RODRIGO ALVES RIBEIRO

**Influência de aspectos morfológicos do tecido ósseo na escolha da técnica
cirúrgica e na análise da estabilidade primária do implante**

São Paulo

2019

RODRIGO ALVES RIBEIRO

**Influência de aspectos morfológicos do tecido ósseo na escolha da técnica
cirúrgica e na análise da estabilidade primária do implante**

Versão Corrigida

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

Orientador: Prof. Dr. Claudio Costa

São Paulo

2019

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.

Influência de aspectos morfológicos do tecido ósseo na escolha da técnica cirúrgica e na análise da estabilidade primária do implante / Rodrigo Alves Ribeiro ; orientador Claudio Costa -- São Paulo, 2019.

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

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

Versão corrigida

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

Ribeiro RA. Influência de aspectos morfológicos do tecido ósseo na escolha da técnica cirúrgica e na análise da estabilidade primária do implante. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: 13 /12 /2019

Banca Examinadora

Prof(a). Dra. Daniela Miranda Richarte de Andrade Salgado

Instituição: FOU SP

Julgamento: APROVADO

Prof(a). Dr. Jorge de Sá Barbosa

Instituição: UNIMES

Julgamento: APROVADO

Prof(a). Dr. Luiz Alberto Placido Penna

Instituição: UNIMES

Julgamento: APROVADO

A Deus,

Senhor, obrigado pois sei que sempre estás presente em minha vida.

Agradeço-te por ter me concedido a existência 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, com quem aprendi os valores da vida, da honestidade, da humildade e do amor. Obrigado por serem exemplos de perfeição, dedicação e me ensinarem o verdadeiro sentido da palavra família.

À minha esposa Natália,

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

Ao meu filho Rafael,

Meu filho, razão da minha vida, sentido especial à minha existência, que me tem proporcionado grandes momentos de alegria. Apesar de muito pequeno, agradeço pela compreensão e paciência pela falta de tempo contigo. Sei que não fui o melhor papai do mundo, que deixei de brincar com você em muitos momentos e, muitas vezes, não te vi acordar, mas, como tudo que faço, foi sempre pensando num futuro melhor para você... Te amo!!!

AGRADECIMENTOS

Em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Claudio Costa, muito obrigado pela confiança, pela amizade e por me direcionar até o fim desta minha trajetória com tamanha dedicação e compreensão.

Ao meu parceiro-irmão Prof. Dr. Jorge de Sá Barbosa, por toda troca de conhecimento, parceria e tudo que faz por mim, meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Placido Penna, coordenador dos cursos de Pós-Graduação Lato-Sensu de Odontologia da Universidade Metropolitana de Santos. Meu amigo, apesar de ficarmos um bom tempo sem nos falarmos, saiba que a admiração e respeito sempre existiram. Hoje, ter a oportunidade de trabalhar ao seu lado e poder contar com sua colaboração em minha banca me deixa muito feliz. Muito obrigado.

À Prof.^a Dr.^a Daniela Richarte, meu muito obrigado por ter aceitado prontamente fazer parte da minha banca e, assim, ajudar a melhorar esta tese.

À Sra. Renata Garcia de Siqueira Viegas, Reitora da Universidade Metropolitana de Santos; à Pró-Reitora, Dra. Elaine Marcílio Santos; ao Diretor Acadêmico, Dr. Gustavo Mendes; ao Coordenador do curso de Odontologia, Dr. Victor Perez Teixeira; e à Prof.^a Dr.^a Sandra Kalil, meu muito obrigado pelo apoio durante todo o doutorado.

Aos Professores da UNIMES/Santos-SP José Marcio Amaral, Renata Faria, Henrique Tuzzolo Neto, Ivan Pereira da Silva, Sandro Taira Camba, Cristiane da Silva Mendes e Wagner do Nascimento, agradeço pelo apoio e companheirismo.

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

Às auxiliares do Instituto Implante Vida Samantha, Renata, Tatiane e Nathalia, obrigado pelo grande auxílio para tornar este sonho realidade.

Às minhas colegas do setor de Pós-Graduação da UNIMES/Santos-SP Liliane, Magda, Fernanda, Priscilla e Eliana, agradeço pela colaboração na minha ausência e nos momentos de dificuldade em que sempre estiveram presentes.

Aos professores do Programa de Mestrado na área de Diagnóstico Bucal da USP Prof. Dr. Jefferson Xavier de Oliveira, Prof.^a Dr.^a Emiko Saito Arita, Prof. Dr. Cesar Angelo Lascalea, Prof.^a Dr.^a Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira, Prof. Dr. Celso Augusto Lemos Júnior e Prof.^a Dr.^a Silvia Vanessa Lourenço, agradeço pelos ensinamentos e pelos momentos de conversa.

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, Cibele e Maria Luiza, obrigado pelos momentos de trabalho, companheirismo e diversão; e aos colegas Arthur Cortes e Jun pelo grande auxílio em todas as etapas da minha tese, meu muito obrigado.

À Secretária de Radiologia da USP, Sr.^a Maria Aparecida Pinto, sempre solícita, muito obrigado pela ajuda em todos os momentos em que precisei.

Aos meus amigos Carlos Renato, Marcelo Guerra, Maurício Mota, Rafael Silva, Luiz Sapia, Rodrigo Huber e 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 Sr.^a Glauci Elaine Damasio Fidelis, bibliotecária da USP, pela ajuda na formatação da tese.

À minha auxiliar, Sr.^a Fernanda, pela colaboração ao sempre ajustar a minha agenda do consultório nos dias em que tinha de estar em atividades na USP.

*“Alguns homens veem as coisas como são, e dizem “Por quê?”
eu sonho com as coisas que nunca foram e digo “Por que não?”.*

George Bernard Shaw

RESUMO

Ribeiro RA. Influência de aspectos morfológicos do tecido ósseo na escolha da técnica cirúrgica e na análise da estabilidade primária do implante [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019. Versão Corrigida.

A avaliação da densidade mineral óssea é importante para o planejamento cirúrgico na instalação de implantes. Nestas cirurgias, a busca pela estabilidade primária é essencial para o sucesso da reabilitação. O objetivo neste estudo foi a verificação de aspectos morfológicos do tecido ósseo na avaliação da qualidade óssea e sua influência na escolha da técnica cirúrgica e na análise da estabilidade primária do implante em maxila. Foram avaliados 113 implantes na região da maxila de 49 pacientes, em sua maioria mulheres (77,6%) com idade média de 53,4 anos, avaliando na radiografia panorâmica o índice cortical mandibular, índice mental e a análise de dimensão fractal. Na tomografia computadorizada de feixe cônico foi avaliado o valor de tons de cinza e a espessura da cortical da crista alveolar, além de dados referentes à técnica de instalação do implante, torque de inserção e análise de frequência de ressonância. Em uma comparação entre médias dos grupos de valor de tons de cinza com valores menores e análise de dimensão fractal com valores maiores em implantes, em que foi necessário realizar subfresagem, não houve diferenças significativas entre as variáveis categóricas de espessura da cortical da crista alveolar e o índice cortical mandibular para $p < 0,05$, bem como não houve correlação entre torque de inserção, análise de frequência de ressonância, valor de tons de cinza e análise de dimensão fractal. Não foi confirmada a influência da qualidade óssea na escolha da técnica cirúrgica utilizada, mesmo que o ganho na estabilidade primária tenha sido alcançado.

Palavras Chaves: Densidade Óssea. Radiografia Panorâmica. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônica.

ABSTRACT

Ribeiro RA. Influence of morphological aspects of bone tissue in the choice of surgical technique and in the analysis of primary implant stability [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019. Versão Corrigida.

The evaluation of bone mineral density is important for surgical planning in implant installation. In these surgeries the search for primary stability is essential for the success of rehabilitation. The aim of this study was to verify the morphological aspects of bone tissue in the evaluation of bone quality and its influence on the choice of surgical technique and on the analysis of primary implant stability. A total of 113 maxillary implants were evaluated in 49 patients who were mostly women (77.6%) aged 53.4 on average. The panoramic radiography evaluated the mandibular cortical index, the metual index and the analysis of the fractal dimension. In the cone beam computed tomography, the value of grayscale and the cortical thickness of the alveolar crest were evaluated, as well as the data derived from the implant installation technique, insertion torque and resonance frequency analysis. The comparison between grayscale value group with smaller values and fractal dimension analysis with larger values in implants where underweighting was required, there were no significant differences between the categorical variables of the alveolar crest cortical thickness and the cortical index to $p < 0.05$ and there was no correlation between insertion torque, resonance frequency analysis, grayscale value and fractal dimension analysis. It was not confirmed the influence of bone quality in the choice of the surgical technique used, even if the gain in primary stability was reached.

