RODRIGO ALVES RIBEIRO

**Análise da correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea,
perfil de qualidade óssea em software de implante, quociente de estabilidade e
torque de inserção em implantes**

São Paulo
2016

RODRIGO ALVES RIBEIRO

**Análise da correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea,
perfil de qualidade óssea em software de implante, quociente de estabilidade e
torque de inserção em implantes**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo como requisito para obter o título de Mestre 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

Ribeiro, Rodrigo Alves.

Análise da correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea, perfil de qualidade óssea em software de implante, quociente de estabilidade e torque de inserção em implantes / Rodrigo Alves Ribeiro ; orientador Claudio Costa. -- São Paulo, 2016.

80 p. : fig., tab., graf. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Diagnóstico Bucal. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão Corrigida

1. Densidade óssea. 2. Radiografia panorâmica. 3. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 4. Implantes dentários. I. Costa, Claudio. II. Título.

Ribeiro, RA. Análise da correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea, perfil de qualidade óssea em software de implante, quociente de estabilidade e torque de inserção em implantes. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em: / /20

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: _____

DEDICATÓRIA

A Deus,

Senhor, obrigado porque sei que sempre estás presente em minha vida.
Agradeço-te por ter me dado a vida e por guiar os meus passos,
Tanto nos momentos mais difíceis, como nas alegrias e conquistas.

Aos meus pais Leonídia e Gilberto e meu irmão Thiago,

Dedico esse trabalho a vocês, por serem as pessoas mais importantes para mim e os que me ensinaram os valores da vida, da honestidade, humildade e do amor. Obrigado por serem exemplo de perfeição, dedicação e me ensinar o verdadeiro sentido da palavra "família".

A minha esposa Natália,

Um agradecimento mais do que especial, por ter vivenciado comigo passo a passo todos os momentos desta dissertação, por ter me dado todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, respeito, por ter toda a paciência do mundo e me aturado nos momentos de estresse, e por tornar minha vida cada dia mais feliz.

Meu filho Rafael,

Você que deu um sentido especial à minha existência e me tem proporcionado grandes momentos de alegria. Um agradecimento vindo de um pedido de desculpa, sei que o papai não foi o melhor papai do mundo, deixou de brincar com você, não te fez dormir e muitas vezes não viu você acordar, mas tudo que faço, foi sempre pensando num futuro melhor para a nossa família.

AGRADECIMENTOS

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Claudio Costa. Muito obrigado pela confiança, pela amizade e por me direcionar até o final desta pesquisa com tamanha dedicação e compreensão.

Ao meu irmão Jorge de Sá Barbosa por tudo que fez e que faz por mim, meu muito obrigado meu irmão.

Ao Prof. José Márcio Barbosa Leite do Amaral, meu professor, chefe, parceiro e amigo muito obrigado por tudo que fez por mim, sem você não seria possível realizar este estudo.

Aos Prof. Dr. Frederico Nigro e Profa. Dra. Emiko Saito Arita, meu muito obrigado por terem aceitado prontamente fazer parte da minha banca e assim ajudar melhorar esta dissertação.

A Sra. Renata Viegas, Reitora da Universidade Metropolitana de Santos, á Pró-Reitora Dra. Elaine Marcílio, ao coordenador do curso de Odontologia Dr. Gustavo Mendes, as professoras Dra. Sandra Kalil, Dra Yara Dadalti e Márcia Tubel, pelo apoio durante tudo o mestrado, meu muito obrigado.

Aos Professores da UNIMES/Santos-SP José Marcio Amaral, Renata Faria, Ellen Guerra, Fátima Tavares, Marcelo De Bonis, Bruno Matias, José Ferreira Junior, Fabio de Nardo, Rogério Hadid, Nilceu Cassitas, Felipe Martinelli, Adhemar Sani Jr., Renato Tiosso pelo apoio e companheirismo.

A Riviane minha cunhada e professora de Português, meu agradecimento por ter corrigido dentro das limitações realizando o retoque final nesta dissertação.

As auxiliares da Implante Vida, Adrielly, Suelen, Samantha, Renata, Rebeka e Thais obrigado pela grande auxílio podendo tornar este sonho realidade.

Minhas colegas do setor de Centro de Pesquisa da UNIMES/Santos-SP Liliane e Magda pela colaboração na minha ausência e nos momentos de dificuldade estavam sempre presentes.

Aos professores do programa de Mestrado na área de Diagnóstico Bucal da USP, Prof. Dr Jefferson Xavier de Oliveira, Profa. Dra. Emiko Saito Arita, Prof. Dr. Cesar Angelo Lascala, Profa. Dra. Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira, Prof. Dr. Celso Augusto Lemos Júnior e Profa. Dra. Silvia Vanessa Lourenço, agradeço pelo os ensinamentos e pelo os momentos de conversa, meu muito obrigado.

Aos meus colegas do programa de Mestrado na área de Diagnóstico Bucal, Daniela, Jessica, Edu Aoki, Denise, Marina, Abdala, Edu Duailibi, Juliana Piragine, Cinthia, Isabela e Cibeles obrigado pelo os momentos de trabalho, companheirismo e diversão e ao colega Arthur Cortes pelo grande auxílio em todas as etapas da minha dissertação, meu muito obrigado.

A Secretária da Radiologia da USP, Sra. Maria Aparecida Pinto muito obrigado pela ajuda em todos os momentos em que precisei e sempre solícita em ajudar.

Aos meus amigos Carlos Renato, Marcelo Guerra, Maurício Mota, Rafael Silva, Luiz Sapia, Rodrigo Huber, Narciso Assunção por fazerem parte da minha vida e entenderem os momentos de dificuldades.

Ao sr. Marcos Alípio pela grande colaboração na impressão das dissertações.

À sra. Glauci Elaine Damasio Fidelis bibliotecária da USP pela ajuda na formatação da dissertação.

A minha secretária Karina pela colaboração de estar sempre ajustando a minha agenda do consultório nos dias que tinha que estar na USP.

RESUMO

Ribeiro RA. Análise da correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea, perfil de qualidade óssea em software de implante, quociente de estabilidade e torque de inserção em implantes [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

A qualidade óssea, bem como a estabilidade inicial dos implantes, está diretamente relacionada com o sucesso das reabilitações na implantodontia. O presente estudo teve como objetivo analisar a correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea por meio de radiografias panorâmicas, perfil de qualidade óssea com o auxílio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) com o uso do software de imagens OsiriX, Análise da Frequência de Ressonância (RFA) e Torque de Inserção do implante. Foram avaliados 160 implantes de 72 indivíduos, com média etária de 55,5 ($\pm 10,5$) anos. Nas radiografias panorâmicas foram obtidos os índices IM, IPM e ICM, e nas tomografias computadorizadas de feixe cônico, os valores de pixels e a espessura da cortical da crista óssea alveolar, além da estabilidade primária por meio do torque de inserção e análise da frequência de ressonância. Os resultados foram analisados pelo coeficiente de correlação de Spearman, para $p \leq 0,01$ foi obtido entre o torque de inserção e valores de pixels (0.330), o torque de inserção e a espessura da cortical da crista alveolar (0.339), o torque de inserção e o ISQ vestibulo-lingual (0.193), os valores de pixels e espessura da cortical da crista alveolar (0.377), as duas direções vestibulo-lingual e mesio-distal do ISQ (0.674), o ISQ vestibulo-lingual e a espessura da cortical da crista alveolar (0.270); os índices radiomorfométricos foram correlacionados entre eles e para $p \leq 0,05$ foi obtido entre torque de inserção e ISQ mesio-distal (0.131), entre o ISQ vestibulo-lingual e os valores de pixels (0.156) e ISQ mesio-distal e IPMI esquerdo (0.149) e ISQ mesio-distal e IPMS esquerdo (0.145). Existe correlação entre a TCFC, o torque de inserção e a RFA na avaliação da qualidade óssea. É possível utilizar, pré-cirurgicamente, os exames de TCFC para avaliar a qualidade e quantidade óssea, tendo em vista as correlações obtidas neste estudo.

Palavras-Chaves: Densidade Óssea. Radiografia Panorâmica. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Implantes Dentários.

ABSTRACT

Ribeiro, RA. Analyses of the correlation among radiomorphometric indices of bone density, bone quality profile using a software implant, stability quotient, and insertion torque implants [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

The bone quality and initial stability of implants are directly related to the success of rehabilitation in implantology. The aim of this study was to analyze the correlation between radiomorphometric indexes of bone density through panoramic radiographic images, bone quality profile using the Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) and the OsiriX imaging software, Resonance Frequency Analysis (RFA) and insertion torque implant. One hundred and sixty implants were evaluated in 72 individuals with a mean age of 55.5 ($\pm$ 10.5) years. In the panoramic radiographic images, the IM, IPM and ICM indexes were assessed. For the cone beam computed tomography, the analyses included pixel values, thickness of cortical bone crest, as well as the primary stability through the insertion torque and resonance frequency. The results were analyzed by Spearman correlation coefficient for $p \leq 0.01$. The values between insertion torque and pixel were (0.330), the insertion torque and cortical thickness of the alveolar crest were (0.339), for torque insertion and ISQ vestibule-lingual (0.193), and for pixel values and cortical thickness of the alveolar crest (0.377). Considering both directions bucco-lingual and mesial-distal ISQ the values were (0.674), the bucco-lingual ISQ and cortical thickness of the alveolar ridge were (0.270); the radiomorphometric indexes were correlated between themselves. Values of $p \leq 0.05$ were obtained between insertion torque and mesio-distal ISQ (0.131), as well as the ISQ vestibule-lingual and the pixel values (0.156) and also mesial-distal ISQ and left IPMI (0.149) and mesial-distal ISQ and left IPMS (0.145). There is a correlation between the CBCT, the insertion torque and RFA in the evaluation of bone quality. CBCT scans can be used prior to surgery, in order to assess bone quality and quantity, considering the correlations obtained in this study.

Keywords: Bone Density. Panoramic Radiography. Cone-Beam Computed Tomography. Dental Implants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - ORTHOPHOS XG 3D Pan/Tele/Tomo	43
Figura 4.2 - Ilustração do Índice Cortical Mandibular.....	43
Figura 4.3 - Ilustração do Índice Panorâmico Mandibular Inferior e Superior.....	44
Figura 4.4 - Ilustração do Índice Mental.....	44
Figura 4.5 - Software Image J64.....	45
Figura 4.6 - Ferramenta *Straight* no software Image J64.....	45
Figura 4.7 - Osirix Imaging Software utilizando a ferramenta de análise dos valores de pixels.....	46
Figura 4.8 - Osirix Imaging Software utilizando a ferramenta para mensurar a cortical na crista óssea do rebordo	46
Figura 4.9 - Implante AR Torq (CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil)	47
Figura 4.10 -Kit de Brocas Full Osseointegration CONEXÃO Sistema de Prótese ...	47
Figura 4.11 -Torquímetro Padrão Manual	48
Figura 4.12 -Valor do torque na Haste do Torquímetro	48
Figura 4.13 -Osstell®	49
Figura 4.14 -SmartPeg®	49
Figura 4.15 -Utilização do Osstell® realizando a mensuração méso-distal.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Boxplot para Idade segundo ICM e Sexo.....	55
Gráfico 5.2 - Frequência de ICM segundo faixa etária e Sexo	55
Gráfico 5.3 - Dispersão coeficiente de correlação de Spearman entre Torque e Valores de Pixels	58
Gráfico 5.4 - Dispersão do coeficiente de correlação de Spearman entre espessura da cortical da crista alveolar e o torque	59
Gráfico 5.5 - Bland-Altman para Valores de Pixels entre os dois avaliadores.	61
Gráfico 5.6 - Bland-Altman para IM direita entre os dois avaliadores.	61
Gráfico 5.7 - Bland-Altman para IM esquerda entre os dois avaliadores.....	62
Gráfico 5.8 - Bland-Altman para IPMS direita entre os dois avaliadores.	62
Gráfico 5.9 - Bland-Altman para IPMS esquerda entre os dois avaliadores.....	63
Gráfico 5.10 - Bland-Altman para IPMI direita entre os dois avaliadores.....	63
Gráfico 5.11 - Bland-Altman para IPMI esquerda entre os dois avaliadores	64
Gráfico 5.12 - Bland-Altman para Espessura da Cortical da Crista Alveolar entre os dois avaliadores	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1- Estatísticas descritivas das medidas realizadas nos dentes e nas mandíbulas/maxilas	52
Tabela 5.2 - Médias e desvio padrão por Região	53
Tabela 5.3 - Médias e desvio padrão por Arcada	53
Tabela 5.4 - Médias e desvio padrão por Sexo	54
Tabela 5.5 - Médias e desvio padrão por ICM	54
Tabela 5.6 - Frequência de ICM segundo faixa etária e sexo	56
Tabela 5.7 - Coeficientes ajustados do modelo multinomial para ICM segundo sexo e idade	56
Tabela 5.8 - Coeficiente de correlação de Spearman das medidas	57
Tabela 5.9 - Coeficiente de correlação de Spearman incluindo idade e espessura da cortical da crista alveolar.....	59
Tabela 5.10 -Média e desvio padrão para as medidas avaliadas nas duplicatas intra-observador e CCI com intervalo de confiança de 95%	60
Tabela 5.11 -Distribuição de ICM das segunda e terceira observação em relação à medida original.....	60
Tabela 5.12 -Viés estimado e coeficientes de concordância de Lin	65
Tabela 5.13 -Distribuição de frequência para as medidas do ICM entre os avaliadores.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANT	Anterior
Bits	Dígito Binário (<i>Binary Digit</i>)
BMD	Densidade Mineral Óssea (<i>Bone Mineral Density</i>)
BQC	Classificação de Qualidade Óssea Radiográfica e Subjetiva
BV/TV	Fração Volume Ósseo
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Centímetro
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
DXA	Absortimetria de Dupla Emissão de Raios X
et al.	Abreviatura de <i>et alli</i>
FOV	Campo de Visão (<i>Field of View</i>)
g/cm ²	Gramas por Centímetro Quadrado
HA	Hidroxiapatita de Cálcio
UH	Unidade de Hounsfield
Hz	Hertz
IA	Índice Antigoníaco
ICC	Índice de Correlação Intra-Classe
ICM	Índice Cortical Mandibular
IG	Índice Goníaco
IM	Índice Mental
IPMI	Índice Panorâmico Mandibular Inferior
IPMS	Índice Panorâmico Mandibular Superior
ISQ	Quociente de Estabilidade do Implante (<i>Implant Stability Quotient</i>)
ITV	Torque de Inserção
kV	Quilovoltagem
μTC	Micro TC
mA	Miliamperagem
MD	Mandíbula
mg/cm ³	Miligramas por Centímetro Cúbico
mm	Milímetros
MX	Maxila

µm	Micrometro
N/cm	Newton por centímetro
OMS	Organização Mundial de Saúde
Píxel	Elemento de Imagem (<i>Picture Element</i>)
POST	Posterior
RFA	Análise de Frequência de Ressonância (<i>Resonance Frequency Analysis</i>)
ROI	Região de Interesse (<i>Region of Interest</i>)
Tb.N	Número de Trabéculas
Tb.Th	Espessura das Trabéculas
Tb.Sp	Espaçamento das Trabéculas TC – Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
TCMS	Tomografia Computadorizada Multi-slice
USP	Universidade de São Paulo
Voxel	Elemento de volume (<i>Volume Element</i>)
WHO	<i>World Health Organization</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
x	Versus
s	Segundos
<	Menor que
=	Igual a
±	Mais ou Menos (Desvio Padrão)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA E ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS .	20
2.2 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO	27
2.3 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA E ESTABILIDADE PRIMÁRIA	34
2.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E ESTABILIDADE PRIMÁRIA	37
3 PROPOSIÇÃO	41
4 MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA	50
5 RESULTADOS	52
6 DISCUSSÃO	66
7 CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS	72
ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO

A perda de massa óssea é um fenômeno biológico observado com o avanço da idade, caracterizando-se pela diminuição da densidade mineral e aumento da porosidade, que se iniciam por volta da terceira década de vida (Benson et al., 1991).

