulheres na sétima década de vida foi significativamente menor que as mulheres na sexta década ($p < 0.05$), e nas mulheres cada grupo de idade foi significativamente menor do que nos homens da mesma faixa etária (ambos $p < 0.05$). Nas mulheres, o número de dentes presentes diminuiu com o aumento da idade, especialmente entre as sexta e sétima décadas, enquanto que nos homens a diminuição com a idade foi mais leve. Os autores observaram que havia uma alta reprodutibilidade na correlação entre os valores da espessura da cortical mandibular esquerda e direita, constatando que a medição unilateral pode ser usada como representante de ambos os lados da mandíbula. Os autores concluíram que a relação entre osteoporose (ou osteopenia) e perda dentária em mulheres na pós-menopausa foi positivamente correlacionada, sugerindo que a perda de dentes em mulheres na pós-menopausa pode ser avaliada com as medidas da espessura da cortical da mandíbula, sem a

necessidade da exposição adicional do paciente para realização de radiografia do metacarpo ou TCQ.

Xie et al. (1997) avaliaram o estado do canal da mandíbula (CM) em pacientes desdentados para determinar se há alguma relação entre a reabsorção das paredes do canal e índices de saúde em idosos. A amostra consistiu de 128 radiografias panorâmicas de idosos desdentados (32 homens e 96 mulheres). O estado do canal da mandíbula desdentada foi graduado de acordo com os critérios: Grau 0, a crista do rebordo residual acima do forame mentual e do CM; Grau I, a crista do rebordo residual acima do CM e do forame mentual com leve processo de reabsorção ou não; Grau II, a parede cortical superior do canal da mandíbula na crista do rebordo residual e o forame mentual com leve processo de reabsorção ou não; e Grau III, a parede cortical superior do canal da mandíbula parcialmente reabsorvida e as bordas do forame mentual reabsorvidas. A espessura da cortical no ângulo da mandíbula foi avaliada em ambos os lados na radiografia pelo mesmo examinador, mas não houve diferença significativa na medição encontrada entre os lados direito e esquerdo e o valor médio para cada sujeito foi utilizado na análise. O local de medição na radiografia foi determinado por um ponto resultante da intersecção de uma linha tangente aos pontos mais inferiores no ângulo mandibular e a cortical inferior do corpo da mandíbula, e uma linha tangente ao ramo da mandíbula e do côndilo. Os fatores sistêmicos utilizados para o estudo foram: idade (76, 81, 86 anos), sexo (masculino e feminino), ingestão de álcool, fumo de tabaco, espessura da cortical no ângulo da mandíbula, doença da tireoide, e asma. Os autores encontraram que a borda superior do CM foi mais reabsorvida em mulheres (33%) do que em homens (10%). Nas mulheres desdentadas o osso cortical no ângulo da mandíbula é mais fino do que nos homens ($p < 0,0001$). A espessura cortical no ângulo mandibular diminuiu com o envelhecimento e mostraram diferenças significativas entre 76 e 86 anos de idade ($p < 0,05$). A reabsorção na parede do CM foi significativamente mais prevalente em indivíduos com asma (odds ratio de 6,0), com doença da tiróide (odds ratio: 3,04), e com uma espessura da cortical da mandíbula na região de ângulo menor que 1 mm de espessura (odds ratio 2,74). A reprodutibilidade da avaliação do status do canal da mandíbula foi satisfatória, com uma taxa de concordância de 94,2% (valor Kappa de 0.90). Os autores concluíram que o sexo (masculino/feminino), asma e doenças da tireóide têm um papel importante na reabsorção da parede do canal da mandíbula.

Ledgerton et al. (1999) examinaram os índices radiomorfométricos da mandíbula em 500 radiografias panorâmicas de mulheres, para identificar seus padrões de normalidade e investigar as relações com a idade, dentição e classe social. Foram avaliados cinco índices: IG, IM, índice panorâmico mandibular (IPM), índice cortical mandibular (ICM) e um novo índice (índice antegoníaco IA), que foram medidos bilateralmente por um observador treinado. As medidas foram analisadas para facilidade de aplicação, repetitividade, as relações com a idade, dentição e classe social e inter-relações entre as variáveis. Todos os índices quantitativos (IG, IM, IPM, IA) mostrou uma correlação significativa e negativa com a idade. ICM mostrou uma distribuição relacionada com a idade. A dentição mandibular exerceu uma influência significativa sobre alguns índices, mas a classe social não teve influência. A repetibilidade intra-observador do IM, IPM e IA era justo (precisão <20%), mas baixo para IG. A concordância intra-observador nas avaliações da ICM foi excelente. Os autores concluíram que as mudanças relacionadas à idade nos índices radiomorfométricos mandibulares e sua variação dentro de cada faixa etária dá suporte na identificação de osteopenia esquelética. No entanto, problemas com repetibilidade e precisão de medição identificados no estudo piloto, nomeadamente no IG, pode ser um obstáculo considerável para a sua utilização na prática geral.

Taguchi et al. (1999) estudaram a relação entre a perda de massa óssea na mandíbula, incluindo o osso alveolar e a perda óssea generalizada (massa óssea vertebral). Neste estudo participaram 90 mulheres, 28 estavam na pré-menopausa e o restante na pós-menopausa (intervalo médio após a menopausa 8,4 anos, faixa 1 - 22 anos). Neste estudo os autores utilizaram a densidade óssea mineral trabecular apenas da 3ª vértebra lombar que foi examinada pela tomografia computadorizada de dupla energia, devido a um estudo anterior realizado por Taguchi et al. (1994) que constatou alta correlação (0.82 – 0.96) entre os valores das densidades ósseas mineral nas trabéculas da 2ª, 3ª e 4ª vértebra da região lombar. A espessura da cortical inferior da mandíbula foi medida utilizando uma régua com uma reprodutibilidade de 1.3% e a morfologia do córtex inferior foi determinada segundo o método de Klemetti et al. (1994). O número de dentes foi observado nas radiografias panorâmicas. Os resultados mostraram que a massa óssea da cortical mandibular e número de dentes posteriores foram associados com a altura do osso alveolar e com a densidade trabecular da 3ª vértebra lombar (DTVL), mas não houve associação entre a altura do osso alveolar, número de dentes anteriores presentes

com a DTVL. Os autores concluíram que a perda dos dentes posteriores pode estar associada com uma diminuição não apenas na altura como também da densidade óssea mineral do osso alveolar em consequência da perda óssea generalizada no esqueleto. A densidade óssea mineral do osso alveolar pode estar relacionada com a diminuição da densidade mineral óssea da vértebra lombar.

Devlin e Horner (2002) realizaram um estudo medindo os índices da cortical inferior da mandíbula para diagnosticar a DMO baixa e osteoporose. A amostra foi de 74 mulheres (média de 62 anos de idade, entre 42-79 anos) que foram submetidas à densitometria óssea do colo do fêmur, coluna lombar e do antebraço. Cinquenta e cinco pacientes (74%) foram classificados como tendo uma redução da densidade óssea (T-score ≤ -1). Vinte e sete pacientes tinham um índice T-score < -2.5, observados em um ou mais dos três pontos de medição. As radiografias panorâmicas foram analisadas por dois observadores que fizeram medições da espessura cortical no forame mentual (índice mentual,IM), antegonio (índice antegoníaco, IA) e gônio (índice goníaco, IG). Para determinar o IM, o forame mentual foi localizado bilateralmente e medido perpendicularmente à linha de melhor ajuste desenhada ao longo da borda inferior da mandíbula, resultando da média das espessuras da cortical nestes dois pontos. O IA foi medido como a largura média da cortical no ponto da borda inferior da mandíbula, que foi atravessado por uma linha reta extrapolada a partir da linha de melhor ajuste em relação ao longo da borda anterior do ramo ascendente da mandíbula. O IG foi medido como a largura média da cortical no ângulo da mandíbula de ambos os lados. Foi realizada uma regressão logística e uma análise da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para medir a eficácia dos índices corticais no diagnóstico da DMO reduzida. Apenas o IM contribuiu significativamente para o diagnóstico (T-score ≤ - 1). Os limites de 95% de concordância entre os observadores na medição de IM foram ±1,32mm. Quando os dados dos observadores foram combinados, a área sob a curva ROC foi de 0,733 (DP 0,072; IC 95% = 0,618 para 0,83), indicando precisão moderada. Os resultados deste estudo demostram que é baixa a sensibilidade e especificidade para a utilização dos índices como única forma de diagnóstico de osteopenia e osteoporose. Os autores sugerem que pacientes com um limiar de 3 mm (ou menos) no IM devam ser encaminhados para realizarem o exame de densitometria óssea.

Nakamoto et al. (2003) investigaram a eficácia do diagnóstico e o acordo entre observadores na detecção de mulheres com baixa densidade mineral óssea,

quando dentistas clínicos gerais (DCG) destreinados avaliaram o aspecto (normal ou erodido) da cortical inferior da mandíbula em radiografias panorâmicas de mulheres na pós-menopausa. Vinte e sete DCG foram solicitados para classificar a aparência do córtex mandibular inferior em radiografias panorâmicas de 100 mulheres na pós-menopausa que tinham completado as avaliações da DMO da coluna lombar e do fêmur. A concordância intra e inter-observadores foram analisadas com o teste estatístico kappa. A eficácia diagnóstica (sensibilidade, especificidade e valores preditivos) foi analisada comparando dois grupos classificados pelo córtex mandibular inferior (mulheres normais e mulheres com córtex erodido), com os classificados por DMO (mulheres com DMO normal e mulheres com osteopenia ou osteoporose). A sensibilidade média e especificidade foram de 77% e 40%, respectivamente, quando a DMO da coluna lombar foi utilizado como padrão e 75% e 39%, respectivamente, quando a DMO do colo femoral foi utilizado como padrão. Dezenove DCG não treinados (70%) apresentaram uma moderada a quase perfeita concordância intra-observador. Os autores concluíram que a radiografia panorâmica dental pode ser utilizada na clínica odontológica para identificar mulheres na pós-menopausa com baixa DMO e devem ser submetidas a testes com densitometria óssea.

Bollen et al. (2004) realizaram um estudo de caso-controle para determinar se idosos com histórico de fraturas osteoporóticas têm menos dentes e maior reabsorção do rebordo residual do que indivíduos sem tais fraturas. A amostra era de pacientes com mais de 60 anos e com uma radiografia panorâmica. Foram obtidas informações sobre a história da fratura, tabagismo e terapia de reposição hormonal (TRH). O número de dentes foi obtido a partir da radiografia panorâmica e a altura do rebordo residual da mandíbula desdentada foi medido no local do forame mentual. Foram utilizados modelos de regressão múltipla para avaliar a associação entre fratura e número de dentes ou a altura do rebordo residual (controlando para idade, sexo, TRH, tabagismo, peso e altura). O grupo de casos com o n = 93 foi formado por indivíduos que referiram fraturas osteoporóticas (fraturas ocorrendo após o esforço mínimo) e o grupo controle de n = 394, era formado por 105 indivíduos relatando fraturas traumáticas e por 289 relatando não haver fraturas. As variáveis que têm um efeito estatisticamente significativo, sobre o número de dentes foi a idade ($p < 0,0001$) e tabaco ($p < 0,0001$). As variáveis que tiveram uma significativa melhora na altura do rebordo residual (n = 95 indivíduos desdentados

totais) foi a idade e o sexo. Os autores concluíram que o número de dentes e altura do rebordo residual não foi influenciado pelo estado de fratura osteoporótica nos pacientes idosos que frequentavam a clínica da faculdade de odontologia, a idade e tabagismo teve mais influência.

Taguchi et al. (2004) analisaram o desempenho de diagnóstico da radiografia panorâmica e de ferramentas de rastreio baseadas em questionários, como o Osteoporosis Self-Assessment Tool (OST) para detectar osteoporose na coluna vertebral em mulheres na pós-menopausa. A amostra constitui-se de 316 mulheres de 33 - 84 anos, que foram divididas em dois grupos: 159 mulheres que estavam na pós-menopausa, eram saudáveis, e não possuíam histórico de ooforectomia, histerectomia, ou feito uso de estrogênio (grupo A) e 157 mulheres na pós-menopausa com um ou mais destes históricos (grupo B). A DMO da coluna lombar (L2-L4) foi medido por DXA e foi classificado de acordo com a OMS: normal, osteopenia ou osteoporose. A altura e peso foram medidos pelo equipamento de DXA. As medidas realizadas nas radiografias panorâmicas foram feitas por dois radiologistas com 16 anos de experiência. A medição da espessura da cortical mandibular foi feita bilateralmente, para isso, foram traçadas duas linhas paralelas uma sobre a cortical interna e outra na cortical externa da mandíbula, uma linha pontilhada passando sobre o forame mentual foi traçada perpendicularmente a essas paralelas. A morfologia da cortical da mandíbula foi determinada segundo o método de Klemetti et al. (1994). A sensibilidade e especificidade para identificar as mulheres com osteoporose na coluna vertebral foi de 89,5% e 33,9% para análise da espessura da cortical, 86,8% e 57,8% para a análise por OST, e 86,8% e 63,6% para análise da forma da cortical mandibular em mulheres saudáveis na pós-menopausa. A sensibilidade e especificidade, respectivamente, foram de 92,5% e 35,0% para a análise da espessura da cortical, 72,5% e 58,1% para a análise por OST, e 80,0% e 64,1% para a análise da forma da cortical mandibular em mulheres na pós-menopausa com histórico de histerectomia, ooforectomia ou uso de estrogênio. Os autores concluíram que o desempenho do diagnóstico da forma da cortical mandibular detectada nas radiografias panorâmicas foi semelhante ao do índice de OST desenvolvido para a população feminina asiática. A forma da cortical, também pode ser útil para a identificação de osteoporose na coluna vertebral em mulheres pós-menopáusicas com história de histerectomia, ooforectomia, ou uso de estrogênio. Para os autores os dentistas podem ser capazes de encaminhar as

mulheres pós-menopáusicas com suspeita de osteoporose na coluna para fazerem o exame de densitometria óssea com base nas radiografias panorâmicas.