Keywords: Bone Density. Panoramic Radiography. Cone Beam Computed Tomography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Diagrama da sequência de perfuração convencional utilizada em (A) e adaptado à técnica cirúrgica (B) para a colocação de implantes	34
Figura 4.1 - ORTHOPHOS XG 3D – PAN/TELE/TOMO.....	41
Figura 4.2 - Ilustração do Índice Cortical Mandibular.....	41
Figura 4.3 - Ilustração do Índice Mental (Tagushi et al., 1995)	42
Figura 4.4 - Análise de Dimensão Fractal.....	42
Figura 4.5 - Seleção do ROI no Software Adobe Photoshop CC	43
Figura 4.6 - Software Image J64.....	44
Figura 4.7 - Ferramenta *Straight* no software Image J64.....	45
Figura 4.8 - Processo de filtragem da imagem – Software Image J64	46
Figura 4.9 - Subtração – Software Image J64	46
Figura 4.10 Adição – Software Image J64.....	47
Figura 4.11-Binarização – Software Image J64	48
Figura 4.12 -Erosão – Software Image J64.....	48
Figura 4.13 - Dilatação – Software Image J64	49
Figura 4.14 - Inversão – Software Image J64	50

Figura 4.15 - Esqueletonização – Software Image J64	50
Figura 4.16 - Resultado Fractal – Software Image J64	51
Figura 4.17 - OsiriX Imaging Software utilizando a ferramenta de análise dos valores de pixels	52
Figura 4.18 - OsiriX Imaging Software utilizando a ferramenta para mensurar a cortical na crista óssea do rebordo.....	52
Figura 4.19 - Implante AR Torq (CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil)	53
Figura 4.20 - Kit de Brocas Full Osseointegration da Conexão Sistema de Prótese	53
Figura 4.21 - Torquímetro Padrão Manual.....	54
Figura 4.22 - Valor do torque na haste do torquímetro	54
Figura 4.23 - Osstell®	55
Figura 4.24 - SmartPeg®	55
Figura 4.25 - Utilização do Osstell® realizando a mensuração méso-distal.....	56
Figura 5.1 - Dispersão dois a dois e coeficientes de correlação de Spearman.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Comparação das características de base segundo Fresagem e Subfresagem.....	58
Tabela 5.2 - Comparações entre médias das variáveis contínuas segundo fresagem e subfresagem	59
Tabela 5.3 - Comparações entre médias das variáveis contínuas segundo fresagem e subfresagem. Modelos ajustados	59
Tabela 5.4 - Modelo linear misto para Tomo (Mean) ajustado.....	60
Tabela 5.5 - Modelo linear misto para Análise Fractal ajustado	60
Tabela 5.6 - Comparações entre médias das variáveis categóricas segundo fresagem e subfresagem	60
Tabela 5.7 - Comparações entre médias das variáveis categóricas segundo fresagem e subfresagem. Modelos ajustados	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFR	Análise de Frequência de Ressonância
Bits	Dígito Binário
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Centímetro
CONEP	Conselho Nacional de Ética em Pesquisa
DF	Análise de Dimensão Fractal
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
DMA	Análise Dinâmico-Mecânica
DXA	Absorciometria (Densitometria Óssea) Dupla de Raios-X
ECCA	Espessura da Cortical da Crista Alveolar
E2	Estradiol
FOV	Medição do Campo de Visão
Hz	Hertz
HU	Hounsfield Units
IA	Índice Antegonial
ICM	Índice Cortical Mandibular
ICTC	Índices Cortical na Tomografia Computadorizada
IG	Índice Gonial
IM	Índice Mental
IMTC	Índice Mental na Tomografia Computadorizada
IPM	Índice Panorâmico Mandibular
ISQ	Quociente de Estabilidade do Implante
ITC	Índice Mandibular na Tomografia Computadorizada
kVp	Controle de energia
LH	Hormônio Luteinizante
mA	Miliamperagem
mm	Milímetro
n	Número
N/cm	Newton por Centímetro

ROI	Região de Interesse
s	Segundos
s-CTX	Telopectídeo C-terminal reticulado de colágeno tipo 1 voxel
s-OC	Osteocalcina Sérica
s-PINP	Propéptídeo N-terminal Procolágeno tipo I
TI	Torque de Inserção
TC	Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
TG	Ângulo Gonial
Voxel	Valor em um gride regular em um espaço tridimensional
VTC	Valor de Tons de Cinza
25OHD	25-hidroxi-vitamina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVIÃO DE LITERATURA	25
2.1	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO.....	25
2.2	QUALIDADE ÓSSEA E ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS.....	25
2.3	QUALIDADE ÓSSEA E ANÁLISE DA DIMENSÃO FRACTAL.....	28
2.4	QUALIDADE ÓSSEA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO.....	30
2.5	QUALIDADE ÓSSEA E ESTABILIDADE PRIMÁRIA.....	32
3	PROPOSIÇÃO	37
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA	56
5	RESULTADOS	58
6	DISCUSSÃO	63
7	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS	69
	ANEXO	77

1 INTRODUÇÃO

Uma avaliação pré-cirúrgica da densidade mineral óssea é importante para o planejamento cirúrgico na instalação de implantes. 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. (Mansour et al., 2013). Por meio de alguns índices radiomorfométricos, tais como o Mental (IM) e Cortical Mandibular (ICM), é possível realizar triagem de pacientes com baixa densidade com baixo custo (Klemetti et al., 1994; Taguchi et al., 1995).

O interesse no diagnóstico de baixa massa óssea a partir da mensuração do IM nas radiografias panorâmicas vem aumentando, devido à forte correlação com a densidade mineral óssea (Horner; Devlin, 1998).

Outra forma de avaliar a qualidade óssea em radiografias panorâmicas é, segundo alguns autores, pela análise da dimensão fractal (DF) para avaliação de estruturas geométricas irregulares do osso medular em uma área pré-determinada (Bollen et al., 2001; Wojtowicz et al., 2003; Tosoni et al., 2006).

O rápido avanço em diagnóstico por imagem e planejamento do tratamento digital 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., 2013).

A espessura da cortical da crista óssea alveolar observada na tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pode ser mais um preditivo de avaliação da qualidade óssea (Cortes et al., 2015). Outra possibilidade é a utilização do valor

de tons de cinza, avaliada por um software, que pode estimar a densidade óssea por meio de intensidade de pixel (Valiyaparambil et al., 2012).

A qualidade óssea depende especificamente de cada paciente e região, 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).

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 a estabilidade primária aquela alcançada ao término da instalação do implante (Herrero-Climent et al., 2012).

Uma das formas de verificar a estabilidade primária é por meio da 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, no entanto, implantes com torque de inserção mais altos estão relacionados com sucesso na osseointegração e, da mesma forma, os implantes com baixo torque de inserção estão mais relacionados com falhas (Hsu et al., 2013a).

Outra forma de avaliar a estabilidade primária é com a utilização do Osstell®, um aparelho que mede a rigidez do conjunto ósseo e do implante e a sua capacidade de resistir às forças de flexão por meio da análise de frequência de ressonância (AFR) ao investigar a frequência da oscilação na junção implante/osso (Degidi et al., 2010).

A falta de estabilidade primária em osso de baixa densidade apresenta maior taxa de insucesso (Martinez et al., 2001). Várias modificações na técnica cirúrgica têm sido descritas para aumentar a estabilidade primária em osso de baixa densidade, as quais sugerem o procedimento de subfresagem, que é descrito na literatura como o uso de broca de diâmetro final menor do que o proposto nos protocolos de cirurgia de implante (Friberg et al., 2001; Friberg et al., 2002).

Desta maneira, durante a fase de planejamento cirúrgico, torna-se essencial o estudo dos métodos relacionados com a predição da qualidade óssea em pacientes com indicação cirúrgica, especialmente em Implantodontia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Vários autores buscam avaliar a qualidade e quantidade ósseas sob diferentes aspectos metodológicos (Mansour et al., 2013).

Os métodos para a mensuração da massa óssea, do teor mineral e da densidade óssea desenvolveram-se rapidamente durante as duas últimas décadas, o que torna possível estudar as alterações produzidas pela idade e edentulismo. Na Odontologia, essa preocupação teve início com a descoberta da osseointegração. A utilização de implantes para a reabilitação oral cresceu gradualmente e, 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. Logo, 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 um parâmetro importante no planejamento cirúrgico para a realização da instalação de implantes. (Klemetti et al., 1993).

2.2 QUALIDADE ÓSSEA E ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS

A qualidade óssea pode ser avaliada em radiografia panorâmica utilizando o índice radiomorfométrico, como o IM, que é um índice quantitativo, mas a precisão das mensurações radiográficas é limitada pelas dificuldades de reprodução e precisão (Devlin et al., 2001).

Taguchi et al. (1995) determinou o IM como sendo a largura medida da cortical inferior na região do forame mental em ambos os lados para avaliar a densidade óssea.

As medidas do IM com valores < 3 mm são associadas à baixa densidade óssea (Horner et al., 2002).

Outro índice bastante utilizado para avaliação da densidade óssea é o ICM, índice qualitativo que é determinado na observação da estrutura da cortical inferior da mandíbula em ambos os lados (Klemetti et al., 1993).

Klemetti et al. (1994) estabeleceu este índice radiomorfométrico qualitativo, em que 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 de 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.

Yalcin et al. (2019) verificaram imagens panorâmicas de 49 pacientes com esclerodermia e 51 pacientes saudáveis como controle. Foram determinados índices radiomorfométricos mandibulares, incluindo ICM, IM, panorâmico mandibular (IPM), Gonial (IG) e Antegonial (IA). Os índices radiomorfométricos determinados podem ser utilizados em imagens panorâmicas para identificar a existência de uma estrutura porosa no osso cortical mandibular em pacientes com esclerodermia.