Vários autores buscam avaliar a qualidade e quantidade ósseas sob diferentes aspectos metodológicos (Mansour et al., 2013; Kalinowski; Rózyto-Kalinowska, 2011; Naitoh et al., 2010).

Os métodos para a mensuração da massa óssea, do teor mineral e da densidade mandibular desenvolveram-se rapidamente durante as duas últimas décadas, o que torna possível estudar as alterações produzidas pela idade e edentulismo (Klemetti et al., 1993).

Na Odontologia, esta preocupação teve início com a descoberta da osseointegração, a utilização dos implantes para a reabilitação oral foi crescendo dia-a-dia, com isso, a necessidade de maior conhecimento prévio da região a ser implantada. A qualidade óssea bem como a quantidade são dois fatores preponderantes para o sucesso neste tipo de reabilitação.

Avaliar a qualidade óssea por meio da densidade mineral óssea é altamente confiável e amplamente utilizado nos dias de hoje.

Sabe-se que, para ocorrer a osseointegração, a ausência de micromovimentos durante a fase de reparação é fundamental; portanto, conhecer a densidade mineral óssea é o parâmetro importante no planejamento cirúrgico para a realização da instalação de implantes.

A baixa densidade mineral óssea juntamente com a baixa quantidade óssea são situações críticas para a reabilitação oral com implantes.

Torna-se necessário, durante a fase de planejamento cirúrgico, criar métodos para obtenção de forma objetiva da qualidade óssea do local eleito para a instalação do implante.

Hoje, é possível avaliar a qualidade óssea no momento cirúrgico, com o auxílio do torque de inserção e da análise de frequência de ressonância. A avaliação da quantidade óssea é possível pelo uso das tomografias computadorizadas.

A previsão do grau da estabilidade inicial de um implante, a partir de exames

de imagem, tem a possibilidade de trazer para o clínico mais segurança na instalação dos implantes osseointegrados, desta maneira antecipando ao profissional as características ósseas a serem abordadas durante o ato cirúrgico, desta forma propiciando uma estabilidade primária mais adequada, o que certamente favorecerá a estabilidade secundária. Frente a essas condições e o número baixo de literatura acerca, despertou-se o interesse em correlacionar os diversos índices e indicadores, de tal forma a antecipar ao profissional não só a quantidade óssea, como também a qualidade óssea, visando uma estabilidade primária mais adequada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A osseointegração fez com que surgisse uma grande preocupação com a qualidade do osso para a reabilitação oral por meio de cirurgia de implantes. A quantidade e a qualidade óssea são dois fatores preponderantes para o sucesso neste tipo de reabilitação.

Durante o planejamento cirúrgico, pode-se lançar mão de métodos radiográficos, radiografias panorâmicas e tomografias computadorizadas; para avaliação objetiva da qualidade óssea no local de interesse e durante o momento cirúrgico, é possível avaliar os valores do torque de inserção e da análise de frequência de ressonância.

2.1 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA E ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS

A densidade mineral óssea, na Odontologia, envolve a quantidade de osso cortical e qualidade do osso trabecular na avaliação da qualidade estrutural do tecido ósseo.

A avaliação pré-cirúrgica da densidade mineral óssea é importante para o planejamento do tratamento. Os métodos radiográficos ou tomográficos são os mais utilizados para avaliação da qualidade óssea pré-cirúrgica (Valiyaparambil et al., 2012).

As radiografias panorâmicas são rotineiramente realizadas para a avaliação de doenças bucais, incluindo cárie e doença periodontal e podem ser uma excelente ferramenta na identificação de pacientes com baixa densidade óssea. Por meio dos índices radiomorfométricos, é possível realizar triagem de pacientes com baixa densidade com baixo custo (Mansour et al., 2013).

Os índice panorâmico mandibular inferior (IPMI) e o índice panorâmico mandibular superior (IPMS) foram propostos por Benson et al. (1991).

- IPMI é calculado dividindo-se espessura cortical na região do forame mental (IM) pela distância da borda inferior do forame mental à base inferior da cortical da mandíbula em ambos os lados.

- IPMS é calculado dividindo-se a espessura cortical na região do forame mental (IM) pela distância da borda superior do forame mental à base inferior da cortical da mandíbula em ambos os lados.

Foi realizado um estudo avaliando 353 radiografias panorâmicas igualmente divididas por sexo, idade (30 a 79 anos) e grupo racial (negros, hispânicos, brancos), para definir um novo índice radiomorfométrico de massa mandibular do osso cortical, o índice panorâmico mandibular (IPM). Os dados foram analisados e realizados de acordo com as combinações destas variáveis. Nos negros, foi encontrada uma maior média do índice panorâmico mandibular do que nos hispânicos ou brancos, que foram estatisticamente semelhantes. Quando relacionadas à idade, ao que se comparam os grupos etários mais jovens e mais velhos dentro de cada grupo racial e sexo, indica-se uma diminuição na média significativa do índice panorâmico mandibular com o aumento da idade nas mulheres negras e hispânicas. A média do índice panorâmico mandibular em homens brancos aumentou com o avanço da idade (Benson et al., 1991).

Klemetti et al. (1994) realizaram um estudo com 355 radiografias panorâmicas de mulheres na pós-menopausa e estabeleceram um novo índice radiomorfométrico qualitativo, denominado Índice Cortical Mandibular (ICM), em que se avalia o grau de reabsorção da cortical da base da mandíbula em:

- C1: A margem cortical da base da mandíbula se apresenta normal em ambos os lados da mandíbula;
- C2: A margem cortical da base da mandíbula com defeitos semilunares (cavidades de reabsorção) e resíduos corticais camadas espessas de um ou de ambos os lados da mandíbula;
- C3: A margem cortical da base da mandíbula aparece claramente porosa com resíduos de espessura cortical;

Taguchi et al. (1995) determinou outro índice, o mental (IM), como sendo a largura medida do cortical inferior na região do forame mental em ambos os lados.

No estudo em que foram avaliadas 626 radiografias panorâmicas, utilizaram-se de 269 que não tinham doenças metabólicas nem lesões locais que afetam o córtex mandibular. O contorno do forame mental era claramente revelado em radiografias panorâmicas unilaterais ou bilaterais. A densidade mineral da mandíbula foi avaliada por meio da medição da largura da cortical mandibular na região do

forame mental, de acordo com a idade e sexo do paciente, além de o número de dentes presentes também serem investigados. Em indivíduos do sexo masculino, não houve significativa correlação entre o número de dentes presentes e a largura cortical inferior, diferente em mulheres em sua sétima década com menos dentes. A diminuição da massa óssea mandibular foi positivamente correlacionada com a perda dentária em indivíduos do sexo feminino (Taguchi et al., 1995).

Mudda et al. (2010) realizaram um estudo avaliando a radiografia panorâmica de 60 pacientes divididos em dois grupos pré e pós-menopausa. Em todas as radiografias, foram avaliados IPM, IM e ICM e doença de periodontite. A periodontite destrutiva foi avaliada como distância da junção cimento à crista alveolar maior do que 2mm. Existiu uma correlação da idade e do IM e IPM. Os ICM, IM e IPM foram relacionados com o estado menopausal. Pacientes caracterizados com C3 no ICM foram vistos apenas nas pós menopausa, no grupo de 54 anos de idade. Valores médios mais elevados para os IM ($p < 0,05$) e IPM ($p < 0,05$) foram observados no grupo pré-menopausa com diferenças estatisticamente significativas. O IM apresentou correlação negativa com a idade em ambos os grupos; no entanto, o IPM foi positivamente correlacionado com a idade. Os índices radiomorfométricos podem ser utilizados por dentistas, depois de treinados para detectar mulheres na pós-menopausa que correm risco de osteoporose.

Taguchi (2010) constatou que muitos doentes com osteoporose não são diagnosticados, porque, normalmente, não apresentam sintomas antes de uma fratura. As clínicas odontológicas utilizam frequentemente radiografias panorâmicas para o tratamento odontológico, que se pode facilmente usar desta ferramenta para detectar pacientes com baixa densidade óssea. A largura cortical e a forma da mandíbula detectada em radiografias panorâmicas podem ser índices apropriados para a triagem de indivíduos com osteoporose. Vários investigadores têm demonstrado associações significativas entre índices corticais em radiografias panorâmicas e a densitometria óssea, tais como a coluna vertebral e do fêmur. Os resultados suportam a possibilidade de que as clínicas odontológicas podem oferecer uma nova plataforma de triagem para identificar os indivíduos com osteoporose.

Leite et al. (2010) avaliaram 351 mulheres na pós menopausa acima de 45 anos e correlacionaram sete índices radiomorfométricos com a densitometria óssea

de coluna lombar e quadril, além de verificarem a precisão desses índices para prever a osteoporose. As associações foram demonstradas entre baixa densidade mineral, índices qualitativos e medições corticais. Os índices antegoníaco e ângulos goníacos não podem ser utilizados como indicadores de osteoporose. Os índices mais precisos foram o IM e o ICM.

Kalinowski e Rózyto-Kalinowska (2011) realizaram um estudo em que se avaliaram 877 radiografias panorâmicas digitais em pacientes com idade entre 20 e 95 anos (média de 48,69 anos), sendo 467 feminino e 410 masculino, nos quais foi verificada a largura do córtex inferior da mandíbula na região do forame mental. Observou-se que os valores do ICM e IM no grupo estudado de pacientes poloneses dependiam de idade. Em relação ao gênero considerado, o ICM e o IM foram maiores no sexo masculino. Quando idade e gênero foram discutidos simultaneamente, os maiores valores do ICM e IM foram observados no grupo etário 30-39 anos, em ambos os sexos, seguido por uma diminuição gradual com a idade, apesar de esta ter sido mais acentuada no sexo feminino. As normas elaboradas do parâmetro panorâmico radiomorfométrico em pacientes poloneses podem servir como uma fonte de comparação para aplicação de radiológicos e clínicos.

Bhatnagar et al. (2013) avaliaram, a partir de radiografias panorâmicas de mulheres entre 45 e 65 anos de idade em sua fase pós-menopausa (sem menstruação por pelo menos 6-12 meses), o Índice Panorâmico Mandibular bilateral, e a avaliação da densidade mineral óssea foi realizada na região da tíbia, exatamente no meio entre o calcânhar e a articulação do joelho, utilizando de uma ultrassonografia, dispositivo não invasivo, capaz de medir a densidade óssea em um ou mais locais do esqueleto. A partir dos critérios WHO 1994, os sujeitos do estudo foram classificados como Grupo 1: Normal, Grupo 2: Osteopenia, Grupo 3: Osteoporose. A eficácia do diagnóstico pela radiografia panorâmica na detecção de alterações ósseas em mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea (DMO) mostrou ter 96% de especificidade, 60% de sensibilidade com a forma cortical mandibular, 58% de especificidade e 73% de sensibilidade com medição do ICM. A análise estatística indicou uma correlação significativa com a classificação da baixa densidade mineral óssea (DMO) com a forma cortical mandibular, a correlação não significativa com largura cortical mandibular e uma correlação mais significativa com a forma combinada cortical e largura. Os índices em radiografias panorâmicas são indicadores eficazes da osteoporose em mulheres pós-menopáusicas.

Mansour et al. (2013) realizaram um estudo para avaliar a importância dos índices radiomorfométricos (ICM, IM e IPM) como ferramentas úteis para a identificação da osteoporose. Foram avaliadas 100 mulheres saudáveis com idade entre 30 e 74 anos, tomadas imagens panorâmicas digitais e de densitometria óssea da coluna lombar e avaliados os índices radiomorfométricos ICM, IM e IPM, medidos e classificados. Os IM, IPM e densitometria óssea mostraram uma correlação positiva, estatisticamente significativa. O IM mostrou uma correlação positiva, estatisticamente significativa, com o IPM. A sensibilidade, especificidade e acurácia diagnóstica do IM em um ponto de corte de 4,5 mm foram de 76,9%, 54,1% e 63%, respectivamente, enquanto que para o ICM foram de 66,7%, 75,4 e 72% respectivamente. Os índices panorâmicos (IM, IPM e ICM) foram positivamente correlacionados com a densitometria óssea da coluna lombar. O ICM foi caracterizado como sendo o índice mais reprodutível.

Duncea et al. (2013) avaliaram um total de 97 pacientes na pós-menopausa. O diagnóstico de osteoporose foi feito com base na definição da OMS. Os resultados foram expressos em valores absolutos de densidade mineral óssea (DMO), valores em g/cm^2 e T score. Foram usadas medidas absorptometria de raio-x (DXA) para avaliar a coluna lombar, fêmur proximal e da mandíbula e calculou-se o T score. Os pacientes foram submetidos a uma investigação das radiografias panorâmicas em que se calcularam os índices panorâmicos mandibulares de todos. Foi possível encontrar diferenças significativas entre os valores médios do IPM no grupo de mulheres pós-menopáusicas que sofrem de osteoporose (0,33) em comparação àqueles sem diagnóstico de osteoporose (0,4), o que mostra que pacientes com osteoporose presente apresenta maior perda ao nível da mandíbula. Existem diferenças estatisticamente significativas entre o índice panorâmico mandibular em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose comparadas àqueles sem osteoporose. Estatisticamente foram identificadas correlações significativas entre L1-L4, cabeça femoral e densidade mineral óssea do quadril total e o índice panorâmico mandibular; quanto mais baixa a densidade mineral óssea, mais o índice panorâmico mandibular é decrescente.

Bodade e Mody (2013) realizaram um estudo piloto em que foram avaliadas 32 mulheres na pós-menopausa selecionadas aleatoriamente com nenhuma causa conhecida de perda óssea. A radiografia panorâmica de cada paciente foi feita e os índices radiomorfométricos qualitativos e quantitativos foram determinados. A

densidade mineral óssea da mandíbula e vértebras lombares foram medidas por absorptometria de dupla emissão de raios-X. Ao se usar critérios da Organização Mundial de Saúde, os pacientes foram divididos em categorias normais, osteopenia e osteoporose. A relação de índices qualitativos e quantitativos com densidade mineral óssea da área da mandíbula e lombar foi analisada estatisticamente; houve uma correlação positiva significativa entre a densidade mineral óssea da mandíbula e das vértebras lombares; houve, também, uma associação significativa entre o ICM e a osteoporose, a incidência de osteoporose aumentou do grupo C1 para o C2 a C3. Forte correlação positiva foi observada entre todos os índices quantitativos e densidade mineral óssea da coluna lombar. O intra-observador foi excelente para o índice cortical mandibular, que é um qualitativo baseado em alterações morfológicas no córtex observado na radiografia panorâmica, uma ferramenta útil para a triagem de pacientes com osteoporose pós-menopausa. Já os índices quantitativos (índice mental, índice panorâmico mandibular inferior e superior, índice antegoníaco e índice gônico), embora bem correlacionados com a perda óssea do esqueleto, não foram úteis por causa de sua fraca reprodutibilidade.