Arifin et al. (2005) estudaram uma nova técnica para a medição da espessura da cortical do bordo inferior da mandíbula abaixo do forame mentual em radiografias panorâmicas para diagnóstico da osteoporose. Determinaram a região de interesse com base na posição do forame mentual identificado pelos dentistas radiologistas. Distinguiram o osso cortical de outras estruturas com o algoritmo de thresholding por rastreio realizado automaticamente na radiografia uma vez que o forame mentual já havia sido demarcado, identificando a margem exterior e interior do córtex medindo assim a largura cortical em seu melhor ponto. Além disso, a largura cortical medida nas 100 radiografias panorâmicas com este sistema foi comparada com a densidade mineral óssea (DMO) da coluna lombar e colo do fêmur para confirmar a eficácia do diagnóstico do sistema. A eficácia deste sistema de diagnóstico foi igual ao de medição manual feita anteriormente pelo radiologista odontológico.

Em 2005, Bozic e Hren realizaram um estudo com o intuito de descobrir se os tecidos ósseos mandibulares em tomografias odontológicas panorâmicas (TOP) são estatisticamente diferentes entre mulheres osteoporóticas e não osteoporóticas. Utilizaram uma amostra de 56 mulheres com uma média de idade de 63.6 anos divididas em dois grupos: 36 mulheres com osteoporose primária e 20 mulheres sem osteoporose. As radiografias digitalizadas foram analisadas utilizando um software de domínio público. Foi avaliada a atrofia mandibular por seis índices anatômicos que foram divididos em subgrupos em relação à presença de dentes. A densidade óssea relativa (DOR) foi avaliada através de um histograma de cores (HC). Diferentes regiões de interesse foram selecionadas na mandíbula levando em conta a quantidade de osso trabecular que estava presente e excluindo, sobreposições de estruturas anatômicas, raízes dentais e artefatos assim, nove índices de DOR foram calculados assim como as relações dos valores medidos no HC em locais específicos da mandíbula. As médias dos índices de DOR diferiram estatisticamente significante entre os grupos ($P< 0,05$). Os autores concluíram que os tecidos ósseos mandibulares em radiografias panorâmicas são estatisticamente diferentes entre mulheres com e sem osteoporose. A densidade óssea relativa da mandíbula é menor no grupo de mulheres osteoporóticas.

Arifin et al. (2006), desenvolveram um sistema assistido por um computador para medir a espessura da cortical da mandíbula em radiografias panorâmicas e

para esclarecer a eficácia diagnóstica deste sistema quando comparada com medições manuais, possibilitando identificar um grande número de mulheres na pós-menopausa com baixa DMO. Foram utilizadas radiografias panorâmicas de 100 mulheres na pós-menopausa que tiveram avaliações da DMO da coluna lombar e do colo femoral. Um experiente radiologista oral determinou a posição do forame mental nas radiografias panorâmicas digitalizadas. Após a determinação do forame mentual e da espessura da cortical da mandíbula abaixo do forame mentual foi medido automaticamente com um sistema desenvolvido, identificando a área de interesse, melhorando a imagem original, determinando as margens interior e exterior do córtex, e selecionando um ponto apropriado. A espessura da cortical medida por este sistema foi comparado com a DMO da coluna lombar e do colo femural, havendo uma correlação estatística significativa. A sensibilidade e especificidade do sistema para identificar as mulheres pós-menopáusicas com DMO diminuídas da coluna vertebral foi cerca de 88,0% e 58,7%, respectivamente, e com a DMO diminuída do colo do fêmur foi de 87,5% e 56,3%, respectivamente. O sistema assistido por computador mostrou-se útil para identificar mulheres na pós-menopausa e com baixa densidade óssea mineral.

Em 2007, Devlin et al. estudaram a eficácia relativa do índice e da espessura da cortical inferior da mandíbula na detecção de osteoporose. A amostra foi de 653 mulheres na pós-menopausa de 45 a 70 anos de idade, sendo que 141 mulheres (21,6%) foram classificadas como tendo osteoporose envolvendo pelo menos um sítio. Elas fizeram DXA no quadril esquerdo e na coluna lombar (L1 a L4) e realizaram radiografias panorâmicas. Três observadores avaliaram separadamente a espessura da cortical mandibular e a porosidade na região do forame mentual da mandíbula. O teste Qui-quadrado de detecção automática de interação mostrou que a porosidade cortical foi um pobre preditor de osteoporose quando comparado com a espessura da cortical mandibular. Para os três observadores, a espessura da cortical mandibular < 3 mm, apresentavam chances de diagnóstico de osteoporose. Os autores recomendam o uso destes índices apenas como rastreio de osteoporose, realizando uma triagem inicial pelas radiografias realizadas para outros fins que não a osteoporose.

Taguchi et al. (2007a) avaliaram se dentistas clínicos gerais são capazes de identificar mulheres na pós menopausa com baixa densidade mineral óssea nas radiografias panorâmicas após terem recebido um treinamento. Foram selecionados

22 dentistas com a média de idade de 48.2 anos, para assistirem uma palestra de 1hora de duração que foi abordado assuntos como osteoporose, a associação entre osteoporose e medidas radiográficas e por fim foi dada a instrução sobre como avaliar a erosão na cortical da mandíbula em radiografias panorâmicas. A média de experiência clínica destes dentistas foi de 24,1 anos. Após a palestra, os dentistas foram treinados por 1 hora utilizando radiografias panorâmicas de 100 mulheres pós-menopáusicas cuja densidade mineral óssea (na coluna lombar e do colo femoral) já tinha sido medida por DXA e que foram divididos de acordo com a OMS em normal, osteopenia ou osteoporose. Após a análise das 100 radiografias, os dentistas compararam seus achados em relação a erosão das corticais mandibulares. Nesta leitura, a sensibilidade e especificidade média na identificação de mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea (osteopenia ou osteoporose) em qualquer região da coluna lombar ou do pescoço femoral por qualquer sinal de erosão cortical (ligeira a moderadamente erodidos ou severamente corroídos) foi de 86.5% e 36.1%, respectivamente. Assim foi realizada a calibração dos 22 dentistas. A amostra do estudo foi de 455 mulheres com 50 anos ou mais, 168 mulheres na pós-menopausa foram diagnosticadas como tendo densidade mineral óssea baixa com base na erosão da cortical analisadas nas radiografias panorâmicas. Destas mulheres, 39 com idade entre 50-84 anos, sem diagnóstico prévio de osteoporose participaram deste estudo. A densidade mineral óssea da coluna lombar e do colo femoral foi medida por DXA. As fraturas da coluna vertebral foram avaliadas em radiografias laterais obtidas no momento da avaliação de DXA. Das 39 mulheres na pós-menopausa sem diagnóstico prévio de osteoporose que participaram do estudo, duas mulheres (5,1%) foram normais, 21 mulheres (53.9%) apresentavam osteopenia e 16 mulheres (41.0%) tinham osteoporose com base na densidade mineral óssea esquelética. Oito mulheres (20.5%) tiveram fraturas na coluna vertebral, quatro mulheres tinham uma fratura na coluna torácica ou lombar, duas mulheres tinham duas fraturas na coluna lombar (L3 e L5, L4 e L5), uma mulher teve três fraturas no tórax e coluna lombar (T11, L1 e L5) e uma mulher teve fraturas múltiplas na coluna tóraco-lombar. A taxa de prevalência de osteoporose com base apenas em fêmur foi de 33.3%, indicando que mulheres pós-menopáusicas identificadas pelos dentistas treinados tiveram um risco de aproximadamente três vezes para a osteoporose femoral. Os autores concluíram que os 22 dentistas treinados com base na erosão cortical foram capazes de identificar em suas clínicas

odontológicas as 37 (94.9%) de 39 mulheres identificadas no estudo com baixa densidade mineral óssea (osteopenia ou osteoporose). Assim, muitas mulheres na pós-menopausa com osteopenia e/ou osteoporose, bem como fraturas na coluna vertebral podem ser identificadas com base nas análises das radiografias panorâmicas.

Taguchi et al. (2007b) estimaram o risco de mulheres na pós-menopausa com alterações na mandíbula ter baixa DMO vertebral ou osteoporose com uma análise multivariada (método que permite uma análise simultânea de duas ou mais variáveis). A amostra foi constituída por 450 mulheres na pós-menopausa (média de idade, 57.2 anos), ajustada para os fatores de confusão. A razão das chances para a densidade mineral óssea ou osteoporose de acordo com a espessura e a forma da cortical foram calculadas. A avaliação da densidade mineral óssea da vértebra lombar (L2-L4) foi feita usando DXA. A espessura da cortical inferior da mandíbula foi medida bilateralmente sobre as radiografias panorâmicas no local do forame mentual, como relatado em Taguchi et al. (2004). A forma da cortical mandibular foi avaliada segundo a classificação Klemetti et al. (1994). Os resultados demonstraram associações significativas entre a espessura e forma da cortical, e densidade mineral óssea vertebral. A razão das chances para baixa densidade mineral óssea vertebral associada com o segundo, terceiro e mais baixo quartil (cada parte representa ¼ da amostra/ população) de largura cortical foi de 1.71 (intervalo de confiança (IC) de 95%, 0.96 – 3.05), 2.30 (IC 95%, 1.29 – 4.11) e 5.43 (IC 95%, 2.16 – 10.71), respectivamente, em comparação com o mais alto quartil (um quarto da amostra). A razão das chances para a osteoporose de acordo com a espessura da cortical foi similar à baixa densidade mineral óssea. A razão das chances para baixa densidade mineral óssea associada com a cortical da mandíbula de ligeira, moderada e severamente erodida foram 3.85 (IC 95%, 2.37-6.25) e 7.84 (IC 95%, 2.57-23.90), respectivamente, em comparação com um córtex normal. A razão das chances para osteoporose associada com a cortical da mandíbula de ligeira, moderada e severamente erodida foram 4.73 (IC 95%, 2.54 – 8.80) e 14.73 (IC 95%, 6.14 – 35.47), respectivamente. Os autores concluíram que a perda de dentes posteriores pode estar associada com uma diminuição não apenas na altura do osso alveolar, mas também da densidade mineral do osso alveolar. Este último pode estar relacionado com uma diminuição da densidade mineral óssea vertebral na região lombar.

Taguchi et al. (2008a) desenvolveram um estudo para medir a precisão na identificação de mulheres em risco de osteoporose que seriam candidatas para realizarem DXA. A análise foi feita por um grupo de 60 observadores com idade entre 25 a 66 anos, de 16 países usando radiografias panorâmicas disponíveis em um site na Internet. No site havia informações básicas sobre rastreio de osteoporose e instruções a respeito da interpretação da erosão da cortical mandibular. A amostra foi de 100 mulheres pós-menopáusicas com idade de 50 anos ou mais que tinham as radiografias panorâmicas e os exames de DXA. Foi feita uma classificação do nível de erosão na cortical mandibular em um dos três grupos (nenhuma, leve a moderada e grave) no site através da Internet, por duas vezes com um intervalo de aproximadamente duas semanas. A eficácia do diagnóstico da ferramenta de auto-avaliação de osteoporose (OST), que é baseado na idade e peso, também foi calculado e comparado com o de erosão cortical. A sensibilidade média geral, a especificidade, o valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) dos 60 observadores na identificação de mulheres com osteoporose por erosão na cortical em radiografias panorâmicas foram 82.5, 46.2, 46.7, e 84.0%, respectivamente. Esses mesmos valores do índice de OST foram 82,9, 43,1, 43,9, e 82,4%, respectivamente. Os autores concluíram que os resultados reconfirmaram a eficácia do uso da erosão cortical determinada em panorâmicas como meio de identificação de mulheres na pós-menopausa com risco de osteoporose que seriam candidatos para testes com DXA, entre diferentes observadores com suficiente acordo intra-observador. A informação recolhida a partir do exame radiográfico é pelo menos tão útil como as recolhidas a partir do índice de OST.

Taguchi et al. (2008b) investigaram se a detecção da erosão da cortical inferior em radiografias panorâmicas e os resultados de uma ferramenta de rastreamento baseado em questionários para a osteoporose fornecem informações semelhantes sobre a taxa de marcadores bioquímicos de remodelação óssea, além da densidade mineral óssea em mulheres pós-menopáusicas. A amostra consistiu de 99 mulheres na pós-menopausa com idade entre 44-70 anos que possuíam radiografia panorâmica e o exame de densidade mineral óssea realizado com DXA, o estudo incluiu apenas mulheres que completaram os exames médicos, como a medição de marcadores bioquímicos de remodelação óssea. O NTx urinário, que é um marcador da reabsorção óssea, e os níveis séricos de fosfatase alcalina não óssea especifica (ALP), foram medidos em amostras de urina. O questionário

Female Osteoporosis Self-assessment Tool for Asia, que é baseado na idade e peso, foi utilizado como ferramenta de triagem. A forma da cortical mandibular foi determinada pela classificação de Klemetti et al. (1994). O marcador NTx urinário e o soro ALP foram significativamente associados com a erosão da cortical, mas não com o questionário. Os autores concluíram que as mulheres na pós-menopausa com osteoporose de acordo com a densidade mineral óssea e elevados níveis do marcador bioquímico da reabsorção óssea foram identificados de forma mais precisa por meio da erosão cortical do que pela ferramenta de rastreio baseado em questionários, tornando- se mais útil para a identificação de um risco aumentado de fraturas osteoporóticas.