Balto et al. (2018) avaliaram imagens de 431 mulheres, por meio de radiografias panorâmicas e densitometria óssea, e classificaram em grupo normal, osteopênicos e osteoporótico. Realizaram exames medindo hormônio folículo estimulante sérico, hormônio luteinizante (LH), estradiol (E2), 25-hidroxi-vitamina D (25OHD) e hormônio da paratireóide intacto. Além disso, creatinina sérica, cálcio e fosfato, juntamente com osteocalcina sérica (s-OC), propéptídeo N-terminal procólágeno tipo I (s-PINP) e telopeptídeo C-terminal reticulado de colágeno tipo 1 (s-CTX). Realizou-se análise da curva ROC para o ICM, IPM. Foram utilizados valores de corte de 4,6 no escore T <-1 e 4,1 no escore T ≤-2,5. O ICM mostra-se um importante parâmetro radiográfico panorâmico e pode ser usada para predição e diagnóstico de osteoporose em mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea.

Bajoria et al. (2015) avaliaram os índices radioformométricos, ICM, IPM, IA e IG, que foram desenvolvidos para avaliar e quantificar a qualidade da massa óssea mandibular. Foram avaliados um total de 23 pacientes selecionados aleatoriamente e incluídos no estudo. A radiografia panorâmica de cada paciente foi realizada, e os índices radiomorfométricos foram determinados. Os ICM, IPM e IM podem ser efetivamente medidos em uma radiografia panorâmica, portanto, podem ser utilizados como ferramenta de triagem 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 nas mulheres quando comparados aos homens da mesma faixa etária.

Bozdog e Sener (2015) realizaram um estudo medindo o ICM, IM, IPM e a espessura cortical do osso na zona do ângulo gonial (TG) em radiografias panorâmicas de uma grande amostra de gênero masculino e feminino para determinar como eles se relacionam com a idade, gênero e estado dentário dos pacientes. Foram obtidas 910 radiografias panorâmicas e agrupadas em idade, estado dentário e gênero. Os ICM, IM, IPM e TG foram analisados. Os efeitos da idade e da perda dentária são diferentes no gênero feminino e masculino. Nas do gênero feminino, os efeitos nocivos da perda dentária e idade são mais proeminentes de acordo com as medidas IPM e IM. Os efeitos da idade e da perda de dente nas medidas TG e ICM são semelhantes, e esses índices podem ser aceitos como mais confiáveis em estudos, incluindo ambos os gêneros.

Chandak et al. (2017) compararam a qualidade óssea das mulheres pré e pós-menopausa utilizando os índices quantitativos determinados por medições em radiografias panorâmicas IM, IPM, IA e IG e para determinar os efeitos dos níveis séricos de cálcio e estradiol na perda óssea alveolar. Avaliaram 60 pacientes do gênero feminino na faixa etária de 25 a 55 anos. Os pacientes foram divididos em três grupos iguais, ou seja, controle do grupo A (mulheres pré-menopáusicas), grupo de estudo B (mulheres do período pós-menopáusico com periodonto saudável), grupo de estudo C (mulheres em pós-menopausa com periodontite). Os índices quantitativos foram medidos em radiografias panorâmicas digitais dos pacientes e os níveis séricos de cálcio e estradiol foram determinados. Houve correlação dos níveis médios de estradiol com os índices radiográficos de pacientes do grupo C, com

diferença estatisticamente significativa com correlação positiva com largura cortical ($p=0,04$) enquanto correlação estatisticamente não significativa com outros índices. Há uma pequena evidência de correlação desses índices com níveis séricos de estradiol e cálcio e, portanto, é necessária uma pesquisa detalhada sobre essa correlação.

Akay et al. (2019) examinaram radiografias panorâmicas digitais pertencentes a 253 pacientes com idades entre 18 e 35 anos. Foram divididos em dois grupos, um de pacientes com ausência de ao menos um dente, e outro de controle com a arcada completa. O grupo de pacientes ($n = 46$) incluiu indivíduos com pelo menos um dente extraído na região posterior da mandíbula, e o grupo controle ($n = 45$) incluiu pacientes dentados completos. Os índices IM e o IPM foram calculados bilateralmente para todos os indivíduos. A perda de dentes em adultos jovens não levou a nenhuma alteração nos índices de IM, IPM entre os dois sexos.

2.3 QUALIDADE ÓSSEA E ANÁLISE DA DIMENSÃO FRACTAL

Outra forma de determinar as características morfológicas dos ossos trabeculares da maxila e da mandíbula é por meio da DF, o que pode diferenciar entre pacientes com boa qualidade e densidade óssea e os pacientes com baixa qualidade e densidade óssea (White; Rudolph, 1999).

É possível avaliar a qualidade óssea por meio da DF, que pode ser usada para caracterizar a microestrutura de meios porosos, particularmente o tecido ósseo (Sanchez-Molina et al., 2013).

A DF corresponde a um método de avaliação de padrões estruturais complexos, por meio de fórmula matemática. Quando o método fractal empregado é o *box-counting*, os valores situam-se entre 1 e 2 (Yasar; Akgunlu, 2006).

Kurşun-Çakmak e Bayrak (2018) verificaram radiografias panorâmicas de 104 pacientes com Diabetes Mellitus avaliando a DF, ICM, IPM em mandíbulas. As arquiteturas ósseas corticais e trabeculares dos pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 1 e Diabetes Mellitus Tipo 2 não foram diferentes. Os pacientes com Tipo 1 apresentaram medidas corticais mais baixas em comparação ao grupo controle, quanto ao DF não houve diferença estatística.

Kulczyk et al. (2018) utilizaram um total de 50 implantes dentários de dois estágios que foram instalados em maxila e mandíbula de um total de 32 pacientes. Após a instalação do implante, avaliaram a análise de frequência de ressonância (AFR) por meio do quociente de estabilidade do implante (ISQ). Nas radiografias periapicais digitais, três regiões de interesse (ROIs) de 35x35 pixels foram escolhidas próximas ao pescoço (ROI 1), meio (ROI 2) e parte apical (ROI 3) do implante, respectivamente. Para cada ROI, a DF foi calculada. Os valores de ISQ e DF foram correlacionados na maxila, mas não houve correlação na mandíbula. A DF do osso alveolar, medida apenas a partir de radiografias digitais intraorais, pode não ser suficiente como parâmetro para determinar a estabilidade primária em implante.

Suer et al. (2016) investigaram a correlação entre valores de DF obtidas por meio de radiografias panorâmicas e torque de inserção (TI) e valores de AFR em implantes da mandíbula. Observaram correlação linear entre os valores de TI, AFR e DF e entre si.

Sindeaux et al. (2014) realizou um estudo retrospectivo. Foram selecionadas 133 radiografias panorâmicas de homens com idade > 60 anos e mulheres pós-menopáusicas com densitometria óssea de coluna lombar e quadril classificadas como normais ou osteoporóticas. A DF de cinco regiões mandibulares e corpo mandibulares normalizadas de interesse e largura cortical mandibular foram medidas nas radiografias por radiologista oral experiente, cego ao diagnóstico densitométrico. O estudo concluiu que os valores da DF no osso cortical mandibular e o osso cortical e largura cortical mandibular foram menores em mulheres com osteoporose. Um modelo de regressão logística bem ajustado mostrou que as medições ósseas corticais podem ser consideradas como ferramentas auxiliares para pacientes referentes ao exame de densidade mineral óssea medida pela absorciometria dupla de raios-X (DXA).

Mostafa et al. (2016) avaliaram neste estudo a viabilidade do uso de índices radiomorfométricos em TCFC e da DF para detectar osteoporose em mulheres pós-menopausa e compará-las com o grupo de controle saudável e correlacionar os achados com a densidade mineral óssea medida pela absorciometria dupla de raios-X (DXA). O estudo consistiu em 50 mulheres pós-menopausa, com idade variando de 55 a 70 anos. Com base nos resultados de DXA, foram classificados em grupos

osteoporóticos e de controle, e medidos os índices radiomorfométricos em TCFC e a DF. Foram detectadas diferenças significativas para os índices cortical na tomografia computadorizada (ICTC), mental na tomografia computadorizada (IMTC) e mandibular na tomografia computadorizada (ITC) entre os grupos de controle e osteoporótica. O grupo de controle apresentou valores médios mais altos que o grupo osteoporótico. Para os valores de DF, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos. Os índices radiomorfométricos da TCFC podem ser utilizados como uma ferramenta adjuvante para encaminhar pacientes com risco de osteoporose para posterior avaliação.

2.4 QUALIDADE ÓSSEA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

A utilização de tomografia computadorizada com feixe de cônico (TCFC) aumentou sua utilização exponencialmente na Odontologia com o impacto claro da Implantodontia (Rios et al., 2017).

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 quanto a 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, com auxílio do software, utilizando ferramentas para medir a intensidade de pixel de uma região de interesse (ROI) (Valiyaparambil et al., 2012).

