NATALY RABELO MINA ZAMBRANA

**Correlação das análises fractal, índices radiomorfométricos e análises de
estabilidade primária em sítios de implantes**

São Paulo
2018

NATALY RABELO MINA ZAMBRANA

**Correlação das análises fractal, índices radiomorfométricos e análises de
estabilidade primária em sítios de implantes**

Versão Original

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

Orientador: Prof. Dr. Claudio Costa

São Paulo
2018

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

Zambrana, Nataly Rabelo Mina.

Correlação das análises fractal, índices radiomorfométricos e análises de estabilidade primária em sítios de implantes / Nataly Rabelo Mina Zambrana ; orientador Claudio Costa . -- São Paulo, 2018.

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

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

Versão original

1. Fractais - odontologia. 2. Radiografia panorâmica. 3. Implantes dentários. I. Costa, Claudio. II. Título.

Zambrana NRM. Correlação das análises fractal, índices radiomorfométricos e análises de estabilidade primária em sítios de implantes. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: / /2018

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas que direta ou indiretamente me fizeram crer que o melhor caminho é do amor, amor ao conhecimento, amor às pessoas, amor aos animais, amor à vida.

Minha família, meu maior amor, sem esta base sólida nada seria possível nesta vida.

Meu pai, meu exemplo, onde estiveres quero que saibas que sou um pedaço de ti e que sempre o levo em meus pensamentos e coração. Dedico a ti não só estas páginas mas minha vida inteira, ensinaste a ser humana, a ser sempre o melhor possível e com isso sigo em frente, com a certeza que com a mente e coração em paz serei sempre feliz.

Minha mãe, eres o símbolo da vida, com todos os sorrisos e lágrimas ela segue, firme e confiante que o melhor está no agora.

Meus irmãos, Jéssica e André, não poderia ter melhores parceiros de vida, companheiros de alma, sem vocês eu não seria a mesma. Somos um, ontem, agora e sempre.

Meu marido e companheiro de todas as alegrias e tormentos do dia-a-dia, minha eterna gratidão por todo o amor que me cativas, por toda a compreensão nos dias de estresse ou ausência. Minha jornada aqui não seria possível sem seu apoio, j'a.

Alice, filha, você me impulsiona a ser melhor. Agradeço a Deus todos os dias por tê-la em nossas vidas, sua alegria e amor contagia e muitas vezes cura. O melhor caminho minha filha é do conhecimento e amor porque um não caminha sem o outro.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores de Radiologia da Universidade de São Paulo meus sinceros agradecimentos por todo conhecimento compartilhado.

Em especial ao meu orientador e amigo, Prof. Claudio Costa, agradeço todo carinho e orientação por todos os anos que nos conhecemos. Ganho o melhor presente no final deste curso, um grande amigo.

Agradeço aos meus colegas de pós-graduação do programa de Diagnóstico Bucal da Universidade de São Paulo por todo o apoio e companheirismo nesta jornada.

Aos funcionários da Universidade de São Paulo, agradeço o empenho nestes anos de vivência.

Agradeço especialmente à Maria Aparecida (Cidinha), secretária do Departamento de Radiologia, da Universidade de São Paulo, a vida põe nas nossas vidas anjos que auxiliam a enfrentar nossos obstáculos com mais suavidade e você sem dúvida alguma é um desses anjos Cidinha, agradeço com todo meu coração por todo amor que têm por nós.

Agradeço de coração o empenho da bibliotecária Glauci em ajudar na formatação e rapidez para o curto prazo que tinha.

À Universidade de Santos -UNIMES pela amostra deste estudo e em especial ao amigo Rodrigo Xandu que muito colaborou com o projeto.

A todos os amigos que contribuíram com o êxito deste projeto.

"Os sete pecados capitais responsáveis pelas injustiças sociais são: riqueza sem trabalho; prazeres sem escrúpulos; conhecimento sem sabedoria; comércio sem moral; política sem idealismo; religião sem sacrifício e ciência sem humanismo."