Vaishnav et al. (2010) estudaram a reabsorção da parede do canal da mandíbula, visualizado em radiografias panorâmicas, associadas aos homens e mulheres, asma, doenças da tireóide e diabetes. A amostra consistiu de 127 pacientes (64 mulheres e 63 homens) que foram selecionados após uma avaliação oral e exame radiográfico. O estado do canal da mandíbula (CM) em cada lado da mandíbula desdentada era classificado de acordo com os critérios: Grau 0, a crista do rebordo residual acima do forame mentual e CM; Grau I, a crista do rebordo residual acima do CM e do forame mentual na parte superior do rebordo, parcialmente reabsorvida; Grau II, a borda superior do CM na parte superior do rebordo e o forame mentual com ou sem reabsorção; Grau III, a borda superior do CM parcialmente reabsorvido e do forame mentual totalmente reabsorvido. Ao todo 15 CM eram invisíveis num total de 254 metades inferiores. A espessura da cortical inferior da mandíbula na região de ângulo foi avaliada em ambos os lados. Duas linhas tangenciais foram traçadas tocando a borda inferior do corpo e do ângulo da mandíbula e outra tocando o ramo da mandíbula e a borda posterior do côndilo. O ângulo formado por estas duas linhas foi medido e dividido criando um ponto no ângulo da mandíbula. A espessura foi medida a partir da cortical deste ponto com a ajuda de um paquímetro. A média do valor para cada paciente foi utilizada na análise das radiografias. Os fatores sistêmicos considerados neste estudo foram os que eram provavelmente relacionados com a redução severa do rebordo mandibular. Todos os dados e os resultados foram submetidos a análise estatística por média e fórmula qui-quadrado. A média foi obtida somando-se as medições e dividindo a soma pelo número de medições. Os autores concluíram que 1) A reabsorção da parede do CM é encontrada com mais frequência em mulheres

desdentadas do que nos homens devido a um desequilíbrio hormonal. A borda superior do canal é comumente mais afetada nas mulheres. A reabsorção da borda inferior do canal também é afetada, porém não é bem demarcada nas radiografias. 2) A reabsorção do CM é maior em pacientes com doença sistêmica em comparação com aqueles sem doenças. 3) Entre os pacientes com doenças sistêmicas, asmáticos têm maior potencial de reabsorção do CM quando comparado com diabetes e doenças da tireoide. 4) A espessura da cortical da mandíbula é menor em pacientes com doença sistêmica em comparação com indivíduos sem doença sistêmica e pacientes com asma estão mais inclinados para diminuição da espessura cortical.

Alonso et al. (2011) avaliaram os índices radiomorfométricos em radiografias panorâmicas, a fim de identificar as inter-relações possíveis entre esses índices e o sexo e a idade dos pacientes analisados. A amostra incluiu 1.287 imagens radiográficas panorâmicas digitais de pacientes que foram agrupados em cinco grupos etários (1 = 17-20 anos; 2 = 21-35 anos, 3 = 36-55 anos; 4 = 56-69 anos; 5 = mais de 70 anos). Os índices da espessura da cortical da mandíbula no gônio (IG) e abaixo do forame mentual (IM) foram medidos bilateralmente em todas as radiografias panorâmicas. A análise estatística foi realizada com testes Mann-Whitney e Kruskal-Wallis (alfa = 0.05). Os resultados para as medições dos índices mostraram diferenças significativas entre os grupos etários de pacientes de ambos os sexos, sendo que nos grupos 4 e 5 apresentaram valores mais baixos para a espessura da cortical de ambos os índices. Os autores concluíram que ocorrem importantes mudanças relacionadas à idade nos índices radiomorfométricos mandibulares para a identificação de osteopenia esquelética e do papel da osteoporose em alterações nestes índices, que podem ocorrer de forma significativa e de forma diferente em pacientes do sexo masculino e feminino.

Segundo Alman et al. (2012), as radiografias panorâmicas odontológicas podem ser usadas para triagem de pacientes com osteopenia. O estudo avaliou a capacidade de diagnóstico da dimensão fractal (DF) e espessura da cortical da mandíbula medido a partir de radiografias panorâmicas na identificação de homens e mulheres com diminuição da DMO. Estas medidas foram então comparadas com os resultados do exame de densitometria por DXA realizadas para fins clínicos. Um total de 56 pacientes com suas radiografias panorâmicas tomadas no prazo de seis meses do exame de DXA foram utilizadas na análise para este estudo. Para a

amostra estudada, a DF encontrada foi um bom discriminador de baixa densidade óssea mineral em homens e mulheres, já a espessura da cortical da mandíbula não funcionou tão bem em homens.

Camargo et al. (2015) estudaram 68 radiografias panorâmicas e do carpo de mulheres, com idades entre 49 e 80 anos, comparando dois métodos radiológicos convencionais para avaliar a densidade óssea em mulheres na pós-menopausa. Na interpretação da densidade óssea na mandíbula através de radiografias panorâmicas foi utilizado o método de espessura cortical mandibular (ICM). Para a avaliação de radiografias carpais foi aplicado o método da radiogrametria. Os autores concluiram que existe uma correlação entre a presença de baixa DMO na mandíbula e na radiografia carpal.

Ramalli et al. (2015) analisaram a importância das radiografias panorâmica e carpal para avaliação dos indivíduos desdentados, demonstrando a contribuição das diferentes técnicas radiográficas odontológicas na detecção de pacientes com sinais de osteoporose. Utilizou-se radiografias panorâmicas (RPD) e carpais (RCD) digitais de 30 mulheres desdentadas totais, entre 50 a 90 anos. Nas RPD foi realizada a medição da espessura do córtex mandibular (Índice Mentual - IM e Índice Goníaco - IG), e a avaliação da morfologia do córtex inferior (classificação de Klemetti). Nas radiografias carpais foi realizada a medição da espessura das corticais do 2°, 3° e 4° metacarpos (Índice Metacarpal). Analisou-se estatisticamente a relação desses índices com a idade das pacientes e a contribuição das radiografias odontológicas na detecção de pacientes com risco à osteoporose. Na análise da espessura cortical das radiografias panorâmicas, os valores médios do IM e do IG referentes à faixa etária de 50 a 59 anos tiveram valores considerados dentro da normalidade (≥ 3,1mm e ≥ 1,2mm, respectivamente). Para a análise da morfologia do córtex, o grupo C3 correspondeu à maioria dos casos (43,33%). Quanto maior a faixa etária, mais alterações morfológicas foram observadas (soma das características dos grupos C2 e C3). Para as radiografias carpais, os maiores valores do índice metacarpal foram encontrados na faixa etária mais jovem (50-59 anos). Os autores concluiram que houve correlação positiva entre a idade e os índices de avaliação quantitativa (IM, IG, índice metacarpal) e qualitativa (análise Klemetti) em radiografias panorâmicas e carpal. A idade é um fator de risco para o aparecimento da osteoporose.

Desse modo, a análise detalhada da cortical da mandíbula nas imagens radiográficas panorâmicas pode fornecer informações importantes; e consequentemente auxiliar no encaminhamento desses pacientes com risco à doença para avaliação médica específica. Quanto mais cedo for a identificação de sinais compatíveis com a má qualidade óssea indicativos de osteoporose ou qualquer outra doença sistêmica, mais cedo poderá ser estabelecido um plano de tratamento visando a melhoria da qualidade de vida do indivíduo. Ressaltando que na revisão de literatura não foi encontrado estudos que comparem a qualidade óssea mandibular com a AR da mão não dominante.

2.2.2 Análise do Osso Trabecular da Mandíbula

White e Rudolph (1999) estudaram se as características morfológicas dos ossos trabeculares da maxila e da mandíbula diferem entre os pacientes com ou sem osteoporose. A amostra selecionada foi de 11 pacientes (idade média, 63.1 anos) com osteoporose e 12 indivíduos (idade média, 39.3 anos) controle sem história de osteoporose. Os pacientes com osteoporose foram identificados através do exame DXA da coluna vertebral e quadril. As radiografias utilizadas no estudo eram periapicais. As imagens do osso basal nas regiões anterior e osso alveolar na região posterior foram selecionados a partir dos seguintes sítios: (1) região da maxila acima dos ápices dos incisivos; (2) região anterior da mandíbula abaixo dos incisivos; (3) região posterior da maxila após o último molar e abaixo do seio maxilar, e (4) região posterior da mandíbula após o último molar e acima do canal do nervo alveolar inferior. Foi utilizado um programa de computador personalizado que mediu as características morfológicas da arquitetura trabecular. Os valores médios para cada característica foram determinados para o grupo controle e de osteoporose e comparadas pelo local anatômico. Foram examinadas vinte e quatro características morfológicas das regiões trabeculares e medulares em cada local anatômico. A análise dos componentes principais resumiu estes preditores para quatro. O teste Hotelling T^2 apontou que os pacientes com osteoporose tinham alterações significativas no padrão morfológico do maxilar anterior (P = 0.019), e da mandíbula posterior (P = 0.013), em comparação com os controles. Os autores concluíram que

os dados suportam a hipótese de que os pacientes com osteoporose têm um padrão trabecular alterado nos maxilares, em comparação com indivíduos normais.

Koh et al. (2012) avaliaram o padrão trabecular em radiografias panorâmicas de mulheres pós-menopáusicas. Foram analisadas 31 mulheres pós-menopáusicas osteoporóticas e 25 mulheres pós-menopáusicas saudáveis entre as idades de 50 e 88. A DMO das vértebras lombares e fêmur foram calculados utilizando DXA, e foram obtidas radiografias panorâmicas. A DF foi medida utilizando o método de caixa de contagem de 560 regiões de interesse - ROI (51 × 51 pixels) em 6 locais nas radiografias panorâmicas. As relações entre idade e DMO e entre DF e BMD foram avaliadas. Houve uma diferença significativa nos valores DF entre a osteoporose e os grupos normais (p/0.05). Houve uma diferença significativa nos valores DF em três locais nas mandíbulas (p/0.05). A idade foi significativamente correlacionada com as medições de DMO, com odds ratio de 1.25. No entanto, os valores DF não foram significativamente correlacionados com as medições de DMO, com odds ratio de 0,000. A concordância intra apresentaram coeficientes de correlação relativamente mais altos no pré-molar superior, pré-molar inferior. Os autores concluiram que a idade foi um fator de risco importante para prever a presença de osteoporose em mulheres na pós-menopausa. A região pré-molar inferior foi o local mais adequado para avaliar o valor de DF em radiografias panorâmicas.

Oliveira et al. (2013) avaliaram a eficácia relativa do osso trabecular mandibular na detecção de alterações ósseas associadas à osteoporose em mulheres brasileiras. Foram utilizados 73 radiografias panorâmicas digitais de mulheres pós-menopáusicas saudáveis (38) e osteoporóticas (35). Regiões de interesse foram selecionados no corpo e no ângulo mandibular das imagens panorâmicas, que foram analisadas para a dimensão fractal (FD) e intensidade pixel (PI). Os valores da FD e PI foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre pacientes normais e osteoporóticas. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os lados direito e esquerdo no ângulo mandibular para FD e PI, mas uma diferença significativa ($p < 0,05$) foi observada no corpo mandibular para valores de PI. DF e PI apresentaram correlação positiva. O autores concluiram que o osso trabecular mandibular foi eficaz na detecção de mudanças osteoporóticas, com a exceção do lado direito do corpo da mandíbula.

Camargo et al. (2016) avaliaram a correlação entre diferentes parâmetros de análise de qualidade de padrão trabecular em radiografias panorâmicas digitais e as relações com a densidade de massa óssea (DMO) realizada por DXA de antebraço. Foram avaliadas as radiografias panoramicas e a densitometria periférica de 59 mulheres e 9 homens. Nas radiografias panorâmicas, foi realizada a avaliação da morfologia do osso trabecular, através da avaliação da dimensão fractal (DF), conectividade (C) e o número total de pixels "brilhantes" (PB). Na análise do padrão trabecular, uma correlação significativa entre os fatores DF, PB e C no nível de 5% (teste de Pearson) foi encontrado. Não houve correlação significativa entre DF e BMD. Os autores concluiram que mesmo não ter sido significante a DMO com DF, deve ser levado em conta a análise do osso trabecular quando, por exemplo, for realizar uma reabilitação por implante dentário.

Nos trabalhos apresentados o trabeculado ósseo mandibular mostrou-se um fator importante pois em pacientes com baixa DMO ele está alterado.

2.2.3 Radiogrametria ou Índice Metacarpal

Bernett e Nordin (1960) realizaram um estudo em que avaliaram índice femural (IF), índice metacarpal (MCI) e índice espinhal (IE). O grupo controle foi de 125 adultos e o grupo de caso foi de 150 adultos de todas as idades e ambos os sexos. Os autores sugerem que pode haver dois tipos de ostoeporose espinhal e periférica. Notaram que apenas o MCI cai com a idade em indivíduos normais, ao contrário do que seria esperado de acordo com a teoria de Baker do equilíbrio entre o crescimento do osso e da absorção durante a vida. Os autores concluem que os índices podem revelar-se útil no rastreio de rotina de casos suspeitos.

Dequeker (1976) afirmou em um artigo de revisão que a radiogrametria do segundo metacarpo foi associada a um erro intra observador no valor de 1.2 e 1.5% para o diâmetro externo e 4.8 e 6.4% para o diâmetro interno, respectivamente. A variabilidade foi reduzida quando os dados foram divididos em estratos de tamanho esquelético. O autor mostrou também que a diminuição de massa óssea é mais rápida após 50 anos de idade na mulher do que nos homens. A radiogrametria do osso cortical em diferentes grupos mostrou informações úteis sobre a remodelação

óssea durante o envelhecimento e em condições patológicas. A nível individual, no entanto, é difícil avaliar as mudanças em uma base de curto prazo com a radigrametria.

Walker et al. (1971) avaliou as dimensões do metacarpo em jovens e idosos. O grupo de jovens sul-africanos Bantu em comparação com crianças caucasianas locais, têm menor espessura cortical, escore cortical, secção transversal e volume pontuações para segundo metacarpo. No grupo de idosos Bantu comparados com os caucasianos, não houve diferenças significativas. Além disso, idosos Bantu tem menor prevalência de fratura no quadril e vertebras.

Matsumuto et al. (1994) estudaram a DMO do osso metacarpo (DMOm) e índice metacarpo (MCI) do segundo metacarpo foram medidos por densitometria computadorizada desenvolvido pelos autores (DCA). Mudanças relacionadas à idade nas medidas do metacarpo foram avaliadas em 1438 mulheres normais. Ambas as medições mostraram a diminuição mais significativa na sexta década de vida. A taxa de diminuição na sexta década foi de 1.6%/ano para DMOm e 1.5%/ano para MCI. Na comparação entre DMOm por DCA e DMO da coluna vertebral por DXA em 248 mulheres normais com ou sem menstruação, as duas medidas encontradas foram menores para mulheres 5 anos após a menopausa. Também não houve diferença significativa no Z-score entre DMOm e DMO da coluna vertebral no prazo de 5 anos após a menopausa. Estes resultados indicam que a perda óssea pós-menopausa precoce ocorreu não só na coluna vertebral, mas também no osso metacárpico. Os autores concluiram que a DCA tem excelente baixo erro de precisão e está amplamente disponível e tem baixo custo, parecendo ser potencialmente aplicável a problemas no diagnóstico e tratamento da osteoporose, quando usado em associação com DXA.