Papamantinos et al. (2014) realizaram um estudo que incluiu 343 mulheres entre 45-75 anos de idade, as quais foram submetidas à densitometria óssea do quadril e da coluna lombar, a fim de estabelecer o diagnóstico padrão-ouro para osteoporose. Na amostra final, foram incluídos 315 pacientes, dos quais 293 estavam na pós-menopausa (93,3%) e 22, perimenopausa (6,7%). Com base no exame de densitometria, a amostra foi dividida em três grupos: a) controle normais (n = 106), b) osteopênicos (n = 103) e c) osteoporóticos (n = 106). O índice cortical mandibular (ICM) foi calculado por três observadores diferentes, utilizando o software de processamento de imagem Emago. As comparações dos valores de ICM entre os grupos de controle normais, osteopênicos e osteoporóticos, nesta amostra, mostrou que esses valores diferenciam-se claramente entre os três grupos, especialmente entre sujeitos do grupo normais e osteoporose. Além disso, a análise da curva operador-receptor (ROC) mostrou diferença em termos de diagnóstico real, a qual apresenta um valor de limiar de 3,24 para diferenciação entre mulheres normais e osteoporóticas. O estudo concluiu que o índice ICM é uma indicação confiável para a presença de osteoporose em um paciente.

Bozdog e Sener (2015) avaliaram 910 radiografias panorâmicas, agrupados

em idade, estado dental e de gênero. O índice cortical mandibular (ICM), índice mental (IM), índice panorâmico mandibular (IPM) e índice anglo gonial (GT) foram analisados. Nestes, observaram-se diferenças notáveis para ICM e GT em relação ao sexo, faixa etária e condição dentária em ambos os lados ($p < 0,05$). Enquanto a idade e condição dentária tiveram um efeito sobre o IM e IPM no sexo feminino, o estado dentário teve um efeito sobre o IM e IPM no sexo masculino ($p < 0,05$); além disso, o sexo tinha um efeito sobre o IA e IPM ($p < 0,05$). Os efeitos da idade e perda de dentes são diferentes em gênero feminino e masculino. No gênero feminino, os efeitos nocivos da perda dentária e idade são mais proeminentes de acordo com as medições do IPM e IM. Os efeitos da idade e perda dentária nas medidas de GT e ICM são semelhantes, e estes índices podem ser aceitos como mais confiáveis em estudos incluindo ambos os sexos.

Bajoria et al. (2015) realizaram um estudo em que avaliaram 23 pacientes selecionados aleatoriamente. A radiografia panorâmica de cada paciente foi avaliada e os índices radiomorfométricos foram determinados. Houve 69,57% de concordância entre índice metual (IM), e o índice panorâmico mandibular (IPM) foi significativo. Da mesma forma, foi visto acordo de 78,26% entre índice antigoníaco (IA) e IM foi significativo. Em contraste 30,43%, 52,17% e 56,52% de concordância foi observado enquanto comparando índice goníaco (IG) com IPM, IM e IA, respectivamente. Os ICM, IPM, IA e IM podem ser efetivamente medidos em uma radiografia panorâmica, portanto, poderia ser utilizado como uma ferramenta de rastreio para determinar a osteoporose. Todos os índices têm uma correlação negativa com a idade e uma diferença significativa entre os grupos etários mais jovens e mais velhos. Todos os índices foram significativamente menores no sexo feminino em relação ao masculino da mesma faixa etária.

Calciolari et al., (2015) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre medidas panorâmicas lineares e qualitativas, para avaliar a precisão desses índices por meio da realização de uma meta-análise de sua sensibilidade e especificidade. Cinquenta estudos foram incluídos na avaliação qualitativa e 19 foram considerados para a meta-análise. Três índices foram relatados pela maioria dos estudos: índice cortical mandibular, índice panorâmico mandibular e o índice de Klemetti. O índice mental foi o que apresentou uma melhor precisão na exclusão de osteopenia/osteoporose (especificidade), uma vez que pacientes com uma largura

cortical superior a 4 mm é considerado normal em 90% dos casos. Quase todos os estudos utilizaram um ponto de corte de 0,3 para o índice panorâmico mandibular. A presença de qualquer tipo de erosão cortical mandibular deu uma sensibilidade estimada e especificidade na detecção da DMO reduzida. A largura mandibular cortical, índice panorâmico mandibular e índice Klemetti são ferramentas úteis globais que, potencialmente, poderiam ser usadas por dentistas para detectar a baixa densidade óssea. Suas limitações são principalmente relacionadas à experiência entre os diferentes operadores e diferentes níveis de qualidade de imagem e uma ampliação das radiografias panorâmicas.

2.2 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

O rápido avanço em diagnóstico por imagem e planejamento do tratamento computadorizado teve um grande impacto na implantodontia. Pela implementação dos dados tomográficos a um software dedicado, o clínico pode analisar e planejar virtualmente sua cirurgia. As características estruturais do osso alveolar da região a ser implantada também podem ser avaliadas nas imagens tomográficas antes da cirurgia, e isso não só pode ajudar a abster-se das zonas comprometidas, mas, também, ajudar o especialista na decisão de empregar as técnicas cirúrgicas convencionais ou modificadas para sustentar a estabilidade primária, pré-requisito essencial para a integração óssea (Arisan et al., 2012).

A tomografia computadorizada (TC) é um método estabelecido para a aquisição de imagens da estrutura óssea, muito utilizada para a realização de cirurgia de implante. A mensuração da densidade óssea é expressa em Unidade de Hounsfield (UH), que são números normais provenientes de imagens de tomografia computadorizada multi-slice (TCMS). Muitos estudos têm avaliado a utilização da UH para avaliar a densidade óssea em TCMS. A UH parece ser um método útil para a análise da densidade óssea, apesar das doses elevadas de radiação associadas com a TCMS. Hoje, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) está, cada vez mais, substituindo a TCMS, na odontologia, para avaliação de tecidos mineralizados, porque fornece uma qualidade de imagem adequada, associada a

uma dose menor exposição. Outra vantagem da TCFC é o baixo custo em comparação com a TCMS (Silva et al., 2012).

No entanto, embora os fabricantes das TCFC e fornecedores de software apresentem a escala de cinza como UH, é importante notar que estas medidas não podem ser consideradas como tal por apresentarem altos níveis de radiação de dispersão e artefatos, sendo esta a grande desvantagem de TCFC. A escala de cinza pode estimar a densidade óssea por meio de valores de cinza nas TCFC. A TCFC é uma valiosa ferramenta de diagnóstico para o plano pré-cirúrgico em tratamento com implantes, visto que fornece uma avaliação tridimensional, multiplanar da região maxilofacial e a capacidade de reconstruir todo o volume. No planejamento, a TCFC é usada para avaliar tanto a quantidade e qualidade óssea. Ao contrário das radiografias periapicais convencionais e radiografias panorâmicas, as imagens de TCFC são livres de qualquer distorção geométrica ou ampliação. Assim, o cirurgião dentista pode mensurar com precisão a altura e a largura do osso alveolar residual, detectar quaisquer variações anatômicas e determinar a proximidade de estruturas vitais, como o seio maxilar e canais neurovasculares. A TCFC também fornece de forma quantitativa a qualidade óssea do local a ser implantado, por meio de um software permite, com o uso de ferramentas, medir os valores de voxel de uma região de interesse (ROI) (Valiyaparambil et al., 2012).

Katsumata et al. (2009) realizaram um estudo por meio de objetos de teste posicionados em um fantasma personalizado no 4 padrões diferentes. Foi usado um sistema recém-desenvolvido detector de TCFC tela plana (Alphard Vega; Asahi Roentgen, Kyoto, Japão) para adquirir tomadas da região de molar esquerdo com volumes cilíndricos de aproximadamente 5, 10, 15 e 20 cm de diâmetro e altura. Foram analisados os valores de densidade da mandíbula e as regiões adjacentes de tecidos moles. Verificou-se uma variabilidade maior de densidade no menor volume (5 cm) e menor variabilidade nos volumes maiores (10,15 e 20 cm). Exames tomográficos de maior volume podem render valores de densidade mais consistentes. Os volumes menores têm as vantagens de melhor resolução de imagem e as doses de radiação mais baixas. A otimização das características da imagem é maximizada por uma análise cuidadosa da finalidade do exame de TCFC.

Nomura et al. (2010) investigaram se era possível avaliar a densidade mineral óssea (DMO) e os valores de voxel de TCFC para uso odontológico. Em um simulador de água com uma haste de alumínio e tubos de ensaio contendo soluções

de iodo de várias concentrações utilizadas, foi realizada a aquisição de imagens com a TCFC e a TCMS. Valores de voxel e o UH, respectivamente, das amostras foram medidos e sua correlação foi investigada. Além disso, com base na UH de uma hidroxiapatita (HA) fantasma de referência, a partir de uma fórmula de conversão para o valor de voxel, o DMO foi obtido. Este estudo revelou que houve uma alta correlação entre os valores de voxel de TCFC e a UH de TCMS. Embora se trate de um estudo in vitro com condições ideais assumidos para medir valores de voxel, houve uma clara possibilidade para calcular a UH e baixa densidade mineral óssea ao se aplicar os valores de voxel nas imagens de TCFC, apesar de a relação não ser completamente linear.

Mah et al. (2010) realizaram um estudo in vitro para investigar a relação entre os níveis de cinza em TCFC e UH em TCMS. Foi utilizado um fantasma com oito diferentes materiais de composição conhecida e densidade, de modo que foram realizadas as tomografias em onze diferentes tomógrafos de feixe cônico e dois tomógrafos multi-slice. O fantasma foi digitalizado em três condições: fantasma isolado, fantasma com um pequeno reservatório de água e um fantasma em um grande reservatório de água. Os dados foram reconstruídos e exportados como Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) e analisados com o On Demand 3D by Cybermed, Seoul, Korea. A relação entre os níveis de cinza e coeficiente de atenuação linear foi investigada e demonstrou-se uma relação linear entre os níveis de cinza e os coeficientes de atenuação de cada um dos materiais utilizados. A partir da equação de regressão linear dos materiais de referência, os coeficientes de atenuação foram obtidos para cada um dos materiais e os números de TCMS em UH foram derivados, usando a equação padrão. A UH pode ser derivada a partir dos níveis de cinza em TCFC, por meio dos coeficientes de atenuação linear como um passo intermediário.

Nackaerts et al. (2011) realizaram um estudo em que avaliaram a variabilidade dos valores de intensidade em TCFC de imagens em comparação com a TCMS utilizando a UH, a fim de avaliar a confiabilidade das avaliações de densidade utilizando imagens de TCFC. Para este estudo, utilizou-se um fantasma de controle de qualidade digitalizado por um TCMS e cinco TCFC. Em um TCFC, o fantasma foi digitalizado repetidamente no mesmo aparelho em posições diferentes, as imagens foram analisadas usando o registro de um modelo matemático – as imagens da TCMS foram utilizadas como referência. Os perfis de densidade do

TCMS apresentaram valores estáveis de UH, enquanto, em TCFC, a representação dos valores de intensidade foi variável ao longo do perfil; o reposicionamento do fantasma resultou em grandes flutuações nos valores de intensidade. Dessa forma concluíram que o uso dos valores de intensidade em imagens de TCFC não é confiável, porque os valores são influenciados por parâmetros de imagem do dispositivo e posicionamento.

Silva et al. (2012) avaliaram neste estudo a validade do valor de densidade óssea nos locais potenciais para cirurgia de implante, por meio da unidade de Hounsfield (UH), obtido por um dispositivo de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Os valores da UH obtidos ao se usar um tomógrafo computadorizado multi-slice (TCMS) foram utilizados como padrão-ouro. Utilizaram-se 20 mandíbulas (40 locais potenciais para implante), as quais foram digitalizadas por uma TCMS (Somatom Sensation 40) e uma TCFC (i-CAT). As imagens do TCMS foram avaliadas utilizando o software Syngo CT Workplace, enquanto as imagens do TCFC, o software XoranCat; a densidade do osso trabecular na mesma área foi avaliada em ambas as imagens. A densidade óssea e da área do ROI foram comparadas pelo teste t de Student e análise de Bland-Altman. O valor médio de UH obtidos utilizando TCFC (418,06) foi maior do que o obtido utilizando TCMS (313,13), com uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$). Além disso, a análise de Bland-Altman mostrou que as medidas de UH não eram equivalentes. A densidade óssea em UH com imagens tomográficas obtidas utilizando o dispositivo estudado demonstraram pouca confiabilidade, uma vez que era mais elevada do que a obtida usando TCMS.

Valiyaparambil et al. (2012) analisaram a relação entre a TCFC, os valores de escala de cinza e a UH, e se os valores de cinza em locais com ausência de dentes se correlacionam com a qualidade óssea subjetiva clínica avaliada no momento da cirurgia. Foram utilizados dois fantasmas radiográficos contendo concentrações variadas de dipotássio hidrogênio ou hidroxiapatita de cálcio (HA), as imagens foram tomadas usando a TCMS ou TCFC. Os dados foram reconstruídos em DICOM para examinar a relação entre a TCFC com valores de cinza e a UH. Foram realizados exames tomográficos pré-cirúrgicos de 52 pacientes que foram submetidos à cirurgia de implantes nos sextantes posteriores. Os valores de cinza dos locais implantados foram medidos e comparados com a qualidade óssea subjetiva avaliada no momento da cirurgia. A conclusão foi de que os valores de cinza das TCFC podem

ser usados para inferir a densidade óssea e proporcionar um auxílio valioso para prever a qualidade do osso em locais pré-cirúrgicos.

Araki e Okano (2013) avaliaram a confiabilidade dos valores de pixel em TCFC, especialmente no que diz respeito ao efeito de objetos circundantes que são representados dentro do campo de visão (FOV). Foi utilizado para este experimento um TCMS, GE Hi-Speed QXi, e um TCFC, Accuitomo 3D FPD. Dois tipos de fantasmas foram utilizados, ambos continham Lipiodol Ultra Fluid (Lipiodol UF). No tipo 1, o fantasma era alvo para a mensuração do valor de pixel, enquanto o tipo B foi utilizado para o ambiente circundante. Nas TCMS, o valor de pixel (UH) mostrou uma correlação quase linear com a concentração de Lipiodol UF. Nas TCFC, por outro lado, o valor de pixel não foi correlacionado linearmente com a concentração de Lipiodol UF. A posição do fantasma tipo B afetou os valores de pixel em imagens do tipo 1. O valor de pixel em TCFC pode ser afetado por várias condições, tais como endurecimento do feixe e os materiais circundantes, e não é, portanto, confiável. O cuidado é essencial quando os valores de pixel em TCFC são utilizados para estimar a densidade óssea em potenciais locais para cirurgia de implantes.