Mahatma Gandhi

RESUMO

Zambrana NRM. Correlação das análises fractal, índices radiomorfométricos e análises de estabilidade primária em sítios de implantes [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Versão Original

O sucesso das cirurgias de implantes depende de diversos fatores como a saúde sistêmica dos pacientes, qualidade e quantidades ósseas disponíveis e, o tipo de macro e microarquitetura dos implantes osseointegráveis. Este estudo propõe avaliar o tecido ósseo em radiografias panorâmicas antes e após cirurgias de implantes correlacionando com análises das Dimensões Fractais (DF), Intensidade de pixel (IP), Índice mental (IM) e análises de estabilidade primária de implantes (AFR e TI). Foram analisadas 138 regiões de interesse de 50 pacientes, homens e mulheres com idade entre 22 e 77 anos cujas imagens pertencem ao banco de dados do curso de pós-graduação em Implantodontia da Universidade de Santos (Unimes). Foram obtidos dados cirúrgicos do ato da instalação dos implantes, análises de Frequência de Ressonância (AFR) e Torque de Inserção dos implantes (TI) e, com os dados quantitativos obtidos das radiografias panorâmicas antes e após a instalação dos implantes, DF, IP e IM foram realizados testes estatísticos de Correlação de Spearman, Teste Kruskal Wallis e Wilcoxon para amostras relacionadas com auxílio do software IBM SPSS Advanced Statistics ® (IBM, USA) com nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Os resultados obtidos para as Correlações significantes foram entre a Idade e DF ($r = -.647$) e TI e DF ($r = 0.434$). O teste de Wilcoxon identificou diferença significativa ($p > 0,05$) para as amostras relacionadas IP antes e IP depois ($p = 0,020$ e $0,000$) entre os grupos 1 e 2. Foram analisadas as possíveis diferenças entre as variáveis independentes para os grupos 1 e 2 em relação a Idade, com diferenças entre IP ($p = 0,046$), TI ($p = 0,044$), AFR_MD ($p = 0,040$) e AFR_VL ($p = 0,010$), em relação ao gênero encontrados diferenças entre as variáveis DF ($p = 0,039$), IP_antes ($p = 0,001$) e IP_depois ($p = 0,033$). O estudo concluiu que a IP pode detectar alterações de mineralização óssea antes e após a instalação de implantes; DF é correlacionada com TI para pacientes jovens (até 45 anos) e, a análise da Idade e Gênero devem ser considerados na avaliação de exames por imagem para planejamento com implantes.

Palavras-chave: Dimensão Fractal. Intensidade de Pixel. Radiografia Panorâmica.
Torque de Inserção. Frequência de Ressonância. Implantes Dentários.

ABSTRACT

Zambrana NRM. Correlation of fractal analysis, radiomorphometric indexes and primary stability of dental implants. [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Original version

The success of dental implants depends on several factors as patient's systemic health, bone quality and quantity, geometry of dental implants and their microarchitecture relationship to the alveolar bone. The aim of this study is to assess changes of alveolar bone of panoramic radiographs correlating with Fractal Dimension (FD), Pixel Intensity (PI), Mental Index (MI) and Implant Stability Quocient (ISQ) measured with Insertion Torque (IT) and Resonance Frequency (RF). 138 regions of interest (ROI) of 50 participants (22 to 77 years old) have been analyzed, all data belonged to the Implantology graduate course of the Universidade de Santos (Unimes). Retrospective surgical data from dental implant surgeries were obtained (RF and IT) and statistically tested with ROI values achieved from DF, PI and MI of panoramic radiographs taken before and after all dental implants placement. Spearman correlation, Kruskal Wallis and Wilcoxon tests were done with the IBM SPSS Advanced Statistics ® software (IBM, USA), level of significance of 95% ($p < 0,05$). Significant correlation was obtained between Age and DF ($r = -.647$) and TI and DF ($r = 0.434$). Wilcoxon test identified significant difference ($p > 0,05$) for related samples PI before and PI after implant ($p = 0,020$ e $0,000$) between groups 1 and 2. Possible differences were analyzed among the independent variables for groups 1 and 2 related to Age, the results showed differences between PI ($p = 0,046$), IT ($p = 0,044$), RF_MD ($p = 0,040$) e RF_VL ($p = 0,010$), between Gender the results showed differences between the variables FD ($p = 0,039$), PI_before ($p = 0,001$) e PI_after ($p = 0,033$). The study concluded that PI can detect bone mineralization changes before and after dental implant placement. FD correlates with the variable IT for younger participants (22 to 45 years old). Age and Gender should be considered regarding imaging exams tests (FD and PI) for dental implant planning.