Nielsen (2001) avaliou o índice metacarpo (MCI). Constatou que o MCI é reduzido com a idade, especialmente em mulheres na pós-menopausa. Se correlaciona com a massa óssea axial. A medição do MCI na sua versão moderna, requer apenas uma radiografia simples analógica, um computador, um scanner e um software confiável. O MCI pode ser utilizado para diagnóstico e para monitorar alterações. MCI medido com software tem poucos problemas em relação a erros de exatidão e precisão, e o MCI está atualmente a recuperar territórios perdidos entre os testes para quantificação de massa óssea e resistência óssea pois pode ser medida de forma barata e rápida. O autor conclui que o MCI e outras variáveis

geométricas do osso podem ser medidos em radiografias antigas, permitindo assim a estimativa da perda de osso cortical.

A radiogrametria do osso cortical em metacarpos em diferentes estudos mostrou-se uma ferramenta útil para a análise de qualidade óssea. Ressaltando que a radiogrametria pode ser realizada de forma “manual”, através dos índices metacarpais, sob o ponto de vista de um cirurgião-dentista ou Radiologista, ou ser realizado com o auxilio de softwares e cunha de alumínio em um computador, sendo então caracterizada a densitometria por absorciometria radiografica (AR), no presente estudo da falange.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi correlacionar a qualidade óssea mandibular, por meio dos índices radiomorfométricos em radiografia panorâmica, com a qualidade óssea das falanges da mão não dominante, por meio da absorciometria radiografica da falange (AR).

4 CASUÍSTICA – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CASUÍSTICA

A amostra foi constituída por um total de 167 pacientes, 128 mulheres e 39 homens com média de idade de 52.09 (± 11.5), sem distinção étnica que possuíam radiografias carpais e assim, exames de absortometria radiografica da falange (AR) realizada nas falanges da mão não dominante do paciente (Grampp et al., 1997) e radiografias panoramicas realizadas na mesma época.

A divisão dos grupos foi realizada de acordo com o T-score do exame de densitometria por AR que segue a classificação da osteoporose da OMS. Sendo assim os pacientes tidos como Normais (ausência de alteração na qualidade óssea) é de até -0.9 (T-score ≥ -0.9) e os pacientes tidos como Doentes (presença de alteração na qualidade óssea) é de T-score ≤ -1.0. Formando assim quatro grupos: Mulheres Normais (MN) constituído por 92 mulheres com média de idade de 49.7 anos; Mulheres Doentes (MD) constituído por 36 mulheres com média de idade de 58.7 anos; Homens Normais (HN) constituído por 25 homens com média de idade de 46.4 anos; e por fim o de Homens Doentes (HD) constituído por 14 homens com média de idade de 60.9 anos (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Divisão dos grupos, quantidade de paciente presente, média e desvio padrão da idade, média e desvio padrão de dentes presentes e média do índice de massa corporal (IMC)

Grupos	Quantidade	Idade (média/DP)	Dentes Presentes (média/DP)	IMC
Mulheres Normais (MN)	92	49.7±9.9	20.16±7.9	27.2
Mulheres Doentes (MD)	36	58.7±10.5	13.25±10.8	26.8
Homens Normais (HN)	25	46.4±10.4	19.28±9.5	24.9
Homens Doentes (HD)	14	60.9±13.7	17±7.8	27.3

Para a realização deste estudo, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP), sendo que este trabalho só teve início mediante a sua aprovação – CAAE: 38509514.3.0000.0075 (Anexo A). Todos as pacientes assinaram o termo de consentimento proposto pelo pesquisador e aprovado pelo CEP (Apêndice A).

4.2 MATERIAL

Para a realização desse trabalho, utilizou-se:

- Radiografias panorâmicas digitais (300 dpi) no formato TIFF (*Tagged Image File Format*), realizadas no equipamento Veraviewepocs 2D, Morita, Tokyo, Japan (Figura 4.1);

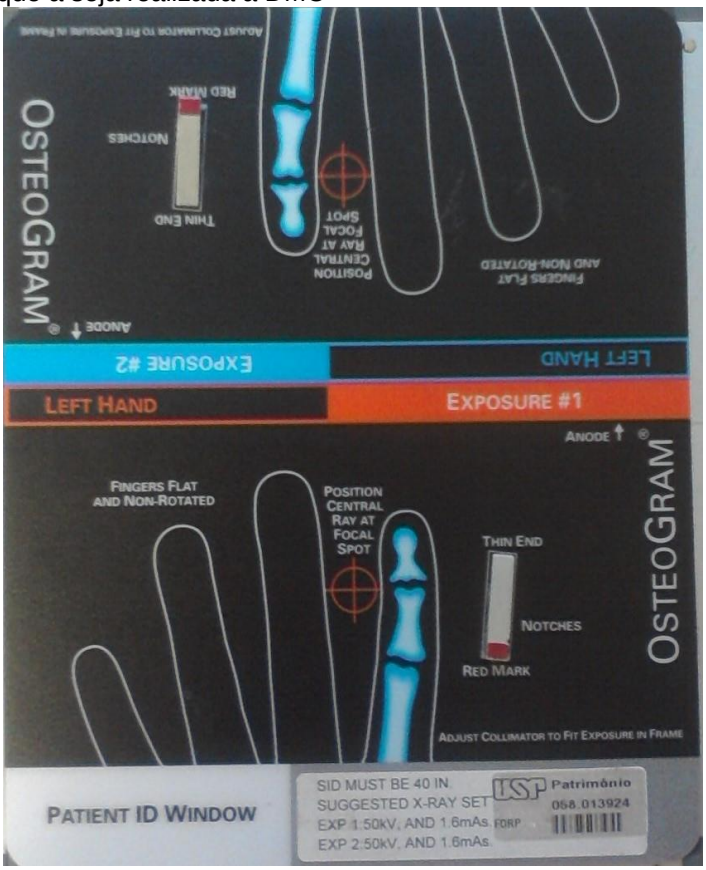
Figura 4.1 – Equipamento de radiografia panorâmica

- Radiografias das falanges foram obtidas através de uma exposição da mão não dominante de cada paciente, com 65Kv a 70 mA e tempo de exposição de 0.15 segundos;

- O filme utilizado foi o Kodak Min-R 2000 Plus film, para exame de mamografia. O chassi Konex com Ecran foi utilizado para a realizar a tomada radiográfica, esse

chassi possui uma cunha de alumínio (Figura 4.2) que serve como referência padronizada para que a densidade mineral óssea seja calculada pixel a pixel obtendo assim o T-score que posteriormente via computador fará a análise de DMO;

Figura 4.2 – Chassi Konex com uma cunha de alumínio que serve como referência padronizada para que a seja realizada a DMO



- O processamento das radiografias carpais foi automático e realizado em uma reveladora Revell (São Paulo, SP, Brasil);

- As radiografias foram scaneadas pelo scanner Microtek Artix Scan F2 (Science Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan), a 300dpi no formato TIFF;

- Exame de absortometria radiografica da falange (AR) foi realizado pelo *software* Osteogram (CompuMed, Los Angeles, CA, EUA) que faz o reconhecimento das falanges e realiza uma medição da densidade mineral óssea das falanges medias;

- *Software* Adobe Photoshop® CS3 v.10.0 (Adobe Systems Incorporated, San José, CA, EUA);

- *Software* RADIOIMP® (Radio Memory, Belo Horizonte, MG, Brasil);

- *Software* NIH ImageJ® (National Institutes of Health, Bethesda, MD, EUA);

- *Software* SAS® (*The Statistical Analysis System*® release 9.3. SAS institute Inc., Cary: NC; 2010) para a análise estatística.

4.3 MÉTODOS

4.3.1 Seleção da amostra e critérios de exclusão

A amostra inicialmente foi de 500 pacientes que foram encaminhados ao serviço de radiologia do Núcleo de Apoio à Cultura e Extensão em Diagnóstico Odontológico (NACEDO) da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para realização de exame panorâmico de rotina para fins de diagnóstico. Sendo que 300 foram excluídos por utilizarem algum tipo de medicação de caráter hormonal, uso de bisfosfonados e por ter doença osteometabólica (tais como hiperparatireoidismo primário, raquitismo e osteomalácia, doença de Paget). Esses pacientes que foram excluídos da amostra não foram submetidos ao segundo passo da pesquisa que consistia em realizar a radiografia das falanges, portanto não foi realizada a AR nestes pacientes.

4.3.2 Protocolo de Avaliação das Imagens Panorâmicas Digitais

4.3.2.1 Trabeculado Ósseo

Para o estudo do padrão de trabeculado ósseo, utilizamos a metodologia de análise morfológica proposta por White e Rudolph (1999). Após a radiografia ser selecionada, no *software* Adobe Photoshop® foi estabelecido um ROI de 200px X

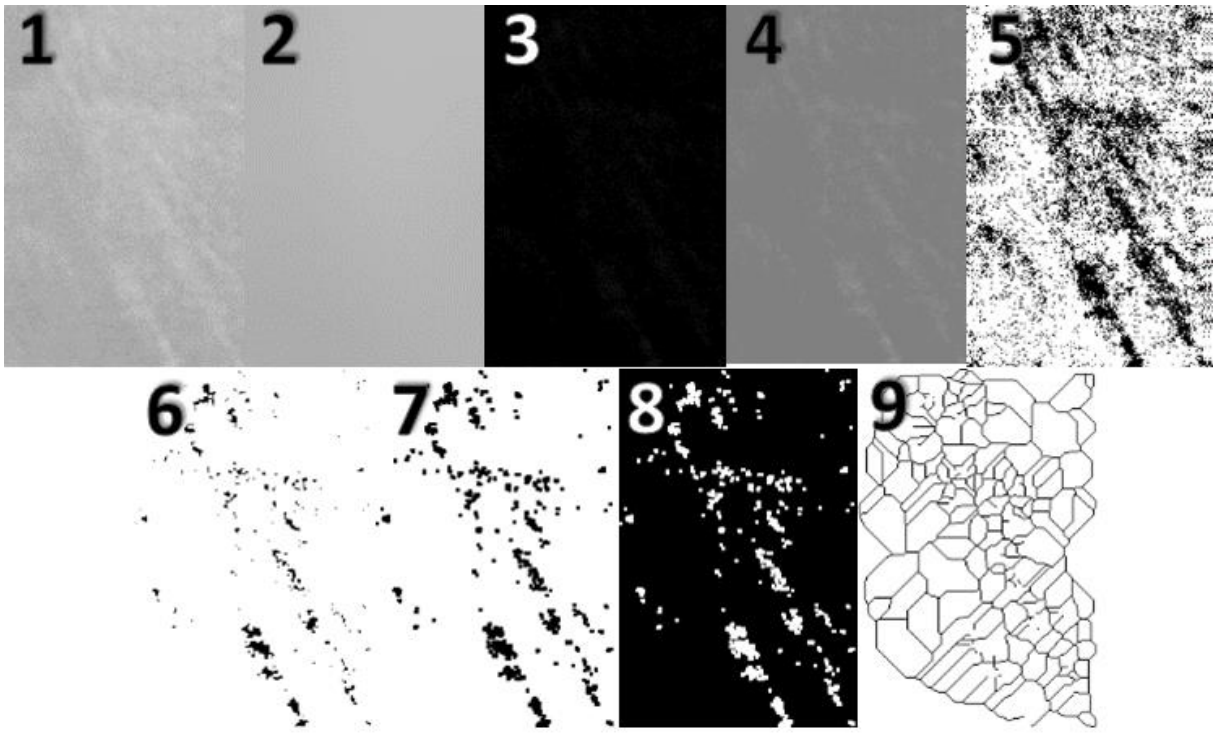
300px de ambos os lados (direito/esquerdo) focando a região do ramo da mandíbula (Figura 4.3). Essa região foi escolhida por ser uma área ampla sem sobreposição de estruturas anatomicas. A partir desta etapa foi realizado o recorte do ROI, bilateralmente.

Figura 4.3 - ROI estabelecido em 200px X 300px de ambos os lados (direito/esquerdo) focando a região do ramo da mandíbula

No *Software* NIH ImageJ ® foi realizado com cada recorte do canal a duplicação da imagem original (1), para assim borrar a imagem utilizando o filtro Gaussian (sigma = 35 pixels) (2). Segundo White e Rudolph (1999), esta etapa remove toda a estrutura em escala fina e média escala e mantém apenas grandes variações na densidade (filtragem low pass). A imagem resultante fortemente turva é então subtraída a partir da imagem original (1-2) gerando a imagem 3, e são adicionados 128 (valor de metade dos tons de cinza na escala de contraste 256) ao resultado em cada posição de pixel (4). Ainda segundo White e Rudolph (1999), isto gera uma imagem com um valor médio de 128, independentemente da intensidade inicial da imagem. A imagem é então tornada binária (5), em um valor limiar de brilho de 128 transformando toda a imagem em branco e preto. A imagem resultante é erodida (6), dilatada (7) e invertida (8) para redução de ruído. Por fim é realizada a caracterização das corticais do canal com a “esqueletonização” onde são removidos os pixels das bordas dos objetos das imagens obtidas na etapa 6 até que elas sejam reduzidas a um simples esqueleto (9). A figura 4.4 demonstra este processamento

da imagem. Após o processo de esqueletonização, faz-se análise da dimensão fractal (DF) pelo no mesmo software. Os valores DF das imagens esqueletonizadas foram calculados usando o método *box counting* (caixa de contagem). As larguras das caixas quadradas foram 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, e 64 pixels. O próprio programa gera um gráfico com os números dos “caixas” contadas contra o número total de “caixas” em uma escala logarítmica dupla.

