DANIELA MIRANDA RICHARTE DE ANDRADE SALGADO

**Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico
na obtenção dos índices radiomorfométricos em
mulheres na pré e pós-menopausa**

São Paulo

2016

DANIELA MIRANDA RICHARTE DE ANDRADE SALGADO

**Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico
na obtenção dos índices radiomorfométricos em
mulheres na pré e pós-menopausa**

Versão Original

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. Claudio Costa

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.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Salgado, Daniela Miranda Richarte de Andrade.

Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na obtenção dos índices radiomorfométricos em mulheres na pré e pós-menopausa / Daniela Miranda Richarte de Andrade Salgado ; orientador Claudio Costa. -- São Paulo, 2016.

87 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. Osteoporose. 2. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. 3. Pré-menopausa. 4. Pós-menopausa I. Costa, Claudio. II. Título.

Salgado DMRA. Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na obtenção dos índices radiomorfométricos em mulheres na pré e pós-menopausa. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: / /2016

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Gostaria de dedicar este trabalho....

A **Deus** por ser tudo para mim e estar sempre presente em minha vida, abençoando e direcionando meus caminhos, sonhos e minha família.

Ao meu esposo, **Ricardo**, por todos os momentos que você esteve ao meu lado, me incentivando e ajudando na carreira acadêmica e profissional. Muito obrigada por todo apoio nessa trajetória, te amo muito.

Aos meus pais, **Alexandre** e **Rita**, responsáveis por passarem os valores mais importantes da vida, por estarem sempre ao meu lado, vocês serão sempre um exemplo para mim! Amo e admiro muito vocês.

Aos meus irmãos **Luiza** e **Alexandre**, pelo carinho, pela amizade, companheirismo e por estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida.

Aos meus tios **André, Adriana, Luivana, Livia, Adriano, Eliane, Madalena**, e a toda a minha **família**, por todo o apoio e confiança, por incentivarem sempre meus estudos, me apoiarem em todos os momentos da minha vida! Muito obrigada a cada um de vocês, amo demais todos vocês!

Aos meus primos **Fabio, Neto e Gigi**, obrigada por tudo, amo muito vocês!

Ao meu amigo e cunhado **Victor**, pela amizade e companheirismo, e por ser um irmão para mim!

A minha amiga e irmã **Giulia**, pela amizade e por me incentivar muitas vezes!

A minha sogra **Célia**, por toda a ajuda, orações, conversas nos momentos tristes e alegres!

A **todos os meus amigos**, obrigada pela amizade e apoio sempre! Também amo cada um de vocês!

Dedico também a pessoas especiais que fizeram parte da minha vida e que hoje não estão mais entre nós, mas que estão com Deus, à minhas avós **Wanda** e **Odessa** (in memoriam), que tanto me ensinaram e amaram! E ao meu sogro **Ademir** (in memoriam), que sempre incentivou meus estudos!

E em especial, ao meu querido avô **José Richarte** (in memoriam), meu amigo, meu exemplo de vida e perseverança, que juntamente com a minha família me ensinou os valores que carrego comigo hoje. Sinto muito a sua falta!

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador, Prof. Dr. **Claudio Costa** pela confiança, orientação, amizade durante toda a pós-graduação. Agradeço pela sua dedicação, compreensão, incentivo, bom humor, ensinamentos, e pela oportunidade de realizar esse trabalho. Agradeço sua ida comigo à Dinamarca e por fazer eu me sentir mais tranquila naquele momento em que eu estava passando! Muito obrigada por tudo!

Ao Prof. Dr. **Elcio Magdalena Giovani**, o responsável por me incentivar a ingressar na carreira acadêmica, por ter sido meu orientador no Mestrado, agradeço sempre a sua indicação, confiança, amizade e dedicação e todos os conhecimentos que o senhor me ensinou.

Aos amigos **Bruno** e **Gilberto** pela parceria desenvolvida desde o início do Mestrado, experiências compartilhadas durante a pós-graduação, por todos os trabalhos que realizamos juntos e por todos que ainda iremos realizar!

Aos amigos **Jéssica** e **Rodrigo** pela parceria que desenvolvemos durante toda a pós-graduação e que possamos fazer cada vez mais trabalhos juntos!

A amiga **Marina**, por ser companheira e ter me ajudado sempre que precisei durante o curso.

Agradeço aos professores, Profa. Dra. **Emiko Saito Arita**, Prof. Dr. **César Angelo Lascala**, Prof. Dr. **Jefferson Xavier de Oliveira** e, Prof. Dr. **Celso Augusto Lemos Júnior** pelo constante apoio, incentivo e ensinamentos compartilhados.

Agradeço a Profa. Dra. **Silvia Vanessa Lourenço**, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Diagnóstico Bucal, e à Profa. Dra. **Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira**, Professora Titular da Disciplina de Radiologia da FOU SP, por toda dedicação e disponibilidade durante o Doutorado.

Agradeço aos professores, Prof. Dr. **Evângelo Tadeu Terra Ferreira** (in memoriam), Prof. Dr. **Claudio Fróes de Freitas**, Prof. Dr. **Israel Chilvarquer**, e Prof. Dr. **Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti** pelos ensinamentos transmitidos em suas aulas e contribuição na minha formação.

Agradeço à Sra. **Maria Aparecida Pinto (Cidinha)**, Secretária da Disciplina de Radiologia pela sua atenção, disponibilidade, auxílio em todas as etapas do Doutorado, sempre com atenção e preocupação com todos os alunos. Obrigada por cada conversa, cada conselho, cada risada, e por se tornar uma amiga para mim.

À Sras. **Janete Passos Santana** e **Izilda Aparecida dos Santos Geraldo** técnicas responsáveis pelo setor de Radiologia Clínica da FOUSP, pelo apoio e pelo bons momentos que passamos nas clínicas.

Agradeço aos meus colegas da pós-graduação, **Denise, Karina, Juliane, Cibele, Giovana, Cynthia, Claudia, Lituânia, Marcia, Juceli, Reinaldo, Eduardo Aoki, Arthur, Guilherme, Eduardo Duailibi, Marcelo e Edson**, pelo companheirismo, excelente convivência, assim como, experiências compartilhadas durante todo o curso.

Agradeço ao Prof. Dr. **Rubens Spin Neto**, a Profa. Dra. **Ann Wenzel** e a **Universidade de Aarhus**, Dinamarca, por me receberem muito bem durante o meu Doutorado Sanduíche e por todos os ensinamentos e ideias para o desenvolvimento do meu trabalho. Foi muito bom ter a oportunidade de ter conhecido vocês!

Agradeço a Bibliotecária Sra. **Glauci Elaine Damasio Fidélis** do SIBI-USP pela revisão da formatação da tese.

Agradeço a empresa **Cybermed Inc** de Seul, Coréia do Sul, pela cessão do software OnDemand utilizado para a análise das imagens.

Agradeço ao **LAPI-FOUSP** (Laboratório para análise e processamento de imagem) pela infraestrutura, equipamentos e softwares disponíveis.

Agradeço à **CAPES** (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior) pela bolsa de Doutorado.

Agradeço ao programa **Ciências sem Fronteiras** por ter sido selecionada e ter a oportunidade de realizar o Doutorado Sanduíche na Universidade de Aarhus, na Dinamarca.

Agradeço a **Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo**, pela estrutura e apoio durante minha formação, promovendo meu crescimento profissional e humano.

*“Você ganha força, coragem e confiança, por meio de cada experiência
em que você realmente para e encara o medo de frente.”*

Eleanor Roosevelt

RESUMO

Salgado DMRA. Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na obtenção dos índices radiomorfométricos em mulheres na pré e pós-menopausa. [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Original.

O rastreio de osteoporose utilizando imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é um procedimento ainda discutível. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade óssea de mulheres de diversas faixas etárias (AG) através de índices de radiomorfométricos obtidos em TCFC. Setenta e cinco imagens de TCFC de mulheres (idades compreendidas entre 40 - 70 anos) foram avaliadas. Os pacientes foram agrupados de acordo com AG, em três maneiras diferentes, de acordo com a prevalência de osteoporose em mulheres brasileiras. Os índices avaliados foram: índice cortical mandibular (ICM), índice mental (IM) e os índices de tomografia computadorizada superior e inferior (ITC). Dois examinadores calibrados avaliaram as imagens em três tempos: Abertura / reconstrução de imagens (1), repetindo este procedimento e salvando a reconstrução (2), e a avaliação das imagens reconstruídas (3). As reconstruções panorâmicas (variando as espessuras: 0,30, 10, e 20 mm) e imagens transaxiais foram avaliadas. A concordância intra e inter-examinador foram avaliadas por meio do teste Kappa e estatísticas de coeficiente de correlação intraclasse. A correlação de Pearson foi utilizada para verificar a relação entre os índices avaliados e AG. O teste de qui-quadrado foi utilizado para comparar a prevalência de osteoporose de acordo com cada parâmetro e AG. Os índices avaliados não apresentaram correlação com AG. Alta concordância intra e inter-examinador foi encontrada para IM e ITC, mas não para ICM. A prevalência da osteoporose variou grandemente, de acordo com o índice avaliado e o valor de corte utilizado para definir a doença (com base na qualidade do osso). Os índices radiomorfométricos quantitativos obtidos na TCFC podem ser avaliados de uma forma reprodutível. Não houve correlação entre os índices e AG, o que sugere que as imagens de TCFC não devem ser utilizadas para o rastreio de osteoporose.

Palavras-chave: Osteoporose. Índice radiomorfométrico. Qualidade óssea.
Tomografia computadorizada de feixe cônico.

ABSTRACT

Salgado DMRA. Use of cone beam computed tomography in obtaining radiomorphometric index in women in pre and postmenopausal [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Original.

Screening for osteoporosis using cone beam CT images (CBCT) is a datable procedure. The aim of this study was to evaluate the bone quality of women from diverse age groups (AG) using CBCT-based radiomorphometric indices. Seventy-five CBCT images of women (age range 40 – 70) years were evaluated. Patients were grouped according to AG, in three diverse manners, according to prevalence of osteoporosis in Brazilian women. The mandibular cortical (MCI), mental (MI), and the superior and inferior computed tomography (CTI) indices were assessed. Two calibrated examiners assessed the images in three instances: opening/reconstructing the images (1), repeating this procedure (2), and assessing the reconstructed images once again (3). Panoramic reconstructions (0.30, 10, and 20 mm thicknesses) and cross-sectional images were assessed. Intra and inter-examiner agreement were assessed by means of Kappa and intraclass correlation coefficient statistics. Pearson correlation was used to verify the relationship between the assessed indices and AG. Chi-square statistics was used to compare the prevalence of osteoporosis according to each index and AG. Assessed indices showed no correlation with AG. High intra- and inter-examiner agreement was found for MI and CTI but not to MCI. The prevalence of osteoporosis varied widely, according to the assessed index and to the cutoff used to define the disease (based on bone quality). Quantitative CBCT-based radiomorphometric indices can be assessed in a reproducible manner. No correlation between AG and the assessed indices was found, suggesting that CBCT images should not be used for the screening of osteoporosis.

Keywords: Osteoporosis. Radiomorphometric index. Bone quality. Cone beam computed tomography

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Cálculo do Índice Panorâmico Mandibular (IPM)	26
Figura 2.2 - Classificação do Índice Cortical Mandibular (ICM)	26
Figura 2.3 - Índice Mental (IM)	28
Figura 4.1 - ICM Classificação 1 (C1) na reconstrução panorâmica	44
Figura 4.2 - ICM Classificação 2 (C2) na reconstrução panorâmica.....	44
Figura 4.3 - ICM Classificação 3 (C3) na reconstrução panorâmica.....	45
Figura 4.4 - IM mensurado na reconstrução panorâmica com 0,3 mm de espessura.....	45
Figura 4.5 - IM mensurado na reconstrução panorâmica com 10 mm de espessura.....	46
Figura 4.6 - IM mensurado na reconstrução panorâmica com 20 mm de espessura.....	46
Figura 4.7 - ITC mensurados bilateralmente nos cortes transaxiais	48
Figura 4.8 - Diagrama com os parâmetros estudados	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Valores de referência para diagnóstico da osteoporose, segundo os critérios da OMS.....	24
Quadro 4.1 - Interpretação do teste Kappa. Fonte: Vieira; Garrett (2005)	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Divisão dos grupos utilizados no estudo	52
Tabela 5.2 - Reprodutibilidade intra-observador para o índice ICM.....	53
Tabela 5.3 - Reprodutibilidade intra-observador para o índice IM	53
Tabela 5.4 - Reprodutibilidade intra-observador para os índices ITC(S) e ITC(I)	54
Tabela 5.5 - Reprodutibilidade inter-observador para o índice ICM.....	54
Tabela 5.6 - Reprodutibilidade inter-observador para o índice IM	55
Tabela 5.7 - Reprodutibilidade inter-observador para os índices ITC(S) e ITC(I)	55
Tabela 5.8 - Correlação entre os parâmetros estudados e a idade dos pacientes representados por média (valores: Mínimo e Máximo) ($p>0,05$).....	56
Tabela 5.9 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 3,0$ mm	57
Tabela 5.10 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 2,1$ mm. Desconto da ampliação em radiografia panorâmica.....	57
Tabela 5.11 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 4,0$ mm	57
Tabela 5.12 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 5,0$ mm	58
Tabela 5.13 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o valor de corte IM do presente estudo	58
Tabela 5.14 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o ITC Superior e inferior	58
Tabela 5.15 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o ITC Superior e inferior – valor de corte da presente pesquisa	59

Tabela 5.16 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 3,0$ mm	59
Tabela 5.17 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 2,1$ mm. Desconto da ampliação em radiografia panorâmica.....	60
Tabela 5.18 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 4$	60
Tabela 5.19 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 5$	60
Tabela 5.20 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o valor de corte IM do presente estudo	61
Tabela 5.21 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o ITC Superior e inferior.....	61
Tabela 5.22 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o ITC Superior e inferior – valor de corte da presente pesquisa.....	62
Tabela 5.23 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 3,0$ mm	62
Tabela 5.24 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 2,1$ mm. Desconto da ampliação em radiografia panorâmica	63
Tabela 5.25 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 4,0$ mm	63
Tabela 5.26 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o $IM \geq 5,0$ mm	63
Tabela 5.27 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o valor de corte IM do presente estudo	64
Tabela 5.28 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o ITC Superior e inferior.....	64
Tabela 5.29 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o ITC Superior e inferior – valor de corte da presente pesquisa.....	64
Tabela 5.30 - Porcentagem de pacientes que poderiam ser classificados como osteoporóticos de acordo com os diferentes parâmetros e valores de corte. **(p<0,001) *(p<0,05)	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	duas dimensões
3D	três dimensões
AG	grupos de idade (diferentes faixas etárias)
ALARA	<i>as low as reasonably achievable</i>
ATM	articulação temporomandibular
BS/TV	<i>bone surface trabecular volume</i>
BV/TV	<i>bone volume trabecular volume</i>
CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DEXA	<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i>
DICOM	<i>Digital Imaging and Communication in Medicine</i>
DF	Dimensão Fractal
DMO	densidade mineral óssea
FM	forame mental
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
FOV	<i>field of view</i>
HU	<i>Hounsfield's units</i>
IA	índice antegoníaco
ICM	índice cortical mandibular
IG	índice goníaco
IK	índice de Klemetti
IM	índice mental
IMCT	índice mental de tomografia computadorizada
IPM	índice panorâmico mandibular
IPQQ	índice panorâmico qualitativo e quantitativo