Infelizmente, a TCFC é uma ferramenta ainda pouco utilizada entre os implantodontistas como método de diagnóstico; estima-se que 16% utilizam em suas avaliações devido a dificuldade de conhecimento para interpretação das imagens (Rios et al., 2017).

Cortes et al. (2015) utilizou em seu estudo a TCFC para avaliar a espessura da cortical da crista alveolar e determinou um ponto de corte para determinar a baixa qualidade óssea no valor $< 0,75$ mm de espessura de cortical.

Em seu estudo, validou uma classificação baseada no índice cortical mandibular e espessura cortical da crista óssea alveolar dividida em três categorias: 1) Classe I, quando ambas as variáveis atingirem o ponto de corte para os valores C1 no ICM e $\geq 0,75$ mm para espessura da cortical da crista alveolar; 2) de classe II, quando uma das variáveis atinge o ponto de corte; e 3) classe III, quando nenhuma das variáveis atingir o ponto de corte. Implantes colocados na classe I têm 90% de probabilidade de ter um torque elevado e poderiam ser planejados para carregamento imediato. Da mesma forma, para implantes colocados na classe III, há probabilidade de 100% ter um torque de baixo. Tais casos requereriam medidas clínicas adicionais para melhorar a estabilidade primária de implantes, tais como o uso de organismos de implante cônico ou subfresagem na técnica cirúrgica. Como resultado, a classificação radiográfica pode ser decisiva para o planejamento de implantes de carga imediata (Cortes et al., 2015).

Ainda segundo Cortes et al. (2015), futuros estudos clínicos seriam necessários para abordar o efeito da classificação na sequência de perfuração e diâmetro do implante e tipo de seleção.

Suttapreyasri et al. (2018) avaliaram a acurácia da TCFC na determinação da espessura cortical e do valor de tons de cinza correlacionando com a micro tomografia computadorizada (micro-TC) e a análise histológica. Analisaram 62 amostras ósseas de quatro regiões anatômicas da mandíbula. A espessura cortical e o valor de tons de cinza do implante planejado foram avaliados pelo TCFC; frações volumétricas ósseas, densidade mineral óssea e de porosidade avaliadas por micro-TC; e material mineralizado por análise histológica de amostras de ossos colhidas. A TCFC é altamente precisa nas medições lineares como a espessura da cortical e demonstrou correlação com a densidade óssea genuína. No entanto, o valor de tons de cinza não pôde demonstrar a verdadeira densidade óssea devido à baixa correlação com as demais variáveis.

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 devido a uma boa estabilidade primária e evita que ocorram micromovimentações do implante durante a fase de reparação, o que favorece uma estabilidade secundária maior e, consequentemente, a própria osseointegração (Atsumi et al., 2007).

A estabilidade primária do implante afeta diretamente a estabilidade secundária quando se consideram os resultados posteriores atingidos pelo subsequente contato osteogênico e remodelação óssea até a osseointegração completa (Ahn et al., 2012).

2.5 QUALIDADE ÓSSEA E ESTABILIDADE PRIMÁRIA

O TI 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, 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).

Hsu et al. (2013b) investigaram como a estabilidade primária de um implante dentário pode ser afetada por variadas espessuras de osso cortical e forças em osso trabecular utilizando modelos ósseos sintéticos. O torque parece mais adequado para identificar a estabilidade primária do implante no osso de baixa qualidade óssea com uma cortical fina. Outra forma que está sendo bastante utilizada para avaliar a estabilidade dos implantes é o aparelho Osstell® (Hsu et al., 2013b).

O aparelho utiliza um sistema sem fio para AFR, 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, excitado por ondas eletromagnéticas quando há a aproximação de uma sonda que estimula 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) que varia de 1 a 100. Existe um SmartPeg para cada tipo e marca comercial de implante (Alsaadi et al., 2007).

Díaz-Castro et al. (2019) avaliaram 120 implantes instalados em osso bovino (tipo II e III). Os implantes foram divididos em grupos, conforme o desenho. Quando os implantes foram instalados, o TI foi registrado. Em seguida, a estabilidade primária foi medida por meio da AFR e do ISQ. Os resultados do presente estudo sugerem que o AFR apresenta excelente reprodutibilidade e repetibilidade, portanto, pode ser muito útil no monitoramento da estabilidade dos implantes ao longo do tempo. Além disso, a correlação entre a TI e a AFR é baixa e não há diferenças estatisticamente significativas entre os tipos de implantes.

Kim et al. (2016) 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, de 79, 11, 13 e 48 anos). Depois, os valores ISQ, e o TI e a 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, TI e a 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 a 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 54 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 TI, AFR e força de arrancamento. Os implantes também foram analisados por microscopia de varredura eletrônica 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.

Quando é possível ter uma boa estabilidade primária a utilização da técnica cirúrgica convencional é a indicação (Figura 2.1A), mas, nas regiões onde a qualidade óssea não é satisfatória para obter uma boa estabilidade primária, pode-se fazer uso da subfresagem para tentar garantir uma boa estabilidade primária e consequentemente a osseointegração (Figura. 2.1B) (Alghamdi et al., 2011).

Figura 2.1 - Diagrama da sequência de perfuração convencional utilizada em (A) e adaptado à técnica cirúrgica (B) para a colocação de implantes

Fonte: Alghamdi et al. (2011)

González-Martín et al. (2012) avaliaram a DF na TCFC e as mudanças de qualidade óssea que cercam a porção apical de implantes imediatos colocados sob um TI maior utilizando uma técnica de perfuração subdimensionada. Foram avaliados três pacientes neste estudo. Os implantes individuais foram instalados em alvéolos pós-extração na maxila anterior e os provisórios instalados imediatamente. A estabilidade adequada foi assegurada em todos os implantes. A qualidade do osso na porção óssea mais apical de 1,15 mm foi medida pelo TCFC na instalação e após seis meses. Todos os três implantes foram bem sucedidos após um período de seguimento de 18 meses. A DF média no ápice do implante exibiu um aumento de 3% após seis meses da instalação. Dentro das limitações de um estudo exploratório, uma perfuração subdimensionada que resulta em torque de inserção elevado parece não induzir alterações adversas na qualidade do osso radiográfico após seis meses de seguimento. O dimensionamento de perfuração e seu efeito na remodelação óssea peri-implante devem ser avaliados em um grupo maior de pacientes.

Turkyilmaz e Tozum (2019) instalaram 48 implantes em mandíbulas de cadáveres humanos. Analisaram a densidade óssea dos locais onde foi determinada a instalação dos implantes e mensuraram no pré-operatório, por meio de tomografia computadorizada (TC), o índice de Hounsfield Units (HU). Utilizaram três grupos determinados pelo diâmetro do final da broca de preparação do leito cirúrgico. Os diâmetros das brocas helicoidais finais foram de 3 mm, 3,4 mm e 3,8 mm no grupo T1, grupo T2 e grupo T3, respectivamente. Os resultados sugerem que as preparações subdimensionadas no local do implante podem melhorar a estabilidade primária do implante e que existem correlações significativas entre densidade óssea, TI e valores de AFR.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi verificar aspectos morfológicos do tecido ósseo na avaliação da qualidade óssea e sua influência na escolha da técnica cirúrgica e na análise da estabilidade primária do implante.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de São Paulo, respeitando a resolução do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) n. 466/12 e os princípios éticos da Declaração de Helsinque, recebendo o parecer consubstanciado aprovado número 2.047.886 (ANEXO A).

Foi utilizado o banco de dados do curso de pós-graduação em nível de especialização em Implantodontia da Universidade Metropolitana de Santos. Foram avaliados os dados de 324 implantes de 3,5 a 4,1 mm de diâmetro e 11,5 mm de comprimento de 173 indivíduos de 32 a 74 anos de idade e de ambos os gêneros, além de suas imagens e prontuários clínicos.

Os critérios de inclusão foram implantes instalados apenas em maxila, utilizando implantes no diâmetro de 3,5 a 4,1 mm e comprimento 11,5 mm implantes (AR Torq – CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil).

Foram excluídos 184 implantes instalados em 115 indivíduos em mandíbula, a amostra ficou com 140 implantes instalados em 58 indivíduos, foram então excluídos 27 implantes instalados em 09 indivíduos com histórico de terapia de reposição hormonal ou de cálcio em uso com menos de seis meses, além de implantes instalados pós extração imediata, portanto, o estudo avaliou 113 implantes instalados em 49 indivíduos.

Os implantes avaliados estavam instalados em diversas regiões da maxila com diversos tipos de osso.

Todas as imagens digitais de radiografias panorâmicas bem como as tomografias computadorizadas de feixe cônico que foram obtidas no 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

Fonte: Dentsply Sirona Brasil (2019)

Nas radiografias panorâmicas, foram avaliados os índices radiomorfométricos, dentre eles, o índice cortical mandibular (ICM). Uma avaliação bilateral sempre utilizando o pior score entre os lados 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

Fonte: (Klemetti et al., 1994)

O índice mental (IM), na avaliação bilateral determinada pela largura da cortical da base da mandíbula, medida sobre a linha perpendicular à base da mandíbula, na altura do centro do forame mental. (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Ilustração do Índice Mental (Tagushi et al., 1995)

Fonte: O autor

No índice mental foi utilizado o menor índice avaliado entre os lados e será classificado com < 3 mm ou ≥ 3 mm (Horner et al., 2002).