Figura 4.4 - Passo- a – Passo do processamento da imagem no *Software* NIH ImageJ. 1)Imagem original, 2) Imagem Borrada, 3) Subtração, 4) Adição, 5) Binarização, 6) Erosão, 7) Dilatação, 8) Inversão, e 9) Esqueletonização



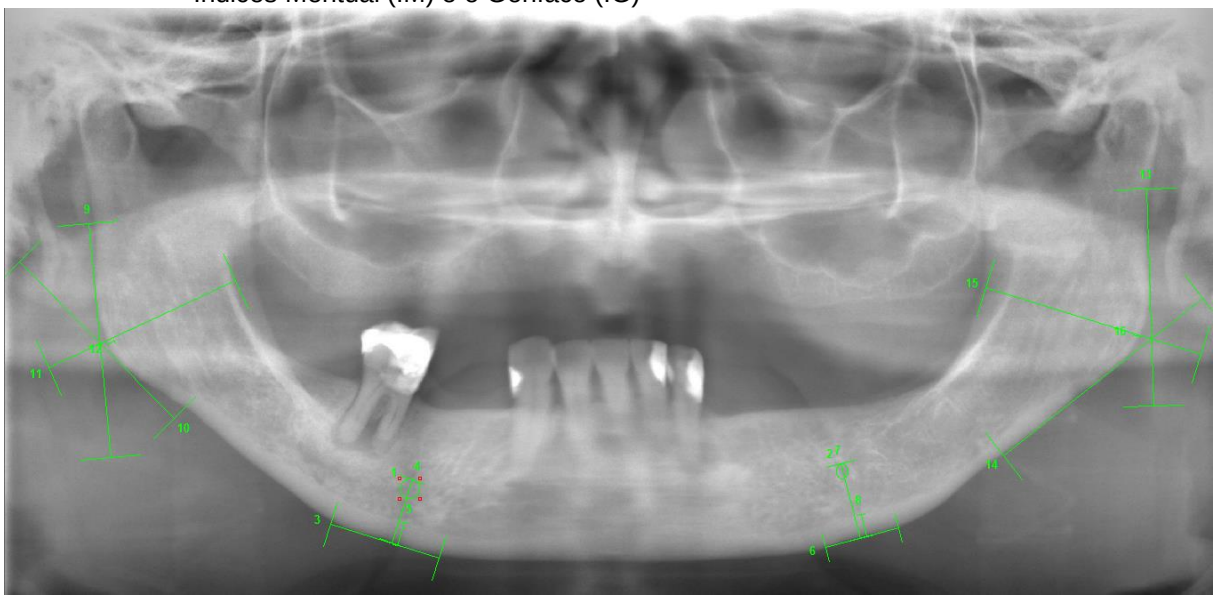
4.3.2.2 Índices Radiomorfométricos

As medidas foram feitas sobre as imagens das radiografias panorâmicas com auxílio do *software* RADIOIMP. A calibração da imagem foi feita no próprio programa, de modo a compensar a magnificação do aparelho panorâmico (30%). Foram realizadas medições da espessura da cortical da mandíbula, bilateralmente, em dois sítios: forame mentual e ângulo mandibular, sendo utilizada as médias dessas medidas. As medições resultaram nos Índices Mentual (IM) e o Goníaco (IG).

O Índice Mentual (IM) foi determinado, primeiramente, com o desenho do forame mentual. Em seguida, traçou-se uma tangente à borda mandibular e uma linha perpendicular a essa tangente, intersectando a borda superior do forame. Paralelamente a essa linha, mediu-se a espessura da cortical.

O Índice Goníaco (IG), foi determinado primeiramente, com o desenho de duas linhas: uma tangenciando a borda posterior do ramo e outra tangenciando o corpo mandibular. Na intersecção dessas duas tangentes, dividiu-se o ângulo formado com uma bissetriz e, paralelamente a essa bissetriz, foram realizadas as medidas da cortical do ângulo mandibular. Ambos os índices IM e IG estão evidenciados na figura 4.5.

Figura 4.5 - Imagem da radiografia panorâmica exemplificando como foram realizadas as medições da espessura da cortical da mandíbula, bilateralmente, em dois sítios: forame mentual e ângulo mandibular. As medições resultaram nos Índices Mentual (IM) e o Goníaco (IG)



A cortical da mandíbula também foi analisada nas radiografias panorâmicas segundo a classificação de Klemetti 1994, que avalia a morfologia do córtex inferior. Segundo essa classificação, as radiografias se enquadraram em três (3) grupos: C1 margem endosteal do córtex está normal (semelhante e nítida) de ambos os lados; C2 margem endosteal do córtex apresenta defeitos semilunares (reabsorção

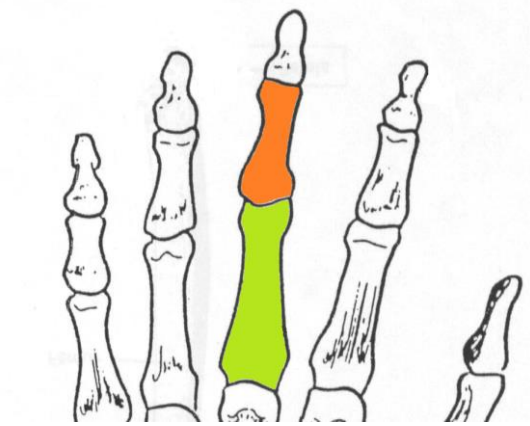
lacunar) ou resíduos de cortical, em um ou ambos os lados; e C3: margem endosteal nitidamente porosa ou severamente erodida.

A classificação foi realizada, através de um teste cego, por um único e experiente avaliador, que examinou toda a amostra em monitor, com o auxílio das ferramentas de manipulação de imagem: brilho, contraste e *zoom*.

4.3.2.3 Índices Corticais das Falanges

Nas radiografias das falanges foram realizadas medições das espessuras das corticais internas e externas das falanges médias (índice falange média - IFM) e proximais (índice falange proximal - IFP) do dedo médio, da mão não dominante do paciente (Figura 4.6).

Figura 4.6 - Em destaque as falanges utilizadas nos Índices das Corticais. Falange média em laranja (IFM) e falange proximal em verde (IFP)

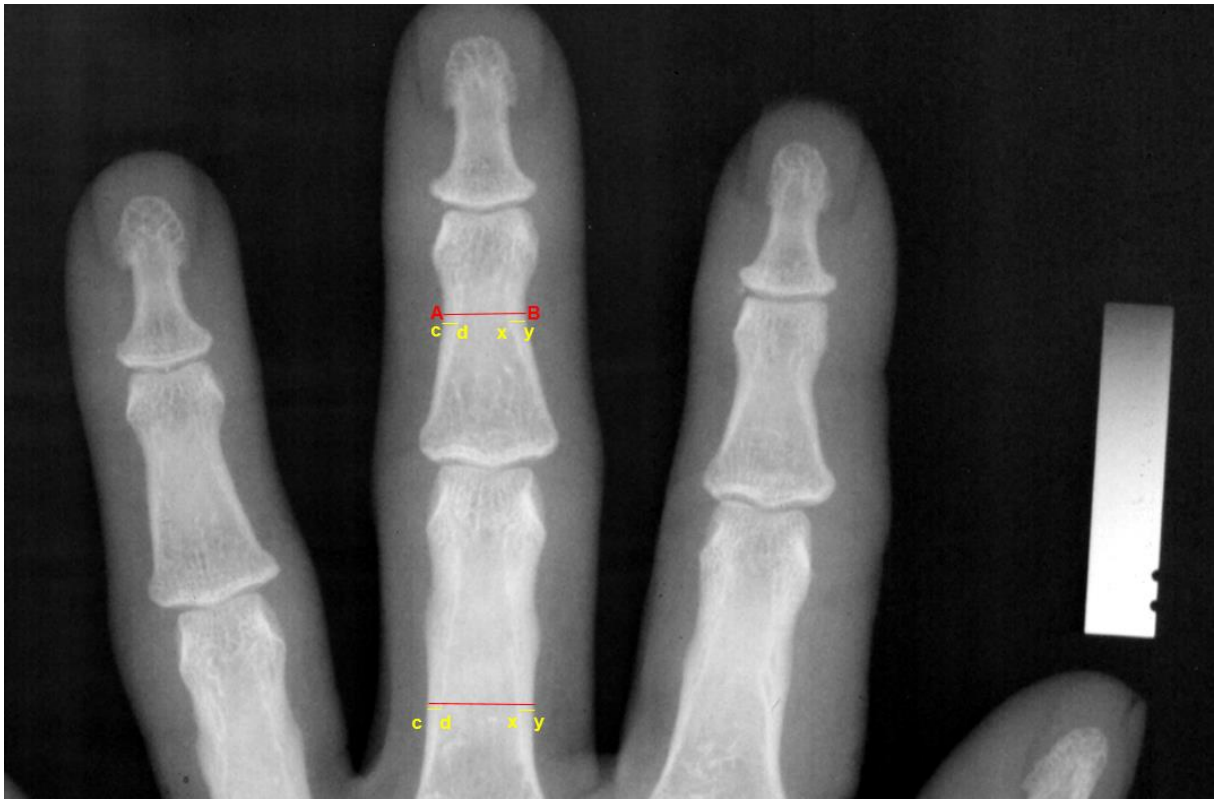


Foi utilizada uma adaptação da técnica proposta por Barnett e Nordin (1960) de índice metacarpal, pois no presente estudo a radiografia utilizada não atinge a região dos metacarpos (Figura 4.7). Nielsen (2001) determinou que em mulheres, seu valor diminui significantemente com a idade sendo o declínio mais pronunciado durante os primeiros 3 anos após a menopausa.

A técnica consiste na soma das espessuras das corticais "medial" e "lateral" no ponto mais espesso do córtex e dividido pelo diâmetro total do eixo a esse nível. Esta fração é multiplicado por 100. Segue abaixo as fórmulas aplicadas.

$$IFM = \frac{cd+xy}{AB}.100 \qquad IFP = \frac{cd+xy}{AB}.100$$

Figura 4.7- Radiografia da falanges utilizadas no estudo, com as espessuras traçadas e prontas para análise dos índices das falages



4.3.2.4 Análise Estatística

A normalidade foi avaliada para as variáveis contínuas. Considerando o Osteogram (T-score), para dividir os pacientes entre doentes e normais, foram estimadas:

- Teste Exato de Fisher: utilizado para verificar a associação das informações do Klemetti, com relação aos grupos (doentes e normais), verificando associação entre as categorias de informação.

- Análise de variância ANOVA Two way, pois foi considerado dois fatores de variabilidade: grupos: doentes e normais e sexo: mulheres e homens (Montgomery, 2000).

A sensibilidade e especificidade foram obtidas pela Curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) (Zweig; Campbell, 1993), que é empregada em teste diagnóstico e foram escolhidos pontos de corte otimizados através da análise da curva ROC. Juntamente com a curva ROC foi realizado o gráfico de acurácia com o pontos de corte otimizados que representa melhor acurácia segundo os valores da variável de interesse (previamente analisado sua sensibilidade e especificadade segundo o padrão ouro).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SAS/STAT 9.2 (Institute Inc., Cary, NC) e o *software* R. Para todos os testes foi estabelecido um erro α=5%, isto é, os resultados dos testes foram considerados estatisticamente significativos somente quando $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA

A amostra em estudo foi constituída por um total de 167 pacientes (128 mulheres e 39 homens, idade média de 52.09 ± 11.5 anos) tendo realizado os exames de absorciometria radiografica da falange (AR) pelo software Osteogram e a radiografia panorâmica. As análises descritivas das variáveis Osteogram (T-Score), índice mentual (IM), índice goníaco (IG), índice da falange medial (IFM), índice da falange proximal (IFP) e dimensão fractal (DF) e frequência de Klemetti estão nas tabelas 5.1 e 5.2, respectivamente.

Tabela 5.1 - Análise descritiva das variáveis deste estudo, de acordo com cada grupo

Grupo	Sexo	n	Variável	Média	D.P.	Mediana	Mínimo	Máximo
MD	F	36	Osteogram_T	-1.87	0.63	-1.80	-3.60	-1.00
			IM	2.68	0.91	2.76	0.44	4.67
			IG	0.85	0.30	0.88	0.29	1.69
			IFM	38.41	10.36	37.06	17.24	59.15
			IFP	39.42	9.16	39.54	19.15	58.24
			DF	1.39	0.08	1.41	1.20	1.49
HD	M	14	Osteogram_T	-2.18	0.87	-2.20	-3.70	-1.00
			IM	3.21	0.65	3.45	1.79	4.00
			IG	0.89	0.27	0.86	0.43	1.45
			IFM	37.04	5.49	36.21	29.92	47.62
			IFP	46.95	10.75	50.25	25.17	67.38
			DF	1.38	0.06	1.38	1.23	1.45
MN	F	92	Osteogram_T	0.51	0.86	0.45	-0.90	2.60
			IM	3.24	0.68	3.22	1.43	4.89
			IG	1.07	0.22	1.05	0.49	1.62
			IFM	49.52	11.38	49.40	22.38	78.88
			IFP	49.83	9.25	49.17	27.29	72.26
			DF	1.39	0.07	1.40	1.08	1.51
HN	M	25	Osteogram_T	0.39	0.78	0.20	-0.80	2.10
			IM	3.21	0.67	3.19	2.22	4.88
			IG	1.11	0.27	1.02	0.78	1.91
			IFM	45.31	9.40	45.75	20.24	66.26
			IFP	52.34	7.99	52.90	35.69	64.96
			DF	1.39	0.11	1.39	1.06	1.69

Tabela 5.2 - Análise de frenquência da variável de Klemetti

Klemetti	Frequency	Percent
C1	92	55.09
C2	66	39.52
C3	9	5.39

5.2 ANÁLISE DE COMPARAÇÃO ENTRE GRUPOS

A classificação de Klemetti foi correlacionada com os grupos de doentes e normais, e foi encontrado $p < 0.05$, tendo associação, ou seja, o grupo que foi separado de acordo com o Osteogram tem associação com Klemetti (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 - Análise de associação Klemetti com os grupos doentes e normais

n		Klemetti		
	%	**C1**	**C2**	**C3**
Grupo	**D**	17	27	6
		0,1	0,16	0,035
	N	75	39	3
		0,45	0,23	0,01
Teste Exato de Fisher				
Valor p	**0,00037**			

5.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

A análise de variância do IM, que resultaram em um valor $p < 0.05$, portanto com diferenças significativas entre os grupos foram: do grupo doente (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens); grupo MD com grupo HD; grupo MD com grupo MN (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 - Análise de variância do IM. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way)

Efeito	Grupo	Sexo	Grupo	Sexo	Estimativa da diferença	Valor p	Limite Inferior	Limite Superior
GRUPO	D		N		-0.2807	**0.0491**	-0.5603	-0.00115
SEXO		M		H	-0.2527	0.0762	-0.5323	0.02690
Grupo Doente (M-H)	D	M	D	H	-0.5351	**0.0214**	-0.9898	-0.08047
Mulheres (D-N)	D	M	N	M	-0.5632	**0.0001**	-0.8469	-0.2794
Homens (D-N)	D	H	N	H	0.001686	0.9945	-0.4802	0.4835
Grupo Normal (F-M)	N	M	N	H	0.02974	0.8571	-0.2958	0.3553