ITC	índice de tomografia computadorizada
ITCI	índice de tomografia computadorizada inferior
ITCS	índice de tomografia computadorizada superior
kVp	quilovoltagem pico
LAPI	Laboratório para Análise e Processamento de Imagem
mA	miliamperagem
micro-TC	micro tomografia computadorizada
MIF	margem inferior do forame
mm	milímetros
mm ³	milímetros cúbicos
MSF	margem superior do forame
OPG	osteoprotegerina
OMS	Organização Mundial de Saúde
PE	presente estudo
ROI	<i>region of interest</i>
s	segundos
SPSS	<i>Statistical Package for Social Science</i>
Tb.S	<i>trabecular separation</i>
Tb.Th	<i>trabecular thickness</i>
TC	tomografia computadorizada
TCFC	tomografia computadorizada de feixe cônico
TCQ	tomografia computadorizada quantitativa
TCMS	tomografia computadorizada multislice

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
<	sinal matemático indicativo de menor que
-	sinal matemático indicativo de subtração
=	sinal matemático indicativo de igual
/	sinal matemático indicativo de divisão
≥	sinal matemático indicativo de maior ou igual que
>	sinal matemático indicativo de maior que
®	marca registrada
x	sinal matemático indicativo de multiplicação
&	<i>and</i>
k	Kappa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 Menopausa e Osteoporose	21
2.2 Índices Radiomorfométricos em Radiografia Panorâmica	25
2.3 TCFC e Índices Radiomorfométricos	31
2.4 TCFC e Densidade Óssea	35
3 PROPOSIÇÃO	40
4 MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 Seleção da Amostra	41
4.2 Aquisição das imagens	42
4.3 Avaliação das imagens	43
4.4 Índices Radiomorfométricos	43
4.5 Delineamento do estudo	49
4.6 Análise Estatística	50
5 RESULTADOS	52
6 DISCUSSÃO	68
7 CONCLUSÕES	75
REFERÊNCIAS	76
ANEXOS	84

1 INTRODUÇÃO

O climatério é definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma fase biológica da vida e não um processo patológico, que compreende a transição entre o período reprodutivo e o não reprodutivo na vida da mulher. A menopausa é um marco dessa fase, correspondendo ao último ciclo menstrual, somente reconhecida depois de passados 12 meses da sua ocorrência e acontece geralmente em torno dos 48 aos 50 anos de idade (Brasil, 2008).

O sistema ósseo sofre grande influência das alterações hormonais causadas pela menopausa, ocasionando um processo de reabsorção óssea maior que o processo de formação, levando à diminuição fisiológica da massa óssea. Quando esse processo se torna mais intenso, resulta no aparecimento da osteoporose (Navega; Oishi, 2008). A osteoporose é considerada uma doença sistêmica, progressiva, caracterizada pela diminuição da massa óssea, resultando na deterioração da microarquitetura do osso, ocasionando fragilidade e aumentando o risco de fratura (Mahl et al., 2008; Koh et al., 2011). Além disso, pode ser caracterizada como uma doença silenciosa, porque os sintomas são encontrados quando ocorrem fraturas, demonstrando a importância do diagnóstico antecipado (Pereira, 2000; Valério et al., 2013).

Como os cirurgiões dentistas recebem uma grande parte da população em seus consultórios particulares e clínicas de saúde pública anualmente, poderiam utilizar as radiografias panorâmicas, que são ferramentas comumente utilizadas nas avaliações iniciais desses pacientes, como formas de rastreamento da osteoporose (Tosoni et al., 2006). Com a descoberta da osseointegração, os cirurgiões dentistas passaram a se preocupar mais com a qualidade e quantidade óssea, através da utilização de implantes na reabilitação oral (Homolka et al., 2002; Hua et al., 2009). Assim, aumentou-se o número de solicitações dos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), para avaliação desses casos.

A TCFC foi introduzida na Odontologia em 1998 (Mozzo et al., 1998). Nos últimos anos, tem alcançado ampla aceitação em imagem dentomaxilofacial e tem

substituído a tomografia convencional no diagnóstico em Odontologia (Spin-Neto et al., 2013).

Além disso, a TCFC permite um tempo de exame mais curto, uma dose de radiação menor (Tozoğlu; Çakur, 2014) e os custos de operação são menores quando comparada à tomografia computadorizada multislice (TCMS). Uma grande vantagem desse sistema é a possibilidade de manipulação das imagens tridimensionais segundo a conveniência do operador, uma vez que os programas podem ser instalados em computadores convencionais (Melo et al., 2009).

Há uma grande divergência na literatura quanto ao uso da TCFC para análise da densidade óssea, pois a utilização da escala Hounsfield nesta modalidade não é aplicável. Embora muitos clínicos utilizam os valores de escala de cinza, não é certo que os tons de cinza são consistentemente representativos dos valores de densidade reais (Pauwels et al., 2015).

Existem estudos que utilizaram a TCFC como método de rastreamento da osteoporose, porém com metodologias bem diferentes. E até o presente momento nenhum desses estudos evidenciaram erros de reconstruções e medidas. Assim, o propósito do presente estudo é avaliar a qualidade óssea de mulheres nas fases pré e pós-menopausa, por meio de índices radiomorfométricos obtidos de imagens tomográficas, analisando o erro de reconstrução, erro de medidas e investigando se as imagens de TCFC poderiam ser consideradas como um método de rastreio para osteoporose.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MENOPAUSA E OSTEOPOROSE

Pela história, múltiplas condições físicas e mentais foram atribuídas à menopausa. O climatério não é uma doença e sim uma fase natural da vida da mulher, e muitas passam por ela sem queixas ou necessidade de medicamentos. Outras têm sintomas que variam na sua diversidade e intensidade. No entanto, em ambos os casos, é fundamental que haja, nessa fase da vida, um acompanhamento sistemático visando à promoção da saúde, o diagnóstico precoce, o tratamento imediato dos agravos e a prevenção de danos (Brasil, 2008).

A Síndrome do Climatério está associada com irregularidades menstruais, ondas de calor (fogachos), sudorese, palpitações, distúrbios do sono, irritabilidade, letargia, depressão, esquecimento, diminuição da libido, secura vulvovaginal, dor intensa na relação sexual (dispareunia) e sintomas urinários. Além disso, durante esse período, mudanças graduais ocorrem no metabolismo ósseo, resultando o aumento do risco de fraturas osteoporóticas (Grady, 2006; Randolph et al., 2005; Lima et al., 2012).

As mudanças hormonais que acompanham a menopausa, principalmente a diminuição dos níveis de estrogênio, tem grande impacto fisiológico. A deficiência estrogênica pode causar alterações dos sintomas vasomotores, atrofia urogenital, declínio cognitivo, assim como a um aumento no risco de doenças crônico-degenerativas, como a aterosclerose e doença cardiovascular, osteoporose e doença de Alzheimer (Spritzer; Wender, 2007).

A genética contribui com cerca de 70% para o pico de massa óssea, enquanto o restante fica por conta da ingestão de cálcio, exposição ao sol, prática de atividades físicas durante toda vida, especialmente durante a puberdade - aproximadamente 60% da massa óssea são formados durante o desenvolvimento puberal (12 a 16 anos). Após a menarca, a taxa de aumento de massa óssea é desacelerada, no entanto uma formação mínima permanece em média até os 35

anos de idade. As mulheres no climatério podem apresentar uma diminuição acelerada da massa óssea após a última menstruação, a qual pode ser até 10 vezes maior do que a observada no período de pré-menopausa (Brasil, 2008).

A estrogênioterapia permanece sendo o tratamento mais efetivo para o manejo dos sintomas vasomotores e atrofia urogenital. Embora no momento atual não representem a indicação primária para a terapia hormonal em mulheres pós-menopáusicas assintomáticas, o uso do estradiol é também reconhecido no tratamento da osteoporose pós-menopáusica e pode diminuir a incidência de carcinoma de cólon (Belchetz, 1994; Anderson et al., 2004; Cauley et al., 2003, Chlebowski et al., 2004; Spritzer; Wender, 2007).

Bifosfonatos orais tais como o alendronato, risedronato e ibandronato, continuam sendo os medicamentos mais amplamente prescritos para o tratamento da osteoporose, com milhões de usuários em todo o mundo. Certas alterações radiológicas dos maxilares, incluindo espessamento da lâmina dura e dos limites da cortical, esclerose difusa e estreitamento do canal mandibular, foram relatados após tratamento com bifosfonatos (Sweet et al., 2009; Arce et al., 2009; Diniz-Freitas et al., 2014).

O período da menopausa é dividido em três fases: pré-menopausa, fase que começa o declínio da função do ovário e, em seguida, ocorre a fase de transição (isto é, a peri-menopausa), a qual é seguida pela menopausa. A pós-menopausa é o período após a cessação da função dos ovários, que provoca uma redução nos níveis de estrogênio e progesterona (Caputo et al., 2013).

A osteoporose na maioria das vezes inicia-se em torno da quinta década, e estima-se que uma em cada duas mulheres e um em cada quatro homens com mais de 50 anos terão uma fratura relacionada à osteoporose em suas vidas (Tosoni et al., 2006). Fatores como idade, história familiar de fratura, baixo índice de massa corpórea, fratura prévia por fragilidade, são componentes para o risco de fraturas (Buttros et al., 2011).

Outros fatores de risco que também colaboram para o desenvolvimento da osteoporose são: a ingestão de cálcio insuficiente, falta de exercício físico, hábitos tóxicos, como tabagismo e consumo excessivo de álcool ou medicamentos, especialmente glicocorticoides (López-López et al., 2011).

O desequilíbrio entre a reabsorção e a aposição óssea que ocorre devido a um decréscimo da produção de estrógeno no período da pós-menopausa promove a perda óssea característica da osteoporose (Benson et al., 1991). Essa diminuição de estrogênios durante o período do climatério induz um aumento da RANK-L e reduz a osteoprotegerina (OPG) a secreção de osteoblastos. A RANK-L ativa seu receptor RANK na superfície dos pré-osteoclastos, que induzem a diferenciação e ativação. Este desequilíbrio induz uma rápida perda óssea e aumenta o risco de fraturas (Maeda; Lazaretti-Castro, 2014).

Além disso, afeta o metabolismo ósseo e causa alterações na densidade mineral óssea (DMO), podendo afetar os ossos maxilares, assim como afeta o restante do organismo. A DMO da mandíbula se correlaciona positivamente com DMO da coluna lombar e do fêmur, importantes sítios na análise da osteoporose (Horner; Devlin, 1998) e o osso mandibular de indivíduos com osteoporose apresenta-se como um osso cortical menos espesso e mais poroso (Devlin; Horner, 2008).

A DMO é caracterizada pela quantidade de tecido ósseo em certo volume ósseo. Através da DMO pode se avaliar também a qualidade óssea, quando as alterações de densidade permitem a visualização de mudanças na estrutura trabecular, onde as alterações metabólicas ocorrem com mais frequência (Celenk; Celenk, 2008).

O diagnóstico da osteoporose é realizado pela avaliação da coluna lombar, fêmur proximal, colo femoral ou fêmur total e antebraço, de acordo com os critérios da OMS. O exame padrão-ouro é a absorciometria de dupla energia de raios-X, conhecido como densitometria óssea (DEXA) que indica a situação atual do paciente. Essa técnica envolve a imagem digital para localizar as regiões do esqueleto de interesse, seguido por estimativa de atenuação de raios-X em cada região (Sheahan et al., 2005).

A definição operacional de osteoporose sugerida pela OMS indica que valores da densidade mineral óssea inferiores a 2,5 desvios padrão da média de valor de pico em adultos jovens (escore T < -2,5) são compatíveis com o diagnóstico, devido ao alto risco de fraturas (Portaria SAS/MS nº 470).

A OMS sugere os seguintes valores de referência (Frazão; Naveira 2006):

Quadro 2.1 - Valores de referência para diagnóstico da osteoporose, segundo critérios da OMS

NORMAL	-1
BAIXA MASSA ÓSSEA (OSTEOPENIA)	-1 a -2,5
OSTEOPOROSE	<-2,5
OSTEOPOROSE ESTABELECIDADA	<-2,5 e (*)
(*) Pelo menos uma fratura por fragilidade óssea.	

A prevalência de osteoporose demonstrada em estudos brasileiros varia muito devido a diferenças de tamanhos de amostra, os critérios de elegibilidade e metodologias nos estudos. Em 2009, Martini et al., verificaram que a prevalência da osteoporose nas mulheres de acordo com a faixa etária, foi de 8% em 45 a 54 anos, 19,2% 55 a 64 anos e 32,7% acima de 60 anos. No estudo de Buttros et al., 2011, foi detectada a osteoporose em 12% das mulheres com idade entre 40 a 49 anos, 21,8% entre 50 a 59 anos e 45,7% acima de 60 anos.

Quanto aos tipos de fraturas por fragilidade óssea, a prevalência é alta, variando de 11% a 23,8% associada a uma alta incidência de quedas recorrentes. A taxa de mortalidade varia de 21,5% para 30%, com uma taxa elevada de incapacidade física, e deterioração da qualidade de vida (Maeda; Lazaretti-Castro, 2014; Pinheiro; Eis, 2010).

Na cavidade bucal a osteoporose também causa algumas manifestações, dentre elas podemos citar a reabsorção do processo alveolar, perda dentária, doença periodontal crônica destrutiva, dores relacionadas ao seio maxilar, fraturas, além de alterações na cortical mandibular, as quais dependem da idade e da perda óssea presente, representada pelo aumento da porosidade cortical da mandíbula, afilamentos na mandíbula e reabsorção na cortical inferior, visíveis nas radiografias panorâmicas. Diminuição da densidade óssea maxilar e edentulismo, e também a possível reabsorção de ambos os côndilos, e componentes temporais de

articulações temporomandibulares (Benson et al., 1991; Klemetti et al., 1994; Monaco, 1999; Oliveira et al., 2009; Bhatnagar et al., 2013).

Embora a densitometria óssea seja o padrão-ouro entre os métodos de imagem utilizados para o diagnóstico de osteoporose e com isso a prevenção de fraturas, o custo e a falta de acesso da população ao exame são fatores que dificultam sua utilização como método de rastreamento populacional para osteoporose (Leite et al., 2008).

2.2 ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS EM RADIOGRAFIA PANORÂMICA

Groen et al. (1960), foram os primeiros pesquisadores a realizar estudo sobre a associação da osteoporose e a perda óssea em mandíbula e maxila. A radiomorfometria consiste da aplicação de índices para avaliação da morfologia óssea em radiografias e são predominantemente fundamentados em medidas de osso cortical, por este ser mais facilmente visualizado em radiografias do que o osso trabecular (Leite et al., 2008).