Além dos índices radiomorfométricos, foram avaliadas na radiografia panorâmica a análise de dimensão fractal (DF). Para esta análise do padrão ósseo trabecular da região onde foram instalados os implantes, foi utilizada a metodologia de análise morfológica de White (2002) (Figura 4.4).

Figura 4.4 – Análise de Dimensão Fractal

Fonte: O autor

Para a análise da dimensão fractal foi utilizado um ROI de 3,75 x 11,5mm selecionado no software Adobe Photoshop CC simulando o tamanho do implante (Figura 4.5).

Figura 4.5 – Seleção do ROI no Software Adobe Photoshop CC

Fonte: O autor

As medidas dos índices radiomorfométricos, bem como a análise de dimensão fractal, foram aferidas utilizando o software para imagem ImageJ64 (Wayne Rasband National Institute of Health, USA) (Figura 4.6).

Figura 4.6 – Software Image J64

Fonte: O autor.

Para a mensuração das distâncias na radiografia, foi utilizada a ferramenta do Image J64 *Straight* (Figura 4.7).

Figura 4.7 – Ferramenta *Straight* no software Image J64

Fonte: O autor

Para a análise da dimensão fractal no software Image J64, as imagens digitais foram segmentadas para imagem binária de um modo semelhante ao descrito por White e Rudolph (1999).

De acordo com as especificações de Yasar e Akgünlü (2005), as ROI foram duplicadas e obscurecidas por um filtro Gaussiano (Figura 4.8) com um diâmetro de 35 pixels. Nesta etapa, foi removida toda a estrutura em escala fina e média e foram mantidas apenas grandes variações de densidade. Após este processo, foi realizada uma série de etapas para a análise do trabeculado ósseo.

Figura 4.8 – Processo de filtragem da imagem – Software Image J64

Fonte: O autor

Primeiro, foi subtraída da imagem original a imagem resultante fortemente turva (Figura 4.9).

Figura 4.9 – Subtração – Software Image J64

Fonte: O autor

Após essa etapa, na imagem resultante, foram adicionados fator 128 da escala de cinza para o resultado em cada localização de pixel. Isto gerou uma imagem com um valor médio de 128, independentemente da intensidade inicial da imagem (Figura 4.10).

Figura 4.10 – Adição – Software Image J64

Fonte: O autor

Foi realizada a “binarização”, o que transformou o resultado em uma imagem binária (Figura 4.11), para então realizar a etapa da erosão (Figura 4.12), o que coloca cada pixel com valor mínimo dos valores de pixel vizinhos.

Figura 4.11 – Binarização – Software Image J64

Fonte: O autor

Figura 4.12 – Erosão – Software Image J64

Fonte: O autor

Após esse processo, foi realizada a dilatação da imagem em que cada pixel é recolocado com o valor máximo dos pixels da vizinhança (Figura 4.13).

Figura 4.13 – Dilatação – Software Image J64

Fonte: O autor

Então, realizou-se a inversão (Figura 4.14), criando uma imagem inversa da do resultado anterior, em que as trabéculas ósseas passam de branco para preto, o que possibilita a sua contagem, e o fundo da imagem passou a ser branco.

Figura 4.14 – Inversão – Software Image J64

Fonte: O autor

Em seguida, foi realizada a esqueletonização (Figura 4.15) em que os pixels das bordas dos objetos das imagens foram removidos até que a imagem ficasse reduzida a um simples esqueleto largo de um único pixel.

Figura 4.15 – Esqueletonização – Software Image J64

Fonte: O autor

Nas imagens esqueletonizadas, foi realizada análise no software ImageJ64, fornecendo os valores da Dimensão Fractal, representada por “D” (Figura 4.16).

Figura 4.16 – Resultado Fractal – Software Image J64

Fonte: O autor

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 4.17). Neste software, foi criada uma região de interesse (ROI) na medida de 3,75mm de diâmetro e 11,5mm de comprimento e utilizada a ferramenta de análise de densidade óssea por meio de valor de tons de cinza para caracterizar o tipo ósseo predominante da região.

Figura 4.17 – OsiriX Imaging Software utilizando a ferramenta de análise dos valores de pixels

Fonte: O autor

Neste ROI também foi mensurada a espessura da cortical da crista óssea alveolar (Figura 4.18), separadas em medidas $< 0,75$ mm ou $\geq 0,75$ mm (Cortes et al., 2015).

Figura 4.18 – OsiriX Imaging Software utilizando a ferramenta para mensurar a cortical na crista óssea do rebordo

Fonte: O autor

Os implantes utilizados foram cilíndricos autorrosqueantes, dupla rosca e ápice cônico no diâmetro de 3,5 a 4,1 mm e comprimento de 11,5mm (AR Torq – CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil) (Figura 4.19). Para a cirurgia, foi utilizado o Kit de Brocas (Full Osseointegration da CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil) (Figura 4.20); a relação das cirurgias foi separada em duas técnicas cirúrgicas: a convencional, estipulada pelo protocolo cirúrgico para este tipo de implante, e a técnica de subfresagem.

O grau de estabilidade primária foi avaliado por meio do torque de inserção e de análise de frequência de ressonância, dados estes extraídos do banco de dados, assim como a técnica cirúrgica utilizada.

Figura 4.19 - Implante AR Torq (CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil)

Fonte: Conexão Sistemas de Prótese (2017)

Figura 4.20 – Kit de Brocas Full Osseointegration da Conexão Sistema de Prótese

Fonte: Conexão Sistemas de Prótese (2017)

A aferição do torque de inserção foi realizada no ato cirúrgico, mensurada com um torquímetro padrão manual calibrado (Figura 4.21), de forma que, após a estabilização final do implante, o valor de torque considerado foi aquele visualizado na haste do torquímetro (Figura 4.22).

Figura 4.21 – Torquímetro Padrão Manual

Fonte: O autor

Figura 4.22 – Valor do torque na haste do torquímetro

Fonte: O autor

Após a instalação do implante, também foi avaliado o grau de estabilidade primária, medido por meio da análise de frequência de ressonância pelo Osstell® (Integration Diagnostics Ltd., Göteborg, Suécia) (Figura 4.23) e Smartpeg® (Integration Diagnostics Ltd., Göteborg, Suécia) (Figura 4.24). O 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 4.25).

Figura 4.23 - Osstell®

Fonte: Osstell (2019)

Figura 4.24 – SmartPeg®

Fonte: Osstell (2019)

Figura 4.25 – Utilização do Osstell® realizando a mensuração méso-distal

Fonte: O autor

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% ($p < 0,05$).

Os resultados foram descritos por frequências absolutas e relativas, quando apresentadas variáveis categóricas, e por medidas de posição (média e mediana) e escala (desvio padrão e intervalos interquartis), quando apresentadas variáveis contínuas. Comparações entre variáveis categóricas foram realizadas por testes exatos de Fisher (Bussab; Morettin, 2006).

As variáveis contínuas foram comparadas entre fresagem e subfresagem a partir de modelos lineares mistos, considerando o efeito aleatório no intercepto de acordo com o indivíduo, ou seja, considerando o efeito de repetição do indivíduo para cada implante realizado. Como existiam diferenças de posição dos dentes nos implantes que utilizaram fresagem e subfresagem, foram considerados modelos

ajustados segundo Local e Diâmetro. Os resultados foram apresentados pelas diferenças de médias entre os grupos com os respectivos intervalos de confiança de 95% (Pinheiro; Bates, 2000).

As variáveis categóricas também foram avaliadas por modelos generalizados mistos (regressões logísticas mistas) considerando o efeito aleatório do indivíduo. Assim como para o caso contínuo, a análise de sensibilidade ajustada por Local e Diâmetro e foram apresentadas por razões de chances com intervalos de confiança de 95% (Pinheiro; Bates, 2000).

As análises foram realizadas com auxílio do *software* R 3.5.3 (R Core Team, 2019). Considerou-se nível de significância de 5%. Os modelos foram ajustados utilizando o pacote *nlme* (Pinheiro et al., 2017).

5 RESULTADOS

Os dados avaliados foram de 113 implantes em região de maxila, em 49 pacientes que eram em sua maioria mulheres (38, 77,6%) com idade média de 53,4 anos e desvio padrão de 9,9 anos. A característica dos 113 implantes segue descrita na Tabela 5.1. Note que implantes que utilizaram subfresagem foram realizados numa maior proporção em dentes anteriores (36,2% vs. 12,7%) e com diâmetros maiores (100% $\geq$ 3,75 mm contra 47,3% dos que fizeram fresagem). Por causa desse desbalanço, as comparações para as variáveis de interesse foram realizadas apenas comparando os grupos ajustados pela repetição do indivíduo e, posteriormente, ajustados por Diâmetro e Local (Anterior/Posterior).