Keywords: Fractal Dimension. Pixel Intensity. Panoramic Radiograph. Insertion Torque. Resonance Frequency. Dental Implants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Ilustração da mensuração do Índice Mentalal	37
Figura 2.2 - Região de interesse do osso alveolar em imagem radiográfica digitalizada (A) e seu correspondente valor de intensidade, $I(x,y)$, plot (B). Unidade de intensidade são milímetros-equivalente do espessímetro de alumínio, e unidades espaciais dimensionais de x e y são em milímetros ..	41
Figura 2.3 - A, Região de interesse do osso trabecular de radiografia anterior de maxila digitalizada. B, Resultado da aplicação do filtro Gaussian blur. C, Resultado da subtração da imagem filtrada pela original e adição de 128 pixels. D, Binarização da imagem resultante do passo anterior. E, Esqueletonização da imagem binarizada. F, Sobreposição da imagem inicial com a final para visualização das trabéculas ósseas	42
Figura 4.1 - Torquímetro cirúrgico	51
Figura 4.2 - Ostel® e Smartpeg®	51
Figura 4.3 - Radiografia panorâmica pós-cirúrgica	52
Figura 4.4 - Mensuração do Índice Mentalal (IM).....	54
Figura 4.5 - Seleção do ROI de interesse adjacente ao implante	54
Figura 4.6 - Recorte do ROI do restante da imagem panorâmica	55
Figura 4.7 - Mensuração do ROI em relação ao dente adjacente	55
Figura 4.8 - Seleção do ROI na panorâmica pré-cirúrgica de acordo com as mensurações previamente obtidas	56
Figura 4.9 - Esquema da metodologia proposta por White e Rudolph (1999)	57
Figura 4.10 -Exemplo do resultado da análise Dimensão Fractal	58

Figura 4.11 -Exemplo do resultado da análise histograma 58

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 5.1 - Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas.....	67
Quadro 5.2 - Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas.....	67
Quadro 5.3 - Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas.....	74
Quadro 5.4 - Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas.....	75
Gráfico 5.1 - Correlações significantes para o grupo 1	62
Gráfico 5.2 - Gráfico de barras entre a variável independente Torque de Inserção do Implante em relação a frequência do gênero	63
Gráfico 5.3 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Dimensão Fractal Antes e Idade.....	64
Gráfico 5.4 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Dimensão Fractal Depois e Idade.....	65
Gráfico 5.5 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do implante e Idade.....	65
Gráfico 5.6 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Intensidade de Pixel Antes e Idade	66
Gráfico 5.7 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Intensidade de Pixel Depois e Idade	66
Gráfico 5.8 - Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas DF antes de depois.....	67
Gráfico 5.9 - Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas IP antes de depois.....	68

Gráfico 5.10 - Gráfico de barras evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do Implante e Gênero.....	76
Gráfico 5.11 - Gráfico evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do Implante e Idade	71
Gráfico 5.12 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do Implante e as regiões de implantes	72
Gráfico 5.13 -Box Plot evidenciando a relação entre a variável Dimensão Fractal Antes e as regiões de implantes	73
Gráfico 5.14 -Gráfico Box Plot evidenciando a relação entre a variável Índice Mental e as regiões de implantes	73
Gráfico 5.15 -Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas DF antes de depois.....	74
Gráfico 5.16 -Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas IP antes de depois.....	75
Gráfico 5.17 - Correlações significantes para o grupo 2	78
Gráfico 5.18 - Box Plot para as diferenças estatisticamente significantes em relação às categorias de Idade estabelecidas.....	80
Gráfico 5.19 - Box Plot para as diferenças significantes entre Toque de Inserção de implantes e Regiões de Implantes	81
Gráfico 5.20 - Box Plot para as diferenças significantes entre Dimensão Fractal Antes e Regiões de Implantes	82
Gráfico 5.21 - Box Plot para as diferenças significantes entre Dimensão Fractal Antes e Gênero	83