(D=doente;H= homem; M=mulher; N=normal)

A análise de variância do IG, que resultaram em um valor p <0.05, portanto com diferenças significativas entre os grupos foram: do grupo doente (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens); grupo MD com grupo MN; e grupo HD com HN (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 - Análise de variância do IG. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way)

Efeito	Grupo	Sexo	Grupo	Sexo	Estimativa da diferença	Valor p	Limite Inferior	Limite Superior
GRUPO	D		N		-0.2153	**<.0001**	-0.3114	-0.1191
SEXO		M		H	-0.04105	0.4005	-0.1372	0.05511
Grupo Doente (M-H)	D	M	D	H	-0.03825	0.6297	-0.1946	0.1181
Mulheres (D-N)	D	M	N	M	-0.2125	**<.0001**	-0.3101	-0.1149
Homens (D-N)	D	H	N	H	-0.2181	**0.0102**	-0.3838	-0.05234
Grupo Normal (F-M)	N	M	N	H	-0.04384	0.4405	-0.1558	0.06813

(D=doente;H= homem; M=mulher; N=normal)

A análise de variância do IFM, que resultaram em um valor p <0.05, portanto com diferenças significativas entre os grupos foram: do grupo doente (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens); grupo MD com grupo MN; e grupo HD com HN (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 - Análise de variância do IFM. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way)

Efeito	Grupo	Sexo	Grupo	Sexo	Estimativa da diferença	Valor p	Limite Inferior	Limite Superior
GRUPO	D		N		-9.6895	**<.0001**	-13.7144	-5.6646
SEXO		M		H	2.7882	0.1732	-1.2367	6.8131
Grupo Doente (M-H)	D	M	D	H	1.3724	0.6794	-5.1725	7.9173
Mulheres (D-N)	D	M	N	M	-11.1053	**<.0001**	-15.1903	-7.0203
Homens (D-N)	D	H	N	H	-8.2737	**0.0197**	-15.2101	-1.3374
Grupo Normal (F-M)	N	M	N	H	4.2040	0.0784	-0.4827	8.8906

(D=doente;H= homem; M=mulher; N=normal)

A análise de variância do IFP, que resultaram em um valor p <0.05, portanto com diferenças significativas entre os grupos foram: do grupo doente (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens); grupo de mulheres com grupos de homens; grupo MD com grupo HD; grupo MD com grupo MN (Tabela 5.7).

Tabela 5.7 - Análise de variância do IFP. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way)

Efeito	Grupo	Sexo	Grupo	Sexo	Estimativa da diferença	Valor p	Limite Inferior	Limite Superior
GRUPO	D		N		-7.9024	**<.0001**	-11.4161	-4.3886
SEXO		M		H	-5.0222	**0.0054**	-8.5360	-1.5084
Grupo Doente (M-H)	D	M	D	H	-7.5320	**0.0101**	-13.2457	-1.8182
Mulheres (D-N)	D	M	N	M	-10.4121	**<.0001**	-13.9784	-6.8459
Homens (D-N)	D	H	N	H	-5.3926	0.0805	-11.4480	0.6629
Grupo Normal (F-M)	N	M	N	H	-2.5124	0.2271	-6.6039	1.5791

(D=doente;H= homem; M=mulher; N=normal)

A análise de variância da DF não apresentou diferenças significativas entre os grupos avaliados (Tabela 5.8).

Tabela 5.8 - Análise de variância da DF. Comparações das informações por grupos e gêneros (ANOVA-two way)

Efeito	Grupo	Sexo	Grupo	Sexo	Estimativa da diferença	Valor p	Limite Inferior	Limite Superior
GRUPO	D		N		-0.01129	0.4333	-0.03968	0.01709
SEXO		M		H	0.004579	0.7505	-0.02381	0.03296
Grupo Doente (M-H)	D	M	D	H	0.006988	0.7654	-0.03917	0.05314
Mulheres (D-N)	D	M	N	M	-0.00888	0.5435	-0.03769	0.01993
Homens (D-N)	D	H	N	H	-0.01370	0.5810	-0.06262	0.03522
Grupo Normal (F-M)	N	M	N	H	0.002169	0.8971	-0.03088	0.03522

(D=doente;H= homem; M=mulher; N=normal)

5.4 TESTES DIAGNÓSTICOS

Para detectar se as variáveis ligadas a radiografia panorâmica e aos índices das falanges são capazes de identificar alterações na qualidade óssea em relação ao osteogram, foi realizada Curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) (Zweig; Campbell, 1993) e Gráfico de acurácia, em que o ponto de maior acurácia do teste é aquele que tem maior sensibilidade. Os resultados apresentam-se na tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Ponto de corte, Sensibilidade, Especificidade Acurácia para as variáveis, pelos pontos de corte obtidos

Variáveis	Ponto de Corte	Sensitividade	Especificidade	Acurácia
IM	2.17	97.4%	78%	0.74
IG	0.78	94%	54%	0.79
IFM	32.52	94.8%	64%	0.77
IFP	36.13	93.1%	62%	0.76
DF	1.290	96.5%	86%	0.71

O valor limiar que proporcionou a maior validade (mínimo de resultados falsos negativos e positivos e maior acurácia) correspondeu a IM 2.17mm, IG 0.78mm, IFM 32.5, IFP 36.13, DF 1.290. Apresentaram maior sensitividade e especificidade: IM (97.4%/ 78%), DF (96.5%/ 86%), respectivamente.

Apresentaram maior acurácia: IG (77%) e IFM (77%).

6 DISCUSSÃO

Vários pesquisadores tem estudado a possibilidade da utilização da radiografia panorâmica na Odontologia como forma de avaliar pacientes com baixa densidade mineral óssea (Klemetti et al., 1993; Taguchi et al., 1995a; Taguchi et al., 1995b; Taguchi et al.,1999; Bollen et al., 2004; Devlin; Horner, 2002; Nakamoto et al., 2003; Arifin et al., 2005; Devlin et al., 2007; Taguchi et al., 2007a; Bozic; Hren, 2005; Arifin et al., 2006; Alman et al., 2012).

Apesar de diversos artigos abordarem a espessura e a forma da cortical inferior da mandíbula como meio de análise dessa condição óssea (Klemetti et al., 1993; Taguchi et al., 1995a; Taguchi et al., 1995b; Taguchi et al.,1999), até o momento nenhum trabalho abordou a análise dos índices radiomorfométricos, DF e índices das falanges com o exame de absorciometria radiografica da falange (AR) como realizado neste trabalho.

A AR é uma técnica muito mais acessível financeiramente quando comparado com o DXA, tem baixa dose de radiação, é mais simples utilizando uma radiografia de mão com uma placa de alta precisão e um software realiza localmente a DMO (Yates et al., 1995; Cantoni; King, 2001; Ibañez, 2003; Grampp et al., 1997).

A amostra selecionada neste estudo foi de 167 pacientes, com média de idade de 52.09 (± 11.5), sem distinção étnica. A divisão dos grupos foi realizada de acordo com a classificação preconizada pela OMS utilizando o T-score.

Na análise descritiva, observou-se que no grupo de doentes tanto em mulheres quanto em homens o número de dentes foi menor (13.2 e 17, respectivamente) quando comparado com os indivíduos sem doença (20.1 nas mulheres e 19.2 nos homens). Taguchi et al. (1995a) notaram que em mulheres na sétima década de vida, o baixo número de dentes (0 a 14) mostrou significativamente valores mais baixos na espessura da cortical da mandíbula do que aquelas com 15 a 28 dentes presentes ($p < 0.05$), nos homens, notou-se apenas uma ligeira diminuição no número de dentes presentes com o envelhecimento. Em outro estudo Taguchi et al. (1995b) afirmaram que o número de dentes presentes foi altamente relacionado com a probabilidade de fratura vertebral torácica em mulheres e foi utilizado uma equação para avaliar a possibilidade de osteoporose latente, nas mulheres que tinham fratura a média de dentes foi de 6.2 e as que não tinham 19.

Erdogan et al. (2009) avaliaram a relação entre achados orais com osteoporose e notaram que o número de dentes remanescentes foi significativamente reduzido no grupo osteoporótico (12.7), o grupo densidade óssea reduzida (17.7) em comparação com o grupo normal (21.1) para o total de dentes, na maxila e mandibula. Taguchi et al. (1999) relaciona que a perda de dentes afeta de forma adversa a dieta particularmente a ingestão de cálcio. A diminuição da eficiência mastigatória também podem levar à diminuição da espessura cortical inferior adjacente à ligação do músculo masséter.

A pesquisa baseou-se nos índices radiomorfométricos obtidos a partir da medição da espessura da cortical da mandíbula em duas regiões distintas: forame mentual e angulo mandibuar; índices das falanges média e proximal obtidos a partir da medição da espessura cortical destas falanges e da dimensão fractal obtidas a partir da binarização de recortes de imagens radiográficas. Todas essas variáveis foram obtidas bilateralmente (lado direito e esquerdo) e foi utilizada a média, como realizado em outros estudos (Klemetti et al., 1993; Taguchi et al., 1995b).

A análise de acordo com a classificação de Klemetti foi realizada entre os grupos estudados, sendo encontrada associação/correlação ($p < 0.05$) entre o Osteogram (T- score) e Klemetti (C1 normal, C2 e C3 doentes), valor de $p = 0.00037$. Ou seja, essa análise da morfologia da cortical inferior da mandíbula, ou de sua qualidade óssea à DMO da mão não dominante, por meio da AR, achados semelhantes foram encontrados por Klemetti et al. (1994), só que confirmado por DXA. Outro estudo realizado por Bollen et al. (2000), encontrou correlação de C3 com individuos com fraturas osteoporóticas. Vários outros estudos mostraram correlação significante da classicação de Klemetti e má qualidade óssea em outros sítios do corpo (Taguchi et al. (1999, 2004, 2006, 2007a, 2007b, 2008a, 2008b), White et al. 2005; Vlasiadis et al. 2007; Erdogan et al. 2009; Leite et al. 2010; Jagelavičienė et al., 2016).

Além da classificação de Klemetti, ainda considerando a AR, na divisão dos pacientes entre Doentes e Normais, foi realizada a análise de variância entre os grupos do estudo. O índice mentual (IM), mostrou diferença significativa quando comparou-se o grupo doente (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens), assim como em diversos estudos (Ledgerton et al. 1999; Devlin; Horner, 2002; Arifin et al. 2006; Damilakis; Vlasiadis, 2011). O grupo MD com grupo HD também mostrou $p < 0.05$, significando portanto que há diferença no IM entre

homens e mulheres como encontrado nos trabalhos de Dutra et al. 2005, Alonso et al. 2011. Por fim, o grupo de mulheres doentes (MD) com o de mulheres normais (MN) mostrou p =0.0001, outros artigos corroboram esses achados (Taguchi et al., 2004; 2006; Damilakis; Vlasiadis, 2011). Taguchi et al. (2007b) encontrou em seu estudo mulheres pós-menopáusicas com uma espessura cortical na região mentual mais fina tiveram um risco aumentado de baixa DMO vertebral ou osteoporose, determinado visualmente pelos dentistas com base na sua experiência clínica, podendo ser usado como um indicador.

A análise de variância do IG, que resultaram diferenças significativas entre os grupos foram: do grupo doente (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens) como relatado por Ledgerton et al. (1999); grupo MD com grupo MN; e grupo HD com HN . Bras et al. (1982) relata em seu trabalho que há uma diminuição no IG após 60 anos de idade nas mulheres, e que essa perda óssea acelerada pode estar relacionada a menopausa, visto que nos homens da mesma idade não há essa queda no índice.

Através da análise de variância do IFM, houve diferenças significativas entre os grupos doentes (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens); grupo MD com grupo MN; e grupo HD com HN, como o esperado, seguindo os índices acima e como o relatado no trabalho de Ramalli et al. (2015). A análise de variância do IFP com diferenças significativas foram dos grupo doente (mulheres e homens) com o grupo normal (mulheres e homens); grupo de mulheres com grupos de homens; grupo MD com grupo HD; grupo MD com grupo MN. Em relação aos IFM e IFP, que foram adapatações realizadas no presente estudo do índice metacarpal, descrito por Dequeker (1976), que mostra em seu estudo a diminuição da massa óssea mais rápida após os 50 anos de idade nas mulheres do que nos homens. Matsumoto et al. (1994) encontrou uma diminuição mais significativa na sexta década de vida.

A análise de variância da DF não apresentou diferenças significativas entre os grupos avaliados, corroborando os achados de Camargo et al. (2016), em que a DF não se correlacionou com a DMO realizada pelo pDXA de antebraço. Yaşar e Akgünlü (2006) também não encontrou diferenças significativas entre os grupos doentes e não doentes na análise da DF, relatam que DF foi calculada a partir do osso mandibular mas a DMO foi medida a partir da espinha lombar e sugerem que se fosse comparado a DF e a DMO do mesmo osso poderia ser mais preciso, e

salientam que a osteoporose pode não estar afetando todos os ossos, ao mesmo tempo com a mesma gravidade. Já Baksi e Fidler (2012) avaliaram a DF em periapical, mas a técnica utilizada não foi a mesma proposta por White e Rudolph (1999) e concluiram que a análise DF pode sofrer influências significativas com a resolução da imagem e tempo de exposição, gerando ruídos, que podem interferir no processo de análise e tornando-se de difícil aplicabilidade.

Na literatura consultada, os autores afirmam que ocorrem importantes mudanças relacionadas à idade nos índices radiomorfométricos obtidos em diferentes regiões da cortical inferior da mandíbula (índice goníaco IG, antegônico IA e mentual IM) para a identificação de baixa DMO esquelética e do papel da osteoporose em alterações nestes índices, que podem ocorrer de forma significativa em mulheres e homens (Bras et al., 1982; Devlin; Horner, 2002; Ardakani; Niafar, 2004; Alonso et al., 2011). Ao analisar a média de idade obtidas neste estudo dos grupos da amostra e sua situação sistêmica nota-se essa mudança relacionada a idade. A média de idade do grupo MN, MD, HN e HD foi de respectivamente 49.7, 58.7, 46.4, 60.9. Segundo o estudo de Xie et al. (1997) a espessura cortical no ângulo da mandíbula diminui com o envelhecimento e mostram diferenças significativas entre 76 e 86 anos de idade ($p < 0.05$).