As radiografias dentárias são relativamente baratas e são utilizadas em grande parte da população adulta. Como a osteoporose é uma doença sistêmica que envolve todos os ossos do esqueleto, e, as radiografias permitem também a visualização dos ossos maxilares e das estruturas dentárias e podem oferecer uma oportunidade de ser uma ferramenta de rastreio da osteoporose (Verheij et al., 2009; Barnkgkei et al., 2015b)

Benson et al. (1991), definiram em seu estudo um índice radiomorfométrico, denominado de índice panorâmico mandibular (IPM), realizado em radiografias panorâmicas. As mensurações são realizadas bilateralmente, e os índices são calculados pela razão da espessura da cortical da mandíbula (C) em relação a distância da base da mandíbula até a margem superior (A) e inferior (B) do forame mental ($IPM = C/A$ e $IPM = C/B$) (Figura 2.1). Neste estudo os autores concluíram que o IPM que pode ser útil para que os cirurgiões dentistas utilizem como uma modalidade preliminar de diagnóstico para pacientes com alto risco de osteoporose.

Figura 2.1 - Cálculo do Índice Panorâmico Mandibular (IPM)

Klemetti et al. (1994), realizaram um estudo com 355 radiografias panorâmicas de mulheres na pós-menopausa, e estabeleceram um índice qualitativo, denominado índice cortical mandibular (ICM), onde se avalia o grau de reabsorção da cortical inferior da base da mandíbula em (Figura 2.2):

- C1: a margem da cortical está clara e nítida em ambos os lados;
- C2: a superfície endosteal apresenta defeitos semilunares (reabsorções lacunares) ou a superfície apresenta resíduos de cortical;
- C3: a camada cortical esta extremamente porosa.

Figura 2.2 - Classificação do Índice Cortical Mandibular (ICM)

Ledgerton et al. (1999), avaliaram bilateralmente 500 imagens de radiografias panorâmicas de mulheres britânicas. Utilizaram para a análise cinco índices radiomorfométricos: largura da cortical do gônio (IG), índice mental (IM), índice panorâmico mandibular (IPM), índice cortical mandibular (ICM) e um novo índice, largura da cortical antegoníaca (IA). Os resultados mostraram que todos os índices quantitativos (IG, IM, IPM, IA) apresentaram uma significativa correlação negativa com a idade. O ICM mostrou uma distribuição relacionada com a idade. A reprodutibilidade intra-observador para os índices IM, IPM, IA, era justa e para o IG pobre. Já para o ICM, a concordância foi excelente. Os autores concluíram que os índices apresentam potencial para identificação da osteopenia, porém, apesar de inicialmente parecer ser de fácil aplicação, os índices demonstraram algumas limitações de medidas que afetaram a reprodutibilidade.

Devlin et al. (2001), realizaram um estudo para avaliar a variabilidade dos dentistas clínicos gerais na medição de índices radiomorfométricos em radiografias panorâmicas após uma instrução básica e se a variabilidade poderia ser reduzida após um ensino mais individualizado. Nove dentistas mediram os índices: índice goníaco, índice de antegoníaco, índice mental e o índice de cortical mandibular em dez cópias de radiografias panorâmicas na sequência de uma palestra sobre a osteoporose e a utilização de índices de radiomorfométricos. Suas medidas foram relacionadas com as medidas feitas por especialistas, das mesmas cópias das radiografias. Após instruções individualizadas, todas as medidas foram repetidas após duas semanas. Houve uma grande variação entre os dentistas na medidas quantitativas e na avaliação qualitativa, e uma tendência dos mesmos marcarem corticais mais espessas que a dos especialistas. Concluíram que a variabilidade na medição dos índices radiomorfométricos entre os dentistas foi alta e não foi previsivelmente melhorada pela instrução individualizada. E que este estudo coloca em dúvida o valor potencial de índices radiomorfométricos dada a sua falta de precisão.

Um ano depois, os mesmos autores, Devlin e Horner (2002), relataram em seu estudo que um valor de referência para o IM seria menor ou igual a 3,0 mm, para o encaminhamento dos pacientes para a realização da densitometria óssea.

Concluíram que os índices radiomorfométricos podem ser, de forma questionável, utilizados como parte de um método de avaliação do risco da osteoporose.

Taguchi et al. (2006), também relataram que os cirurgiões dentistas deveriam encaminhar para a realização da densitometria óssea, os pacientes em que as radiografias panorâmicas apresentassem erosões extensas na cortical inferior da borda da mandíbula ou que a espessura da cortical mandibular (IM) fosse menor que 3,0 mm (Figura 2.3).

Figura 2.3 - Índice Mental (IM)

Mahl et al. (2008), avaliaram o IPM em radiografias panorâmicas de mulheres com idade acima de 40 anos e que estavam na pós-menopausa. Concluíram que este índice foi capaz de identificar a baixa massa óssea, permitindo a diferenciação dos pacientes com baixa densidade óssea (osteopenia) e osteoporose (consideraram como valor de referência normal: $\geq 0,3$).

A espessura da cortical mandibular abaixo do forame mental apresenta correlação com a densidade mineral óssea da coluna lombar e do fêmur proximal. Essa medida deu origem ao índice radiomorfométrico, denominado de Índice Mental (IM), que pode ser aferido por um paquímetro de alta precisão ou por programa de computador (Taguchi et al., 1996; Devlin; Horner, 2002; Leite et al., 2008).

Nackaerts et al. (2008), realizaram um estudo com objetivo de explorar a relação entre a qualidade óssea radiográfica em radiografias panorâmicas e o nível ósseo alveolar relativo. Foram analisadas 94 radiografias panorâmicas digitais de pacientes do gênero feminino, com média de idade de 44,5 anos. A densidade radiográfica do osso alveolar na região de pré-molar foi determinada utilizando o software Agfa Musica®. Os resultados mostraram uma fraca, porém significativa correlação negativa entre a densidade óssea mandibular e o baixo nível ósseo alveolar na região de pré-molar. O índice de qualidade óssea não mostrou uma relação estatisticamente significativa com o nível ósseo alveolar. Concluíram que a densidade radiográfica óssea mandibular em radiografias panorâmicas mostra uma fraca, mas significativa relação ao nível do osso alveolar, com mais destruição periodontal para o osso alveolar menos denso.

Valerio et al. (2013), realizaram um estudo como objetivo de correlacionar os índices radiomorfométricos obtidos de radiografias panorâmicas digitais com a DMO, avaliadas pela densitometria óssea, em uma população de mulheres na pós-menopausa para identificar pacientes com baixa DMO. A morfologia do córtex mandibular foi avaliada utilizando o índice cortical mandibular (ICM) e a largura inferior do córtex mandibular foi avaliada utilizando o índice mental (IM) em 64 pacientes do sexo feminino que se submeteram densitometria óssea. Desses pacientes, 21 foram diagnosticados com osteopenia e 20 com osteoporose, e 23 eram normais. Os autores designaram três novos índices para avaliar a largura inferior do córtex mandibular: o índice posterior mental (1,2,3). Os resultados mostraram que houve diferenças significativas entre os grupos de densidade mineral óssea normal e densidade mineral óssea inferior para o índice IMC. O índice mental proposto mostrou que é válido para a identificação de mulheres com alto risco para a osteoporose. Concluíram que os índices radiomorfométricos avaliados nas radiografias panorâmicas digitais podem ser utilizados para identificar as mulheres pós-menopáusicas com baixas densidades ósseas e proporcionar tratamento médico adequado para elas.

Bozdog e Sener (2015) analisaram os índices radiomorfométricos: ICM, IM, IPM e a espessura do osso cortical na região do ângulo gônio (IG). Utilizaram 910 radiografias panorâmicas de pacientes dos gêneros masculino e feminino. O objetivo

do estudo era verificar se havia relação dos índices com os parâmetros idade, gênero e condição dentária. Os resultados do estudo mostraram que idade e condição dentária apresentaram efeitos sobre os índices IM e IPM no gênero feminino. A condição dentária apresentou efeitos sobre os índices IM e IPM no gênero masculino. Concluíram que os efeitos da idade e perda de dentes são diferentes em mulheres e homens. Nas mulheres, os efeitos nocivos da perda do dente e idade são mais proeminentes de acordo com as medições do IPM e IM. Os efeitos da idade e perda de dentes nas medidas IG e ICM são semelhantes, e esses índices podem ser aceitos como confiável em estudos, incluindo ambos os sexos.

Bajoria et al. (2015), verificaram a relação do gênero e idade dos pacientes com os índices radiomorfométricos: ICM, IPM, IM e IA. Utilizaram 23 radiografias panorâmicas para mensuração dos índices. Concluíram que os índices podem ser efetivamente mensurados nas radiografias panorâmicas e que podem ser utilizados como ferramenta de busca para a osteoporose. Todos os índices apresentaram uma correlação negativa com a idade do paciente. Houve diferenças significantes entre os grupos de pacientes mais jovens e mais idosos. E que todos os índices eram significativamente menor em mulheres quando comparado com os homens de mesma faixa etária.

Miranda et al. (2015), realizaram um estudo com o objetivo de elaborar um índice qualitativo e quantitativo confiável para o rastreio de alterações na densidade óssea mandibular, baseado em radiografias panorâmicas digitais. Avaliaram 252 radiografias panorâmicas digitais e densitometrias ósseas de antebraço de mulheres na pós menopausa. Foi realizada a comparação da densitometria óssea com os diagnósticos realizados por meio das radiografias. Os resultados mostraram uma associação significativa entre as avaliações pelo índice panorâmico quantitativo e qualitativo (IPQQ) e as densitometrias. O teste Kappa demonstrou uma associação significativa entre os dois métodos de avaliação. Os autores concluíram que os resultados permitiram a confirmação da radiografia panorâmica como um método útil para a detecção de alterações morfológicas relacionadas à idade na mandíbula e criação de um único índice para auxiliar o diagnóstico de baixa densidade/osteoporose mandibular.

Em uma revisão sistemática e meta-análise sobre a utilização os índices radiomorfométricos em radiografias panorâmicas, Calciolari et al. (2015), relataram que os índices IM, IPM e IK (ICM) podem ser úteis na interceptação de pacientes com risco de densidade mineral óssea reduzida. E que o IM é mais útil para excluir o alto risco para baixa DMO.

Diante da importância e dificuldade de se analisar a quantidade e qualidade óssea, a busca por outros métodos que possam auxiliar no diagnóstico precoce da osteoporose tem crescido. Leite et al. (2008), relataram que os exames radiográficos panorâmicos são importantes na rotina de pacientes idosos, particularmente antes da colocação de implantes dentários e próteses totais em pacientes edêntulos. Além disso, mostraram que as radiografias panorâmicas podem ser ferramentas auxiliares no diagnóstico da osteoporose em mulheres na pós-menopausa, demonstrando que os índices radiomorfométricos podem prever o diagnóstico de baixa densidade mineral óssea e de osteoporose.

2.3 TCFC E ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS

Scarfe et al. (2006), relataram que a TCFC fornece imagens claras de estruturas altamente contrastantes e é extremamente útil para a avaliação óssea. Embora existam limitações na utilização desta tecnologia para a visualização dos tecidos moles, pesquisas estão sendo feitas para o desenvolvimento de técnicas e de algoritmos de software para melhorar a relação sinal-ruído e aumentar o contraste.

Essa técnica apresenta um tempo de exame mais curto, a dose de radiação é menor, permite um maior conforto para o paciente e os custos de operação são menores quando comparada à tomografia computadorizada convencional, apresenta uma grande vantagem, a possibilidade de manipulação das imagens tridimensionais segundo a conveniência do operador, uma vez que os programas podem ser instalados em computadores convencionais (Melo et al., 2009). Além disso, as imagens são adequadas para a avaliação dos resultados dos tratamentos em

diferentes períodos pós-operatórios em estudos longitudinais (Spin-Neto et al., 2011).

Nessa técnica, o feixe de radiação assume um formato cônico, com largura suficiente para abranger a região de interesse (ROI). A imagem é formada como um todo, sendo posteriormente pós-processada pelo programa de computador, que realiza os cortes, ou reconstruções multiplanares, em planos axial, coronal, sagital, e em 3D. A imagem tem menos resolução que a obtida em tomografia computadorizada multislice (TCMS) devido ao princípio de aquisição e conformação do feixe de radiação, o que resulta em voxels anisotrópicos (dimensões diferentes nos eixos x, y, z) (Calvacanti; dos Santos, 2013).

Na prática clínica, a qualidade da imagem de exames tomográficos em TCFC e a capacidade para mostrar características anatômicas e patológicas são influenciadas por um número de variáveis, tais como a unidade de digitalização, o campo de visão (FOV), objeto examinado, tempo de exame, tensão de tubo e amperagem, e também resolução espacial definida pelo tamanho do voxel. O tamanho de um voxel é definido por sua altura, largura e profundidade, e voxels em TCFC são geralmente isotrópico (os três parâmetros são iguais) (Kamburoglu et al., 2011; Hatcher, 2010; Spin-Neto et al., 2013).

Koh e Kim (2011), realizaram um estudo para avaliar o uso de índices de tomografia computadorizada, utilizando um tomógrafo de feixe cônico, para verificar a DMO em mulheres osteoporóticas na pós-menopausa. Selecionaram 42 pacientes que foram divididas em dois grupos: mulheres na pós-menopausa saudáveis e mulheres na pós-menopausa osteoporóticas. Realizaram o exame de densitometria óssea na coluna e no fêmur. As imagens tomográficas foram obtidas da região do forame mental unilateral utilizando o tomógrafo PSR-9000NTM Dental CT. As imagens coronal, axial e sagital foram reconstruídas através do software OnDemand 3D. Os autores propuseram a utilização de um novo termo "ITC" (Índice tomografia computadorizada) para mensurar as medidas nos exames tomográficos. Concluíram que os índices de tomografia computadorizados podem ser utilizados para avaliar imagens de mulheres osteoporóticas.

Van Dessel et al. (2013), realizaram um estudo com o objetivo de determinar a acurácia da TCFC na mensuração da microestrutura do osso trabecular, em

comparação com a micro-TC. Também examinaram até que ponto a avaliação da qualidade óssea é influenciada pela corrente de raios-X do tubo e as configurações de tensão, bem como de tecidos moles em torno do osso. Utilizaram oito amostras de osso mandibular humano e realizaram as aquisições das imagens com três protocolos clínicos de exposição diferentes (dentro e fora da água, e com alta resolução). Depois as amostras foram submetidas a micro-TC. Em seguida, volumes similares de interesse das estruturas trabeculares capturadas com TCFC e micro-TC foram alinhados uns com os outros. A segmentação foi então realizada, e parâmetros de morfometria (BV, TV, Tb.Th, Tb.Sp, Tb.N, porcentagem total de porosidade e densidade de conectividade) foram quantificados dentro dos volumes de interesse pelo software CTAN. Os resultados mostraram um alto e positivo coeficiente de correlação de Pearson entre os protocolos de TCFC e micro-TC para todos os índices morfométricos, exceto para espessura trabecular. Não houve diferenças significantes entre os protocolos de exposição, exceto para separação trabecular. E ao examinar o efeito dos tecidos moles em estruturas do osso trabecular, não houve diferenças significativas entre os protocolos observados. O presente estudo demonstrou o potencial de alta resolução de imagem TCFC para aplicações in vivo de morfometria óssea quantitativa e avaliação da qualidade óssea. No entanto, a superestimação dos parâmetros morfométricos e configurações de aquisição no TCFC devem ser levadas em consideração.