Gráfico 5.22 - Box Plot para as diferenças significantes entre Intensidade de Pixel Antes e Gênero	83
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Divisão dos grupos para análise dos dados.....	54
Tabela 4.2- Regiões de implantes inferiores analisados.....	57
Tabela 4.3- Regiões de interesse (ROI) analisados.....	58
Tabela 4.4- Divisão das regiões de interesse (ROI) entre gênero.....	58
Tabela 5.1- Frequência de regiões de implantes para o grupo 1	59
Tabela 5.2- Análise descritiva das variáveis contínuas para o grupo 1	59
Tabela 5.3- Testes de normalidade de Shapiro-Wilk para o grupo 1	60
Tabela 5.4- Correlações não-paramétricas analisadas (Correlação de Spearman) para o grupo 1.....	61
Tabela 5.5- Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação ao Gênero	63
Tabela 5.6- Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação a Idade	64
Tabela 5.7- Frequência de ROI de regiões de implantes para o grupo 2	68
Tabela 5.8- Análise descritiva das variáveis contínuas para o grupo 2.....	69
Tabela 5.9- Testes de normalidade de Shapiro-Wilk para o grupo 2.....	69
Tabela 5.10- Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação ao Gênero	70

Tabela 5.11- Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação a Idade.....	71
Tabela 5.12- Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação às Regiões de Implantes	72
Tabela 5.13- Correlações não-paramétricas analisadas (Correlação de Spearman) para o Grupo 2.....	77
Tabela 5.14- Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação às categorias de Idade	79
Tabela 5.15- Estatística Descritiva dos ROI analisados agrupados por regiões de implantes	81
Tabela 5.16- Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação ao Gênero.....	82
Tabela 5.17- Coeficiente de correlação intraclasse para as mensurações de IM entre os observadores.	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFR	Análise da Frequência de Ressonância
DF	Dimensão Fractal
DXA	Dual Energy X-ray Absorptiometry
IAG	Índice antegoníaco
ICM	Índice cortical mandibular
IM	Índice mental
IPM	Índice panorâmico mandibular
MD	Mesio-distal
QEI/ISQ	Quociente de Estabilidade de Implantes
ROI	Region of interest
TI	Torque de Inserção
VL	Vestíbulo-lingual

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
kVp	Quilovolt pico
mA	Miliamperagem
Ncm	Newton x centímetro
S	Segundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
2	REVISÃO DE LITERATURA	31
2.1	DIAGNÓSTICO PRÉ E PÓS CIRÚRGICO EM IMPLANTODONTIA	31
2.2	ALTERAÇÕES DO OSSO ALVEOLAR	32
2.3	ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS	34
2.2	ANÁLISE DA DIMENSÃO FRACTAL E A ESTABILIDADE PRIMÁRIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS	35
3	PROPOSIÇÃO	45
4	MATERIAL E MÉTODOS	47
4.1	Seleção da amostra	47
4.2	Critérios de inclusão e exclusão	47
4.3	Aquisição das imagens	48
4.4	Dados Cirúrgicos	48
4.5	Avaliação das imagens	50
4.6	Índice radiomorfométrico	51
4.7	Seleção das regiões de interesse (ROI)	52
4.8	Análise fractal do osso alveolar pré e pós cirúrgicos	54
5	RESULTADOS	57
5.1	RESULTADOS GRUPO 1	57
5.2	RESULTADOS GRUPO 2	66
5.3	RESULTADOS AGRUPAMENTO DOS GRUPOS 1 E 2	79
6	DISCUSSÃO	85
7	CONCLUSÕES	91
	REFERÊNCIAS	93
	ANEXOS	97

1 INTRODUÇÃO

O osso alveolar no corpo humano é um tecido que apresenta alta taxa metabólica devido à elevadas taxas de aposições e reabsorções durante a vida e às influências metabólicas basais que cada pessoa sofre durante a vida.