Cook et al. (2005) afirmam que a finalidade de uma ferramenta de triagem é selecionar corretamente os pacientes que têm ou estão em risco de ter, baixa DMO e excluir aqueles pacientes que tem níveis normais. A ferramenta de rastreio ideal seria proporcionar um ponto de corte (cut-off) que pode ser utilizado para proporcionar o diagnóstico correto do estado ósseo de cada indivíduo e não proporcionar falsos positivos ou negativos. Portanto, é importante selecionar um ponto acima ao qual os pacientes são considerados normais, e um abaixo ao qual são considerados como necessitando mais investigação. Greiner et al. (2000) classificou a área sob a curva ROC como acurácia (ACU), 0.5 (não significativa), $0.5 < ACU \leq 0.7$ (menos precisas), $0.7 < ACU \leq 0.9$ (moderadamente preciso), $0.9 < ACU < 1$ (altamente preciso) e $ACU = 1$ (testes perfeitos). No presente estudo foi aplicado o teste diagnóstico de curva ROC e foi utilizada essa classificação de acurácia para a interpretação dos resultados.

Devlin e Horner (2002) utilizaram a curva ROC para medir a eficácia dos índices radiomorfométricos no diagnóstico da baixa DMO, em seu estudo apenas o IM contribuiu significativamente, encontrando a área sob a curva ROC de 0.733 (SE

= 0.072), indicando precisão moderada. O valor cut-off que proporcionou a maior validade (mínimo de falsos negativos e falsos positivos) correspondeu a um valor IM de 4.3 mm. Este ponto fornecia uma sensibilidade (SE) de 67.3% e especificidade (ES) 73.7%. Uma espessura cortical mentual de menor ou igual a 3 mm iria proporcionar uma sensibilidade de 20% e uma especificidade de 100% no diagnóstico de redução da DMO; e na detecção da osteoporose uma sensibilidade de 25.9% e especificidade de 93.6%, e sugeriram que pacientes com um limiar de 3 mm (ou menos) no IM devam ser encaminhados para realizarem o exame de densitometria óssea. No presente estudo, o IM encontrado na área sob a curva ROC foi de 0.74 (SE = 97.4% e ES= 78%), portanto com essa acurácia o ponto de corte ótimo para a detecção de baixa DMO, foi de 2.17mm (considerada acurácia moderadamente precisa), foi avaliado também a acurácia do IM a 3mm, SE 63.2% e ES 50%, como Devlin e Horner (2002) propuseram que seria o limiar para baixa DMO, mas não apresentou muita sensibilidade. Arifin et al. (2006) encontraram com o IM, SE 88% e ES 58.7% em ralação a mulheres com baixa DMO na coluna vertebral e no femur SE 87.5% ES 56.3%. Portanto pode-se dizer que o IM a 2.17mm está com baixa DMO, de acordo com os resultados encontrados neste estudo, e classificando de acordo com Devlin e Horner (2002), pacientes acima 3mm estão saudáveis.

Na região de ângulo da mandíbula, o IG, no presente estudo apresentou-se com uma área sob a curva ROC de 0.79 (SE = 94% e ES= 54%), essa acurácia foi encontrada no ponto de corte ótimo para a detecção de baixa DMO, que foi de 0.78 mm. Assim como o encontrado por Kribbs (1990), em que o IG médio foi de 0.89 mm no grupo com osteoporose.

Os índices desenvolvidos para a análise das falanges média e proximal do dedo médio encontraram acurácia moderada, sendo IFM 0.77 de ACU, 94.8% de SE e 64% ES. O IFP gerou uma ACU de 0.76, 93,1% SE e 62%. De acordo com a revisão de literatura realizada neste trabalho, não foi possível encontrar estudos para comparar a SE e ES destes índices desenvolvidos. O estudo realizado por Matsumoto et al. (1994) se aproxima do presente estudo, e foi observado que a DMO do metacarpo atingiu seu pico no grupo etário dos 30-39 anos, em seguida, diminuiu gradualmente até 50 anos de idade, após diminuiu acentuadamente. A análise da cortical através da radiogrametria manual atingiu o pico no grupo etário 40-49 anos e depois diminuiu. As primeiras perdas significativas na DMO do

metacarpo e no índice metacarpal foram observados após 50 anos de idade (P <0,001). Ou seja, foi possível detectar com o passar do anos a diminuição da cortical. Como não há na literatura a definição dos pontos de cortes ótimos para os índices das falanges, novos estudos são sugeridos para que se tenha novas formas de análise de qualidade óssea.

O teste diagnóstico para a DF mostrou-se de acurácia moderada (0.71), tendo seu valor de SE 96.5%, ES 86% e seu ponto de corte ótimo para a detecção de baixa DMO de 1.290. Oliveira et al. (2013) utilizaram a mesma metodologia para análise da DF em mulheres e os valores encontrados foram significativamente diferentes (p <0,05) entre pacientes normais e osteoporóticas, assim concluiram que o osso trabecular mandibular foi eficaz na detecção de mudanças osteoporóticas. White e Rudolph (1999) utilizando radiografia periapical, apontaram que os pacientes com osteoporose tinham alterações significativas no padrão morfológico do maxilar anterior (P = 0.019), e da mandíbula posterior (P = 0.013), em comparação com os controles sem doença. Os autores suportam a hipótese de que os pacientes com osteoporose têm um padrão trabecular alterado nos maxilares, em comparação com indivíduos normais.

O presente estudo mostrou algumas limitações, como a confiabilidade para determinar os índices IFM, IFP e DF, de forma que os demais cirurgiões-dentistas generalistas consigam reproduzir as análises, bem como a determinação dos valores de corte específicos a serem aplicados na população brasileira, mais estudos com a participação de multiplos avaliadores abriria caminho para uma correlação definitiva entre osteoporose em mandíbula e outros sítios do corpo. Considerando a análise DF, a região utilizada neste estudo não é comum, visto que na revisão de literatura consta em sua maioria na região de corpo mandibular. A seleção deste ROI foi pela possibilidade de abranger uma área maior livre de sobreposições de estruturas como raízes dentárias, osso hióide, coluna vertebral, podendo portanto em outras áreas já bem estabelecidas na literatura apresentar melhores resultados.

Há concordância entre autores de diferentes estudos sobre a importância de se diagnosticar a osteoporose o quanto antes, devido sua alta taxa de morbidade e mortalidade quando ocorre a fratura, desta forma métodos de rastreio que possa ajudar profissionais da área de saúde a identificar a alteração da qualidade óssea na região do corpo em que atua é de extrema relevância. Portanto, de acordo com o

que foi exposto acima, os índicies radiomorfométricos apresentaram acurácia moderadamente precisa para a detecção da alteração na qualidade óssea de acordo com a AR, e assim possível de referenciar os pacientes como suspeitos de possuir risco de osteoporose em outros sítios, como coluna e fêmur.

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A classificção de Klemetti pode colaborar para a avaliação da qualidade óssea mandibular, quando comparado com a absorciometria radiografica da falange (AR).
- Os índices radiomorfométricos apresentaram acurácia moderadamente precisa para a detecção da alteração na qualidade óssea de acordo com a AR.
- Comparando a absortometria radiografica da falange (AR) com: IM, com cortical a 2.17mm e IG com cortical a 0.79 mm sugerem baixa DMO.

REFERÊNCIAS[1]

Adams JE. Single and dual energy X-ray absorptiometry. Eur Radiol.1997;7(2):20–31.

Alman AC, Johnson LR, Calverley DC, Grunwald GK, Lezotte DC, Hokanson JE. Diagnostic capabilities of fractal dimension and mandibular cortical width to identify men and women with decreased bone mineral density. Osteoporos Int. 2012; 23:1631–36.

Alonso MBCC, Cortes ARG, Camargo AJ, Arita ES, Haiter-Neto F, Watanabe PCA. Assessment of Panoramic Radiomorphometric Indices of the Mandible in a Brazilian Population. ISRN Rheumatol. 2011; 2011:854287, doi: 5402/2011/854287.

American Association of Clinical Endocrinologists - AACE. Medical Guidelines for clinical practice for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. Endocr Pract. 2010;16:3.

Araújo DV, Oliveira JHA, Bracco OL. Cost of Osteoporotic Hip Fracture in the Brazilian Private Health Care System. Arq Bras Endocrinol Metab. 2005;49(6):897-901.

Ardakani FE, Niafar N. Evaluation of changes in the mandibular angular cortexusing panoramic images. J Contemp Dent Pract. 2004;5(3):1-15.

Arifin AZ, Asano A, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Tanimoto K. Computer-aided system for measuring the mandibular cortical width on panoramic radiographs in osteoporosis diagnosis. Proceedings SPIE Medical Imaging. 2005; 57(47):813–21.

Arifin AZ, Asano A, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Tsuda M, Kudo Y, Tanimoto K. Computer-aided system for measuring the mandibular cortical width on dental panoramic radiographs in identifying postmenopausal women with low bone mineral density. Osteoporos Int. 2006;7:753–9.

[1]De acordo com estilo Vancouver

Baksi BG,Fidler A. Image resolution and exposure time of digital radiographs affects fractal dimension of periapical bone. Clin Oral Invest. 2012;16:1507–10.

Barnett E, Nordin BEC. The radiological diagnosis of osteoporosis: a new approach. Clin Radiol. 1960;11:166-74.

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(4), 518-24.

Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Number of teeth and residual alveolar ridge height in subjects with a history of self-reported osteoporotic fractures. Osteoporos Int. 2004;15:970–4.

Bozic M, Hren NI. Osteoporosis and mandibles. Dentomaxillofacial Radiol. 2005; 35:178–84.

Bras J, Ooij CP van, Abraham-Inpun, L, Kusen GJ, Wilmink JM. Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex: A diagnostic tool in metabolic bone loss. Part I. Normal state. Oral Surg. 1982;53(5):541-5.

Camargo AJ, Arita ES, Fernandez MCC, Watanabe PCA. Comparison of two radiological methods for evaluation of bone density in postmenopausal women. Int J Morphol. 2015;33(2):732-36.

Camargo AJ, Côrtes ARG, Aoki EM, Baladi MG, Arita ES, Watanabe PCA. Analysis of bone quality on panoramic radiograph in osteoporosis research by fractal dimension. Applied Mathematics. 2016;7:375-86. http://dx.doi.org/10.4236/am.2016.74035

Cantoni C, King D. Bone mineral density assessment understanding the value of BMD testing in the primary care setting. Alara Inc. 2001:1-8. [citado 19 mai. 2016] Disponível em: http://www.kiropraktik.dk/Osteoporosis%20scan%20WhitePaper.pdf

Consensus Development Conference: diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. Am J Med. 1993;94:646-50.

Cook RB, Collins D, Tucker J, Zioupo P. Comparison of questionnaire and quantitative ultrasound techniques as screening tools for DXA. Osteoporos Int. 2005;16:1565–75.

Cosman F, Herrington B, Himmelstein S, Lindsay R. Radiographic absorptiometry: a simple method for determination of bone mass. Osteoporos Int. 1991;2(1):34-38.

Damilakis J, Vlasiadis K. Have panoramic indices the power to identify women with low BMD at the axial skeleton? Phys Med. 2011;27(1):39-43.

Dequeker J. Quantitative radiology: radiogrammetry of cortical bone. Br J Radiol. 1976;49(587):912-20.

Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. Osteoporos Int. 2002;13:373–8.

Devlin H, Karayianni,K, Mitsea A, Jacobs R, Lindh C, van der Stelt P, Marjanovic 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;104:821-8.

Drummond JR, Newton JP, Yemm R. Dentistry for the elderly: a review and an assessment of the future. J Dent. 1988;16:47–54.

Dutra V, Yang J, Devlin H, Susin C. Radiomorphometric indices and their relation to gender, age, and dental status. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005;99(4):479-84.

Erdogan Ö, Incki KK, Benlidayı ME, Şeydaoglu G, Kelekci S. Dental and radiographic findings as predictors of osteoporosis in postmenopausal women. Geriatr Gerontol Int. 2009;9(2):155-64.

Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: patient exposure. Dentomaxillofac Radiol. 2005;34:145–9.

Grampp S, Genant HK, Mathur A, Lang P, Jergas M, Takada M, Glueer CC, Lu Y, Chavez M. Comparisons of noninvasive bone mineral measurements in assessing age-related loss, fracture discrimination and diagnostic classification. J Bone Miner Res 1997;12:697–711.

Greiner M, Pfeiffer D, Smith RD. Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. Prev Vet Med. 2000;45(1-2):23-41.

Ibañez R. Bone mineral density measurement techniques. An Sist Sanit Navar. 2003;26(3):19-27.

IBGE. Escassez e fartura: distribuição da oferta de equipamentos de diagnóstico por imagem no Brasil. 2009 [citado 04 jan. 2013] Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/indic_sociosaude/2009/co_esca.pdf.

International Osteoporosis Foundation - IOF. The Latin America Regional Audit Epidemiology, costs and burden of osteoporosis in 2012. [citado 19 mai. 2016] Disponível em: http://www.iofbonehealth.org/sites/default/files/media/PDFs/Regional%20Audits/2012-Latin_America_Audit_0_0.pdf

Jagelavičienė E, Krasauskienė A, Žalinkevičius R, Vaitkevičienė I, Kubilius R. Relationship between the mandibular cortical index and calcaneal bone mineral density in postmenopausal women. Medicina (Kaunas). 2016;52(2):125-31.

Kanis JA, WHO Study Group. Assessment of Fracture Risk and its Application to Screening for Postmenopausal Osteoporosis: Synopsis of a WHO Report. Osteoporosis Int. 1994;4:368-81.

Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. Lancet 2002;359:1929–36.

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

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. 1993;101:219-23.

Koh KJ, Park HN, Kim KA. Prediction of age-related osteoporosis using fractal analysis on panoramic radiographs. Imaging Sci Dent. 2012;42:231-5.

Kribbs PJ. Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. J Prosthet Dent. 1990;63:218-22.

Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. Dentomaxillofac Radiol. 1999;28:173-81.

Leite AF, de Souza Figueiredo PT, Guia CM, Melo NS, de Paula AP. Correlations between seven panoramic radiomorphometric indices and bone mineral density in postmenopausal women. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010;109(3):449-56.