Tozoğlu e Çakur (2014) compararam as alterações morfológicas na mandíbulas de pacientes dentados e pacientes totalmente edêntulos. Utilizaram uma amostra de 50 exames de TCFC (25 dentados e 25 edêntulos), onde através dos cortes axiais e transversais, reconstruíram um corte panorâmico, e calcularam os valores do ICM, índice de qualidade óssea, ângulo goníaco e antegoníaco, profundidade antegoníaca e o ângulo do côndilo tanto para o lado direito como para o lado esquerdo. Os resultados mostraram uma significativa diferença no índice cortical mandibular entre os pacientes edêntulos e os pacientes dentados do lado esquerdo da mandíbula. Outra diferença encontrada foi no índice de qualidade óssea entre os grupos dentados e edêntulos, tanto do lado esquerdo, como para o lado direito. Concluíram que as alterações morfológicas ósseas na base da

mandíbula é consequência da perda óssea, e que a TCFC mostrou ser uma boa ferramenta para investigar esses resultados.

Gomes et al. (2014) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a avaliação do ICM em 44 imagens panorâmicas e transversais de tomografia computadorizada de feixe cônico. As imagens foram obtidas de mulheres na pós-menopausa, com idade acima de 45 anos de idade. Os observadores avaliaram a cortical inferior das reconstruções panorâmicas e das imagens transaxiais, para classificar em C1 (margem endosteal do córtex nítida), C2 (margem endosteal apresentou defeitos semilunares) e C3 (a camada cortical com pesados resíduos corticais e claramente porosos). Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os exames. Concluíram que imagens de TCFC podem auxiliar na identificação de pacientes com baixa massa óssea e encaminhamento para os demais exames e tratamento.

Diniz-Freitas et al. (2014), avaliaram o índice cortical mandibular em mulheres osteoporóticas que fazem uso de bifosfonatos orais. O estudo foi composto de um grupo de 46 mulheres caucasianas, com idade acima de 55 anos, que faziam uso de bifosfonatos orais para tratamento da pós-menopausa. E um grupo controle de 46 mulheres caucasianas que não tinham diagnóstico de osteoporose. Foram coletados dados como idade, peso, altura, tipo de bifosfonato, duração do tratamento, comorbidades e medicações coadjuvantes. Todas as participantes foram submetidas à TCFC, e a largura da cortical mandibular e a altura da borda inferior da mandíbula ao forame mental foram mensuradas. Os resultados mostraram que a altura da borda inferior da mandíbula ao forame mental foram similares tanto no grupo das pacientes com osteoporose como no grupo controle. E que a largura da cortical mandibular foi significativamente maior nas participantes com osteoporose do que nas mulheres do grupo controle. A hipótese do estudo era de que a espessura do córtex mandibular iria aumentar em pacientes tratados com bifosfonatos. Os autores concluíram que a largura da cortical mandibular foi maior em mulheres osteoporóticas tratadas com bifosfonatos do que em mulheres que não eram osteoporóticas. Por isso, consideraram que este índice não deve ser utilizado para prever o risco de osteonecrose associado ao uso de bifosfonatos nos maxilares.

Barngkgei et al. (2015a), avaliaram a estrutura de osso trabecular de mandíbulas e a densidade (no processo odontóide da segunda vértebra cervical) entre mulheres com osteoporose e mulheres não osteoporóticas, através da TCFC. Trinta e oito mulheres que realizaram a densitometria óssea e o exame de TCFC. Os parâmetros estudados foram espessura trabecular (Tb.Th), a separação trabecular (Tb.S), fração de volume ósseo (BV/TV), superfície óssea específica (BS/TV) e densidade de conectividade. Os testes, teste t de Student, correlação de Pearson e análise de regressão logística foram utilizados para explorar as diferenças das medidas entre os grupos. Os resultados mostraram que as medidas derivadas do osso maxilar apresentaram diferenças não significantes ($p > 0,05$) entre osteoporóticas e não-osteoporóticas. Já as medidas de densidade, no entanto, resultou no oposto, apresentando maior precisão da predição da osteoporose. Os autores concluíram que estrutura óssea trabecular da mandíbula e da maxila, avaliada pela TCFC, não é afetada pela osteoporose. E que a análise da densidade do osso trabecular revelou o oposto, por isso algumas medidas do osso trabecular podem ser avaliadas pela TCFC e que essas mensurações podem ajudar na previsão de osteoporose.

2.4 TCFC E DENSIDADE ÓSSEA

Em 2009, Hua et al., realizaram um estudo in vitro para investigar a precisão da análise fractal e morfometria para avaliação da qualidade óssea e DEXA. 19 amostras de osso humano foram utilizadas, e divididas randomicamente em dois grupos: lesões artificiais (5 amostras) e descalcificação (12 amostras), e duas amostras foram utilizadas como grupo controle. Tomografias computadorizadas de feixe cônico e exames de DEXA foram feitos antes e após o processamento das amostras. Os dados de imagem obtidos a partir dos escaneamentos foram utilizados para calcular a dimensão fractal significativa (DF), a área do osso e a densidade (análise morfométrica) das amostras. A DMO foi obtida a partir dos exames DEXA e definida como um valor de referência para a qualidade do osso. Foram realizadas as

análises fractais em 2D e 3D e a morfometria. Os resultados mostraram que havia uma correlação significativa entre a análise fractal 2D das imagens TCFC e DMO, em contraste com a análise de densidade, para a qual nenhuma correlação significativa com a DMO foi encontrada. Os autores concluíram que a partir dos resultados preliminares, a análise fractal e a mensuração de área óssea parecem ter algum potencial para avaliação da qualidade óssea em imagens de TCFC, enquanto as medidas de densidade não parecem ser tão válidas e relatam que estudos mais elaborados são necessários para verificar esses resultados e testar a sua aplicabilidade clínica.

González-García e Monje (2013), concluíram após a realização de seu estudo que a densidade óssea radiográfica avaliada pela TCFC tem uma forte correlação positiva com a fração volumétrica óssea avaliada pela micro-TC no local dos implantes dentários nos ossos maxilares. A estimativa pré-operatória de valores de densidade por TCFC é uma ferramenta confiável para determinar objetivamente a densidade óssea.

Ling et al. (2014), investigaram múltiplas características de textura e vários ROIs (regiões de interesse) em TCFC que estão correlacionados com a mudança nos padrões trabeculares. Baseados no fato de que os padrões trabeculares variam através do sexo e idade. Utilizaram 96 volumes de imagens de exames TCFC, divididas em quatro subgrupos diferentes: mulheres jovens (abaixo de 40 anos), mulheres acima de 40 anos, homens jovens (abaixo de 40 anos) e homens acima de 40 anos. As imagens foram obtidas do tomógrafo i-Cat® (Imaging Sciences International, Inc Hatfield, PA), com 0,3 mm de tamanho de voxel, 14 bits escala de cinza e 8.9 segundos tempo de escaneamento. Para cada volume, um dentista manualmente cortou 8 cubos de oito regiões diferentes da mandíbula. Cada cubo tinha o volume de 19x19x19 voxels contendo estruturas trabeculares de tamanho 5.7x5.7x5.7 mm³. Dezoito características distintas de textura foram calculadas e sua correlação com variações em idade e gênero em diferentes ROIs foram estudadas por meio da análise estatística teste t. Os resultados mostraram a presença de correlação entre as mudanças dos padrões trabeculares com a idade e gênero. Os autores concluíram que os resultados apoiam o uso da TCFC para uma análise

trabecular avançada, incluindo ferramentas de rastreamento de osteoporose nos maxilares.

Ibrahim et al. (2014), realizaram um estudo cujo objetivo era determinar a acurácia da TCFC através da mensuração da microestrutura trabecular óssea em comparação com a micro-TC. Utilizaram vinte e quatro mandíbulas humanas de cadáveres. Após as mandíbulas serem escaneadas, três parâmetros micro estruturais ósseos foram avaliados: número de trabéculas, espessura, e separação. A correlação intraclasse mostrou uma alta confiabilidade intra-observador em todos os parâmetros para os dois sistemas. Os autores concluíram que os conjuntos de dados de TCFC podem ser utilizados para avaliar a microestrutura do osso trabecular em locais de implante dentário e que a precisão para medir o número de trabéculas foi o melhor, seguido da espessura e separação.

Parsa et al. (2015), tinham como primeiro objetivo em seu estudo, analisar a correlação entre a fração do volume ósseo e a densidade óssea radiográfica em HU, em mandíbulas humanas, com imagens derivadas da micro-TC e tomografia computadorizada Multislice (TCMS), respectivamente. O segundo objetivo foi avaliar a precisão da TCFC na avaliação da densidade óssea trabecular e microestrutura utilizando TCMS e micro-TC, respectivamente, como referência de padrão ouro. Foram utilizadas 20 hemi-mandíbulas edêntulas, que foram escaneadas em três modalidades de tomografia computadorizada: TCMS, TCFC e micro-TC. O valor de cinza e a fração do volume ósseo foram obtidos em cada região de interesse. Os resultados mostraram uma forte correlação entre a densidade da TCFC e a TCMS e entre as medidas da TCFC e a micro-TC. Além disso, uma excelente correlação entre a unidade Hounsfield da TCMS e a fração de volume ósseo da micro-TC. No entanto, foram encontradas diferenças significativas entre todas as comparações de pares ($p < 0,001$), exceto para a média entre a fração de volume ósseo na TCFC e na micro-TC BV / TV ($p = 0,147$). Concluíram que existe uma excelente correlação entre a fração de volume ósseo e da densidade óssea, avaliada em micro-CT e TCMS, respectivamente. Sugerindo que as mensurações de densidade óssea podem ser utilizadas para estimar os parâmetros da microestrutura do osso. Uma forte correlação também foi encontrada entre valores de cinza e fração de volume

ósseo da TCFC e os padrões-ouro, sugerindo o potencial desta modalidade na avaliação da qualidade óssea no local do implante.

Embora os estudos citados acima utilizaram a TCFC para mensurações da densidade óssea, por meio da escala de cinza, este método não é sugerido para a avaliação da qualidade óssea (Ibrahim et al., 2014), uma vez que não é certo que os tons de cinza são consistentemente representativo dos valores de densidade real, e ainda não é certo que estes valores são semelhantes aos HU derivados de tomógrafos médicos (Pauwels et al., 2015).

Um modelo hierárquico de eficácia de diagnóstico por imagem (níveis de F&T) proposto por Fryback e Thornbury (1991), é universalmente aceito como um indicador de prova existentes para a utilização de um novo método de imagem. Os estudos são avaliados de acordo com o tipo de informação que fornecem sobre:

- Nível 1: eficácia técnica do diagnóstico por imagem (por exemplo: resolução de imagem, nitidez e janelas);
- Nível 2: eficácia da precisão diagnóstica (por exemplo: avaliação da sensibilidade, especificidade e outros parâmetros de precisão de um novo método);
- Nível 3: eficácia de raciocínio diagnóstico (por exemplo: mudanças no diagnóstico quando um novo e conhecido método de diagnóstico são comparados - muitas vezes por questionário ou anamnese, onde o diagnóstico é realizado com base em um novo e ou já conhecido método, e nenhum tratamento é realizado);
- Nível 4: eficácia terapêutica (por exemplo: mudanças na estratégia de tratamento onde um novo e um método já conhecido são comparados - muitas vezes estudos clínicos, a escolha do tratamento é primeiramente baseada em um método já reconhecido e, posteriormente, sobre o novo método – e o tratamento é realizado com base no novo método);

- Nível 5: eficácia do desfecho do paciente (mudanças na qualidade do tratamento, o desconforto do paciente ou prognóstico comparando um método conhecido e um novo método de diagnóstico - ensaios clínicos muitas vezes randomizados - tratamento é realizado com base em ambos, o novo ou já conhecido, o método é escolhido por sorteio);
- Nível 6: eficácia social (implicações socioeconômicas) (por exemplo: o impacto econômico da introdução de um novo método de diagnóstico para o paciente, o clínico, e a sociedade - estudos frequentemente com potenciais clínicos; custo-eficiência / avaliação de custo-benefício - as consequências do novo método e tratamento avaliados a partir de um ponto de vista de economia da saúde).

Este modelo hierárquico pode ser aplicado com a mesma facilidade para quase todas as tecnologias de diagnóstico e permite avaliar as imagens para determinar a aplicação social e rentável de um método (Fryback; Thornbury, 1991; Kruse et al., 2015).

3 PROPOSIÇÃO

- Avaliar os índices radiomorfométricos em mulheres, analisando os erros de reconstrução e medidas entre dois avaliadores e em três tempos diferentes nas tomografias computadorizadas de feixe cônico.
- Estudar a correlação entre os índices radiomorfométricos e a idade das pacientes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP) e aprovado em 25 de junho de 2014, com número do parecer: 697.542 (Anexo A).

As imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico foram adquiridas a partir de pacientes que necessitaram do exame por razões odontológicas (implantes, cirurgias de terceiros molares, endodontia e avaliação de articulação temporomandibular (ATM)). Todas as imagens foram obtidas por meio da base de dados da LAPI-FOUSP (Laboratório para Análise e Processamento de Imagens) (Anexo B).

Foram selecionadas 236 imagens de pacientes do gênero feminino de diferentes idades. Deste total, 75 imagens foram selecionadas de acordo com a prevalência de osteoporose em determinadas faixas etárias (AG) de mulheres brasileiras de acordo com estudos realizados por Buttros et al. (2011) e Martini et al. (2009).

Grupo A: de acordo com o estudo de Buttros et al. (2011), dividimos as imagens igualmente em três grupos:

- 40 a 49 anos;
- 50 a 59 anos; e
- Acima de 60 anos.

Grupo B: de acordo com o estudo de Martini et al. (2009), dividimos as imagens também em três grupos:

- 45 a 54 anos;
- 55 a 64 anos; e
- Acima de 65 anos.

Grupo C: também dividimos as imagens de acordo com a média de idade da amostra deste estudo, em dois grupos:

- ≤ 54 anos;
- ≥ 55 anos.

Como critério de exclusão, não foram selecionados: pacientes do gênero masculino, mulheres em diferentes faixas etárias das quais foram propostas pelo estudo, presença de infecção ou alteração patológica que possam interferir na observação da mandíbula.

4.2 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS

As imagens de arquivos foram obtidas por meio do tomógrafo computadorizado de feixe cônico iCAT Classic® (Imaging Sciences International Inc., Hatfield, PA, EUA) com o seguinte protocolo de aquisição:

- Regime de trabalho: 120 kVp e 24 mA;
- Tempo de aquisição: 20 s;
- Sensor: flat painel de Silício amorfo;
- Tamanho do FOV: 13x16 cm;
- Graus de rotação: 360;
- Profundidade de cinza: 14 bits;
- Tamanho do voxel: 0,3 mm.