Assim, com o passar dos anos e a possível ocorrência de perda de dentes, o osso alveolar perde suas características morfológicas de volume ósseo e consequentemente perda do padrão de sua arquitetura óssea, reduzindo assim o número de travess e trabéculas ósseas que antes existiam para o suporte dentário e estabilidade morfo-funcional do aparelho mastigatório.

A população brasileira tem envelhecido consideravelmente durante as últimas décadas, dados do último censo realizado em 2010 somos em aproximadamente 200 milhões de brasileiros, sendo estimado que por volta do ano de 2050, a população idosa será 23% da população e crianças com idade entre 0 - 14 anos serão apenas 13% da população.(1)

Assim, com o envelhecimento da população a epidemiologia das doenças é alterada e os profissionais da saúde precisam estar atualizados sobre o manejo das doenças crônicas mais comuns da população. Dentre estas doenças crônicas a osteoporose pós-menopausa é particularmente importante dadas à importantes consequências à saúde que ela causa e a simplicidade do tratamento capaz de alterar a história da doença.

O diagnóstico da osteoporose pode ser realizado baseado nas ocorrências de fraturas sem significativo trauma ou pela redução da densidade de massa óssea mensurada pela densitometria óssea (Dual Energy X-ray Absorptiometry-DXA). Muitas mulheres com osteoporose são assintomáticas, sendo extremamente difícil o rastreio e mensuração da prevalência da doença dado à dimensão do Brasil e às características diversas de cada região.

O tratamento com implantes tornou-se comum nos últimos anos, assim como os exames radiográficos utilizados para planejamento cirúrgico como a radiografia panorâmica e a tomografia computadorizada de feixe cônico. Inicialmente como avaliação pré-operatória a radiografia panorâmica possibilita a visualização de estruturas ósseas e dentárias disponíveis bem como a existência de patologias que possam impedir o tratamento eletivo, sendo o primeiro exame de imagem escolhido dentre

as diversas especialidades por seu baixo custo e grande quantidade de informações obtidas com a mesma.

A radiografia panorâmica tem sido correlacionada com baixos índices de densidade mineral óssea em pacientes através de análises radiomorfométricas como o índice cortical mandibular (ICM), índice panorâmico mandibular (IPM), índice mental (IM), índice antegoníaco (IAG) e índice goníaco (IG), os quais têm sido utilizados para mensurar a qualidade da massa óssea mandibular e observar sinais de reabsorções ósseas a fim de diagnosticar osteopenias e osteoporoses.

Este estudo pretende correlacionar dados pré-cirúrgicos obtidos de radiografias panorâmicas com dados de estabilidade óssea primária de implantes, dados pós-cirúrgicos, a fim de se analisar possíveis correlações e interações de sexo e idade sobre os mesmos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Diagnóstico pré e pós cirúrgico em Implantodontia

A implantodontia revolucionou a Odontologia nas últimas décadas com a possibilidade da reabilitação de dentes perdidos por implantes dentários com altas taxas de sucesso e possibilidades reabilitadoras (2).

Os planejamentos em implantodontia consistem de análises clínicas, imaginológicas e laboratoriais. A análise imaginológica inicial consiste em avaliar o exame radiográfico panorâmico para então serem elencadas as necessidades de exames específicos como a tomografia computadorizada cone beam e exames laboratoriais. Assim, a radiografia panorâmica sendo exame bidimensional essencial, por seu caráter inofensivo, baixo custo e amplamente utilizados para análise de indivíduos vivos, seu uso é altamente indicado para todas as especialidades da Odontologia.