Parsa et al. (2013a) realizaram um estudo para determinar a variação do valor de cinza no local de cirurgia de implante com diferentes configurações de digitalização, incluindo campo de visão (FOV), resolução espacial, o número de projeções e tempo de exposição em dois TCFC, para comparar os resultados com aqueles obtidos a partir de um sistema de TCMS. Uma mandíbula seca parcialmente desdentada foi digitalizada por três modalidades de TC: TCMS (Philips, Best, Holanda), e dois sistemas de TCFC: (Accuitomo 170[®], Morita, Japão) e (NewTom 5G[®], QR, Verona, Itália). Os exames foram convertidos em imagem digital e comunicações em formato de medicina (DICOM). A análise dos dados foi realizada por meio dos softwares 3Diagnosys[®] e Geomagic Studio 2012. Na varredura TCMS, uma sonda que designa o local para colocação do implante no pré-operatório foi inserida e transportada para a mesma região em cada varrimento TCFC, usando um algoritmo com base em volume tridimensional. A média do valor de voxel da região em torno da sonda foi derivada separadamente para cada TCFC. Foi avaliada a influência dos parâmetros de varredura nos valores médios de voxel medidos. Os valores de cinza em ambos os sistemas de TCFC desviou significativamente dos valores unitários de Hounsfield medidos com TCMS. Em ambos os sistemas de TCFC, a digitalização do FOV e seleções de resolução espacial teve uma influência

significativa sobre a mensuração do valor de cinza. O número de seleção de projeções teve uma influência significativa no sistema Accuitomo, enquanto o tempo de exposição e dose de seleção não tiveram influência estatisticamente significativa nas medidas de valor de cinza no NewTom. Os valores do nível de cinza a partir de imagens de TCFC são influenciados por configurações do dispositivo e de digitalização.

Parsa et al. (2013b) analisaram a correlação entre a fração de volume ósseo (BV/TV) e a calibração da densidade óssea radiográfica em UH em mandíbulas humanas, derivado de micro-CT e TCMS, respectivamente. O segundo objetivo foi avaliar a precisão da TCFC na avaliação da densidade óssea trabecular e microestrutura, utilizando TCMS e micro-CT, respectivamente, como padrões-ouro de referência. Foram utilizadas 20 mandíbulas secas, parcialmente desdentadas, escaneadas por três modalidades: TCMS, TCFC e Micro-CT. A análise das imagens foi realizada por meio Amira, 3Diagnosis, Geomagic e CTAN – foi selecionada uma região de interesse (ROI). Avaliados na TCMS, a HU; no Micro-CT, o BV/TV, e na TCFC, o valor de cinza e a fração de volume ósseo de cada ROI foram derivados. Foram observadas correlações fortes entre TCFC e densidade TCMS e entre as medições de TCFC e Micro-CT, o BV/TV. Observou-se, também, uma excelente correlação entre TCMS, a UH, e Micro-CT, o BV/TV; no entanto, foram encontradas diferenças significativas entre todas as comparações de pares ($p < 0,001$), exceto para as medições médias entre TCFC e Micro-CT BV/TV ($p = 0,147$). Existe uma excelente correlação entre a fração de volume ósseo e da densidade óssea, avaliada em Micro-TC e TCMS, respectivamente. Isto sugere que as medidas de densidade óssea podem ser usadas para estimar os parâmetros micro-estruturais ósseos. A forte correlação também foi encontrada entre TCFC, os valores de cinza e BV/TV e seus padrões-ouro, sugerindo o potencial desta modalidade na avaliação da qualidade óssea no local do implante.

Nomura et al. (2013) investigaram a estabilidade dos valores de voxel em TCFC, utilizando um detector de tela plana na mudança de circunstâncias que cercam, ao simular situações clínicas. Foram utilizadas sete hastes de hidroxiapatita (HA) (0, 40, 80, 120, 160, 199 e 239mg/cm³), as quais foram fixadas em um simulador de água de 16 cm de diâmetro e digitalizadas com TCFC e, também, com TCMS, utilizado como referência padrão. Os valores de voxel de TCFC foram medidos por meio das imagens obtidas com o software OsiriX e em comparação

com a UH, na TCMS. Foi examinada a correlação entre os valores de voxel e os conteúdos de HA, a variação dos valores de voxel e a influência da alteração das circunstâncias que cercam nos valores de voxel. Os valores de voxel do TCFC eram diferentes da UH da TCMS, mas houve uma correlação linear de Person entre os valores de voxel e os conteúdos HA. Os valores de voxel não foram afetados significativamente na existência de materiais que simulam tecidos duros orais e/ou em um núcleo de metal. Houve uma correlação linear entre os valores de voxel de TCFC e os conteúdos das amostras das Hastes HA. O estudo indica que poderia ser possível avaliar o conteúdo mineral ósseo a partir dos valores de voxel de TCFC para o tratamento com implantes dentários.

Ibrahim et al. (2014a) determinaram neste estudo a precisão da TCFC para medir a microestrutura do osso trabecular em comparação com a Micro-TC (μ TC). Foram avaliadas mandíbulas secas, escaneadas a partir de um sistema de TCFC (80 μ m) e um sistema de Micro-CT (35 μ m). Três parâmetros ósseo microestruturais, o número trabecular (Tb.N), a espessura (Tb. Th) e o espaçamento (Tb.Sp), foram avaliados por meio de software de imagem CTAN. Os coeficientes de correlação de Person entre as medidas dos dois sistemas foram para Tb.Th 0,82, para Tb.Sp 0,94 e para Tb.N 0,85 (todos com $p < 0,001$). Os gráficos de Bland-altman mostrou concordância mais forte e Tb.N (-0,37 μ m), seguido por Tb.Th (1.6 μ m) e Tb.Sp (8.8 μ m). O conjunto de dados TCFC pode ser usado para avaliar a microestrutura do osso trabecular em locais de cirurgia de implantes. A precisão para medir Tb.N foi melhor, seguido por Tb.Th e Tb.Sp.

Razi et al. (2014), neste estudo descritivo, utilizaram-se de uma cabeça de uma ovelha digitalizada com 3 tomógrafos computadorizados de feixe cônico e um aparelho de tomografia computadorizada multi-slice. A escala de cinza e a UH foram detectadas nas imagens, então, dados reconstruídos foram analisados para investigar a relação entre escalas de cinza em TCFC e a UH. Uma forte correlação entre as escalas de cinza, em TCFC, e a UH, em TCMS, foi determinada. Considerado o fato de que a escala de cinza em TCFC é o critério de medida de densidade óssea para avaliação pré-cirúrgica para tratamento com implantes, recomenda-se esta, por causa da dose mais baixa de radiação e custo, comparado à tomografia computadorizada.

Ibrahim et al. (2014b) avaliaram a influência de diferentes locais de objetos em diferentes campos de visão (FOVs) em dois sistemas de TCFC. Um bloco de

mandíbula humana seca foi digitalizado em cinco locais diferentes (centro, esquerda, direita, anterior e posterior), e utilizados cinco FOVs diferentes, em dois sistemas de TCFC (NewTom 5G; QR Verona, Itália, e Accuitomo 170; Morita, Kyoto, Japão). O software de análise de imagem (CTAN software v 1.1; SkyScan, Kontich, Bélgica) foi utilizado para avaliar os ossos trabeculares nos parâmetros microestruturais (espessura, Tb.Th; espaçamento, Tb.Sp; número, Tb.N; densidade de volume ósseo, BV/TV). Todas as medidas foram tomadas duas vezes por um observador treinado. Tb.Th, Tb.Sp e Tb.N variou significativamente entre os diferentes FOVs no NewTom 5G ($p < 0,001$) e o Accuitomo 170 ($p < 0,001$). Para a localização, uma diferença significativa foi observada apenas na medição BV/TV ($p = 0,03$) usando o NewTom 5G. As medições microestruturais do osso trabecular obtidas a partir de sistemas de TCFC são influenciadas pelo tamanho do FOVs. Nem todos os parâmetros do osso trabecular medidos utilizando diferentes sistemas de TCFC são afetados quando há variação da localização do objeto dentro dos FOVs.

2.3 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA E ESTABILIDADE PRIMÁRIA

A estabilidade de um implante pode ser definida como a ausência de mobilidade clínica sob uma carga específica, que depende do contato da superfície do implante e o tecido ósseo adjacente, sendo que a estabilidade primária é aquela alcançada ao término da instalação do implante (Herrero-Climent et al., 2012).

Entre os métodos de avaliação da estabilidade dos implantes mais utilizados, com aplicabilidade clínica, são: os exames de imagem, torque de inserção (avaliação da estabilidade primária) e análise de frequência de ressonância (avaliação da estabilidade primária e secundária). Os dois últimos métodos mencionados apresentam uma avaliação objetiva da estabilidade dos implantes (Oh; Kim, 2012).

O Osstell[®] é um aparelho que mede a rigidez do conjunto osso e implante e a sua capacidade de resistir às forças de flexão por meio da análise de frequência de ressonância (RFA), analisando a frequência da oscilação do implante dentro do osso (Degidi et al., 2010).

Quanto mais rígido for o conjunto osso e implante, maior será a frequência de oscilação do transdutor. Este aparelho pode ser utilizado tanto para verificar a estabilidade primária quanto a estabilidade secundária, bem como ao longo do tempo (Herrero-Climent et al., 2012).

O aparelho utiliza um sistema sem fio para análise da frequência de ressonância, em que um transdutor (Smartpeg[®], Integration Diagnostics AB, Suécia) é fixado ao implante ou pilar e com o auxílio de um montador específico, sendo utilizado um torque de 4 a 5 N/cm suficientes para o travamento. Possui um ímã interno, que é excitado por ondas eletromagnéticas quando da aproximação de uma sonda que excita este conjunto sem tocá-lo e registra a quantidade de vibração. Esta vibração é convertida pelo aparelho da frequência em Hertz (Hz) para uma unidade de medida denominada quociente de estabilidade do implante (ISQ, *Implant Stability Quotient*), que varia de 1 a 100. Existe um SmartPeg para cada tipo e marca comercial de implante (Alsaadi et al., 2007).

O Osstell[®] tem sido bastante utilizado para a avaliação da estabilidade dos implantes (Hsu et al., 2013b).

Outra forma de verificar a estabilidade primária é a avaliação do torque de inserção, sendo este um dos métodos mais utilizados; por ser prático e fácil de obter no momento da instalação do implante, não existe um parâmetro que determine um valor que possa estabelecer um prognóstico favorável ou não para osseointegração. Implantes com torque de inserção mais altos estão relacionados com sucesso na osseointegração; da mesma forma, os implantes com baixo torque de inserção estão mais relacionados com falhas de osseointegração (Hsu et al., 2013a).

O torque de inserção é alcançado no momento da instalação do implante com o auxílio de aparelhos manuais ou elétricos e reflete a quantidade de força exercida na área durante o travamento do implante na loja cirúrgica, é expresso em Newton por centímetro (N/cm), e está diretamente relacionado ao íntimo contato entre o implante, o osso e as condições de ambos (Walker et al., 2011).

As dimensões de diâmetro e altura, as características da superfície do implante e a geometria das roscas podem influenciar o torque de inserção, assim como as características do osso, a espessura de cortical, estrutura medular, grau de mineralização e sua densidade (Degidi et al., 2010).

Alsaadi et al. (2007) realizaram um estudo avaliando um total de 298 pacientes (198 do sexo feminino, com idade média de 56,4 anos). Foram instalados

761 implantes e realizada uma avaliação subjetiva da qualidade óssea em radiografias e pela sensação tátil do cirurgião em comparação às medições de torque. Num subgrupo de pacientes, a estabilidade do implante também foi submetida à avaliação pelo quociente de estabilidade do implante (ISQ) e/ou os valores do periotest. Para a sensação tátil do cirurgião, uma boa correlação foi observada com a qualidade do osso. A avaliação subjetiva da qualidade óssea está relacionada com os valores do periotest, quociente de estabilidade do implante e com o torque de inserção do implante.

Zix et al. (2008) avaliaram 213 implantes em 65 pacientes medidos por análise de frequência de ressonância com Osstell® e também com o Periotest. O Osstell® parece menos suscetível a variáveis de medição clínica do que o periotest. Ambas as técnicas de medição mostram uma correlação significativa para o diâmetro do implante. Concluíram, então, que a análise de frequência de ressonância (Osstell®) parece ser uma técnica mais precisa.

Degidi et al. (2010), em outro estudo, avaliou a percepção do cirurgião dentista quanto à estabilidade do implante, o torque de inserção e os valores obtidos por meio de análise de frequência de ressonância (RFA) durante a implantação e verificaram que a estabilidade primária é geralmente subestimada e que a previsão é boa o suficiente para evitar erros ao usá-la em carga imediata.

Oh e Kim (2012) realizaram um estudo avaliando 211 implantes, sendo 114 em maxila e 97 em mandíbula, implantados em 162 pacientes; neste, apresentam que ambos os aparelhos, Osstell® e Periotest, parecem ser úteis para prever o prognóstico da instalação do implante.

Kim et al. (2015) analisaram 57 implantes dentários de titânio que foram colocados em espumas de poliuretano artificiais com sete espessuras diferentes (3,5 a 12 mm) e oito mandíbulas desdentadas de cadáveres humanos (quatro homens e quatro mulheres, 79, 11, 13 e 48 anos). Depois, os valores ISQ, o torque de inserção e rigidez estática de cada sistema de implante foram medidos; a análise dinâmico-mecânica (DMA) foi realizada para avaliar a rigidez dinâmica e viscoelástica. Concluíram que a DMA poderia ser usada para estimar as mudanças de estabilidade mecânica e dinâmica de sistemas de implantes dentários com espessura variável de osso interfacial, proporcionando fortes correlações com os valores do ISQ, torque de inserção tradicional e rigidez estática. A altura do osso trabecular de 5,5 mm na interface implante foi recomendada como um valor de limiar acima do qual poderia

ser alcançado constante de estabilidade do sistema de implantes dentários. Os valores ISQ proporcionam uma melhor avaliação para a estabilidade mecânica dos sistemas de implantes dentários em qualidade mais homogênea do osso de interface.

Valente et al. (2015) utilizaram cinquenta e quatro implantes cilíndricos e cônicos com diferentes plataformas protéticas da marca Neodent®. Os implantes foram inseridos em um osso de costela de porco e blocos poliuretanos. A estabilidade primária foi avaliada pelo torque de inserção (TI), análise de frequência de ressonância (RFA) e força de arrancamento. Os implantes também foram analisados por microscopia de varredura eletrônica (MVE) antes da inserção e após a remoção para justificar seu uso para a inserção em diferentes substratos. Foi observado, na análise dos diferentes implantes, que os cônicos apresentaram uma melhor estabilidade primária; a densidade do material influencia na estabilidade primária e o poliuretano de baixa densidade não é adequado para avaliar a estabilidade primária e a correlação; quanto à estabilidade primária, foi obtida entre as diferentes metodologias de análise.

2.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E ESTABILIDADE PRIMÁRIA

Turkylmaz et al. (2006) realizaram um estudo para determinar a densidade óssea nos locais de implantação usando tomografia computadorizada (TC). Os valores de torque de fixação dos implantes e os valores de estabilidade do implante por meio de análise de frequência de ressonância avaliaram também uma possível correlação entre a densidade óssea, o torque de inserção e estabilidade do implante. Foram avaliados 85 pacientes e utilizados 158 implantes Sistema Branemark. Foi realizada a aquisição de imagens da tomografia computadorizada para avaliar as condições pré-operatórias de cada paciente, e as densidades ósseas foram registrados em UH. O torque de inserção dos implantes foi marcado com o equipamento Osseocare. As medidas de estabilidade dos implantes foram realizadas com o aparelho Osstell®. Os valores médios de densidade óssea e torque

de inserção foram $751,4 \pm 256$ UH e $39,7 \pm 7$ N/cm em 158 implantes. A média de estabilidade primária foi 73.2 ± 6 ISQ por 70 implantes. Foram observadas correlações fortes entre a densidade óssea, o torque de inserção e estabilidade primária na instalação do implante ($<0,001$). Estes resultados reforçam a hipótese de que seja possível prever e quantificar a estabilidade inicial do implante e da qualidade do osso a partir de diagnóstico pré-operatório com tomografia computadorizada (TC).