4.3 AVALIAÇÃO DAS IMAGENS

As imagens foram selecionadas no software XoranCAT® (Xoran Technologies, EUA), onde foram ajustadas pelo plano de Camper (Shetty et al., 2013) e após salvas, armazenadas no formato *DICOM* (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) e importadas no computador Dell com Processador Intel Core i5 2.8GHz, 8 GB de memória, 250 GB com tela de 24 polegadas com resolução 1920 por 1080 pixels (L2250pwD; Lenovo, Morrisville, NC).

O software OnDemand® (Cybermed Inc, Seul, Coréia do Sul) foi utilizado para a avaliação dos índices radiomorfométricos nas imagens de TCFC. A licença desse programa pertence ao Departamento de Radiologia Oral da Universidade de Aarhus, Aarhus, Dinamarca.

Neste estudo, as reconstruções panorâmicas utilizadas foram avaliadas com três espessuras diferentes: 0,3 mm (tamanho do voxel), 10 mm e 20 mm (sendo esta ultima visando simular as camadas de imagem das radiografias panorâmicas avaliadas em estudos anteriores descritos na revisão da literatura).

4.4 ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS

O ICM foi determinado em uma avaliação bilateral na reconstrução panorâmica, de acordo com a seguinte classificação (Klemetti et al 1994; Nackaerts et al., 2008; Koh; Kim, 2011; Tozoğlu; Çakur, 2014):

- C1: cortical mandibular posterior clara e nítida (Figura 4.1);
- C2: a superfície endosteal apresenta defeitos semilunares (reabsorções lacunares) ou a superfície apresenta resíduos de cortical (Figura 4.2);
- C3: a camada cortical está extremamente porosa (Figura 4.3).

Figura 4.1 - ICM Classificação 1 (C1)

Figura 4.2 - ICM Classificação 2 (C2)

Figura 4.3 - ICM Classificação 3 (C3)

O IM também foi realizado em uma avaliação bilateral, na reconstrução panorâmica, foi determinado pela a espessura da cortical mandibular, medida sobre a linha perpendicular à base da mandíbula, na altura do centro do forame mental (Taguchi et al., 1995; Horner; Devlin, 1998), variando-se as espessuras das reconstruções panorâmicas 0,3 mm (Figura 4.4), 10 mm (Figura 4.5) e 20 mm (Figura 4.6).

Figura 4.4 - IM mensurado na reconstrução panorâmica com 0,3 mm de espessura

Figura 4.6 - IM mensurado na reconstrução panorâmica com 10 mm de espessura

Figura 4.5 - IM mensurado na reconstrução panorâmica com 20 mm de espessura

Com os seguintes valores de corte:

- Valor normal $\geq$ a 3,0 mm (Taguchi et al., 1995; Horner; Devlin, 1998);
- Valor normal $\geq$ a 2,1 mm (representando o desconto de 20% da ampliação das radiografias panorâmicas);
- Valor normal $\geq$ a 4,0 mm (Calciolari et al., 2015);
- Valor normal $\geq$ a 5,0 mm (Calciolari et al., 2015);

E também de acordo com o presente estudo:

- Valor normal $\geq$ a 3,75 mm (para reconstruções 0,3 mm);
- Valor normal $\geq$ a 3,50 mm (para reconstruções 10 mm);
- Valor normal $\geq$ a 3,40 mm (para reconstruções 20 mm).

Os ITC foram calculados no corte transaxial, baseados no trabalho de Koh e Kim (2011) (Figura 4.7):

- ITC(S): Índice Tomografia Computadorizada Superior, é a relação entre a largura da cortical inferior da mandíbula (IMCT) e a distância entre a margem superior do forame mental até a borda inferior da mandíbula (MSF). $ITC(S) = IMCT/MSF$.
- ITC(I): Índice Tomografia Computadorizada Inferior, é a relação entre a largura cortical inferior da mandíbula (IMCT) à distância da margem inferior do mental forame à borda inferior da mandíbula (MIF). $ITC(I) = IMCT/MIF$.
- IMCT: Índice Mental Tomografia Computadorizada, largura da cortical inferior da mandíbula.

Com os seguintes valores de corte:

- ITC(S): $\geq$ a 0,2 (Koh e Kim, 2011);
- ITC(I): $\geq$ a 0,25 (Koh e Kim, 2011);

De acordo com o presente estudo:

- ITC(S): $\geq$ a 0,23;
- ITC(I): $\geq$ a 0,27.

Figura 4.7 - ITC mensurados bilateralmente nos cortes transaxiais

Na figura 4.8 mostramos o diagrama com o resumo de todos os parâmetros e informações do estudo.

Figura 4.8 - Diagrama com os parâmetros estudados

4.5 DELINEAMENTO DO ESTUDO

A amostra foi enviada para a Universidade de Aarhus e inserida no banco de dados da universidade. Cada exame foi identificado com um código numérico, mantendo dessa forma o sigilo do paciente submetido ao exame. As idades de cada paciente foram coletadas no período de seleção da amostra e tabuladas em planilha do Excel (Microsoft Corp., EUA).

Dois avaliadores calibrados realizaram as observações das imagens separadamente, após treinamento prévio e em três tempos diferentes.

Na primeira leitura todas as 75 imagens foram avaliadas. Antes de iniciar as leituras, o avaliador deveria sortear qual índice iria mensurar primeiro e assim sucessivamente. Ao abrir o exame, desenhava a curva para a realização da

reconstrução panorâmica e obtenção dos corte transaxiais. Após realizar as mensurações o avaliador fechava o arquivo sem salvar a curva e as medidas.

Na segunda leitura 30% (25) dos casos foram avaliados. Novamente o observador sorteava o índice radiomorfométrico, abria o exame, desenha uma nova curva, realizava as mensurações dos índices e nesta etapa, o observador apagava suas medidas, porém salvava o exame como projeto, o que manteria a curva de reconstrução panorâmica salva.

Na terceira leitura, os mesmos 30% dos casos foram avaliados novamente. Porém, desta vez o observador, apenas sorteava os índices e abria os projetos (com as reconstruções panorâmicas salvas) e realizava as mensurações dos índices.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados em planilha do Excel 2011 (Microsoft Corp., EUA), e posteriormente analisados estatisticamente com nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

Para análise de reprodutibilidade e concordância, análise intra e inter-observador, foram realizados os testes: coeficientes de concordância de Kappa (k) (Hollander; Wolfe, 1978) para dados qualitativos e coeficientes de Correlação Intra-Classe (CCI) (Shrout; Fleiss, 1979) para dados quantitativos. A interpretação dos resultados foram feitas de acordo com a classificação no quadro abaixo (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 - Interpretação do teste Kappa. Fonte: Vieira; Garrett (2005)

Interpretação do Kappa	
Kappa	Concordância
< 0	menor chance de concordância
0.01 – 0.20	concordância leve
0.21 – 0.40	concordância razoável
0.41 – 0.60	concordância moderada
0.61 – 0.80	concordância substancial
0.81 – 0.99	concordância quase perfeita

O teste de Correlação de Pearson (Bussab; Morettin, 2006) foi utilizado para verificar a correlação entre os índices mensurados e os grupos de idades estudados. Para comparar a prevalência de osteoporose de acordo com cada índice e grupo de idade, foi utilizado o teste do qui-quadrado.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* Statistical Package for Social Science (SPSS-PC).

5 RESULTADOS

Foram avaliadas um total de 236 imagens de TCFC, sendo incluídas no estudo 75 imagens dos pacientes do gênero feminino, com idades de 40 a 70 anos (média de idade de 54,5 anos).

Os pacientes foram agrupados em três diferentes grupos de idade, de acordo com a prevalência de osteoporose encontradas em estudos prévios (Grupos A e B) e de acordo com a média de idade da amostra da população da presente pesquisa (Grupo C) (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 - Divisão dos grupos de idade utilizados no estudo

Divisão	A			B			C	
Grupos de Idade (AG)	40-49	50-59	≥ 60	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	≥ 55

As tabelas 5.2 a 5.4 são referentes às avaliações intra-observador dos índices ICM, IM e ITC(S) e ITC(I). A tabela 5.2 mostra a reprodutibilidade intra-observador para o índice ICM, avaliada pelo teste Kappa. Os resultados variaram de moderada concordância (0,450) a perfeita concordância (1,00). Na tabela 5.3, a reprodutibilidade intra-observador para o índice IM, avaliada por meio da correlação intraclass. Os resultados variaram também de moderada concordância (0,477) a quase perfeita (0,971). Na tabela 5.4, foi avaliada a reprodutibilidade intra-observador para os índices ITC(S) e ITC(I). Os resultados mostraram que para ITC(S), a reprodutibilidade variou de 0,873 a 0,947, mostrando uma concordância quase perfeita. Assim como, para o ITC(I), que variou de 0,897 a 0,946.

Tabela 5.2 - Reprodutibilidade intra-observador para o índice ICM

Observadores (Kappa)	ICM 0,3 (medida)		ICM 0,3 (reconstrução)		ICM 10 (medida)		ICM 10 (reconstrução)		ICM 20 (medida)		ICM 20 (reconstrução)	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
1	1	1	0.707	0.562	1	1	0.795	0.591	1	1	0.676	0.575
2	1	1	1	0.864	1	1	0.784	0.833	1	1	0.450	0.673

Tabela 5.3 - Reprodutibilidade intra-observador para o índice IM

Observadores (CCI)	IM 0,3 (medida)		IM 0,3 (reconstrução)		IM 10 (medida)		IM 10 (reconstrução)		IM 20 (medida)		IM 20 (reconstrução)	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
1	0.905	0.941	0.669	0.726	0.957	0.833	0.917	0.771	0.971	0.838	0.834	0.596
2	0.966	0.873	0.834	0.477	0.934	0.894	0.943	0.849	0.916	0.819	0.840	0.810

Tabela 5.4 - Reprodutibilidade intra-observador para os índices ITC(S) e ITC(I)

Observadores (CCI)	ITC(S) (medida)		ITC(S) (reconstrução)		ITC(I) (medida)		ITC(I) (reconstrução)	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
1	0.873	0.902	0.947	0.873	0.897	0.946	0.920	0.911
2	0.929	0.933	0.935	0.935	0.949	0.933	0.933	0.940

As tabelas 5.5 a 5.7 são referentes às avaliações inter-observador dos índices ICM, IM e ITC(S) e ITC(I). A tabela 5.5 mostra a reprodutibilidade inter-observador para o índice ICM, avaliada pelo teste Kappa. Os resultados mostraram que nesta avaliação, a reprodutibilidade foi de razoável (0,278) a moderada (0,586), embora tenha sido feito um treinamento anterior as leituras.

Na tabela 5.6, a reprodutibilidade inter-observador para o índice IM, avaliada por meio da correlação intraclass. Os resultados variaram de concordância substancial (0,723) a quase perfeita (0,910). Na tabela 5.7, foi avaliada a reprodutibilidade inter-observador para os índices ITC(S) e ITC(I). Os resultados mostraram que para ITC(S), a reprodutibilidade foi de 0,816 (quase perfeita – lado direito) e 0,772 (substancial – lado esquerdo). Para o ITC(I), a reprodutibilidade foi de 0,828 e 0,824 (quase perfeita para os lados direito e esquerdo).

Devido as variações de reprodutibilidade do ICM (qualitativo e subjetivo), optamos por não incluí-lo nas demais avaliações.

Tabela 5.5 - Reprodutibilidade inter-observador para o índice ICM

	ICM 0,3		ICM 10		ICM 20	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
Kappa	0.481	0.419	0.507	0.278	0.586	0.471

Tabela 5.6 - Reprodutibilidade inter-observador para o índice IM

	IM 0,3		IM 10		IM 20	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
CCI	0.723	0.710	0.910	0.801	0.871	0.806

Tabela 5.7 - Reprodutibilidade inter-observador para os índices ITC(S) e ITC(I)

	ITC(S)		ITC(I)	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
CCI	0.816	0.772	0.828	0.824

A tabela 5.8, mostra a análise dos índices radiomorfométricos em relação aos grupos de idades diferentes (A, B e C). Nenhum dos parâmetros estudados apresentou uma correlação significativa (Correlação de Pearson), quando a idade do paciente foi tratada como uma variável contínua ($p>0,05$).

Tabela 5.8 - Correlação entre os parâmetros estudados e a idade dos pacientes, representados por Média (valores: Mínimo e Máximo) ($p>0.05$)

Parâmetros	A			B			C	
	40-49	50-59	≥60	≤54	55-64	≥65	≤54	≥55
ITC(S)	0.25 (0.19-0.33)	0.26 (0.18-0.34)	0.25 (0.14 – 0.31)	0.26 (0.18 – 0.34)	0.26 (0.20 – 0.32)	0.23 (0.14 – 0.31)	0.26 (0.18 – 0.34)	0.25 (0.14 – 0.32)
ITC(I)	0.31 (0.23 – 0.38)	0.33 (0.23 – 0.42)	0.32 (0.17 – 0.44)	0.32 (0.23 – 0.42)	0.33 (0.24 – 0.44)	0.29 (0.17 – 0.36)	0.32 (0.23 – 0.42)	0.32 (0.17 – 0.44)
IM 0,3 (voxel)	4.05 (3.13 – 5.27)	4.33 (3.41 – 5.67)	4.17 (2.49 – 5.35)	4.20 (3.13 – 5.67)	4.32 (3.00 – 5.35)	3.82 (2.49 – 4.80)	4.20 (3.13 – 5.67)	4.16 (2.49 – 5.35)
IM 10-mm rec	3.78 (2.72 – 4.57)	3.99 (3.15 – 5.24)	3.99 (2.23 – 5.20)	3.89 (2.72 – 5.24)	4.11 (2.82 – 5.20)	3.63 (2.23 – 4.50)	3.89 (2.72 – 5.24)	3.96 (2.23 – 5.20)
IM 20-mm rec	3.70 (2.68 – 4.40)	3.90 (3.04 – 5.08)	3.90 (2.17 – 5.10)	3.80 (2.68 – 5.02)	4.02 (2.79 – 5.10)	3.56 (2.17 – 4.47)	3.80 (2.68 – 5.02)	3.87 (2.17 – 5.10)

A amostra foi dividida de acordo com a prevalência de osteoporose encontrada no estudo de Buttros et al. (2011), **Grupo A**. E os indivíduos foram classificados em saudáveis ou osteoporóticos, de acordo com os valores de cortes estudados em cada índice (IM e ITC(S) e ITC(I)). Os resultados mostraram diferenças estatísticas para o IM, quando o valor de corte foi $\geq$ a 3,0 mm, na espessura de 0,3 mm da reconstrução panorâmica. Mostrando que a maioria dos pacientes foram classificados como saudáveis ($p= 0,044$) (Tabela 5.9). Para os demais parâmetros nenhuma diferença estatística foi encontrada ($p>0,05$) (Tabelas 5.10 a 5.15).