Tabela 5.1 - Comparação das características de base segundo Fresagem e Subfresagem

	Fresagem (n=55)	Subfresagem (n=58)	Total (n=113)	p ¹
Região / Dente				
11	1 (1,8%)	2 (3,4%)	3 (2,7%)	0,154
12	1 (1,8%)	5 (8,6%)	6 (5,3%)	
13	0 (0%)	3 (5,2%)	3 (2,7%)	
14	11 (20%)	3 (5,2%)	14 (12,4%)	
15	5 (9,1%)	5 (8,6%)	10 (8,8%)	
16	7 (12,7%)	10 (17,2%)	17 (15%)	
21	2 (3,6%)	3 (5,2%)	5 (4,4%)	
22	1 (1,8%)	5 (8,6%)	6 (5,3%)	
23	2 (3,6%)	3 (5,2%)	5 (4,4%)	
24	11 (20%)	6 (10,3%)	17 (15%)	
25	8 (14,5%)	5 (8,6%)	13 (11,5%)	
26	5 (9,1%)	6 (10,3%)	11 (9,7%)	
27	1 (1,8%)	2 (3,4%)	3 (2,7%)	
Local				
Anterior	7 (12,7%)	21 (36,2%)	28 (24,8%)	0,005
Posterior	48 (87,3%)	37 (63,8%)	85 (75,2%)	
Diâmetro				
3,5	29 (52,7%)	0 (0%)	29 (25,7%)	<0,001
3,75	26 (47,3%)	57 (98,3%)	83 (73,5%)	
4	0 (0%)	1 (1,7%)	1 (0,9%)	

Fonte: O autor

Note que a comparação da tabela 5.2 apresenta um valor de p de 0,06 para comparação entre médias dos grupos de valor de tons de cinza (VTC) e análise da dimensão fractal (DF), indicando que o valor de tons de cinza (VTC) tende a ser menor nos implantes em que foi realizada a subfresagem. Porém, quando ajustamos os modelos segundo Local e Diâmetro na tabela 5.3, o efeito da fresagem/subfresagem reduz consideravelmente.

As tabelas 5.4 e 5.5 apresentam os valores dos coeficientes ajustado para valor de tons de cinza (VTC) e análise da dimensão fractal (DF). Note que o efeito do Local e do Diâmetro são significativamente importantes para explicar o valor de tons de cinza (VTC) (Tabela 5.4) e o que está sendo explicado pela Fresagem/Subfresagem na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Comparações entre médias das variáveis contínuas segundo fresagem e subfresagem

	Fresagem (n=55)	Subfresagem (n=58)	Diferença de médias ¹ [IC 95%]	p ¹
TI	44,73 ± 16,79	43,71 ± 15,63	-0,99 [-7,88; 5,89]	0,77
ISQ	59,87 ± 10,2	61 ± 11,55	0,53 [-3,9; 4,96]	0,81
VTC	489,05 ± 159,4	390,58 ± 155,56	-68,73 [-140,81; 3,35]	0,06
DF	1,19 ± 0,11	1,23 ± 0,11	0,05 [0; 0,09]	0,06

Dados reportados como média ± dp

(1) Modelos de lineares mistos com efeito aleatório segundo indivíduo

Fonte: O autor

Tabela 5.3 - Comparações entre médias das variáveis contínuas segundo fresagem e subfresagem. Modelos ajustados

	Fresagem (n=55)	Subfresagem (n=58)	Diferença de médias ¹ [IC 95%]	p ¹
TI	44,73 ± 16,79	43,71 ± 15,63	-0,72 [-9,65; 8,21]	0,87
ISQ	59,87 ± 10,2	61 ± 11,55	1,52 [-4,1; 7,13]	0,59
VTC	489,05 ± 159,4	390,58 ± 155,56	8,16 [-79,97; 96,28]	0,85
DF	1,19 ± 0,11	1,23 ± 0,11	0,03 [-0,03; 0,09]	0,31

Dados reportados como média ± dp

(1) Modelos lineares mistos com efeito aleatório segundo indivíduo ajustado por Local e Diâmetro

Fonte: O autor

Tabela 5.4. Modelo linear misto para Tomo (Mean) ajustado

Coeficiente	Estimativa	Erro padrão	valor p
(Intercepto)	598,753	44,165	0,000
Grupo (Subfresagem)	8,156	44,069	0,854
Local (Posterior)	-54,421	28,192	0,058
Diâmetro (3,75)	-146,134	49,691	0,005
Diâmetro (4,00)	-230,073	163,326	0,166

Fonte: O autor

Tabela 5.5 - Modelo linear misto para Análise Fractal ajustado

Coeficiente	Estimativa	Erro padrão	valor p
(Intercepto)	1,145	0,034	0,000
Grupo (Subfresagem)	0,031	0,030	0,310
Local (Posterior)	0,032	0,025	0,217
Diâmetro (3,75)	0,039	0,034	0,260
Diâmetro (4,00)	-0,004	0,116	0,976

Fonte: O autor

Para as variáveis categóricas Espessura cortical da crista alveolar (ECCA) e ICM, não há efeito significativo ao nível de significância de 5% para nenhum grupo, ajustado por Local ou Diâmetro ou não (Tabela 5.6 e 5.7). Para esses casos, em vez de diferenças de médias, estão apresentadas razões de chances (odds ratios) entre os grupos.

Todos os pacientes apresentaram IM ≥ 3 mm e, portanto, nenhum modelo foi ajustado para essa variável.

Tabela 5.6 - Comparações entre médias das variáveis categóricas segundo fresagem e subfresagem

	Fresagem (n=55)	Subfresagem (n=58)	Razão de chances ¹ [IC 95%]	p ¹
ECCA				
< 0,75 mm	21 (38,2%)	16 (27,6%)	1	
$\geq 0,75$ mm	34 (61,8%)	42 (72,4%)	1,81 [0,5; 6,62]	0,368
ICM				
1	36 (65,5%)	42 (72,4%)	1	
2	17 (30,9%)	9 (15,5%)	0,37 [0; >100]	0,790
3	2 (3,6%)	7 (12,1%)	1,45 [0; >100]	0,962

Dados reportados como n (%)

(1) Modelos de regressão logística mistos com efeito aleatório segundo indivíduo

Fonte: O autor

Tabela 5.7 - Comparações entre médias das variáveis categóricas segundo fresagem e subfresagem. Modelos ajustados

	Fresagem (n=55)	Subfresagem (n=58)	Razão de chances ¹ [IC 95%]	p ¹
ECCA				
< 0,75 mm	21 (38,2%)	16 (27,6%)	1	
≥ 0,75 mm	34 (61,8%)	42 (72,4%)	1,56 [0,4; 6,03]	0,517
ICM				
1	36 (65,5%)	42 (72,4%)	1	
2	17 (30,9%)	9 (15,5%)	0,37 [0; >100]	0,801
3	2 (3,6%)	7 (12,1%)	1,35 [0; >100]	0,97

Dados reportados como n (%)

(1) Modelos de regressão logística mistos com efeito aleatório segundo indivíduo ajustado por Local e Diâmetro

Fonte: O autor

Finalmente, a figura 5.1 apresenta as correlações entre as avaliações contínuas de interesse. Todos os valores das correlações estimadas foram inferiores a 0,25 e nenhuma significância ao nível de 5%. Não demonstra que TI, ISQ, VTC e a DF estejam fortemente associadas entre si.

Figura 5.1 - Dispersão dois a dois e coeficientes de correlação de Spearman

$p > 0,05$

Fonte: O autor

6 DISCUSSÃO

Diversos trabalhos consideram essencial para o planejamento pré-cirúrgico a avaliação da qualidade óssea por parte do cirurgião-dentista nos tratamentos com a utilização de implantes para reabilitação na cavidade bucal. A condição da densidade óssea identificada e delimitada favorece os protocolos cirúrgicos, portanto, estas informações podem nortear as cirurgias (Andrés-Garcia et al., 2009; Cortes et al., 2015; Suttapreyasri et al., 2018).

Atualmente, busca-se criar de forma objetiva mecanismos para obtenção da qualidade da densidade óssea, bem como a quantidade de estrutura óssea, sendo os dois principais fatores responsáveis no sucesso da Implantodontia. Quanto à quantidade de estrutura óssea, não é mais um problema tendo em vista o avanço tecnológico na área da imaginologia, possibilitando a avaliação no momento do planejamento (Hsu et al., 2013b).

Avaliar a densidade óssea é possível somente durante a preparação do leito cirúrgico pela fresagem, sendo verificada a partir da pressão da fresa em contato com o osso. É comum, durante a preparação da loja cirúrgica, ocorrerem alterações nos protocolos cirúrgicos com a intenção de aumentar a estabilidade primária e, conseqüentemente, elevando a previsibilidade de sucesso na instalação do implante. A mensuração da estabilidade primária é possível após a instalação do implante por meio do TI e da AFR (Naitoh et al., 2010; Kalinowski; Rózyto-Kalinowska, 2011; Mansour et al., 2013; Turkyilmaz; Tozum, 2019).

Durante o momento do preparo da loja cirúrgica, pode-se perceber uma condição óssea de baixa qualidade, assim, a utilização da subfresagem para a instalação do implante auxilia na busca pela estabilidade primária ao propor uma melhor justaposição entre osso e implante (Friberg et al., 2001; Bilhan et al., 2010; Degidi et al., 2010; Alghamdi et al., 2011; Ahn et al., 2012; Turkyilmaz; Tozum, 2019).