Isoda et al. (2012) avaliaram objetivamente a qualidade óssea com valores de densidade com TCFC para determinar a correlação entre a densidade óssea e a estabilidade primária dos implantes dentários. Utilizaram 18 implantes Straumann e os inseriram em 18 cabeças femorais de suínos novos. Foi utilizada a TCFC para determinar pré-operatoriamente o valor de densidade por meio de tons de cinza das regiões onde ocorreram as implantações. Com a utilização do torquímetro digital, avaliaram o torque máximo de inserção. Na frequência de ressonância, foi utilizado o Osstell Mentor medido em quociente de estabilidade do implante (ISQ); os valores de densidade por meio de tons de cinza variaram de 98 a 902 valor de vóxel. A média dos valores de densidade, torque de inserção e ISQ foram de 591 ± 226 valor de vóxel, $13,4 \pm 5,2$ N/cm e $67,1 \pm 8,1$ ISQ respectivamente. Foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre os valores de densidade e torque de inserção, entre os valores de densidade e ISQ e entre torque de inserção e ISQ. Concluíram que a qualidade óssea avaliada por TCFC mostrou uma alta correlação com a estabilidade primária dos implantes. As estimativas dos valores de densidade avaliada pelo TCFC pode permitir prever a estabilidade do implante.

Arisan et al. (2012) avaliaram 18 maxilares desdentados, os quais foram digitalizados de forma aleatória por TCMS ou por TCFC. Foi medida a densidade por meio de tons de cinza e planejados os implantes; um total de 108 implantes foram instalados e medidos os parâmetros de estabilidade primária por meio de torque de inserção (ITV) e análise de frequência de ressonância (RFA); a classificação de qualidade óssea radiográfica e subjetiva (BQC) também foi classificada. Os valores de densidade por meio de tons de cinza com base na TCFC (765 ± 97.32 valor de vóxel) foram significativamente maiores do que as dos valores baseados na TCMS ($668,4 \pm 110$ UH, $p < 0,001$). Encontraram relações significativas entre os valores de densidade por meio de tons de cinza, torque de inserção (ITV) e análise de frequência de ressonância (RFA). Concluíram que os valores de densidade por meio

de tons de cinza são semelhantes entre TCMS e TCFC, resultados que devem ser confirmados em diferentes TCFC.

Alguns fatores podem influenciar a estabilidade primária, principalmente a qualidade e quantidade óssea, além da região na arcada dentária; a técnica cirúrgica, a habilidade do cirurgião, além das características do implante, geometria, diâmetro, comprimento e tratamento da superfície (Hong et al., 2012).

A qualidade óssea depende especificamente de cada paciente e região no mesmo, uma vez que esta característica depende da cortical óssea e do osso trabecular, além da mineralização óssea da região para a implantação (Valiyaparambil et al., 2012).

Hsu et al. (2013b) investigaram como a estabilidade primária de um implante dentário, é afetada por variadas espessuras de osso cortical e forças de osso trabecular utilizando modelos ósseos sintéticos. Realizaram as correlações da estabilidade primária do implante com as diversas espessuras de cortical e cinco forças para a implantação. Concluíram que a estabilidade inicial, no momento da instalação do implante, é influenciada tanto pela espessura do osso cortical quanto pela resistência de osso trabecular; no entanto, esses fatores são, na sua maioria, não-linearmente correlacionados com o torque, periotest e o ISQ . O torque parece mais adequado para identificar a estabilidade primária do implante no osso com osteoporose com um cortical fina.

Cortes et al. (2015) avaliaram 25 pacientes que receberam 31 implantes e analisaram as radiografias panorâmicas (tomadas no início do tratamento odontológico) e as tomografias computadorizadas de feixe cônico (tomadas para o planejamento cirúrgico para a instalação dos implantes). Amostras de ossos recuperados dos locais da instalação dos implantes foram avaliadas com dupla absorptometria de raios X, micro-TC e histologicamente. Odds ratio, sensibilidade e especificidade de todas as variáveis para prever pico elevado de TI foram avaliados. Dentro das limitações do estudo, os resultados observados usando o sistema de implante presente e seguir as orientações cirúrgicas sugerem que a classificação radiográfica desenvolvida pode ser considerada para prever TI de implantes dentários cilíndricos. Isto poderia ser útil no plano de tratamento de casos de carga imediata e as TCFC tomadas com o dispositivo utilizado no estudo; estas podem ser consideradas para avaliar a densidade óssea alveolar, visto que a densidade óssea radiográfica obtida com este método foi fortemente correlacionada com medidas

morfométricas de ambos, a micro-TC e a histologia.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo é verificar a correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea por meio de radiografias panorâmicas, perfil de qualidade óssea com o auxílio de software para imagens em tomografia computadorizada de feixe cônico, análise da frequência de ressonância (RFA) medida em ISQ (quociente de estabilidade do implante) e torque de inserção do implante.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de São Paulo, o qual recebeu o número 697.533, em 23/05/2014 (Anexo A). Foi utilizado o banco de dados do curso de pós-graduação em Implandodontia da Universidade Metropolitana de Santos (Anexo B), e avaliados os dados de 160 implantes cilíndricos autorrosqueante, dupla rosca e ápice cônico de 3,75 mm de diâmetro e 11,5 mm de comprimento em 72 indivíduos na faixa etária de 28 - 77 anos de ambos os gêneros, com média de 55,5 ($\pm 10,5$) anos, além de suas imagens e prontuários clínicos. Foram excluídos os indivíduos com histórico de terapia de reposição hormonal ou de cálcio, quem fazem uso com menos de seis meses, além de os que não tinham todos os exames necessários para este estudo.

Foram avaliados os implantes em diversas regiões da cavidade oral com diversos tipos de osso.

Todas as imagens digitais de radiografias panorâmicas bem como as tomografias computadorizadas de feixe cônico que foram utilizadas neste estudo são provenientes de um Instituto parceiro da Universidade Metropolitana de Santos, realizadas pelo aparelho ORTHOPHOS XG 3D – PAN/TELE/TOMO (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemanha) (Figura 4.1), seguindo o mesmo protocolo de aquisição:

A Radiografia Panorâmica com 69 kVp, 15 mA e tempo de exposição 14,1 s.

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico com 16 Bits, FOV de 8cm x 8cm, 85 kVp, 07 mA e tempo de exposição 5,1 s e tamanho de voxel de 0,16 mm.

Figura 4.1 - ORTHOPHOS XG 3D – PAN/TELE/TOMO
(<http://www.sirona.com/en/products/imaging-systems/orthophos-xg-3d/>)

Nas radiografias panorâmicas foram avaliados os índices radiomorfométricos, dentre eles, o índice cortical mandibular (ICM). Uma avaliação bilateral com resultados estabelecidos em: C1 – cortical mandibular posterior clara e nítida, C2 – a superfície endosteal apresenta defeitos semilunares (reabsorções lacunares) ou a superfície apresenta resíduos de cortical, C3 - a camada cortical está extremamente porosa (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Ilustração do Índice Cortical Mandibular (Klemetti et al., 1994)

Índice panorâmico mandibular inferior (IPMI), na avaliação bilateral, determinado pela razão da espessura da cortical mandibular, medida sobre a linha perpendicular à base da mandíbula, na altura do centro do forame mentual (c), pela

distância entre o limite inferior do forame mental e a base da mandíbula (b). E índice panorâmico mandibular superior (IPMS), na avaliação bilateral, determinado pela razão da espessura da cortical mandibular, medida sobre a linha perpendicular à base da mandíbula, na altura do centro do forame mental (c), pela distância entre o limite superior do forame mental e a base da mandíbula (a) (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Ilustração Índice Panorâmico Mandibular Inferior e Superior (Benson et al., 1991)

O índice mental (IM), na avaliação bilateral determinada pela largura do cortical mandibular, medida sobre a linha perpendicular à base da mandíbula, na altura do centro do forame mental (Tagushi et al., 1995) (Figura 4.4)

Figura 4.4 – Ilustração do Índice Mental

As medidas dos índices radiomorfométricos panorâmicos do mandibular superior, inferior e o mental e a qualificação do índice cortical mandibular foram aferidos utilizando o software para imagem ImageJ64 (Wayne Rasband National Institute of Health, USA). (Figura 4.5)

Figura 4.5 – Software Image J64

Para a mensuração das distâncias na radiografia, foi utilizada a ferramenta do Image J64 *Straight*. (Figura 4.6)

Figura 4.6 – Ferramenta *Straight* no software Image J64

As imagens das tomografias computadorizadas de feixe cônico foram convertidas em extensão DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) e avaliadas pelo programa OsiriX Imaging Software (OsiriX Foundation, Geneva, Switzerland) (Figura 4.7). Neste software, foi criada uma região de interesse (ROI)

na medida de 3,75mm de diâmetro e 11,5mm de comprimento, medidas iguais do implante instalado, e utilizada a ferramenta de análise de densidade óssea por meio de valores de pixels para analisar a qualidade óssea na região.

Figura 4.7 – OsiriX Imaging Software utilizando a ferramenta de análise dos valores de pixels

Neste ROI também foi mensurada a espessura da cortical da crista óssea alveolar (Figura 4.8) (Cortes et al., 2015).

Figura 4.8 – OsiriX Imaging Software utilizando a ferramenta para mensurar a cortical na crista óssea do rebordo

Figura 4.11 – Torquímetro Padrão Manual

Figura 4.12 – Valor do torque na haste do torquímetro

Após a instalação do implante, foi avaliado o grau de estabilidade primária, medida por meio da análise de frequência de ressonância pelo Osstell® (Integration Diagnostics Ltd., Göteborg, Suécia) (Figura 4.13) e Smartpeg® (Integration Diagnostics Ltd., Göteborg, Suécia) (Figura 4.14). Smartpeg® é selecionado de acordo com a lista de referência Smartpeg® e apertado manualmente sobre o

implante; as medições são realizadas em duas direções méso-distal e vestibulo-lingual (Figura 4.15).

Figura 4.13 - Osstell®
(<http://www.osstell.com/products/>)

Figura 4.14 – SmartPeg®
(<http://www.osstell.com/products/>)

Figura 4.15 – Utilização do Osstell® realizando a mensuração méso-distal

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados em planilhas do software Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corp., EUA) e analisados estatisticamente.

Para isso, os dados foram submetidos à análise estatística com nível de significância de 95% ($p < 0,05$) e de 99% ($p < 0,01$).

Os dados submetidos continham informação completa de 160 implantes avaliados, de 72 pacientes. Algumas medidas eram relacionadas ao implante, como tomografia (valores de pixels e espessura da cortical na crista óssea do rebordo), torque e o ISQ; outras, relativas ao paciente: sexo, idade, IM, IPMS, IPMI, ICM.

Medidas contínuas foram apresentadas por meio de estatísticas de posição (média, mínimo, máximo) e escala (desvio padrão e intervalo interquartil). O ICM, sexo e se o implante estava na mandíbula ou na maxila, anterior ou posterior (variáveis categóricas) foram apresentados em frequências absolutas e relativas.

Comparações de médias das medidas contínuas, segundo a região de instalação do implante avaliado (Mandíbula/Maxila X Anterior/Posterior), foram realizadas por KRUSKAL-WALLIS (Bussab; Morettin, 2006).

Foram construídas tabelas e gráficos e calculados os respectivos coeficientes de correlação de Spearman entre as medidas (Pinheiro; Bates, 2000).

O ICM é uma variável intrínseca ao indivíduo, portanto, utilizando os 72 indivíduos avaliados, realizou-se uma avaliação da relação com idade e gênero, ajustando um modelo multinomial (Agresti, 2002). Para ajudar a interpretação dos resultados, construíram-se gráficos de barras e boxplots para idade, segundo ICM e sexo.

Além da análise de correlação, o pesquisador selecionou, aleatoriamente, 50 regiões de implantes (de 35 indivíduos) para serem reavaliadas em duplicata pelo pesquisador principal e reavaliadas, uma única vez, por um colega. A análise intra-observador foi avaliada pelo CCI (Coeficientes de Correlação Intraclass) (Shrout e Fleiss, 1979) para as medidas contínuas e pelo coeficiente de concordância de Kappa para o ICM (Hollander; Wolfe, 1973). Para a análise inter-observador, foram construídos gráficos de Bland-Altman (Bland; Altman, 1986), acompanhados do coeficiente de concordância de Lin (Lin, 1989). E, para o ICM, foi apresentada uma tabela de distribuição de frequência com o coeficiente de concordância de Kappa novamente.

As análises foram realizadas com auxílio do *software* R 3.1.1 (R Core Team, 2014) e Statistical Package for Social Science (SPSS-PC). Os gráficos utilizaram o pacote *ggplot2* (Wickham, 2009).

5 RESULTADOS

A Tabela 5.1 destaca as estatísticas descritivas das variáveis contínuas que constam no banco de dados. Nota-se que, em algumas delas, são avaliadas as regiões e os 160 implantes, e o restante, com a avaliação dos 72 indivíduos incluídos na análise. Dos 72 indivíduos, a média de idade foi de 55,5 anos com desvio padrão de 10,5 (mínimo de 28 e máximo de 77), sendo 48 mulheres (66,7%).

Tabela 5.1 - Estatísticas descritivas das medidas realizadas nos dentes e nas mandíbulas/maxilas

Variável	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana	1º quartil	3º quartil
ISQ Mesio-distal	160	20	82	60,51	12,30	62	55	70
ISQ Lingual-vest.	160	14	82	58,85	12,01	61	53	67
Torque	160	10	80	46,19	15,79	43	35	60
Valores de Pixels	160	113,947	924,016	459,769	171,357	458,673	346,447	580,515
IM - Direito	72	1,800	7,070	4,930	0,952	4,960	4,483	5,410
IM - Esquerdo	72	1,800	6,880	4,750	0,792	4,740	4,360	5,130
IPMI Real - Dir.	72	0,182	0,500	0,368	0,075	0,368	0,308	0,426
IPMI Real - Esq.	72	0,203	0,600	0,359	0,079	0,351	0,303	0,412
IPMS Real - Dir.	72	0,160	0,419	0,287	0,056	0,293	0,239	0,325
IPMS Real - Esq.	72	0,164	0,436	0,273	0,050	0,270	0,242	0,306

A Tabela 5.2 compara os valores médios dessas medidas segundo a posição da instalação do implante (região). Nota-se que o ISQ foi superior na posição anterior (ANT) da arcada, principalmente na região de mandíbula (MD) quando comparado com a maxila (MX). Já o torque apresenta médias superiores dos implantes na região de mandíbula (MD), independentemente de ser anterior (ANT) ou posterior (POST). Por fim, há diferença nos índices de IM, IPMI e IPMS entre os lados em que se encontram os implantes avaliados, uma vez que esses índices são realizados na região de mandíbula (MD) do mesmo indivíduo. Porém, os indivíduos que tiveram avaliados os implantes na região de mandíbula (MD) anterior (ANT) apresentaram médias desses índices inferiores aos de outras regiões.