Tabela 5.9 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 3,0$ mm

$IM \geq 3$	Grupo A (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo A (10-mm reconstrução)			Grupo A (20-mm reconstrução)		
	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60
Osteoporose	0	0	3	2	0	3	2	0	3
Saudável	25	25	22	23	25	22	23	25	22
p-valor	<u>0.044</u>			0.223			0.223		

Tabela 5.10 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 2,1$ mm. Desconto da ampliação em radiografias panorâmicas

$IM \geq 2.1$	Grupo A (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo A (10-mm reconstrução)			Grupo A (20-mm reconstrução)		
	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60
Osteoporose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saudável	25	25	25	25	25	25	25	25	25
p-valor	nd			nd			nd		

Tabela 5.11 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 4,0$ mm

$IM \geq 4$	Grupo A (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo A (10-mm reconstrução)			Grupo A (20-mm reconstrução)		
	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60
Osteoporose	13	8	9	16	12	11	19	15	12
Saudável	12	17	16	9	13	14	6	10	13
p-valor	0.311			0.326			0.125		

Tabela 5.12 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com IM $\geq 5,0$ mm

IM ≥ 5	Grupo A (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo A (10-mm reconstrução)			Grupo A (20-mm reconstrução)		
	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60
Osteoporose	24	22	22	25	23	23	25	23	23
Saudável	1	3	3	0	2	2	0	2	2
p-valor	0.532			0.348			0.348		

Tabela 5.13 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com o valor de corte do IM do presente estudo.

IM (valor do presente estudo)	Grupo A (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução) (3,75)			Grupo A (10-mm reconstrução) (3,50)			Grupo A (20-mm reconstrução) (3,40)		
	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60
Osteoporose	9	4	7	6	8	6	6	7	6
Saudável	16	21	18	19	17	19	19	18	19
p-valor	0.274			0.761			0.932		

Tabela 5.14 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com ITC Superior e Inferior

	ITC(S) $\geq 0,2$			ITC(I) $\geq 0,25$		
	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60
Osteoporose	2	1	4	2	2	4
Saudável	23	24	21	23	23	21
p-valor	0.332			0.571		

Tabela 5.15 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com ITC Superior e Inferior valor de corte do presente estudo

	ITC(S) $\geq 0,23$ (presente estudo)			ITC(I) $\geq 0,27$ (presente estudo)		
	40-49	50-59	≥ 60	40-49	50-59	≥ 60
Osteoporose	9	5	7	6	5	6
Saudável	16	20	18	19	20	19
p-valor	0.452			0.927		

A segunda divisão de grupo foi de acordo com a prevalência de osteoporose encontrada no estudo de Martini et al. (2009), **Grupo B**. Os resultados mostraram diferenças estatísticas para o IM, quando o valor de corte foi de ≥ 3 , na espessura de 0,3 mm da reconstrução panorâmica. Mostrando que a maioria dos pacientes também foram classificados como saudáveis ($p = 0,024$) (Tabela 5.16). Para os demais parâmetros nenhuma diferença estatística foi encontrada ($p > 0.05$) (Tabelas 5.16 a 5.22).

Tabela 5.16 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 3,0$ mm

IM ≥ 3	Grupo B (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo B (10-mm reconstrução)			Grupo B (20-mm reconstrução)		
	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65
Osteoporose	0	1	2	2	1	2	2	1	2
Saudável	41	22	9	39	22	9	39	22	9
p-valor	<u>0.024</u>			0.252			0.252		

Tabela 5.17 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 2,1$ mm.
Desconto da ampliação em radiografias panorâmicas

$IM \geq 2.1$	Grupo B (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo B (10-mm reconstrução)			Grupo B (20-mm reconstrução)		
	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65
Osteoporose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saudável	41	23	11	41	23	11	41	23	11
p-valor	nd			nd			nd		

Tabela 5.18 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 4,0$ mm

$IM \geq 4$	Grupo B (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo B (10-mm reconstrução)			Grupo B (20-mm reconstrução)		
	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65
Osteoporose	17	6	7	23	9	7	29	10	7
Saudável	24	17	4	18	14	4	12	13	4
p-valor	0.108			0.301			0.098		

Tabela 5.19 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 5,0$ mm

$IM \geq 5$	Grupo B (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)			Grupo B (10-mm reconstrução)			Grupo B (20-mm reconstrução)		
	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65
Osteoporose	38	19	11	40	20	11	40	20	11
Saudável	3	4	0	1	3	0	1	3	0
p-valor	0.213			0.135			0.135		

Tabela 5.20 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com valor de corte do IM do presente estudo

IM (valor do presente estudo)	Grupo B (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução) (3.75)			Grupo B (10-mm reconstrução) (3.50)			Grupo B (20-mm reconstrução) (3.40)		
	≤54	55-64	≥65	≤54	55-64	≥65	≤54	55-64	≥65
Osteoporose	11	4	5	10	6	4	9	6	4
Saudável	30	19	6	31	17	7	32	17	7
p-valor	0.223			0.726			0.618		

Tabela 5.21 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com ITC Superior e Inferior

	ITC(S) ≥0,2			ITC(I) ≥0,25		
	≤54	55-64	≥65	≤54	55-64	≥65
Osteoporose	3	1	3	3	2	3
Saudável	38	22	8	38	21	8
p-valor	0.080			0.153		

Tabela 5.22 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com ITC Superior e Inferior – valor de corte do presente estudo

	ITC(S) $\geq 0,23$ (presente estudo)			ITC(I) $\geq 0,27$ (presente estudo)		
	≤ 54	55-64	≥ 65	≤ 54	55-64	≥ 65
Osteoporose	11	6	4	8	6	3
Saudável	30	17	7	33	17	8
p-valor	0.798			0.771		

A terceira divisão de grupo, **Grupo C**, foi realizada de acordo com a média de idade da população do presente estudo. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas para parâmetros estudados ($p > 0.05$) (Tabelas 5.23 a 5.29).

Tabela 5.23 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 3,0$ mm

$IM \geq 3$	Grupo C (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)		Grupo C (10-mm reconstrução)		Grupo C (20-mm reconstrução)	
	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55
Osteoporose	0	3	2	3	2	3
Saudável	41	31	39	31	39	31
p-valor	0.052		0.495		0.495	

Tabela 5.24 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 2,1$ mm. Desconto da ampliação em radiografias panorâmicas

$IM \geq 2.1$	Grupo C (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)		Grupo C (10-mm reconstrução)		Grupo C (20-mm reconstrução)	
	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55
Osteoporose	0	0	0	0	0	0
Saudável	41	34	41	34	41	34
p-valor	nd		nd		nd	

Tabela 5.25 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 4,0$ mm

$IM \geq 4$	Grupo C (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)		Grupo C (10-mm reconstrução)		Grupo C (20-mm reconstrução)	
	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55
Osteoporose	17	13	23	16	29	17
Saudável	24	21	18	18	12	17
p-valor	0.776		0.435		0.066	

Tabela 5.26 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com $IM \geq 5,0$ mm

$IM \geq 5$	Grupo C (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução)		Grupo C (10-mm reconstrução)		Grupo C (10-mm reconstrução)	
	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55	≤ 54	≥ 55
Osteoporose	38	30	40	31	40	31
Saudável	3	4	1	3	1	3
p-valor	0.510		0.221		0.221	

Tabela 5.27 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com valor de corte do IM do presente estudo

IM (valor do presente estudo)	Grupo C (0,3-mm tamanho do voxel reconstrução) (3.75)		Grupo C (10-mm reconstrução) (3.50)		Grupo C (20-mm reconstrução) (3.40)	
	≤54	≥55	≤54	≥55	≤54	≥55
Osteoporose	11	9	10	10	9	10
Saudável	30	25	31	24	32	24
p-valor	0.972		0.624		0.460	

Tabela 5.28 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com ITC Superior e Inferior

	ITC(S) ≥0,2		ITC(I) ≥0,25	
	≤54	≥55	≤54	≥55
Osteoporose	3	4	3	5
Saudável	38	30	38	29
p-valor	0.510		0.302	

Tabela 5.29 - Classificação dos indivíduos da pesquisa de acordo com ITC Superior e Inferior – valor de corte do presente estudo

	ITC(S) ≥0,23 (presente estudo)		ITC(I) ≥0,27 (presente estudo)	
	≤54	≥55	≤54	≥55
Osteoporose	11	10	8	9
Saudável	30	24	33	25
p-valor	0.804		0.474	

A prevalência da classificação da osteoporose de acordo com cada parâmetro estudado e os valores de corte utilizados apresentou uma grande variação. O teste de qui-quadrado mostrou uma diferença estatisticamente significativa no $IM \geq 3$, acima de 60 anos no Grupo A ($p < 0.001$) e no $IM \geq 3$, acima de 65 anos no Grupo B ($p < 0.05$) (Tabela 5.30).

Tabela 5.30 - Porcentagem de pacientes que poderiam ser classificados como osteoporóticos de acordo com os diferentes parâmetros e valores de corte. ** (p<0.001), * (p<0.05)

Parâmetros	Grupo A			Grupo B			Grupo C	
	40-49	50-59	≥60	≤54	55-64	≥65	≤54	≥55
<i>0.3-mm tamanho do voxel</i>								
IM 2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
IM 3,0	0	0	12**	0	4.3	18.2*	0	8.8
IM 3,75 (PE)	36	16	28	26.8	17.4	45.5	26.8	26.4
IM 4,0	52	32	36	41.5	26.1	63.6	41.4	38.2
IM 5,0	96	88	88	92.7	82.6	100	92.6	88.2
<i>10-mm rec</i>								
IM 2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
IM 3,0	8	0	12	5	4.3	18.2	4.8	8.8
IM 3,50 (PE)	24	32	24	24.4	26.1	36.4	24.3	29.4
IM 4,0	64	48	44	56.1	39.1	63.6	56	47
IM 5,0	100	92	92	97.6	86.9	100	97.5	91.1
<i>20-mm rec</i>								
IM 2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
IM 3,0	8	0	12	5	4.3	18.2	4.8	8.8
IM 3,40 (PE)	24	28	24	21.9	26.1	36.4	21.9	29.4
IM 4,0	76	60	48	70.7	43.5	63.6	70.7	50
IM 5,0	100	92	92	97.6	86.9	100	97.5	91.1
<i>ITC(S)</i>								
0,20	8	4	16	8	4	16	7.3	11.7
0,23 (PE)	36	20	28	26.8	26.1	36.4	26.8	29.4
<i>ITC(I)</i>								
0,25	8	8	16	8	8	16	7.3	14.7
0,27 (PE)	24	20	24	19.5	26.1	27.3	19.5	26.4

PE = Presente Estudo.

Por fim, as análises mostraram que não houve diferenças estatísticas entre as avaliações realizadas quando variamos as espessuras para a reconstrução panorâmica (0,30, 10, e 20 mm) ($p>0,05$). Mostrando que não houve alterações nos resultados, independentemente do fato de uma desenhar uma nova curva de reconstrução panorâmica ou realizar as mensurações na curva salva ($p>0,05$).

6 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a qualidade óssea de mulheres em diferentes faixas etárias (grupos A, B e C), utilizando índices radiomorfométricos obtidos em imagens de TCFC, abordando os erros de reconstrução e de medidas. O diagnóstico precoce através de medidas de densidade óssea permite a adequada gestão da osteoporose, diminuindo o risco de fraturas, incapacidade e evitando a dor subsequente destes pacientes (Verheij et al., 2009; Koh; Kim 2011; Gomes et al., 2014).

Nackaerts et al. (2008), relataram que os pacientes com osteoporose apresentam uma DMO mais baixa na mandíbula do que os pacientes controle, e que esta correlaciona-se com a DMO esquelética. A osteoporose é definida quando a DMO é menor ou igual a 2,5 desvios padrão da média de valor de pico em adultos jovens (López-López et al., 2011; Calciolari et al., 2015). O DEXA é considerado o padrão-ouro para avaliar a DMO na coluna lombar e colo do fêmur (Leite et al., 2008; Koh; Kim, 2011; Gomes et al., 2014).

A perda óssea ocorre com a idade em homens e mulheres (osteoporose relacionada com a idade), mas nas mulheres a taxa de perda óssea aumenta quando há a menopausa (osteoporose pós-menopausa) (Horner; Devlin, 1998), sendo a deficiência de estrogênio o principal fator contribuinte para a perda óssea nesse estágio (Maeda; Lazaretti-Castro, 2014). Por esta razão, escolhemos estudar a população feminina com idade acima de quarenta anos e incluímos no estudo um total de 75 exames TCFC de pacientes do gênero feminino, assim como nos estudos prévios (Klemetti et al., 1994; Ledgerton et al., 1999; Mahl et al., 2008; Nackaerts et al., 2008; Koh; Kim, 2011; Valério et al., 2013; Gomes et al., 2014; Diniz-Freitas et al., 2014 e Barngekgei et al., 2015a).

Uma vez que o estudo foi realizado com um banco de dados, obtidos por meio de exames de pacientes que necessitaram para o planejamento de implantes, cirurgias de terceiros molares, endodontia e avaliação de articulação temporomandibular, não foi possível a realização do padrão de ouro (DEXA) para confirmar os resultados de classificação da osteoporose, sendo isto, uma limitação

do estudo, que não permitiu a realização dos testes de sensibilidade e especificidade para a avaliação dos parâmetros estudados. Embora, o intuito da presente pesquisa foi levantar a questão da aplicabilidade de índices radiomorfométricos em imagens de TCFC, como ferramenta de rastreio da osteoporose.

Diversos índices radiomorfométricos quantitativos e qualitativos (com base em estudos anteriores realizados em radiografia panorâmica) têm sido propostos como ferramentas de diagnóstico de diminuição da DMO, e todos com uma grande heterogeneidade nos resultados relatados (López-López et al., 2011; Calciolari et al., 2015). A vantagem destes índices é que os cirurgiões dentistas podem aplicá-los como ferramentas de baixo custo para detectar sinais precoces de baixa densidade óssea ou osteoporose (Calciolari et al., 2015), uma vez que, estes profissionais são comumente consultados por um grande segmento da população (Barngkgei et al., 2015a; Barngkgei et al., 2015b).

No presente estudo, o ICM apresentou valores bem variados de reprodutibilidade inter ($k = 0.278$ a $k = 0.586$) e intra-observador ($k = 0.450$ a $k = 1$). Assim como no estudo de Devlin et al., (2001) que encontraram grande variabilidade nos resultados. E diferentemente do estudo de Ledgerton et al. (1999) que encontraram uma concordância excelente, embora tenham sido realizados em radiografias panorâmicas.

Koh e Kim (2011) e Gomes et al. (2014) mostraram que ICM avaliados em imagens de radiografias panorâmicas são comparáveis aos dos cortes tomográficos, validando a sua utilização em TCFC. Porém, não consta na literatura estudos que utilizem os dois métodos radiográficos para comparar os resultados. No entanto, o risco de viés relacionado por ser uma análise qualitativa, precisa ser levado em consideração. Pode-se sugerir que isto está relacionado com o fato do ICM ser um índice altamente subjetivo, e que mesmo com treinamento prévio a concordância inter-observador foi muito baixa, o que fez com que este índice não fosse estudado nas demais análises do presente estudo.