No entanto, alguns estudos contrariam essa posição de que a subfresagem aumenta a chance de sobrevivência do implante uma vez que a estabilidade primária é perdida ao longo do período de maturação óssea, levando ao insucesso independentemente da estabilidade primária (Glauser et al., 2004; Gonzalez-Martin et al., 2012).

Diversos estudos sustentam que é possível utilizar os índices radiomorfométricos em radiografias panorâmicas para estabelecer indivíduos com baixa densidade óssea e sua interferência em pacientes mais velhos ou com problemas metabólicos (Tosoni et al., 2006; Mansour et al., 2013; Bajoria et al., 2015; Bozdog et al., 2015; Balto et al., 2018; Yalcin et al., 2019).

Este estudo contraria os achados acima, não sendo possível correlacionar os índices radiomorfométricos à baixa qualidade óssea uma vez que no grupo C1 do ICM, que é caracterizado por uma cortical mandibular posterior clara e nítida, a qual representa uma boa condição óssea, foi o grupo em que ocorreu a maior concentração de subfresagem, portanto, o ICM não interferiu na qualidade óssea. Foi também evidenciado em outros estudos que a imprecisão dos índices radiomorfométricos na avaliação da baixa qualidade óssea, bem como a replicabilidade dos mesmos, dificultam esta correlação (Klemetti et al., 1993; Klemetti et al., 1994; Devlin et al., 2001; Horner et al., 2002).

Ainda utilizando as radiografias panorâmicas, outra forma de tentar diagnosticar regiões de baixa qualidade óssea seria por meio das características morfológicas trabeculares utilizando a DF (White; Rudolph, 1999).

Em um estudo realizado em paciente com diabetes mellitus, não foi possível verificar correlação entre a qualidade óssea e dos índices radiomorfométricos com a DF (Kurşun-Çakmak; Bayrak, 2018). Em outro estudo, foi possível correlacionar o DF ao ISQ em região de maxila, mas não em mandíbula, necessitando de mais estudos para utilizar o DF como parâmetro de avaliação de qualidade óssea pensando na estabilidade primária do implante (Kulczyk et al., 2018).

Alguns estudos correlacionaram a DF com a possibilidade de ajudar a prever a qualidade óssea e, assim, ter uma previsibilidade da estabilidade primária no planejamento cirúrgico dos implantes. Nesta associação, ocorre uma diminuição

da massa óssea onde os valores da DF aumentam (Bollen et al., 2001; Sindeaux et al., 2014; Suer et al., 2016).

Foi possível avaliar neste estudo uma tendência no aumento da DF nas regiões em que ocorreu a subfresagem, levando a entender que onde apresentou a piora de qualidade do tipo de osso foi onde ocorreu a necessidade de subfresar para ganhar estabilidade inicial, corroborando que, neste resultado, outros estudos evidenciaram uma correlação entre DF e qualidade óssea (Bollen et al., 2001; Sindeaux et al., 2014).

A TCFC apresenta-se como uma ferramenta importante no diagnóstico e no planejamento de cirurgias de implantes trazendo um grande impacto na Odontologia (Valiyaparambil et al., 2012; Rios et al., 2017).

A utilização do VTC na TCFC pode fornecer uma ajuda considerável para prever a qualidade óssea em regiões potenciais para implante aferindo a densidade óssea (Valiyaparambil et al., 2012; Arisan et al., 2013).

Esses parâmetros colaboram com o resultado obtido neste estudo em que o VTC na TCFC tende a ser menor nos implantes em que foram realizadas as subfresagem.

Suttapreyasri et al. (2018), contrariando nossos achados, demonstraram em seu estudo que os VTC medidos pela TCFC têm baixa correlação com os parâmetros histomorfométricos ósseos medidos por micro-TC e análise histológica, considerando que as máquinas TCFC não utilizam um sistema padronizado para dimensionar os VTC que representam valores de densidade.

Na ECCA observada na TCFC, é possível prever a qualidade óssea da região em que será instalado o implante, uma vez que sugere ser possível determinar o TI com precisão, a fim de obter melhor estabilidade primária (Andrés-Garcia et al., 2009; Cortes et al., 2015; Hsu et al., 2013b; Suttapreyasri et al., 2018).

O presente estudo contraria os autores anteriores verificando que a ECCA não teve influência quanto à fresagem ou subfresagem para determinar a qualidade óssea.

Alguns estudos demonstram que a estabilidade primária no momento da instalação do implante pode ser avaliada e está altamente correlacionada com ISQ e o TI (Alsaadi et al., 2007; Atsumi et al., 2007; Kim et al., 2016; Valente et al., 2015), além de correlacionar com a subfresagem (Turkyilmaz; Tozum, 2019).

Este estudo contraria esses resultados, não associando qualquer correlação entre TI, ISQ, VTC e DFI, além da subfresagem. Díaz-Castro et al. (2019), quanto ao TI e o ISQ, também reforça o resultado deste estudo não correlacionando o TI a AFR por meio do ISQ.

É possível observar em outro estudo resultados parecidos com o deste, em que não foi possível correlacionar a DF avaliada em TCFC com o TI em cirurgia em que a loja cirúrgica foi subfresada (González-Martin et al., 2012).

7 CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos e com as limitações do presente estudo, pode-se concluir que:

- Não foi verificada a influência da qualidade óssea na escolha da técnica cirúrgica utilizada ainda que o ganho na estabilidade primária tenha sido alcançado.

REFERÊNCIAS¹

Ahn SJ, Leesungbok R, Lee SW, Heo YK, Kang KL. Differences in implant stability associated with various methods of preparation of the implant bed: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2012 Jun;107(6):366-72. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60092-4.

Akay G, Akarslan Z, Karadag O, Gungor K. Does tooth loss in the mandibular posterior region have an effect on the mental index and panoramic mandibular index? *Eur Oral Res*. 2019 May;53(2):56-61. doi: 10.26650/eor.20192146.

Alghamdi H, Anand PS, Anil S. Undersized implant site preparation to enhance primary implant stability in poor bone density: a prospective clinical study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Dec;69(12): e506-12. doi: 10.1016/j.joms.2011.08.007.

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. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2007.01047.x>.

Andrés-García R, Vives NG, Climent FH, Palacin AF, Santos VR, Climent MH, et al. In vitro evaluation of the influence of the cortical bone on the primary stability of two implant systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2009 Feb;14(2): E93-7.

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*. 2013 Dec;15(6):893-906. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00436.x.

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.

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;9:303-10. doi: 10.2174/1874210601509010303.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Balto KA, Gomaa MM, Feteih RM, AlAmoudi NM, Elsamanoudy AZ, Hassanien MA, et al. Dental panoramic radiographic indices as a predictor of osteoporosis in postmenopausal saudí women. *J Bone Metab*. 2018 Aug;25(3):165-73. doi: 10.11005/jbm.2018.25.3.165.

Bilhan H, Geckili O, Muncu E, Bozdog E, Sunbuloglu E, Kutay O. Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone. *J Oral Rehabil*. 2010 Dec;37(12):900-7. doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02117.x.

Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol*. 2001 Sep;30(5):270-5. doi: <https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600630>.

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

Bussab WO, Morettin PA. *Estatística básica*. 7ª ed. São Paulo: Saraiva; 2012.

Chandak LG, Lohe VK, Bhowate RR, Gandhi KP, Vyas NV. Correlation of mandibular radiomorphometric indices with serum calcium and serum estradiol in pre- and post-menopausal women. *Contemp Clin Dent*. 2017 Jan-Mar;8(1):53-8. doi: 10.4103/0976-237X.205044.

Conexão Sistemas de Prótese. Implante e conexão: estética, saúde e longevidade. 2017 [citado 23 set. 2019]. Disponível em: https://www.conexao.com.br/catalogo/Catalogo_Final2017.pdf.

Cortes AR, Eimar H, Barbosa JS, 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.

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.

Dentsply Sirona Brasil. Orthophos XG 3D. 2019 [citado 23 set. 2019]. Disponível em: <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/sistemas-de-imagem/panoramic-cbct/unidades-de-imagem-3d/orthophos-xg-3d.html>.

Devlin CV, Horner K, Devlin H. Variability in measurement of radiomorphometric indices by general dental practitioners. *Dentomaxillofac Radiol*. 2001 Mar;30(2):120-5. <https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600594>.

Díaz-Castro MC, Falcao A, López-Jarana P, Falcao C, Ríos-Santos JV, Fernández-Palacín A, et al. Repeatability of the resonance frequency analysis values in implants with a new technology. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2019 Sep 1;24(5):e636-e642. doi: 10.4317/medoral.22761.

Friberg B, Ekestubbe A, Mellström D, Sennerby L. Branemark implants and osteoporosis: a clinical exploratory study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2001;3(1):50-6. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2001.tb00128.x>.

Friberg B, Ekestubbe A, Sennerby L. Clinical outcome of Branemark System implants of various diameters: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002 Sep-Oct;17(5):671-7.

Geng JP, Tan KBC, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2001 Jun;85(6):585-98. doi: <https://doi.org/10.1067/mpr.2001.115251>.