A análise imaginológica pré-cirúrgica inicial com a radiografia panorâmica fornece informações como ausência de patologias ósseas, análise qualitativa da quantidade e qualidade ósseas disponíveis e relação das áreas edêntulas com estruturas anatômicas importantes como o canal mandibular e soalhos de seios maxilares. A análise do padrão ósseo trabecular é um fator importante na análise da qualidade óssea mandibular para planejamento cirúrgico, instalação de implantes, movimentações ortodônticas e suporte protético. A mandíbula como osso único, pertencente ao esqueleto axial. O efeito das forças mastigatórias no trabeculado mandibular ainda é inconsistente. A radiografia panorâmica tem sido amplamente utilizada no rastreo e em estudos epidemiológicos devido a sua conveniência de uso.(3) Além disso, a técnica radiográfica panorâmica oferece a vantagem da reduzida dose de radiação comparada a técnicas radiográficas intraorais de arcos totais.(4)

As características do osso trabecular podem influenciar o sucesso do tratamento com implantes. Métodos pré e trans-operatórios tem sido utilizados para mensurar as características ósseas para o planejamento de implantes (5–7), incluindo a classificação subjetiva sugerida por Lekholm e Zarb. Estes diferentes métodos fornecem os aspectos morfométricos do osso, como a espessura cortical e a densidade trabecular, as quais são relacionadas com a ancoragem mecânica do implante dentário durante a instalação. A estabilidade do implante, definida como estabilidade primária-

ria, tem sido frequentemente associada ao sucesso do tratamento em implantodontia.(8)

As mensurações morfológicas quantitativas podem contribuir para estimar os valores de estabilidade primária dos implantes e com o sucesso da osseointegração, particularmente antes dos procedimentos invasivos. (9)

A osseointegração dos implantes dentários é um dos mais importantes parâmetros avaliados em estudos longitudinais, e para atingir uma ótima osseointegração, a estabilidade primária é um dos fatores mais importantes. (10) No momento de instalação do implante, a estabilidade primária pode ser avaliada pelo Torque de Inserção (TI) e pela Análise da Frequência de Ressonância (AFR).(11)

A técnica de análise da frequência de ressonância provém relevante informação clínica sobre a interface osso-implante em qualquer estágio do tratamento ou em exames pós-cirúrgicos. A AFR avalia a estabilidade do implante como uma função da ausência de mobilidade da interface osso-implante e sua influência por fatores como densidade óssea, tempo de cicatrização e altura da exposição supra-crestal do implante.(12) Análise da frequência de ressonância (AFR) provendo um “Quociente de Estabilidade de Implantes” (QEI) tem sido utilizado como parâmetro decisivo na monitorização da estabilidade de implantes durante o tempo. (13)

2.2 Alterações do osso alveolar

O osso alveolar é o único osso do corpo humano de origem ectomesenquimal, possui crescimento por deposição de camadas através da deposição de matriz osteóide pelos osteoblastos e então rapidamente fosforilados e mineralizados, aprisionando assim os osteoblastos e passando a chamar de osteócitos que mantêm seus prolongamentos na matriz.

Por ser considerado um tecido conjuntivo especializado mineralizado, composto basicamente por 33% de matriz orgânica e 67% de cristais de hidroxiapatita. Além de manter a estrutura dentária no arco, o osso alveolar também tem função de proteção, locomoção e reservatório.

Juntamente com o ligamento periodontal o osso alveolar se articula com os dentes formando o processo alveolar estes, por sua vez mantêm as atividades de aposição e reabsorção ósseas durante a vida de cada pessoa.

Por ser um osso extremamente dinâmico possui uma camada de osteoblastos próximo ao ligamento periodontal devido à constantes tensões e por sua vez constantes remodelações.

O osso alveolar corresponde ao tecido ósseo compacto que delimita a superfície do alvéolo dental. Em conjunto com o cimento radicular e as fibras do ligamento periodontal, o osso alveolar constitui os tecidos de sustentação dos dentes e distribui as forças geradas durante a mastigação e outras forças que são aplicadas aos dentes como no caso da ortodontia.

Todos os ossos do esqueleto sofrem alterações durante a vida de cada indivíduo, seja fisiológica ou patologicamente. O envelhecimento e alterações metabólicas podem modificar a morfologia e arquitetura óssea alveolar. A osteoporose é uma doença crônica metabólica mais comum e caracterizada pela redução da massa óssea e deteriorização da microarquitetura do tecido ósseo levando à fragilidade óssea e ao aumento do risco a fraturas.