Tabela 5.2 - Médias e desvio padrão por Região

Variável	MD ANT (n=15)		MD POST (n=62)		Região		MX POST (n=55)		Total (n=160)		Valor p ¹
	Média	DP	Média	DP	MX ANT (n=28)	DP	Média	DP	Média	DP	
ISQ Mesio-distal	68,6	9,8	59,0	13,2	63,6	8,8	58,5	12,4	60,5	12,3	0,012
ISQ Lingual-vest.	66,0	9,4	59,8	12,6	58,2	10,9	56,1	11,9	58,9	12,0	0,033
Torque	47,7	16,1	48,1	16,2	45,4	12,8	44,1	16,8	46,2	15,8	0,565
Valores de Pixels	544,8	218,3	522,4	160,2	423,7	156,1	384,4	141,3	459,8	171,4	<0,001
IM - Direito	3,99	1,65	5,17	0,82	5,20	0,95	4,93	0,81	4,98	0,99	<0,001
IM - Esquerdo	4,03	1,52	4,99	0,67	4,84	0,62	4,72	0,73	4,78	0,83	0,001
IPMI Real - Dir.	0,32	0,08	0,39	0,07	0,40	0,07	0,37	0,07	0,37	0,07	0,002
IPMI Real - Esq.	0,34	0,10	0,37	0,07	0,38	0,06	0,34	0,08	0,36	0,08	0,057
IPMS Real - Dir.	0,25	0,06	0,30	0,05	0,31	0,06	0,29	0,06	0,29	0,06	0,011
IPMS Real - Esq.	0,26	0,07	0,28	0,05	0,28	0,04	0,26	0,05	0,27	0,05	0,021

(1) KRUSKAL-WALLIS

Já na tabela 5.3, foram feitas comparações entre as médias das medidas do ISQ, Torque, Valores de Pixels, IM, IPMI e IPMS segundo a arcada. Nesta tabela os dados foram separados de acordo com o local de instalação do implante, onde alguns indivíduos receberam implante na região de mandíbula e outros na região de maxila.

Tabela 5.3 - Médias e desvio padrão por Arcada

Variável	Mandíbula (n=77)		Arcada		Total (n=160)		Valor p
	Média	DP	Maxila (n=83)	DP	Média	DP	
Idade	58,2	10,1	55,9	9,6	57,0	9,9	0,144
ISQ Mesio-distal	60,8	13,2	60,2	11,5	60,5	12,3	0,749
ISQ Lingual-vest.	61,0	12,2	56,8	11,5	58,9	12,0	0,026
Torque	48,0	16,0	44,5	15,5	46,2	15,8	0,166
Valores de Pixels	526,8	171,6	397,6	146,7	459,8	171,4	<0,001
IM - Direito	4,94	1,12	5,02	0,87	4,98	0,99	0,641
IM - Esquerdo	4,80	0,97	4,76	0,69	4,78	0,83	0,742
IPMI Real - Dir,	0,37	0,08	0,38	0,07	0,37	0,07	0,661
IPMI Real - Esq,	0,36	0,08	0,35	0,08	0,36	0,08	0,584
IPMS Real - Dir,	0,29	0,05	0,30	0,06	0,29	0,06	0,16
IPMS Real - Esq,	0,28	0,06	0,27	0,05	0,27	0,05	0,162

(1) KRUSKAL-WALLIS

Na tabela 5.4, foram feitas comparações entre as médias das medidas do ISQ, Torque, Valores de Pixel, IM, IPMI e IPMS segundo o sexo.

Tabela 5.4 - Médias e desvio padrão por Sexo

Variável	Sexo						Valor p
	Feminino (n=105)		Masculino (n=55)		Total (n=160)		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Idade	56,5	10,5	58,1	8,6	57,0	9,9	0,312
ISQ Mesio-distal	60,4	13,1	60,8	10,7	60,5	12,3	0,849
ISQ Lingual-vest.	58,5	12,9	59,6	10,1	58,9	12,0	0,598
Torque	45,3	15,7	47,9	15,9	46,2	15,8	0,32
Valores de Pixels	463,5	189,2	452,6	132,1	459,8	171,4	0,704
IM - Direito	4,79	1,11	5,34	0,59	4,98	0,99	0,001
IM - Esquerdo	4,58	0,89	5,16	0,53	4,78	0,83	<0,001
IPMI Real - Dir,	0,37	0,08	0,38	0,06	0,37	0,07	0,729
IPMI Real - Esq,	0,36	0,08	0,35	0,06	0,36	0,08	0,449
IPMS Real - Dir,	0,30	0,07	0,29	0,03	0,29	0,06	0,289
IPMS Real - Esq,	0,28	0,06	0,27	0,04	0,27	0,05	0,298

(1) KRUSKAL-WALLIS

Na tabela 5.5, foram feitas comparações entre as médias das medidas do ISQ, Torque, Valores de Pixels, IM, IPMI e IPMS segundo o ICM.

Tabela 5.5 - Médias e desvio padrão por ICM

Variável	ICM								Valor p
	C1 (n=107)		C2 (n=31)		C3 (n=22)		Total (n=160)		Valor p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Idade	54,8	8,8	56,6	9,7	68,6	7,3	57,0	9,9	<0,001
ISQ Mesio-distal	60,8	11,7	57,1	14,3	64,1	11,7	60,5	12,3	0,119
ISQ Lingual-vest.	59,5	10,8	55,7	15,1	60,1	12,5	58,9	12,0	0,265
Torque	46,4	15,9	48,1	15,8	42,7	15,3	46,2	15,8	0,473
Valores de Pixels	445,5	159,6	499,1	152,6	473,6	238,8	459,8	171,4	0,286
IM - Direito	5,16	0,80	5,03	1,06	4,02	1,24	4,98	0,99	<0,001
IM - Esquerdo	4,91	0,71	4,85	0,65	4,06	1,21	4,78	0,83	<0,001
IPMI Real - Dir,	0,38	0,07	0,38	0,07	0,34	0,09	0,37	0,07	0,024
IPMI Real - Esq,	0,36	0,08	0,36	0,06	0,35	0,09	0,36	0,08	0,993
IPMS Real - Dir,	0,29	0,05	0,31	0,08	0,26	0,05	0,29	0,06	0,001
IPMS Real - Esq,	0,27	0,05	0,27	0,04	0,26	0,05	0,27	0,05	0,674

(1) KRUSKAL-WALLIS

Para explorar melhor a relação de idade, sexo e o ICM, construíram-se os Gráficos 5.1 e 5.2, abaixo. O primeiro apresenta a distribuição da idade segundo Sexo e as categorias do ICM; o segundo divide a variável idade em acima e abaixo de 60 anos e apresenta um gráfico de barras com as contagens das categorias de ICM para cada grupo.

Gráfico 5.1 - Boxplot para Idade segundo ICM e Sexo

Gráfico 5.2 - Frequência de ICM segundo faixa etária e Sexo

A Tabela 5.6 apresenta as frequências relativas (além das absolutas), representadas no Gráfico 5.2, de 12 mulheres acima de 60 anos, 41,7% eram ICM C3.

Tabela 5.6 - Frequência de ICM segundo faixa etária e sexo

Idade	Sexo	C1		C2		C3		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
< 60 anos	F	26	72,2	8	22,2	2	5,6	36	100
	M	14	100,0	0	0,0	0	0,0	14	100
	Total	40	80,0	8	16,0	2	4,0	50	100
≥ 60 anos	F	3	25,0	4	33,3	5	41,7	12	100
	M	7	70,0	2	20,0	1	10,0	10	100
	Total	10	45,5	6	27,3	6	27,3	22	100
Total	F	29	60,4	12	25,0	7	14,6	48	100
	M	21	87,5	2	8,3	1	4,2	24	100
Total		50	69,4	14	19,4	8	11,1	72	100

Para testar as hipóteses de efeito de idade e sexo sobre o ICM, ajustou-se um modelo de regressão multinomial. Nota-se que foram usadas informação apenas dos 72 indivíduos, uma vez que o ICM, assim como idade e sexo, seja uma variável específica dos indivíduos e não dos implantes. Tanto sexo quanto idade foram significativas ao nível de 5%. Estima-se que homens têm 81% menos chance de pertencer à categoria C2 do que as mulheres. E 92%, menos chance de pertencer à categoria C3 (quando comparada à C1). Além disso, independentemente do sexo do indivíduo, a cada ano de idade, aumenta a chance de ser classificado como C3 em 23%, como mostram os dados apresentados na tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Coeficientes ajustados do modelo multinomial para ICM segundo sexo e idade

Comparação	Coeficiente	Estimativa	Erro padrão	Razão de Chances			Valor p
				Estimado	Inf	Sup	
C2 X C1 (ref)	Intercepto	-3,04	1,93	0,05			0,116
	Sexo (masc.)	-1,68	0,85	0,19	0,04	0,98	0,048
	Idade	0,04	0,04	1,04	0,97	1,12	0,251
C3 X C1 (ref)	Intercepto	-13,66	4,15	0,00			0,001
	Sexo (masc.)	-2,48	1,24	0,08	0,01	0,94	0,045
	Idade	0,21	0,07	1,23	1,08	1,40	0,002

A tabela 5.8 apresenta a avaliação do coeficiente das correlações de Spearman entre as medidas contínuas: Torque, ISQ, Valores de Pixels, IM, IPMS e IPMI. Os índices radiomorfométricos foram fortemente correlacionados entre os lados direito e esquerdo. Nota-se alta correlação entre os índices de IM, IPMI e IPMS entre eles, tanto do lado direito quanto do lado esquerdo. Para os Valores de Pixels, avaliou-se a correlação moderada e bastante significativa com o Torque,

conforme o Gráfico 5.3 de dispersão do coeficiente de correlação de Spearman, entre o torque e os Valores de Pixel. Obteve-se também uma fraca correlação dos Valores de Pixels com o ISQ V-L e IPMS Esq, apesar de existente. O Torque apresenta correlação fraca com ISQs, e as direções do ISQ são fortemente correlacionadas entre si.

Tabela 5.8 - Coeficiente de correlação de Spearman das medidas

	Torque	ISQ M-D	ISQ V-L	Valores de Pixels	IM Dir	IM Esq	IPMI Dir	IPMI Esq	IPMS Dir	IPMS Esq
Torque		r= 0.131* p= 0.040	r= 0.193** p= 0.005	r= 0.330** p= 0.000	r= 0.017 p= 0.415	r= 0.046 p= 0.283	r= 0.064 p= 0.212	r= 0.045 p= 0.286	r= 0.057 p= 0.237	r= 0.013 p= 0.436
ISQ M-D	r= 0.131* p= 0.040		r= 0.674** p= 0.000	r= 0.122 p= 0.062	r= 0.000 p= 0.496	r= 0.095 p= 0.117	r= - 0.002 p= 0.489	r= 0.149* p= 0.030	r= - 0.033 p= 0.340	r= 0.145* p= 0.034
ISQ V-L	r= 0.193** p= 0.005	r= 0.674** p= 0.000		r= 0.156* p= 0.024	r= - 0.042 p= 0.301	r= 0.017 p= 0.413	r= - 0.021 p= 0.398	r= 0.076 p= 0.170	r= - 0.048 p= 0.273	r= 0.083 p= 0.148
Valores de Pixels	r= 0.330** p= 0.000	r= 0.122 p= 0.062	r= 0.156* p= 0.024		r= - 0.053 p= 0.252	r= 0.078 p= 0.165	r= 0.085 p= 0.144	r= 0.209** p= 0.004	r= 0.027 p= 0.366	r= 0.154* p= 0.026
IM Dir	r= 0.017 p= 0.415	r= 0.000 p= 0.496	r= - 0.042 p= 0.301	r= - 0.053 p= 0.252		r= 0.658** p= 0.000	r= 0.576** p= 0.000	r= 0.247** p= 0.001	r= 0.647** p= 0.000	r= 0.362** p= 0.000
IM Esq	r= 0.046 p= 0.283	r= 0.095 p= 0.117	r= 0.017 p= 0.413	r= 0.078 p= 0.165	r= 0.658** p= 0.000		r= 0.332** p= 0.000	r= 0.432** p= 0.000	r= 0.402** p= 0.000	r= 0.498** p= 0.040
IPMI Dir	r= 0.064 p= 0.212	r= - 0.002 p= 0.489	r= - 0.021 p= 0.398	r= 0.085 p= 0.144	r= 0.576** p= 0.000	r= 0.332** p= 0.000		r= 0.476** p= 0.000	r= 0.910** p= 0.000	r= 0.524** p= 0.000
IPMI Esq	r= 0.045 p= 0.286	r= 0.149* p= 0.030	r= 0.076 p= 0.170	r= 0.209** p= 0.004	r= 0.247** p= 0.001	r= 0.432** p= 0.000	r= 0.476** p= 0.000		r= 0.348* p= 0.000	r= 0.894** p= 0.000
IPMS Dir	r= 0.057 p= 0.237	r= - 0.033 p= 0.340	r= - 0.048 p= 0.273	r= 0.027 p= 0.366	r= 0.647** p= 0.000	r= 0.402** p= 0.000	r= 0.910** p= 0.000	r= 0.348* p= 0.000		r= 0.455** p= 0.000
IPMS Esq	r= 0.013 p= 0.436	r= 0.145* p= 0.034	r= 0.083 p= 0.148	r= 0.154* p= 0.026	r= 0.362** p= 0.000	r= 0.498** p= 0.040	r= 0.524** p= 0.000	r= 0.894** p= 0.000	r= 0.455** p= 0.000	

* $p \leq 0,05$ e ** $p \leq 0,01$

Gráfico 5.3 - Dispersão coeficiente de correlação de Spearman entre Torque e Valores de Pixels

A tabela 5.9 apresenta a avaliação do coeficiente das correlações de Spearman, incluindo idade e espessura da cortical da crista alveolar e entre as medidas contínuas: Torque, ISQ, Valores de Pixels. A idade não foi correlacionada com nenhuma das medidas, já a espessura da cortical da crista alveolar apresentou uma correlação moderada e bastante significativa com o torque de inserção, conforme o Gráfico 5.4 de dispersão do coeficiente de correlação de Spearman, entre espessura da cortical da crista alveolar e o torque e, também, com ISQ V-L e os valores de pixels. Ocorreu ainda uma fraca correlação, mas significativa, entre a espessura da cortical da crista alveolar e o ISQ M-D.