Koh e Kim (2011) validaram uma classificação quantitativa, os índices de tomografia computadorizada (ITCS e ITCl), que podem ser considerados como uma variação do IPM, porém realizados nos cortes transaxiais da TCFC. Em seu estudo,

os autores conseguiram correlacionar os índices com os resultados das densitometrias ósseas. A concordância intra-observador mostrou uma correlação significativa entre os índices e os grupos normais e osteoporóticos. No presente estudo, utilizamos os valores de corte propostos pelos autores (0,20 (ITCS) e 0,25 (ITCI)) e também utilizamos valores de corte baseados em nossa amostra (0,23 (ITCS) e 0,27 (ITCI)). Pelo teste de CCI verificamos que a reprodutibilidade intra-observador foi classificada como quase perfeita. Diferentemente dos autores que propuseram os índices, e utilizaram apenas um observador, também analisamos a reprodutibilidade inter-observador, apresentando como resultado uma reprodutibilidade que variou de substancial a quase perfeita. Nossos resultados mostraram que para estes índices não houve diferenças estatísticas quando utilizamos para classificar os pacientes como osteoporóticos, sendo que na presente amostra, nos três grupos estudados, a maioria dos pacientes foram classificados como saudáveis ($p > 0,05$).

Diniz-Freitas et al. (2014) validou o IM de Taguchi et al. (1995) em cortes transaxiais da TCFC de pacientes que utilizavam bifosfonatos e do grupo controle, relatando em seu estudo que a espessura do trabeculado ósseo era maior nas mulheres que utilizavam o medicamento. Diferentemente deles, o presente estudo, propôs uma nova abordagem do índice IM, utilizando este método na reconstrução panorâmica da TCFC e variando as espessuras do corte em 0,3 mm (tamanho do voxel), 10 mm e 20 mm. Além disso, utilizamos diferentes valores de corte propostos na literatura ($\geq 3,0$; $\geq 4,0$; $\geq 5,0$), além de propor um valor que representaria o desconto da ampliação das radiografias panorâmicas ($\geq 2,1$) e os valores para cada variação de espessura (3,75 para 0,3 mm; 3,50 para 10 mm e 3,40 para 20 mm). Nossos resultados apresentaram diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$) quando o valor de corte foi de $\geq 3,0$ nos grupos A e B, classificando os pacientes como saudáveis. Foi possível perceber que quanto maior o valor de corte, maior a chance desse paciente ser classificado como paciente com baixa densidade óssea. Independentemente do valor de corte adotado, o IM apresenta uma melhor acurácia em excluir a presença de baixa densidade óssea (especificidade), ao invés de detectar pessoas com baixa densidade mineral óssea (sensibilidade), uma vez que

em 90% dos casos os pacientes com uma largura de cortical maior que 4 mm apresenta uma DMO normal (Calciolari et al., 2015).

O estudo de Barngkgei et al. (2015a), mostrou que a análise da densidade do osso trabecular pode ajudar na previsão da osteoporose. Porém, os autores utilizaram como parâmetros, dados utilizados em micro-TC (BV/TV, BS/TV, Tb,Th, Tb.Sp, densidade trabecular), sendo que os estudos prévios sobre a osteoporose e TCFC, utilizam os índices radiomorfométricos, assim como no presente estudo, tornando difícil a discussão desses resultados. Van Dessel et al., (2013), que realizaram a comparação entre a TCFC e a micro-TC utilizando os mesmos parâmetros, concluíram que a análise da TCFC tende a superestimar ligeiramente os parâmetros estudados em relação a micro-TC, sendo uma resposta para esse fato, segundo os autores, a baixa resolução da TCFC.

Um exame de TCFC permite a visualização das estruturas, sem sobreposição, ampliação ou distorção, além de visualização tridimensional do volume ósseo e arquitetura (Scarfe et al., 2006; Gomes et al., 2014). Sendo essas, as vantagens da TCFC em relação a radiografia panorâmica. Mas, os excessivos artefatos de dispersão e de tecnologia específica, produzidos em TCFC são indicados como a razão para as mensurações de DMO não serem confiáveis (Parsa et al., 2015).

Nossos resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$) quando avaliamos a reconstrução de uma nova curva para obtenção da reconstrução panorâmica, ou quando realizamos as medidas nas curvas salvas. Acreditamos que isto ocorreu porque os métodos são bem reproduzíveis (através das análises intra e inter-observador) e sempre levamos como ponto de referência a região do forame mental.

No presente estudo, os parâmetros de aquisição da TCFC foram: FOV 13x16 cm, tamanho do voxel 0,3 mm, 120 kVp, 24 mA e 20 s de tempo de aquisição. Pauwels et al. (2015) relataram que as variações de energia do feixe podem levar a uma mudança nos valores de cinza, mas, que as variações de mA e tempo de exposição não devem afetar os valores de cinza numéricos. Estes parâmetros são extremamente importantes para comparar estudos na literatura uma vez que esta informação pode influenciar diretamente as características da imagem final (Spin-

Neto et al., 2011). E muitas vezes os autores não colocam todas as informações do protocolo de aquisição das imagens, dificultando a comparação dos estudos. O número de estudos que avaliaram a TCFC e osteoporose sem abordar HU é muito pequena (Koh; Kim, 2011; Gomes et al., 2014; Diniz-Freitas et al., 2014; Barnkgkei et al., 2015a).

Os estudos de González-García e Monje (2013), Ibrahim et al. (2014) e Parsa et al. (2015), sugerem o potencial uso da TCFC na avaliação da qualidade e microestrutura óssea e, de acordo com Ling et al. (2014), a TCFC pode ser uma ferramenta auxiliar no rastreo da osteoporose. Embora os clínicos estejam utilizando valores de cinza, derivados das unidades de TCFC, como forma de justificar as análises de densidade óssea, não é certo que estes tons de cinza são consistentemente representativos dos valores de densidade reais (Pauwels et al., 2015).

Verificamos que os diversos valores de corte testados para IM, ITCS e ITCI, podem levar a resultados falsos positivos ou falsos negativos em relação à suspeita de estado de osteoporose. Isto sugere que, um dentista pode classificar um paciente como sugestivo de osteoporose (falso positivo) com base na avaliação de uma imagem de TCFC, e solicitar a este paciente um exame mais caro, como a DEXA, sem o mesmo ter baixa densidade mineral óssea ou osteoporose. Ou pode ocorrer o contrário, de não encaminhar um paciente que tenha baixa densidade mineral óssea ou osteoporose (falso negativo) para exames posteriores, apenas com base nos resultados dos índices.

De acordo com a prevalência de osteoporose encontrada, por meio dos índices e diferentes valores de corte, percebemos que nenhuma das classificações de prevalência de osteoporose se aproximam das prevalências encontradas nas faixas etárias dos estudos prévios de Martini et al. (2009) e Buttros et al. (2011). Sendo mais um fator que nos permite sugerir que a TCFC vem sendo superestimada como ferramenta de rastreo para alterações de baixa densidade óssea.

Em termos de saúde pública, é necessário pensar em custo e benefício para o paciente. A DEXA em comparação com a TCFC e a radiografia panorâmica apresenta o maior custo, porém a menor dose de radiação (Sheahan et al., 2005). Já a radiografia panorâmica em comparação a TCFC também apresenta um custo e

dose de radiação menor, além de ser um exame mais requisitado e que permitiu a criação dos índices radiomorfométricos. Por isso, acreditamos que o uso da TCFC tem sido superestimado para a observação da qualidade da estrutura óssea e isto pode aumentar as solicitações equivocadas de DEXA.

Neste estudo não foi avaliada a questão da dose de radiação, mas é importante ressaltar que o princípio ALARA (as low as reasonably achievable) deve ser sempre aplicado (Spin-Neto et al., 2013). A maior dose de radiação deve ser justificada por um ganho considerável na precisão do diagnóstico e resultado do tratamento para o paciente (Kruse et al., 2015). Estudos revelaram que FOVs menores conduzem geralmente a menor dose de radiação para o paciente (Kruse et al., 2015; Pauwels et al., 2015).

Uma visão localizada do principal objetivo para radiologia diagnóstica seria que ele deve fornecer as melhores imagens e um diagnóstico mais preciso possível (Fryback; Thornbury, 1991). Dentro da classificação de Fryback e Thornbury (1991), o presente estudo poderia ser classificado como nível F&T 2 - "eficácia da precisão diagnóstica" (avaliação da sensibilidade, especificidade e outros parâmetros de precisão de um novo método). Porque, embora nenhum padrão-ouro tenha sido utilizado, três índices radiomorfométricos diferentes obtidos em imagens de TCFC foram comparados, testando um conjunto diversificado de variáveis (faixa etária, a reconstrução e a espessura de corte), com dois observadores e em três tempos diferentes.

A garantia da precisão do diagnóstico de um exame de imagem não garante que irá, de fato, contribuir para uma melhor gestão dos pacientes (Fryback; Thornbury, 1991). E até o presente momento, nenhum dos estudos prévios que avaliaram a TCFC e a osteoporose responderam qual o benefício que a sociedade ganha com uso de um exame de TCFC como ferramenta de rastreio para a osteoporose.

Podemos afirmar, que com o auxílio do software conseguimos aplicar os índices radiomorfométricos em imagens de TCFC, porém, com base nos resultados apresentados, pode-se sugerir que os índices radiomorfométricos obtidos da TCFC não são indicados para o rastreio de osteoporose, uma vez que a prevalência encontrada usando tais índices no presente estudo, não coincide com o relatado em

estudos populacionais de mulheres brasileiras (Buttros et al., 2011; Martini et al., 2009).

Diante disso, sugerimos um ensaio clínico que possa esclarecer o uso desses índices radiomorfométricos em TCFC, comparando esses resultados com a densitometria óssea, na população brasileira, e em pacientes que apresentem o diagnóstico de menopausa ou pós-menopausa, classificando as pacientes nesses grupos e que sofreram fraturas ou não. Sugerimos também a análise da questão de presença ou ausência de dentes, que neste estudo não foi levado em consideração e que tem relação com alterações na estrutura óssea da mandíbula. Assim, poderemos avaliar os custos e benefícios que este exame pode oferecer à população brasileira, como ferramenta de rastreio da osteoporose, aumentando os níveis de eficácia de diagnóstico por imagem, e definindo assim um nível mais global de eficácia.

7 CONCLUSÕES

- Os índices radiomorfométricos obtidos em imagens de TCFC podem ser avaliados de uma forma reprodutível, não houve diferenças entre as mensurações e as reconstruções (erro de reconstrução e medidas);
- Não houve correlação entre os índices radiomorfométricos e os grupos de faixas etárias avaliados, o que sugere que as imagens de TCFC não devem ser utilizadas para o rastreio da osteoporose.

REFERÊNCIAS¹

- Anderson GL, Limacher M, Assaf AR, Bassford T, Beresford AS, Black H, et al. Effects of conjugated equine estrogen in postmenopausal women with hysterectomy: the Women's Health Initiative randomized controlled trial. *JAMA*. 2004 Apr 1;291(14):1701-12.
- Arce K, Assael LA, Weissman JL, Markiewicz MR. Imaging findings in bisphosphonate-related osteonecrosis of jaws. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 May;67(5 Suppl):75-84. doi: 10.1016/j.joms.2008.12.002.
- Bajoria AA, Mi A, Kamath G, Babshet M, Patil P, Sukhija P. Evaluation of radiomorphometric indices in panoramic radiograph – A screening tool. *Open Dent J*. 2015 Jul;31:303-0. doi:10.2174/1874210601509010303.eCollection2015.
- Barnkgel I, Ai Haffar I, Shaarani E, Khattab R, Mashlah A. Assessment of jawbone trabecular bone structure amongst osteoporotic women by cone-beam computed tomography: the OSTEOSYR project. *J Investig Clin Dent*. 2015a Jun; 19:1-9. doi: 10.1111/jicd.12170.
- Barnkgel I, Joury E, Jawad A. An innovative approach in osteoporosis opportunistic screening by dental practitioners: the use of cervical vertebrae and cone beam computed tomography with viewer program. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015b Nov; 120(5):651-9. doi:10.1016/j.oooo.2015.08.008.
- Belchetz PE. Hormonal treatment of postmenopausal women. *N Engl J Med*. 1994 Apr 14;330(15):1062-71
- Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991 Mar;71(3):349-56.
- Bhatnagar S, Krishnamurthy V, Pagare SS. Diagnostic Efficacy of Panoramic Radiography in Detection of Osteoporosis in Post-Menopausal Women with Low Bone Mineral Density. *J Clin Imaging Sci*. 2013 Jun 6;3:23. doi: 10.4103/2156-7514.113140.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Manual de Atenção à Mulher no Climátero/Menopausa. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Série Direitos Sexuais e Direitos Reprodutivos – Caderno, n.9 Ministério da Saúde, -Brasília: Editora do Ministério da Saúde: 1-192, 2008. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=33925>. Acesso em: 12/03/2014.

Bozdog G, Sener S. The evaluation of IMC, MI, PMI and GT on both genders with different age and dental status. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(9):20140435. doi:10.1259/dmfr.20140435.

Bussab WO, Morettin PA (2006). *Estatística Básica*. 6. ed. São Paulo; Saraiva; 2006.

Buttros D de A, Nahas-Neto J, Nahas EA, Cangussu LM, Barral AB, Nawakami MS. Risk factors for osteoporosis in post menopausal women from southeast Brazilian. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2011 Jun;33(6):295-302. doi: 10.1590/S0100-72032011000600006.

Calciolari E, Donos N, Park JC, Petrie A, Mardas N. Panoramic measures for oral bone mass in detecting osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2015 Mar;94(3Suppl):17S-27S. doi: 10.1177/0022034514554949.

Calvacanti MGP, dos Santos DT. Tomografia Computadorizada. In: Fenyo-Pereira M. *Radiologia Odontológica e Imaginologia*. 2ª ed.. São Paulo: Santos; 2013.

Caputo BV, Traversa-Caputo GC, Costa C, Giovani EM. Evaluation of bone alterations in the jaws of HIV-infected menopausal women. *Braz Oral Res.* 2013 May-Jun;27(3): 231-7. doi:10.1590/S1806-83242013005000014.

Cauley JA, Robbins J, Chen Z, Cummings SR, Jackson RD, LaCroix AZ, et al. Effects of estrogen plus progestin on risk of fracture and bone mineral density: the Women's health Initiative randomized trial. *JAMA* 2003 Oct, 290(13): 1729-38.

Celenk C, Celenk P. Relationship of mandibular and cervical vertebral bone density using computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008 Jan;37(1):47–51. doi: 10.1259/dmfr/90511049.

Chlebowski RT, Wactawski-Wende J, Ritenbaugh C, Hubbell FA, Ascensao J, Rodabough RJ, et al. Estrogen plus progestin and colorectal cancer in postmenopausal women. *N Engl J Med.* 2004 Mar 4;350(10):991-1004.

Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduce skeletal bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2002 May;13(5):373-8.

Devlin CV, Horner K, Devlin H. Variability in measurement of radiomorphometric indices by general dental practitioners. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001 Mar;30(2):120-5.

Devlin H; Horner K. Diagnosis of osteoporosis in oral health care. *J Oral Rehabil.* 2008 Feb; 35(2): 152-7. doi: 10.1111/J1365-2842.2007.01791.X.