Matsumoto C, Kushida K, Yamazaki K, Imose K, Inoue T. Metacarpal bone mass in normal and osteoporotic Japanese women using computed X-ray densitometry. Calcif Tissue Int. 1994;55:324-329.

Montgomery DC. Design and Analysis of Experiments. 5ª ed, Nova Iorque: John Wiley & Sons Inc; 2000.

Moore KL, Dalley AF. Anatomia orientada para clínica. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

Nakamoto T, Taguchi A, Ohtsuka M, Suei Y, Fujita 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. Osteoporos Int. 2003;14:659–64.

National Osteoporosis Foundation. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis; Washington; 2008.

Nielsen SP. The metacarpal index revisited: a brief overview. J Clin Densitom. 2001;4(3):199-207.

NIH Consensus Development Panel. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. JAMA. 2001;285:785-95.

Oliveira ML, Pedrosa EFNC, Cruz AD, Haiter-Neto F, Paula FJA, Watanabe PCA. Relationship between bone mineral density and trabecular bone pattern in postmenopausal osteoporotic Brazilian women. Clin Oral Invest. 2013;17:1847–53.

Pinheiro MM, dos Reis Neto ET, Machado FS, Omura F, Yang JHK, Szejnfeld J, Szejnfeld VL. Risk factors for osteoporotic fractures and low bone density in pre and postmenopausal women. Rev Saúde Pública. 2010;44:479-85.

Pinto-Neto AM, Soares A, Urbanetz AA, Souza ACA, Ferrari AEM, Amaral B, e outros. Brazilian Consensus on Osteoporosis. Rev Bras Reumatol. 2002; 42(6):343-54.

Radominski SC, Pinto-Neto AM, Marinho RM, Costa-Paiva LHS, Pereira FAS, Urbanetz AA, Ferrari AEM, Baracat EC. Osteoporose em Mulheres na Pós-Menopausa. Rev Bras Reumatol. 2004;44(6):426-34.

Ramalli LT, Camargo AJ, Monteiro SAC, Watanabe PCA. Use of panoramic radiographs to detect signs of osteoporosis in edentulous. Health. 2015;7(12):1671-77.

Riggs BL, Melton LJ. The Worldwide Problem of Osteoporosis: Insights Afforded by Epidemiology. Bone. 1995;17(5):505-11.

Taguchi A. Panoramic radiographs for identifying individuals with undetected osteoporosis. Jpn Dent Sci Rev. 2009;45:109—20.

Taguchi A. Triage screening for osteoporosis in dental clinics using panoramic radiographs. Oral Diseases. 2010;16:316–27.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Wada T. Tooth loss and mandibular osteopenia. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995a;79:127-3.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wada T. Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. Oral Surg Oral Meo Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995b;80:612-6.

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;28:219-23.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Wada T, Nakagawa H, Ohama K. Screening for postmenopausal osteoporosis by panoramic radiograph. J Jpn Soc Bone Morphom. 1994;4:113-8.

Taguchi A, Suei Y, Sanada M, Ohtsuka M, Nakamoto T, Sumida H, Ohama K, Tanimoto K. Validation of dental panoramic radiography measures for identifying postmenopausal women with spinal osteoporosis. AJR. 2004;183:1755–60.

Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, Kodama I, Sanada M, Nakamoto T, Inagaki K, Noguchi T, Kudo Y, Suei Y, Tanimoto K, Bollen AM. Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. Osteoporos Int. 2006;17:387–94.

Taguchi A, Ohtsuka M, Nakamoto T, Naito K, Tsuda M, Kudo Y, Motoyama E, Suei Y, Tanimoto K. Identification of post-menopausal women at risk of osteoporosis by trained general dental practitioners using panoramic radiographs. Dentomaxillofac Radiol. 2007a;36:149–54.

Taguchi A, Ohtsuka M, Tsuda M, Nakamoto T, Kodama I, Inagaki K, Noguchi T, Kudo Y, Suei Y, Tanimoto K. Risk of vertebral osteoporosis in post-menopausal women with alterations of the mandible. Dentomaxillofac Radiol. 2007b;36:143–48.

Taguchi A, Asano A, Ohtsuka M, Nakamoto T, Suei Y, Tsuda M, Kudo Y, Inagaki K, Noguchi T, Tanimoto K, Jacobs R, Klemetti E, White SC, Horner K. Observer performance in diagnosing osteoporosis by dental panoramic radiographs: Results from the osteoporosis screening project in dentistry (OSPD). Bone. 2008a;43:209–13.

Taguchi A, Ohtsuka M, Nakamoto T, Suei Y, Kudo Y, Tanimoto K, Bollen AM. Detection of post-menopausal women with low bone mineral density and elevated biochemical markers of bone turnover by panoramic radiographs. Dentomaxillofac Radiol. 2008b;37:433–7.

Vaishnav K, Shah D, Patel P. A panoramic evaluation of the mandibular canal wall resorption in relation to diabetes, thyroid and asthma in edentulous patients. J Int Health. 2010;2(3):27-32.

Vlasiadis KZ, Skouteris CA, Velegrakis GA, Fragouli I, Neratzoulakis JM, Damilakis J, Koumantakis EE. Mandibular radiomorphometric measurements as indicators of possible osteoporosis in postmenopausal women. Maturitas. 2007;58(3):226-35.

Walker ARP, Walker BF, Richardson BD. Metacarpal bone dimensions in young and aged South African Bantu consuming a diet low in calcium. Postgrad Med J. 1971;47:320-5.

White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1999;88:628-35.

White SC, Taguchi A, Kao D, Wu S, Yoon D, Suei Y, Tanimoto K. Clinical and panoramic predictors of femur bone mineral density. Osteoporos Int. 2005;16(3):339-46.

Wical KE, Swoope CC. Studies of residual ridge resorption. Part I. Use of panoramic radiographs for evaluation and classification of mandibular resorption. J Prosthet Dent. 1974;32(1):7-12.

WHO scientific group on the assessment of osteoporosis at primary health care level. Summary Meeting Report .2004 Belgium. [citado 4 jan. 2013]. Disponível em: http://www.who.int/chp/topics/Osteoporosis.pdf.

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

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

Yates AJ, Ross PD, Lydick E, Epstein RS. Radiographic absorptiometry in the diagnosis of osteoporosis. Am J Med. 1995;98(2):41S-47S.

Yiu B-K, Chi-Man S, Chi-Yung Liu S, Chi-Hong P, Hin-Ho Siu G. Digital dental panoramic radiography: evaluation of image quality in four imaging systems. Hong Kong Dent J. 2005;2:19-23.

Zerbini CAF, Latorre MRO, Jaine PC, Tanaka T, Pippa MGB. Bone Mineral Density in Brazilan men 50 years and older. Braz J Med Biol Res. 2000;33:1429-43.

Zweig MH, Campbell G. Receiver-operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. Clin Chem. 1993;39(4):561-77.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA

1. NOME DO PACIENTE:_____

DOC. DE IDENTIDADE Nº:_____SEXO: M( ) F( ) DATA DE NASC:_____

ENDEREÇO:_____TEL:_____

II – DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: CORRELAÇÃO DA QUALIDADE ÓSSEA NAS FALANGES DA MÃO NÃO DOMINANTE COM A QUALIDADE ÓSSEA MANDIBULAR: RADIOGRAMETRIA.

2. PESQUISADORES:

PLAUTO CHRISTOPHER ARANHA WATANABE (CROSP- 32607)

Professor Doutor do Departamento de Estomatologia, Saúde Coletiva e Odontologia Legal

ANGELA JORDÃO CAMARGO (CROSP-99174)

Aluna de pós-graduação (Doutorado)

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO ( ) RISCO MÍNIMO(X) RISCO MÉDIO ( ) ALTO RISCO ( )

(probabilidade de que o individuo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA: dois anos.

III – INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS SOBRE ESTA PESQUISA E GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA

1. Justificativa dos objetivos da pesquisa

A Osteoporose é considerada atualmente como um grave problema de saúde pública mundial, com altos níveis de morbidade e mortalidade e com alta prevalência em países desenvolvidos e em desenvolvimento. O indivíduo não apresenta sinais e sintomas nos primeiros estágios da doença; por isso é também conhecida como sendo uma “doença silenciosa”. Os sinais e sintomas aparecem mais tarde, quando a densidade óssea diminui a ponto de causar fratura óssea.

Por causa das consequências mórbidas da osteoporose, a prevenção desta doença e suas fraturas associadas são consideradas essenciais para a manutenção da saúde, qualidade de vida e independência da população idosa. Triar melhor, e mais precocemente, pacientes para realizar a densitometria óssea, é uma estratégia fundamental no combate a essa enfermidade.

Assim, objetivo deste estudo é avaliar se há relação da qualidade óssea das falanges da mão não dominante com a qualidade óssea mandibular do paciente pelo método da radiogrametria, na expectativa de indicar ou não a correlação entre a qualidade óssea mandibular e a qualidade óssea sistêmica.

2. Procedimentos que serão utilizados

Participarão desta pesquisa voluntários que se aparesentarem no Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto para realização da radiografia panorâmica. No dia do atendimento agendado o sujeito será convidado a participar da pesquisa; assim, será realizada uma radiografia da mão não dominante do paciente e será aplicado um questinário sobre hábitos alimentares, uso de medicamentos e dados como peso, idade e etnia. Durante a tomada radiografica pode haver um leve desconforto no posicionamento devido a limitações de movimento de cada paciente. Será realizado em sessão única.

3. Benefícios que poderão ser obtidos

A avaliação da qualidade óssea será feita pelo exame de densitometria óssea da "ponta dos dedos". Este exame gera um laudo indicando a presença ou não de alterações da qualidade mineral óssea (osteopenia/osteoporose). Assim, sendo positiva a alteração óssea o paciente será orientado a consultar um médico para avaliação e futuros tratamentos.

4. Riscos relacionados a Pesquisa

Há um risco mínimo devido à radiação, mas é feita a adoção de procedimentos de radioproteção (utilização de aventais plumbíferos). Vale a pena ressaltar que todos os equipamentos são de ponta, sendo digitais, com menores tempo de exposição, estão calibrados e possuem colimação, minimizando exposições em áreas que não estão sendo avaliadas no exame. Tendo em vista a necessidade de diagnóstico versus dose de radiação, empregamos o princípio de segurança de radiação ALARA (As Low As Reasonably Achievable), que significa "tão baixo quanto razoavelmente exeqüível", com o objetivo de minimizar a dose de radiação.

IV – ESCLARECIMENTOS DADOS PELOS PESQUISADORES SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO PESQUISA

1. É garantido, a qualquer tempo, acesso às informações a procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para esclarecimento de qualquer dúvida.

2. É garantida a liberdade de retirar a qualquer momento o consentimento e deixar de participar o estudo.

3. É garantida a confidencialidade, o sigilo e a privacidade das informações.

Recebi as seguintes informações:

1. Estou participando de livre vontade de um projeto de pesquisa e caso não queira não haverá qualquer obrigação de participação.

2. Receberei todas as informações de interesse que possam surgir com esta pesquisa.

3. Mesmo tendo aceitado participar deste estudo, poderei recuar desta decisão a qualquer momento e abandonar a pesquisa.

V – INFORMAÇÕES DE NOMES E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA PARA CONTATO

Nome e telefone dos Cirurgiões Dentistas

Angela Jordão Camargo (16) 3315-3976

Plauto Christopher Aranha Watanabe (16) 3315-3993

VI – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após esclarecimento realizado pelo pesquisador entendi o que me foi explicado e que consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa. Estou assinando duas (2) cópias deste termo, sndo que uma delas ficará comigo.

Ribeirão Preto...../...../.....

_____ _____

Assinatura Paciente Assinatura Pesquisador

"Se houver dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Odontologia - Av. Prof. Lineu Prestes 2227, 05508-000 - São Paulo, telefone (11)30917960 ou pelo e-mail cepfo@usp.br – Horário de Funcionamento: de segunda a sexta-feira das 8 às 17h exceto em feriados e recesso universitário. O Comitê é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos". (Resolução CNS nº 466 de 2012)

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO

Plataforma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Correlação da qualidade óssea nas falanges da mão não dominante com a qualidade óssea mandibular: radiogrametria.

Pesquisador: Angela Jordão Camargo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 38509514.3.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de Sao Paulo

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CULTURA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.070.730

Data da Relatoria: 20/05/2015

Apresentação do Projeto:

A osteoporose é uma epidemia mundial que tem se tornado cada dia mais frequente também no Brasil. A principal consequência dessa doença é a fratura de ossos importantes como o fêmur e as vértebras da coluna, por exemplo. Atualmente, o exame de densitometria óssea por emissão dupla de raios-X é o exame padrão ouro para o diagnóstico da osteoporose, entretanto, o alto custo e a baixa disponibilidade de equipamentos dificultam o acesso ao exame, principalmente em países e populações menos favorecidos. A radiografia panorâmica é utilizada na rotina do atendimento odontológico no mundo todo e pode ser um auxiliar no diagnóstico da osteoporose.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo desta pesquisa é demonstrar que a radiografia panorâmica digital pode identificar pacientes de risco para osteoporose. Para tanto, a partir de um banco de dados de um serviço de radiologia, pacientes que já possuam radiografia panorâmica digital serão convidados a realizar radiografia digital carpal da mão não dominante com intuito de comparar os achados da mandíbula com a densidade mineral óssea medida nas falanges, método já consolidado na literatura para apontar perda óssea.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Nesta reapresentação os riscos e benefícios foram adequadamente avaliados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Já existem diversos trabalhos semelhantes publicados na literatura internacional que comprovam o potencial da radiografia panorâmica digital em identificar pacientes com perda óssea por meio da avaliação de densidade da mandíbula.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: adequada.

Autorização do responsável pelo Serviço de Radiologia da FORP-USP: adequada.

O TCLE foi refeito e as solicitações atendidas, estando agora adequado.

Recomendações:

Já foi solicitado nos dois pareceres anteriores que a questão 2 do questionário fosse revista. Acredito que a intenção seja perguntar a origem dos "ascendentes" do paciente e não dos "descendentes".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Há um erro no questionário que já foi apontado nos dois pareceres anteriores. Os pequisadores confundiram "ascendente" com "descendente".

O financiamento declarado foi Ministério da Cultura. Não sei se é necessário apresentar a assinatura do responsável neste caso.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br