Tabela 5.9 - Coeficiente de correlação de Spearman incluindo idade e espessura da cortical da crista alveolar

	Idade	Torque	ISQ M-D	ISQ V-L	Valores de Pixels	Espessura da Cortical da Crista Alveolar
Idade		$r = -0.017$ $p = 0.415$	$r = 0.109$ $p = 0.071$	$r = -0.047$ $p = 0.265$	$r = -0.088$ $p = 0.135$	$r = 0.20$ $p = 0.401$
Torque	$r = -0.017$ $p = 0.415$		$r = 0.131^*$ $p = 0.040$	$r = 0.193^{**}$ $p = 0.005$	$r = 0.330^{**}$ $p = 0.000$	$r = 0.339^{**}$ $p = 0.000$
ISQ M-D	$r = 0.109$ $p = 0.071$	$r = 0.131^*$ $p = 0.040$		$r = 0.674^{**}$ $p = 0.000$	$r = 0.122$ $p = 0.062$	$r = 0.176^*$ $p = 0.013$
ISQ V-L	$r = -0.047$ $p = 0.265$	$r = 0.193^{**}$ $p = 0.005$	$r = 0.674^{**}$ $p = 0.000$		$r = 0.156^*$ $p = 0.024$	$r = -0.270^{**}$ $p = 0.000$
Valores de Pixels	$r = -0.088$ $p = 0.135$	$r = 0.330^{**}$ $p = 0.000$	$r = 0.122$ $p = 0.062$	$r = 0.156^*$ $p = 0.024$		$r = 0.377^{**}$ $p = 0.000$
Espessura da Cortical da Crista Alveolar	$r = 0.20$ $p = 0.401$	$r = 0.339^{**}$ $p = 0.000$	$r = 0.176^*$ $p = 0.013$	$r = -0.270^{**}$ $p = 0.000$	$r = 0.377^{**}$ $p = 0.000$	

* $p \leq 0,05$ e ** $p \leq 0,01$

Gráfico 5.4 - Dispersão do coeficiente de correlação de Spearman entre espessura da cortical da crista alveolar e o torque.

Por fim, avaliamos as consistências das observações intra e inter-observadores. A tabela 5.10 faz as comparações das médias e apresenta o CCI para a duplicata realizada pelo observador principal. A avaliação da tomografia foi realizada em 50 implantes, já as medidas IM, IPMI e IPMS foram realizadas na radiografias panorâmicas dos indivíduos desses 50 implantes, ou seja, em 35. Nota-se altíssima concordância entre todas as medidas.

Tabela 5.10. Média e desvio padrão para as medidas avaliadas nas duplicatas intra-observador e CCI com intervalo de confiança de 95%

Variável	Intra-observador		CCI		
	1º aval.	2º aval.	estimado	IC 95%	
Valores de Pixels	463,570 (156,580)	458,430 (154,210)	0,995	0,99	0,997
IM - Direito	5,080 (1,150)	5,050 (1,150)	0,997	0,995	0,999
IM - Esquerdo	4,880 (0,900)	4,850 (0,880)	0,995	0,989	0,997
IPMI Real - Dir,	0,370 (0,080)	0,360 (0,080)	0,992	0,983	0,996
IPMI Real - Esq,	0,350 (0,070)	0,350 (0,070)	0,995	0,991	0,998
IPMS Real - Dir,	0,290 (0,060)	0,290 (0,060)	0,997	0,994	0,998
IPMS Real - Esq,	0,270 (0,050)	0,270 (0,050)	0,989	0,978	0,994
Espessura do Cortical da Crista Alveolar	1,440 (0,650)	1,440 (0,650)	0,998	0,998	0,999

A tabela 5.11 se refere à avaliação intra-observador para o ICM. Da primeira para a segunda observação, avaliaram-se apenas 3 alterações no ICM. Com isso, o coeficiente kappa estimado foi alto.

Tabela 5.11. Distribuição de ICM das segunda e terceira observação em relação à medida original

ICM na segunda avaliação	ICM na primeira observação						Total		Kappa [IC 95%]
	N	C1 %	N	C2 %	N	C3 %			
C1	22	62,8	1	2,9	0	0	23	65,7	0,83 [0,60; 0,99]
C2	1	2,9	6	17,1	0	0	7	20	
C3	1	2,9	0	0	4	11,4	5	14,3	
Total	24	68,6	7	20	4	11,4	35	100	

As avaliações de concordância entre observadores para as medidas contínuas foram avaliadas pelos gráficos de Bland-Altman, como mostram os Gráficos 5.5 a 5.11. As linhas tracejadas são os intervalos de 95% preditos para o viés entre os observadores. Nenhuma variável apresentou tendências de viés a depender da escala, e os coeficientes de concordância de Lin (destacados no gráfico como r_c) foram sempre elevados.

Gráfico 5.5 - Bland-Altman para Valores de Pixels entre os dois avaliadores

Gráfico 5.6 - Bland-Altman para IM direita entre os dois avaliadores

Gráfico 5.7- Bland-Altman para IM esquerda entre os dois avaliadores

Gráfico 5.8 - Bland-Altman para IPMS direita entre os dois avaliadores

Gráfico 5.9. Bland-Altman para IPMS esquerda entre os dois avaliadores

Gráfico 5.10 - Bland-Altman para IPMI direita entre os dois avaliadores

Gráfico 5.11 - Bland-Altman para IPMI esquerda entre os dois avaliadores

Gráfico 5.12. Bland-Altman para Espessura do Cortical da Crista Alveolar entre os dois avaliadores.

A tabela 5.12 resume os resultados apresentados nos Gráficos acima, destacando o viés estimado num intervalo de predição de 95% e os respectivos coeficientes de correlação de Lin.

Tabela 5.12 - Viés estimado e coeficientes de concordância de Lin

Variável	Viés - 95%			CC de Lin
	<i>Inf</i>	Estimado	<i>Sup</i>	
Valores de Pixels	-104,304	-6,398	91,507	0,951
IM - Direito	-0,951	0,318	1,587	0,822
IM - Esquerdo	-0,595	0,171	0,938	0,897
IPMS Real - Dir,	-0,048	0,013	0,073	0,853
IPMS Real - Esq,	-0,037	0,007	0,052	0,912
IPMI Real - Dir,	-0,076	0,008	0,091	0,875
IPMI Real - Esq,	-0,073	<0,001	0,073	0,889
Espessura do Cortical da Crista Alveolar	-0,115	<0,001	0,116	0,996

Por fim, apresenta-se a relação inter-observadores para a variável ICM. A tabela 5.13 mostra que apenas 7 observações foram diferentes entre eles, proporcionando um coeficiente kappa de 0,80 com IC de 95%, variando de 0,64 a 0,97.

Tabela 5.13 - Distribuição de frequência para as medidas do ICM entre os avaliadores

ICM segundo avaliador	ICM primeiro avaliador								Kappa [IC 95%]
	C1		C2		C3		Total		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
C1	20	57,1	3	8,6	0	0	23	65,7	0,80 [0,64; 0,97]
C2	3	8,6	4	11,4	0	0	7	20	
C3	0	0	1	2,9	4	11,4	5	14,3	
Total	23	65,7	8	22,9	4	11,4	35	100	

6 DISCUSSÃO

Diversos trabalhos consideram que a avaliação da qualidade óssea no planejamento pré-cirúrgico é essencial para o implantodontista estabelecer um plano de tratamento de reabilitação da cavidade bucal por meio de implantes. As informações sobre a densidade óssea de forma precisa favorece a identificação de locais para a delimitação dos protocolos cirúrgicos adequados para cada condição de densidade (Fuster-Torres et al., 2011; Isoda et al., 2012; Tatli et al., 2014; Cortes et al., 2015).

É de extrema importância criar mecanismos para a obtenção de forma objetiva, durante a fase de planejamento cirúrgico, quanto à qualidade da densidade óssea do local onde será instalado o implante. Hoje, é possível avaliar a qualidade óssea no momento cirúrgico com o auxílio de algumas ferramentas, como o torque de inserção e a análise de frequência de ressonância. Embora seja uma forma empírica, ainda hoje são muito utilizadas as alterações nos protocolos cirúrgicos, que podem ocorrer durante as perfurações, para aumentar a previsibilidade nas terapias por implantes (Fuster-Torres et al., 2011; Isoda et al., 2012; Arisan et al., 2012). No mesmo patamar de importância, há a quantidade de estrutura óssea, sendo estes os dois fatores preponderantes na busca do sucesso nas cirurgias de implantes. A avaliação da quantidade óssea é possível pelos exames de imagem, como as radiografias panorâmicas de forma bidimensional e tomografias computadorizadas de forma tridimensional (Hsu, 2013b).

Neste estudo, foi observado que o índice radiomorfométrico IM apresentou valores inferiores no gênero feminino quando comparado ao gênero masculino. Em outros, estes resultados também foram encontrados, comprovando que os índices podem servir como fonte de comparação para avaliar a baixa densidade óssea (Klemetti et al., 1994; Mudda et al., 2010; Leite et al., 2010; Kalinowski; Rózyto-Kalinowska, 2011; Duncea et al., 2013).

Autores verificaram a utilização dos outros índices radiomorfométricos como, por exemplo, o IPM, na possibilidade de também avaliar a densidade óssea (Benson et al., 1991); em algumas pesquisas, foram verificadas diferenças estatísticas entre mulheres com e sem baixa densidade, além de correlação entre a densitometria óssea e o IPM (Benson et al., 1991; Klemetti et al., 1993; Duncea et al., 2013).

Em nossos resultados quanto aos índices radiomorfométricos, foi verificada forte correlação entre os índices radiomorfométricos estudados: IM, IPM. Outros estudos, realizados com a utilização destes mesmos índices para avaliar a baixa densidade óssea, verificaram a precisão para prever a condição de baixa densidade óssea. Os índices que apresentaram melhores resultados foram os IM, IPM e o ICM, sendo o mais reprodutível o ICM (Leite et al., 2010; Kalinowski e Rózyto-Kalinowska, 2011; Bhatnagar et al., 2013; Mansour et al., 2013).

Contrariando nossos resultados, o estudo de Bodade e Mody (2013) avaliou que os índices quantitativos apresentaram correlação com a perda da densidade óssea, mas com fraca reprodutibilidade, diferentemente dos índices qualitativos.

O Índice Cortical Mandibular (ICM) é um índice categórico, portanto qualitativo, e caracterizado por três categorias C1, C2 e C3, onde C1 é considerado densidade óssea normal e C3 caracteriza baixa densidade óssea. Observou-se neste estudo que os sujeitos com idade mais avançada estavam concentrados na categoria com baixa densidade óssea, portanto C3, e, quando separados por gênero, o feminino apresentou em sua distribuição a maior concentração nesta categoria; quando separado por faixa etária, as que apresentavam acima de 60 anos (41,7%) estavam concentradas na categoria C3. Desta forma, o gênero masculino apresentou 81% menos chance de pertencer à categoria C2 do que o gênero feminino e 92% menos chance de pertencer à categoria C3. Agora, independentemente do gênero do sujeito, a cada ano de idade, aumenta em 23% a chance de ser classificado como C3. Alguns autores confirmam nossos resultados, em que a diminuição da massa óssea mandibular foi positivamente correlacionada com a perda dentária em indivíduos do sexo feminino (Benson et al., 1991; Taguchi et al., 1995). Baseado em nossos resultados, pode-se concluir, assim como alguns autores (Bodade e Mody, 2013; Bhatnagar et al., 2013), que o ICM é um índice qualitativo de alta reprodutibilidade e uma ferramenta útil para a triagem de pacientes com baixa densidade óssea.

Contrariando nossos achados, autores demonstram que as imagens de radiografias panorâmicas produzem relativamente pouca informação quanto ao diagnóstico de baixa densidade óssea. Quando se trata de amostras maiores, é possível, estatisticamente, encontrar correlações positivas e dependências entre a densidade mineral óssea e modificações na cortical mandibular, exibidas nas imagens de radiografia panorâmica. No entanto, os estudos indicam que o risco de

baixa densidade óssea para uma única pessoa não pode ser diagnosticado com certeza usando estas imagens (Klemetti et al., 1993; Klemetti et al., 1994).

A previsão do grau da estabilidade inicial de um implante, a partir de exames de imagem, tem a possibilidade de trazer para o clínico mais segurança ao tratamento de pacientes com este tipo de indicação, isto se justifica pois uma boa estabilidade primária evita que ocorram micromovimentações do implante durante a fase de reparação, favorecendo uma estabilidade secundária maior e, conseqüentemente, a osseointegração (Turkyilmaz et al., 2006; Atsumi et al., 2007; Isoda et al., 2012).

Neste estudo, foi observado que o ISQ com maiores médias de estabilidade primária foi encontrado na região anterior da maxila e mandíbula, sendo que, na mandíbula, a estabilidade apresentou-se com médias superiores. Estudos confirmam que a estabilidade primária do implante é muito influenciada pela cortical, a justaposição do implante com osso e a elasticidade do osso esponjoso com a superfície do mesmo, isto é o que determina os valores do ISQ. (Hong et al., 2012; Hsu et al., 2013a)

Em nossos resultados foram avaliadas as correlações moderadas e muito significativas entre a análise de frequência de ressonância e a espessura da cortical da crista alveolar, as quais sugerem que as estabilidades iniciais de um implante, tal como quantificação obtida por meio do ISQ, são influenciadas pela espessura da cortical óssea. Quanto maior a espessura do osso cortical, maior o valor de ISQ que está de acordo com os resultados obtido em outro estudo (Hsu et al., 2013b).

Os resultados mostraram uma alta correlação entre as duas direções do ISQ, o que vem a confirmar os resultados dos outros estudos que utilizaram uma única direção, devido à alta correlação entre as direções (Zix et al., 2008; Herrero-Climent et al., 2012; Oh; Kim, 2012; Hong et al., 2012; Hsu et al., 2013a).

Foram observados, também em nosso estudo, que a análise de frequência de ressonância apresentou correlação fraca, mas significativa, com os valores de pixels e com o torque de inserção. Corroborando com este resultado, alguns autores verificaram que, nas alterações de estabilidade ao longo do tempo, foram encontradas correlações entre os valores de densidade óssea de TCFC e ISQ e torque de inserção no pós instalação dos implantes. Sendo possível prever, usando avaliação por meio de TCFC pré-operatório e torque de inserção, as características

de estabilidade primária e secundária em carga imediata sobre implantes (Fuster-Torres et al., 2011; Arisan et al., 2012; Tatli et al., 2014).

Alguns estudos mostram que a análise de frequência de ressonância realizada com o Osstell Mentor® é de fácil aplicabilidade e possível de obter uma alta reprodutibilidade, sendo, portanto, uma técnica precisa para avaliar a estabilidade primária e muito útil para prever o prognóstico de instalação dos implantes e determinar a possibilidade de carga imediata (Zix et al., 2008; Herrero-Climent et al., 2012; Oh; Kim, 2012); corroborando com nossos achados em que foi demonstrada altíssima concordância de CCI e alta concordância coeficiente Kappa para intra-observador e o coeficientes de concordância de Lin para os inter-observadores.

Outra forma de verificar a estabilidade primária é por meio do registro do torque de inserção, que fornece informações importantes no momento da instalação do implante quando, comprovando ser uma poderosa ferramenta de comunicação no gerenciamento das expectativas do cirurgião dentista, com o auxílio deste dispositivo, é possível reavaliar um carregamento antecipado da fase reabilitadora sobre o implante (Tatli et al., 2014; Cortes et al., 2015; Valente et al., 2015).

No resultado deste estudo, o torque de inserção apresentou médias superiores em região de mandíbula. O fato de a mandíbula apresentar cortical mais densa que a maxila propiciou torque de inserção mais elevado. Alguns estudos confirmam que regiões corticais espessas apresentam elevados valores de torque de inserção por reduzir o nível de micromovimento do implante na loja cirúrgica. Além disso, em região com osso de baixa densidade foi verificada uma micromovimentação de forma elevada. O que pode levar ao fracasso da osseointegração (Alsaadi et al., 2007; Trisi et al., 2009; Walker et al., 2011; Hong et al., 2012; Hsu et al., 2013b).