Diniz-Freitas M, Fernández-Montenegro P, Fernández-Feijoo J, Limeres-Posse J, González-Mosquera A, Vázquez-García E, et al. Mandibular cortical índices on cone-beam computed tomography images in osteoporotic women on treatment with oral bisphosphonates. *Gerodontology.* 2014 Apr 4.doi:10.1111/ger12121.

Frazão P, Naveira M. Prevalência de Osteoporose: uma revisão crítica. *Rev Bras Epidemiol.* 2006 Jun; 9(2): 206-14. doi: 10.1590/S1415-790X2006000200007.

Fryback DG, Thornbury JR. The efficacy of diagnostic imaging. *Med Decis Making.* 1991 Apr-Jun; 11(2):88-94.

González-García RG, Monje F. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: a histomorphometric analysis by micro-CT. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Aug; 24(8):871-9. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02390.x.

Grady D. Clinical practice. Management of menopausal symptoms. *N Engl J Med.* 2006 Nov 30;355(22):2338-47.

Groen JJ, Duyvensz F, Halsted JA. Diffuse alveolar atrophy of the jaw (non-inflammatory form of paradental disease) and pre-senile osteoporosis. *Gerontol Clin (Basel).* 1960;2:68-86.

Gomes CC, Barbosa GLR, Bello RP, Bóscolo FN, Almeida SN. A comparison of the mandibular index on panoramic and cross-sectional imagens from CBCT exams from osteoporosis risk group. *Osteoporos Int.* 2014 Jul;25(7):1885-90. doi:10.1007/s00198-014-2696-3.

Hatcher DC. Operational principles for cone-beam computed tomography. *J Am Dent Assoc.* 2010 Oct, 141 (3 Suppl):3S-6S.

Hollander M, Wolfe DA. Nonparametric Statistical Methods. New York: John Wiley & Sons; 1978. p.139-46.

Homolka P, Beer A, Birkfeliner W, Nowotny R, Gahleitner A, Tschabitscher M et al. Bone mineral density measurement with dental quantitative CT prior to the dental implant placement in cadaver mandibles: pilot study. *Radiology*. 2002 Jul; 224(1): 247-52.

Horner K, Devlin H. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographic measurements. *J Dent*. 1998 May;26(4):337-43.

Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, Jacobs R. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clin. Oral Impl. Res*. 2009 Aug; 20(8):767–71. doi: 10.1111/j.1600-0501.2008.01677.x.

Ibrahim N, Parsa A, Hassan B, van der Stelt P, Aartman I, Wismeijer D. Accuracy of trabecular bone microstructural measurement at planned dental implant sites using cone-beam CT datasets. *Clin Oral Impl Res*. 2014 Aug (28), 25:941-5. doi: 10.1111/clr.12163.

Kamburoglu K, Murat S, Kolsuz E, Kurt H, Yulksel S, Paksoy C. Comparative assessment of subjective image quality of cross sectional cone-beam computed tomography scans. *J Oral Sci*. 2011 Dec; 53(4):501-8.

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

Koh KJ, Kim KA. Utility of the computed tomography indices on cone beam computed tomography images in the diagnosis of osteoporosis in women. *Imaging Sci Dent*. 2011 Sep;41(3):101-6. doi: 10.5624/isd.2011.41.3.101.

Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A, Kirkevang LL. Cone beam computed tomography and periapical lesions: a systematic review analysing studies on diagnostic efficacy by hierarchical model. *Int Endod J*. 2015 Sep;48(9):815-28. doi: 10.1111/iej.12388.

Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofac Radiol*. 1999 May;28(3):173-81.

Leite AF, Figueredo PTS, Guia CM, Melo NS, Paula AP. Radiografia Panorâmica – Instrumento Auxiliar no Diagnóstico da Osteoporose. *Rev Bras Reumatol*. 2008 Jul-Ago; 48(4):226-33. doi: 10.1590/50482-5004008000400006.

Lima JE, Palacios S, Wender MC. Quality of life in menopausal women: a brazilian portuguese version of the Cervantes Scale. *ScientificWorldJournal*. 2012;2012:620519. doi:10.1100/2012/620519.

Ling H, Yang X, Li P, Megalooikonomou V, Xu Y, Yang J. Cross gender-age trabecular texture analysis in cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2014;43(4):20130324. doi:10.1259/dmfr.20130324.

López-López J, Estrugo-Devesa A, Jane-Salas E, Ayuso-Montero R, Gómez-Vaquero C. Early diagnosis of osteoporosis by means of orthopantomograms and oral x-rays: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011 Nov 1;16(7):e905-13.

Maeda SS, Lazaretti-Castro M. An overview on the treatment of postmenopausal osteoporosis. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2014 Mar;58(2):162-71.

Mahl CRW, Licks R, Fontanella VRC. Comparação de índices morfométricos obtidos na radiografia odontológica panorâmica na identificação de indivíduos com osteoporose/osteopenia. *Radiol Bras*. 2008 May-Jun;41(3):183-7. doi: 10.1590/50100-39842008000300011.

Martini LA, Moura EC, Santos LC, Malta DC, Pinheiro MM. Prevalence of self-reported diagnosis of osteoporosis in Brazil. *Rev Saude Publica*. 2009 Nov;43 (2 Suppl):107-16. doi: 10.1590/50034-89102009000900014.

Melo ACWR, Campos MJS, Vitral RWF, Rodrigues AF. Comparação dos valores de densidade mineral óssea nas imagens de TCFC utilizando os programas I-CATVision e ImplantViewer. *HU Revista*. 2009 Jul-Set;35(3):7-12.

Miranda LF, Arita ES, Haddad DS, Watanabe PCA. Quantitative and qualitative index for diagnosing low bone density and osteoporosis in post-menopausal women. *Clin Lab Res Den*. 2015;21(1):1-10. doi: 10.11606/issn.2357/8041.clrd.201590130.

Monaco EG. La osteoporosis. Sus efectos sobre la cavidad bucal. *Acta Odontol. Venezolana*. 1999;37(2):95-7.

Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminar results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64.

Nackaerts O, Gijbels F, Sanna AM, Jacobs R. Is there a relation between local bone quality as assessed on panoramic radiographs and alveolar bone level? *Clin Oral Investig.* 2008 Mar;12(1):31-5.

Navega MT, Oishi J. Comparison of the Health-related Quality of Life between Physically Active Postmenopausal Women with or without Osteoporosis. *Rev Bras Reumatol.* 2008 Jul-Ago;47(4):258-264.

Oliveira LSAF, Neves FS, Torres MGG, Crusoé-Rebello IM, Campos PSF. Características radiográficas dos portadores de osteoporose e o papel do cirurgião-dentista no diagnóstico. *R Ci Med Biol.* 2009 Jan-Abr;8(1):85-90.

Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, van der Stelt P, Wismeijer D. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(1):e1-7. doi:10.1111/clr.12315.

Pauwels R, Jacobs R, Singer SR, Mupparapu M. CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable? *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; 44(1):20140238. doi: 10.1259/dmfr.20140238.

Pereira PMR. Manifestações clínicas. In: Szejnfeld, VL, editor. *Osteoporose: diagnóstico e tratamento.* São Paulo: Sarvier; 2000 p.89.

Pinheiro MM, Eis SR. Epidemiology of osteoporotic fractures in Brazil: what we have and what we need. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2010 Mar;54(2):164-70. doi: 10.1590/50004-27302010000200012.

Randolph JF Jr, Sowers M, Bondarenko I, Gold EB, Greendale GA, Bromberger JT, et al. The relationship of longitudinal change in reproductive hormones and vasomotor symptoms during the menopausal transition. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005 Nov;90(11):6106-12.

Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006 Feb; 72(1):75-80.

Sheahan NF, Dowling A, O'Reilly G, Malone JF. Commissioning and quality assurance protocol for dual energy x-ray absorptiometry (DEXA) systems. *Radiat Prot Dosimetry*. 2005;117(1-3):288-90.

Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*. 1979 Mar;86(2):420-28.

Shetty S, Zargar NM, Shenoy K, Rekha V. Occlusal plane location in edentulous patients: a review. *J Indian Prosthodont Soc*. 2013;13:142-8.

Spin-Neto R, Marcantonio E Jr, Gottfredsen E, Wenzel A. Exploring CBCT-based DICOM files. A systematic review on the properties of images used to evaluate maxillofacial bone grafts. *J Digit Imaging*. 2011 Dec; 24(6):959-66. doi: 10.1007/s10278-011-9377-y.

Spin-Neto R, Gottfredsen E, Wenzel A. Impact of voxel size variation on CBCT-Based Diagnostic outcome in Dentistry: a Systematic Review. *J Digit Imaging*. 2013 Aug;26(4): 813-20. doi: 10.1007/s10278-012-9562-7.

Spritzer PM, Wender MCO. Terapia Hormonal na Menopausa: Quando não usar. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2007 Oct;51(7):1058-63. doi: 10.1590/50004-27302007000700006.

Sweet MG, Sweet JM, Jeremiah MP, Galazka SS. Diagnosis and treatment of osteoporosis. *Am Fam Physician*. 2009 Feb;79(3):193-00.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wada T. Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995 Nov;80(5):612-16.

Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtaki M. Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol*. 1996, Nov;25(5):263-7.

Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, Kodama I, Sanada M, Nakamoto T, et al. Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2006;17:387-4.

Tosoni GM, Lurie AG, Cowan AE, Burleson JA. Pixel intensity and fractal analyses: detecting osteoporosis in perimenopausal and postmenopausal women by using digital panoramic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 Aug;102(2):235-41.

Tozoğlu Ü, Çakur B. Evaluation of the morphological changes in the mandible for dentate and totally edentate elderly population using cone-beam computed tomography. *Surg Radiol Anat.* 2014 Sep;36(7):643-9. doi: 10.1007/s00276-013-1241-y.

Valerio CS, Trindade AM, Mazzeiro E[^] T, Amaral TP, Manzi FR. Use of digital panoramic radiography as an auxiliary means of low bone mineral density detection in post-menopausal women. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; 42(10): 20120059. doi: 10.1259/dmfr.20120059.

Van Dessel J, Huang Y, Depypere M, Rubira-Bullen I, Maes F, Jacobs R. A comparative evaluation of cone beam CT and micro-CT on trabecular bone structures in the human mandible. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; 42(8): 20130145. doi: 10.1259/dmfr.201300145.

Verheij JG, Geraets WG, van der Stelt PF, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, et al. Prediction of osteoporosis with dental radiographs and age. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 Oct;38(7):431-7. doi: 10.1259/dmfr/55502190.

Vieira AJ, Garrett JM. Understanding interobserver agreement: The Kappa Statistic. *Fam Med.* 2005;37(5):360-3.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP														
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA														
Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NA OBTENÇÃO DOS ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS EM MULHERES NA PRÉ E PÓS-MENOPAUSA														
Pesquisador: Cláudio Costa														
Área Temática:														
Versão: 1														
CAAE: 31159214.2.0000.0075														
Instituição Proponente: Universidade de São Paulo														
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio														
DADOS DO PARECER														
Número do Parecer: 697.542														
Data da Relatoria: 23/05/2014														
Apresentação do Projeto:														
<p>A osteoporose é uma doença sistêmica progressiva que causa alteração na microarquitetura óssea. O exame padrão-ouro para diagnóstico da osteoporose é densitometria óssea. Outros métodos de diagnóstico são propostos na literatura. Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade óssea de mulheres nas fases pré e pós-menopausa, por meio de índices radiomorfométricos obtidos de imagens tomográficas. Serão analisados 100 exames de tomografia computadorizada de feixe cônico, de mulheres com idade abaixo de 40 anos e acima de 50 anos (pacientes que necessitaram realizar o exame por razões odontológicas). As imagens serão obtidas do banco de dados do LAPI-FOUSP (Laboratório para Análise e Processamento de Imagens). Serão avaliados os seguintes índices: índice de cortical mandibular (ICM), índice de qualidade óssea (IQO), índices de tomografia computadorizada (ITC), índice mental (IM) e análise de intensidade de pixel. Para auxiliar na realização das medidas serão utilizados três softwares: Xelis Dental® (Infinit, Coréia do Sul) e XoranCAT® (Xoran Technologies, EUA), Osirix® (Free Software Foundation, 32 bits, EUA). Os dados serão submetidos a análise estatística com nível de significância de 95% (p0,05). Para a concordância Intra e Inter examinadores será utilizado o teste Kappa.</p>														
Objetivo da Pesquisa:														
Objetivo primário: Avaliar a qualidade óssea de mulheres nas fases pré e pós-menopausa, por														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227</td> <td>CEP: 05.508-900</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Bairro: Cidade Universitária</td> </tr> <tr> <td>UF: SP</td> <td>Município: SAO PAULO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Telefone: (11)3091-7900</td> <td>Fax: (11)3091-7814</td> <td>E-mail: cepfo@usp.br</td> </tr> </table>			Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227		CEP: 05.508-900	Bairro: Cidade Universitária			UF: SP	Município: SAO PAULO		Telefone: (11)3091-7900	Fax: (11)3091-7814	E-mail: cepfo@usp.br
Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227		CEP: 05.508-900												
Bairro: Cidade Universitária														
UF: SP	Município: SAO PAULO													
Telefone: (11)3091-7900	Fax: (11)3091-7814	E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 697.542

meio de índices radiomorfométricos obtidos de imagens tomográficas.

Objetivo Secundário:

Estudar as correlações entre: 1. Índices radiomorfométricos na fase pré-menopausa; 2. Índices radiomorfométricos na fase pós-menopausa; 3. Índices radiomorfométricos nas fases pré e pós-menopausa; 4. Os examinadores em tempos diferentes com softwares diferentes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não existem benefícios diretos por tratar-se de imagens de arquivo digital.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Utilizar exames tomográficos de rotina em implantodontia para acessar informações relativas a qualidade óssea, com impacto direto no planejamento cirúrgico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados:

1- Folha de rosto.

2- Projeto de Pesquisa.

Não houve necessidade do TCLE devido ao desenho experimental do projeto.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 697.542

SAO PAULO, 25 de Junho de 2014

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Biazevic
(Coordenador)

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

ANEXO B – Carta de Autorização para Utilização de Acervo de Imagens

Carta de Autorização

O LAPI – Laboratório para Análise e Processamento de Imagens da Disciplina de Radiologia do Departamento de Estomatologia da FOU SP autoriza a utilização do acervo digital (banco de dados) de tomografias computadorizadas de feixe cônico para o projeto: **"Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na obtenção dos índices radiomorfométricos em mulheres na pré e pós-menopausa"** que será realizado pelos pesquisadores Claudio Costa e Daniela Miranda Richarte de Andrade Salgado. O objetivo desse trabalho é avaliar a qualidade óssea de mulheres nas fases pré e pós-menopausa, por meio de índices radiomorfométricos obtidos de imagens tomográficas. Os pesquisadores se comprometem em manter a identidade do acervo de tomografias computadorizadas de feixe cônico em sigilo. A pesquisa será realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da FOU SP.

São Paulo, 09 de Março de 2014.

Responsável pelo LAPI-FOUSP

Marlene Fenyo Pereira

Pesquisador

Daniela M. R. de Andrade Salgado