Glauser R, Sennerby L, Meredith N, Rée A, Lundgren AK, Gottlow J, et al. Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading. Successful vs. failing implants. *Clin Oral Implants Res*. 2004 Aug;15(4):428-34.

González-Martín O, Lee EA, Veltri M. CBCT fractal dimension changes at the apex of immediate implants placed using undersized drilling. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Aug;23(8):954-7. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02246.x.

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;17(5):e801-6. doi:10.4317/medoral.17861.

Horner K, Devlin H. The relationship between mandibular bone density and panoramic mandibular measurements. *J Dent*. 1998 May;26(4):337-43. doi: [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(97\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(97)00020-1).

Horner K, Devlin H, Harvey L. Detecting patients with low skeletal bone mass. *J Dent*. 2002 May;30(4):171-5. doi: [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(02\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(02)00010-6).

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 Apr;15(2):251-61. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00349.x.

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. doi: 10.1016/j.ijom.2012.07.002.

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.

Kim DG, Kwon HJ, Jeong YH, Chien HH, Crance S, Agnew AM, et al. Associations of resonance frequency analysis with dynamic mechanical analysis of dental implant systems. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016 Apr;18(2):332-41. doi: 10.1111/cid.12319.

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. doi: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(93\)90438-a](https://doi.org/10.1016/0030-4220(93)90438-a).

Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res*. 1994 Feb;102(1):68-72. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1994.tb01156.x>.

Kulczyk T, Czajka-Jakubowska A, Przysańska A. A comparison between the implant stability quotient and the fractal dimension of alveolar bone at the implant site. *Biomed Res Int*. 2018 Oct 15;2018:4357627. doi: 10.1155/2018/4357627.

Kurşun-Çakmak EŞ, Bayrak S. Comparison of fractal dimension analysis and panoramic-based radiomorphometric indices in the assessment of mandibular bone changes in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2018 Aug;126(2):184-91. doi: 10.1016/j.oooo.2018.04.010.

Mansour S, AlGhamdi AS, Javed F, Marzouk H, Khan EA. Panoramic radiomorphometric indices as reliable parameters in predicting osteoporosis. *Am J Med Sci*. 2013 Dec;346(6):473-8. doi: 10.1097/MAJ.0b013e3182972148.

Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R. Optimal implant stabilization in low density bone. *Clin Oral Implants Res.* 2001 Oct;12(5):423-32.

Mostafa RA, Arnout EA, Abo El-Fotouh MM. Feasibility of cone beam computed tomography radiomorphometric analysis and fractal dimension in assessment of postmenopausal osteoporosis in correlation with dual X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofac Radiol.* 2016;45(7):20160212. doi: 10.1259/dmfr.20160212.

Naitoh M, Hirukawa A, Katsumata A, Arij 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. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.01950.x.

Osstell. 2019 [citado 23 ago. 2019]. Disponível em: <http://www.osstell.com/products/>.

Pinheiro JC, Bates DM. *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. New York: Springer; 2000.

Pinheiro JC, Bates D, DebRoy SS, Sarkar D. R Core Team. *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R package. Version 3.1-131. 2017.

R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2019.

Rabel A, Kohler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Investig* 2007 Sep;11(3):257-65.

Rios HF, Borgnakke WS, Benavides E. The use of Cone-Beam Computed Tomography in management of patients requiring dental implants: an American Academy of Periodontology best evidence review. *J Periodontol.* 2017 Oct;88(10):946-959. doi: 10.1902/jop.2017.160548.

Sanchez-Molina D, Velazquez-Ameijide J, Quintana V, Arregui-Dalmases C, Crandall JR, Subit D, et al. Fractal dimension and mechanical properties of human cortical bone. *Med Eng Phys.* 2013 May;35(5):576-82. doi: 10.1016/j.medengphy.2012.06.024.

Sindeaux R, Figueiredo PT, de Melo NS, Guimarães AT, Lazarte L, Pereira FB, et al. Fractal dimension and mandibular cortical width in normal and osteoporotic men and women. *Maturitas*. 2014 Feb;77(2):142-8. doi: 10.1016/j.maturitas.2013.10.011.

Suer BT, Yaman Z, Buyuksarac B. Correlation of fractal dimension values with implant insertion torque and resonance frequency values at implant recipient sites. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016 Jan-Feb;31(1):55-62. doi: 10.11607/jomi.3965.

Suttapreyasri S, Suapear P, Leepong N. The accuracy of Cone-Beam Computed Tomography for evaluating bone density and cortical bone thickness at the implant site: micro-computed tomography and histologic analysis. *J Craniofac Surg*. 2018 Nov;29(8):2026-31. doi: 10.1097/SCS.00000000000004672.

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. doi: [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(05\)80088-5](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(05)80088-5).

Tosoni GM, Lurie AG, Cowan AE, Burleson JA. Pixel intensity and fractal analyses: detecting osteoporosis in perimenopausal and postmenopausal women by using digital panoramic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006 Aug;102(2):235-41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.08.020>.

Trisi P, De Benedittis S, Perfetti G, Berardi D. Primary stability, insertion torque and bone density of cylindric implant ad modum Branemark: is there a relationship? An in vitro study. *Clin Oral Implants Res*. 2011 May;22(5):567-70. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02036.x.

Turkyilmaz I, Tozum TF. Enhancing primary implant stability by undersizing implant site preparation: a human cadaver study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2019 May. pii: S2468-7855(19)30127-2. doi: 10.1016/j.jormas.2019.04.016.

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.

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. doi: 10.1016/j.joms.2010.11.008.

Wang K, Li DH, Guo JF, Liu BL, Shi SQ. Effects of buccal bi-cortical anchorages on primary stability of dental implants: a numerical approach of natural frequency analysis. *J Oral Rehabil.* 2009 Apr;36(4):284-91. doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.01936.x.

White SC. Oral radiographic predictors of osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002;31(2):84-92. doi: <https://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600674>.

White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88(5):628-35. doi: [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(99\)70097-1](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(99)70097-1).

Wojtowicz A, Chaberek S, Kryst L, Urbanowska E, Ciechowicz K, Ostrowski K. Fourier and fractal analysis of maxillary alveolar ridge repair using platelet rich plasma (PRP) and inorganic bovine bone. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2003 Feb;32(1):84-6. doi: <https://doi.org/10.1054/ijom.2002.0310>.

Yalcin ED, Avcu N, Uysal S, Arslan U. Evaluation of radiomorphometric indices and bone findings on panoramic images in patients with scleroderma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2019 Jan;127(1):e23-e30. doi: 10.1016/j.oooo.2018.08.007.

Yasar F, Akgünlü F. Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005 Sep;34(5):261-7. doi: <https://doi.org/10.1259/dmfr/85149245>.

Yasar F, Akgünlü F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006 Jan;35(1):1-9. doi: <https://doi.org/10.1259/dmfr/97652136>.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa - FOU SP

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Influência dos aspectos morfológicos e radiográficos do tecido ósseo na escolha da técnica cirúrgica e na análise da estabilidade primária de implantes

Pesquisador: Rodrigo Alves Ribeiro

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 64640917.9.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.047.886

Apresentação do Projeto:

O projeto se encontra bem estruturado apresentando a justificativa do estudo com embasamento na revisão da literatura dentro da introdução. Material e métodos se encontra bem detalhado, com ilustrações para melhor entendimento, e a avaliação dos resultados por meio de análise estatística é bem esclarecida.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar a influência dos aspectos morfológicos e radiográficos do tecido ósseo na escolha da técnica cirúrgica e na análise da estabilidade primária de implantes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos presentes referem-se somente na confidencialidade de identificação e dados referente ao paciente, no entanto os autores se comprometem ao sigilo de informações respeitando a privacidade dos mesmos. Os benefícios estão ligados à contribuição dos achados para a literatura e aplicação da possibilidade de utilizar exames pré-cirúrgicos necessários para o ato cirúrgico de implantação para avaliar as condições ósseas previamente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa parece ser clinicamente relevante uma vez que verificará se exames pré-cirúrgicos

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7980

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 2.047.888

poderão contribuir na escolha da técnica cirúrgica em implantes dentários.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Toda documentação necessária foi anexada na plataforma, tais como projeto detalhado, cronograma dentro do prazo proposto, folha de rosto assinada pelo pesquisador e responsável máximo pela unidade da instituição, justificativa de isenção de TCLE, e autorização do responsável pelo banco de dados.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final, utilizando-se da opção "Enviar Notificação" (descrita no Manual "Submeter Notificação", disponível na Central de Suporte - canto superior direito do site www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "emenda" a este CEP, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_826833.pdf	12/04/2017 23:38:31		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOPESQUISA.doc	12/04/2017 23:38:15	Rodrigo Alves Ribeiro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoDeDados.pdf	16/01/2017 10:28:21	Rodrigo Alves Ribeiro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	PedidoDeIsencaoTermoConsentimento.pdf	16/01/2017 10:28:03	Rodrigo Alves Ribeiro	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	16/01/2017 10:27:36	Rodrigo Alves Ribeiro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7950 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 2.047.886

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SÃO PAULO, 05 de Maio de 2017

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SÃO PAULO
Telefone: (11)3091-7950 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br