Em nosso estudo, uma correlação moderada e bastante significativa foi observada entre o torque de inserção e os valores de pixels na tomografia computadorizada de feixe cônico, assim como com a espessura da cortical da crista alveolar, possibilitando uma previsibilidade pré-cirúrgica da qualidade óssea por meio de TCFC, assim como alguns autores, que em seus estudos avaliaram que os valores de pixels em TCFC podem ser usados para inferir a densidade óssea e aumentar a previsibilidade da qualidade do osso em locais com potencial para receber implante (Katsumata et al., 2009; Mah et al., 2010; Naitoh et al., 2010; Nomura et al., 2010; Fuster-Torres et al., 2011; Valiyaparambil et al., 2012; Isoda et

al., 2012; Arisan et al., 2012; Nomura et al., 2013; Parsa et al., 2013a; Ibrhim et al., 2014a; Razi et al., 2014; Cortes et al., 2015).

Alguns autores discordam e avaliam que os valores de pixels são influenciados por configurações do dispositivo, posicionamento e de digitalização. Quando comparado com a TCMS, a TCFC não é considerada confiável para análise de densidade, devido a variações nos valores de pixels (Nackaerts et al., 2011; Silva et al., 2012; Azeredo et al., 2013; Parsa et al., 2013b; Araki; Okano, 2013; Ibrahim et al., 2014b).

A utilização de exames de imagens pode auxiliar na escolha da técnica mais adequada a ser utilizada no momento pré-operatório, proporcionando uma maior previsibilidade da estabilidade primária (Turkylmaz et al., 2006; Isoda et al., 2012; Oh; Kim, 2012).

Existe a necessidade de maior produção científica correlacionada à maior quantidade possível de fatores que podem influenciar na estabilidade e longevidade do implante, entre eles: fatores sistêmicos e locais, qualidade e quantidade óssea, geometria e tratamento de superfície de implante e técnica cirúrgica.

7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia proposta e com base nos resultados obtidos, concluímos que:

Houve correlação entre os índices radiomorfométricos entre si, mas não com os demais itens da investigação.

A idade não foi correlacionada com nenhuns dos itens quantitativos, mas tem uma ligação significativa com o índice qualitativo (ICM).

A alta correlação entre os índices radiomorfométrico bilateralmente demonstra que eles podem ser utilizados apenas um lado para mensuração, assim como ocorre com a análise da frequência de ressonância nas duas direções, podendo-se, desta forma, padronizar a utilização de apenas uma das direções.

Existe correlação entre a TCFC, o torque de inserção e a análise da frequência de ressonância (RFA) na avaliação da qualidade óssea.

É possível utilizar pré-cirurgicamente os exames de TCFC para avaliar a qualidade e quantidade óssea, tendo em vista as correlações obtidas neste estudo.

REFERÊNCIAS

Agresti A, Min Y. Unconditional small-sample confidence intervals for the oddsratio. *Biostatistics*. 2002 Sep;3(3):379-86.

Alsaadi G, Quirynen M, Michiels K, Jacobs R, van Steenberghe D. A biomechanical assessment of the relation between the oral implant stability at insertion and subjective bone quality assessment. *J Clin Periodontol*. 2007 Apr;34(4):359-66.

Araki K, Okano T. The effect of surrounding conditions on pixel value of cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2013 Aug;24(8):862-5. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02373.x. Epub 2011 Nov 17.

Arisan V, Karabuda ZC, Avsever H, Ozdemir T. conventional multi-slice computed tomography (CT) and cone-beam ct (CBCT) for computer-assisted implant placement. part i: relationship of radiographic gray density and implant stability. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Jan 17. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00436.x. [Epub ahead of print].

Atsumi M, Park SH, Wang HL. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007 Sep-Oct;22(5):743-54.

Azeredo F, de Menezes LM, Enciso R, Weissheimer A, de Oliveira RB. Computed gray levels in multislice and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Jul;144(1):147-55. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.03.013. PubMed PMID: 23810056.

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;9:303-10. doi: 10.2174/1874210601509010303. eCollection 2015. PubMed PMID: 26464600; PubMed Central PMCID: PMC4598386.

Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991;71:349-56.

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; 3:23.

Bland J, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;327:307.

Bodade PR, Mody RN. Panoramic radiography for screening postmenopausal osteoporosis in India: a pilot study. *Oral Health Dent Manag.* 2013 Jun;12(2):65-72.

Bozdog G, Sener S. The evaluation of MCI, MI, PMI and GT on both genders with different age and dental status. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015 Dec;44(9):20140435. doi: 10.1259/dmfr.20140435. Epub 2015 Jul 24. PubMed PMID: 26133366.

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

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(3 Suppl):17S-27S. doi: 10.1177/0022034514554949. Epub 2014 Nov 3. Review.

Cortes AR, Eimar H, Barbosa Jde S, Costa C, Arita ES, Tamimi F. Sensitivity and specificity of radiographic methods for predicting insertion torque of dental implants. *J Periodontol.* 2015 May;86(5):646-55. doi: 10.1902/jop.2015.140584. Epub 2015 Jan 16.

Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Determination of primary stability: a comparison of the surgeon's perception and objective measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010 May-Jun;25(3):558-61.

Duncea I, Pop A, Georgescu CE. The relationship between osteoporosis and the panoramic mandibular index. *Int J Bioflux Society.* 2013 Jan;5(1):14-8.

Fuster-Torres MÁ, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Relationships between bone density values from cone beam computed tomography, maximum insertion torque, and resonance frequency analysis at implant placement: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011 Sep-Oct;26(5):1051-6.

Herrero-Climent M, Albertini M, Rios-Santos JV, Lázaro-Calvo P, Fernández-Palacín A, Bullon P. Resonance frequency analysis-reliability in third generation instruments: osstell mentor. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Sep 1;17(5):e801-6.

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

Hong J, Lim YJ, Park SO. Quantitative biomechanical analysis of the influence of the cortical bone and implant length on primary stability. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Oct;23(10):1193-7.

Hsu JT, Huang HL, Tsai MT, Wu AY, Tu MG, Fuh LJ. Effects of the 3D bone-to-

implant contact and bone stiffness on the initial stability of a dental implant: micro-CT and resonance frequency analyses. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013a Feb;42(2):276-80.

Hsu JT, Fuh LJ, Tu MG, Li YF, Chen KT, Huang HL. The effects of cortical bone thickness and trabecular bone strength on noninvasive measures of the implant primary stability using synthetic bone models. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013b;15:251-61.

Ibrahim N, Parsa A, Hassan, van der Stelt, Aartman I, Wismeijer D. Accuracy of trabecular bone microstructural measurement at planned dental implant sites using cone-beam CT datasets. *Clin Oral Impl Res*. 2014a, 25:941-45. doi: 10.1111/clr.12163

Ibrahim N, Parsa A, Hassan B, van der Stelt P, Aartman IH, Nambiar P. Influence of object location in different FOVs on trabecular bone microstructure measurements of human mandible: a cone beam CT study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2014b; 43(2):20130329.

Isoda K, Ayukawa Y, Tsukiyama Y, Sogo M, Matsushita Y, Koyano K. Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Jul;23(7):832-6.

Kalinowski P, Rózyto-Kalinowska I. Mandibular inferior cortex width may serve as a prognostic osteoporosis index in Polish patients. *Folia Morphol (Warsz)*. 2011 Nov;70(4):272-81.

Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Aiji E, et al. Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Mar;107(3):420-5.

Kim DG, Kwon HJ, Jeong YH, Chien HH, Crance S, Agnew AM, Battula S, Lee JW, Wen HB. Associations of Resonance Frequency Analysis with Dynamic Mechanical Analysis of Dental Implant Systems. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015 Mar 23. doi: 10.1111/cid.12319. [Epub ahead of print].

Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila V. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1993 Jun;75(6):774-9.

Klemetti E; Kolmakov S; Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res*., 1994, Copenhagen, v.102, p.68-72.

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

Lin L . A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989;45:255-68.

Mah P, Reeves TE, McDavid WD. Deriving Hounsfield units using grey levels in cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010 Sep;39(6):323-35.

Mansour S, AlGhamdi AS, Javed F, Marzouk H, Khan EA. Panoramicradiomorphometric indices as reliable parameters in predicting osteoporosis. *Am J Med Sci*. 2013 Dec;346(6):473-8.

Mudda JA, Bajaj M, Patil VA. A Radiographic comparison of mandibular bone quality in pre- and post-menopausal women in Indian population. *J Indian Soc Periodontol*. 2010 Apr;14(2):121-5.

Nackaerts O, Maes F, Yan H, Couto Souza P, Pauwels R, Jacobs R. Analysis of intensity variability in multislice and cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Aug;22(8):873-9.

Naitoh M, Hirukawa A, Katsumata A, Ariji E. Prospective study to estimate mandibular cancellous bone density using large-volume cone-beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2010 Dec;21(12):1309-13.

Nomura Y, Watanabe H, Honda E, Kurabayashi T. Reliability of voxel values from cone-beam computed tomography for dental use in evaluating bone mineral density. *Clin Oral Implants Res*. 2010 May;21(5):558-62.

Nomura Y, Watanabe H, Shiotsu K, Honda E, Sumi Y, Kurabayshi T. Stability of voxel values from cone-beam computed tomography for dental use in evaluating bone mineral content. *Clin Oral Implants Res*. 2013 May;24(5):543-8.

Oh JS, Kim SG. Clinical study of the relationship between implant stability measurements using periostest and osstell mentor and bone quality assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012 Mar;113(3):e35-40.

Papamantinos M, Varitimidis S, Dailiana Zh, Kogia E, Malizos K. Computer-assisted evaluation of Mandibular Cortical Width (MCW) index as an indicator of osteoporosis. *Hippokratia*. 2014 Jul-Sep;18(3):251-7.

Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, Motroni A, van der Stelt P, Wismeijer D. Influence of cone beam CT scanning parameters on grey value measurements at an implant site. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013a;42(3):79884780, 1-7.

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 Impl Res.* 2013b:1-7. Doi:10.1111/clr.12315

Pinheiro JC, Bates DM. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS.* Springer; 2000. 461p.

R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing. Vienna: Austria; 2014 [cited 2015 Out 12] Available from: <http://www.R-project.org/>.

Razi T, Niknami M, Alavi Ghazani F. Relationship between Hounsfield Unit in CT Scan and Gray Scale in CBCT. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2014 Spring;8(2):107-10.

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

Silva IM, Freitas DQ, Ambrosano GM, Bóscolo FN, Almeida SM. Bone density: comparative evaluation of Hounsfield units in multislice and cone-beam computed tomography. *Braz Oral Res.* 2012 Nov-Dec;26(6):550-6.

Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Wada T. Tooth loss and mandibular osteopenia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995 Jan;79(1):127-32.

Taguchi A. Triage screening for osteoporosis in dental clinics using panoramic radiographs. *Oral Dis.* 2010 May;16(4):316-27.

Tatli U, Salimov F, Kürkcü M, Akoğlan M, Kurtoğlu C. Does cone beam computed tomography-derived bone density give predictable data about stability changes of immediately loaded implants?: A 1-year resonance frequency follow-up study. *J Craniofac Surg.* 2014 May;25(3):e293-9.

Trisi P, Perfetti G, Baldoni E, Berardi D, Colagiovanni M, Scogna G. Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clin Oral Implants Res.* 2009 May;20(5):467-71.

Turkylmaz I, Tözüm TF, Tumer C, Ozbek EN. Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone, and maximum torque and resonance

frequency values at dental implant placement. *J Oral Rehabil.* 2006 Dec;33(12):881-8.

Valente ML, de Castro DT, Shimano AC, Lepri CP, Dos Reis AC. Analysis of the influence of implant shape on primary stability using the correlation of multiple methods. *Clin Oral Investig.* 2015 Nov;19(8):1861-6. doi: 10.1007/s00784-015-1417-4. Epub 2015 Feb 14.

Valiyaparambil JV, Yamany I, Ortiz D, Shafer DM, Pendrys D, Freilich M, et al. Bone quality evaluation: comparison of cone beam computed tomography and subjective surgical assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012 Sep-Oct;27(5):1271-7.

Walker LR, Morris GA, Novotny PJ. Implant insertional torque values predict outcomes. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 May;69(5):1344-9.

Wickham H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.* 3^a ed. Springer; 2009. 221p.

Zix J, Hug S, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis and damping capacity assessment: comparison of both techniques in a clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 May-Jun;23(3):525-30.

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: ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS DE DENSIDADE ÓSSEA, PERFIL DE QUALIDADE ÓSSEA EM SOFTWARE DE IMPLANTE, QUOCIENTE DE ESTABILIDADE E TORQUE DE INSERÇÃO EM		
Pesquisador: Rodrigo Alves Ribeiro		
Área Temática:		
Versão: 1		
CAAE: 30821814.0.0000.0075		
Instituição Proponente: Universidade de São Paulo		
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio		
DADOS DO PARECER		
Número do Parecer: 697.533		
Data da Relatoria: 23/05/2014		
Apresentação do Projeto:		
Projeto apresentado de forma clara com base na literatura pertinente. Metodologia adequada com utilização de dados retrospectivos.		
Objetivo da Pesquisa:		
Correlação entre índices radiomorfométricos de densidade óssea através das Radiografias Panorâmicas, o perfil de qualidade óssea através de Tomografia Computadorizada de feixe cônico através do software OsiriX, a análise da frequência de ressonância (ARF) medida em ISQ (quociente de estabilidade do implante) e Torque de inserção do implante. Com aplicabilidade clínica importante no planejamento das cirurgias de implantes.		
Avaliação dos Riscos e Benefícios:		
Não há riscos. Estudo de observação retrospectivo.		
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:		
A quantidade e qualidade óssea contribuem para o sucesso da implantodontia. É importante se obter uma classificação objetiva e quantitativa da densidade óssea que possa ser empregada no exame pré-operatório e que não dependa da habilidade do cirurgião.		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 Bairro: Cidade Universitária UF: SP Município: SÃO PAULO CEP: 05.508-900 Telefone: (11)3091-7060 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br</div>

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 897.533

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

De acordo.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais semestrais 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:

Projeto aprovado sem necessidade de recomendações.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 25 de Junho de 2014

Assinado por:

Maria Gabriela Haye Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3001-7960

Fax: (11)3001-7814

E-mail: cepfo@usp.br

ANEXO B – Carta de Autorização de utilização do Banco de Dados

UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Carta de Autorização

A Faculdade de Odontologia da Universidade Metropolitana de Santos, através da Pós Graduação em Implantodontia autoriza a utilização do banco de dados, prontuários e exames de imagem dos pacientes para o projeto: "ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS DE DENSIDADE ÓSSEA, PERFIL DE QUALIDADE ÓSSEA EM SOFTWARE DE IMPLANTE, QUOCIENTE DE ESTABILIDADE E TORQUE DE INSERÇÃO EM IMPLANTES" que será realizado pelo pesquisador responsável Rodrigo Alves Ribeiro. Os pesquisadores se comprometerão em manter a confidencialidade da identificação pessoal dos pacientes será garantida, os pacientes serão identificados apenas através das iniciais e números de registro que servem apenas para validar a individualidade da informação. Esses dados não serão objetos de análise. A pesquisa será realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da FOU SP.

Santos, 24 de Abril de 2014.

Haroldo Arid Soares
Coordenador da Faculdade
de Odontologia da UNIMES

José Márcio L. Barbosa do Amaral
Coordenador da Pós Graduação
em Implantodontia da UNIMES

Rodrigo Alves Ribeiro
Pesquisador Responsável