A crescente senilidade mundial e a constante necessidade de reabilitação com implantes dentários e próteses torna-se cada vez mais importantes as análises do osso alveolar em exames bidimensionais e tridimensionais

. Em estudo realizado por Camargo et al. (14), foram incluídas no estudo 207 mulheres com idade superior a 70 anos, a osteoporose foi diagnosticada pela densitometria óssea e classificada de acordo com os critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS). A prevalência de osteoporose variou entre 22,2% a 33,2% dependendo do osso avaliado.

Em 2009, Martini et al. (15) usando dados de pesquisas telefônicas sobre doenças crônicas (Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico), foram utilizadas pesquisas realizadas com 54.368 indivíduos com idade maior que 18 anos, e a presença da osteoporose foi determinada baseada em auto-referência pelos indivíduos. A prevalência de osteoporose foi de 8% em mulheres entre 45-54 anos, 19,2% em mulheres entre 55-64 anos e 32,7% em mulheres com idade superior a 65 anos.

Um estudo com amostras representativas de todas as regiões do Brasil (16), foi publicado no Estudo Brasileiro de Osteoporose/Brazilian Osteoporosis Study – BRAZOS, cuja metodologia seguiu a auto-referência através de pesquisas às famílias participantes. Nesta pesquisa foram entrevistadas 1.695 mulheres com idade superior a 40 anos sendo que aproximadamente 35% estavam em estágio pré-

menopausa. Para mulheres em pós-menopausa a média de idade da última menstruação foi de 47-+5,1 anos. A prevalência de osteoporose auto-referida foi de 15,1%.

Ainda em 2010, Pinheiro et al. (17) também conduziu o estudo transversal que incluiu 4.332 mulheres com idade superior a 40 anos em São Paulo (São Paulo Osteoporosis Study-SAPOS). O diagnóstico de osteoporose foi realizado pela densitometria óssea (DEXA) e a prevalência de osteoporose pós-menopausa foi de 33%.

Em 2013, o estudo conduzido por Baccaro et al. (18) publicou resultados de pesquisas realizadas com 622 mulheres com mais de 50 anos, a prevalência de osteoporose auto-referida foi de 21,3% embora somente 16,7% das participantes do estudo reportaram o diagnóstico de osteoporose ter sido realizado por densitometria óssea.

Como demonstrado por estudos, a prevalência da osteoporose no Brasil varia largamente de acordo com a metodologia do estudo. Portanto, apesar das limitações de uniformidade de estudos a porcentagem de osteoporose no Brasil é alta e seu rastreio deve ser educado a todos os profissionais de saúde.

2.3 Índices Radiomorfométricos

Radiografias panorâmicas são os principais exames a serem realizados pela população adulta que tem acompanhamento odontológico, são exames baratos e com informações do complexo maxilo-mandibular, sendo então uma importante ferramenta para rastreio da osteoporose.

Diversos estudos apontaram forte correlação entre a perda de massa mineral óssea em densitometria óssea e redução da morfometria do osso mandibular (19)(20) (21).

Taguchi et al. (22), analisaram a relação entre perda dentária e perda de massa óssea mandibular por meio da espessura da cortical óssea mandibular na altura do forame mental (Figura 1) de radiografias panorâmicas de 269 participantes onde constataram a relação entre perda dentária e osteoporose/osteopenia assim validando o índice proposto chamado Índice Mental (IM).

Figura 2.1 - Ilustração da mensuração do Índice Mental (IM)

Fonte: Taguchi et al.(1995)

Ainda em 1995, Taguchi et al. (23) realizaram estudo com 64 mulheres entre 50 e 70 anos de idade onde correlacionaram o número de dentes presentes com risco de fratura espinhal, assim concluíram que poucos dentes remanescentes estavam relacionados com o risco de fratura espinhal sendo possível o cirurgião-dentista realizar o rastreio inicial para osteoporose. Em 1996, Taguchi et al., (24) comparou os índices mandibular e a densidade óssea mineral da vértebra L3 por densitometria de 124 de mulheres onde puderam concluir que o índice mandibular pode ser confiável para o rastreio de pacientes com osteoporose.

Ledgerton et al. (25), examinaram cinco índices em panorâmicas de mulheres britânicas a fim de identificar possíveis correlações com idade, dentição e classe social. Os índices utilizados foram, panorâmico mandibular (IPM), espessura cortical na região de Gônio (IG), índice mental (IM) e o índice cortical mandibular (ICM) e um novo índice proposto, índice antegoníaco (IA), foram realizados em 500 panorâmicas bilateralmente por um único observador previamente treinado, os resultados indicaram correlação negativa entre os índices quantitativos (IM, IPM, IG e IA) e idade; enquanto o ICM mostrou distribuição equilibrada de acordo com diferentes idades. A presença da dentição mandibular mostrou influenciar em alguns índices embora a classe social não tenha nenhuma relação. As mudanças de acordo com a idade mostraram ser relacionada com os índices radiomorfométricos e potencial uso para a identificação de alterações esqueléticas para osteopenia, embora a reprodutibilidade das mensurações, especialmente para o índice goníaco (IG) possa ser obstáculo para o uso na prática clínica.

Devlin et al. (26), realizaram estudo a fim de testar a variabilidade das mensurações dos índices radiomorfométricos de radiografias panorâmicas por dentistas

clínicos após instrução básica e após instrução individualizada. Nove dentistas realizaram as mensurações dos índices goníaco, antegoníaco, mental e cortical mandibular de 10 panorâmicas subsequentes à palestra sobre osteoporose e índices radiomorfométricos; as mesmas mensurações foram realizadas por especialistas nas mesmas radiografias. Após instrução individualizada e após duas semanas as mensurações foram repetidas onde constatou-se que houve grande variação nas mensurações quantitativas e qualitativas, com tendência a aumentar a espessura das corticais comparadas aos especialistas. Assim, concluiu-se que as variações das mensurações dos índices radiomorfométricos coloca em dúvida o valor potencial dos mesmos visto que não se obtém boa precisão de dados.

Os mesmos autores em 2002 (27) relataram que para detecção de perda de massa óssea mineral e rastreio de osteoporose valores do IM iguais ou menores que 3,00 seriam suficientes para encaminhamento para realização da densitometria óssea.

Lee et al. (28), analisaram 100 radiografias panorâmicas a fim de avaliar se a mensuração da espessura da cortical mandibular (IM) é adjuvante na detecção de mulheres com baixa densidade mineral óssea pós-menopausa. Quatro observadores realizaram as mensurações em dois tempos onde observou-se de pequena à alta concordância inter-observadores, os resultados obtidos mostraram que a estimativa da espessura da cortical mandibular pode ser útil para rastreio de mulheres com baixa densidade óssea pós-menopausa.

Vlasiadis et al. (29), avaliaram radiografias panorâmicas, densitometrias ósseas e análise de biomarcadores ósseos de 141 mulheres em estágio pós-menopausa, realizaram os índices cortical mandibular (IM) em dois tempos com intervalo de sessenta dias, densitometria da região lombar categorizada em normal (T-score maior que 1,0), indicativo de osteopenia (T-scores entre -1,0 e -2,5) e osteoporótico (T-score menor que -2,5), de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS); sangue colhido a fim de avaliar os valores da atividade da Fosfatase Alcalina (AFA) e urina a fim de quantificar N-telopeptídeos de colágeno tipo I (NTx) corrigidos pela secreção de creatinina. Concluiu-se no estudo relação entre densidade mineral óssea espinhal, espessura da cortical mandibular (IM), índice panorâmico mandibular (IPM) e atividade da fosfatase alcalina. Embora achados de radiografias panorâmicas e biomarcadores de turn-over ósseos não possam substituir exames de densi-

dades ósseas para o diagnóstico de osteoporose, eles podem ajudar na determinação da população de risco e na adequação da dosagem do tratamento.

Roberts et al. (30), analisaram 4.949 radiografias panorâmicas de homens e mulheres entre 15 e 94 anos de idade, foi mensurado em todas as panorâmicas o índice mental (IM) e encontrados os seguintes resultados para os gêneros:

- Para as mulheres, a espessura da cortical aumentou até a idade de 17 anos de idade; de 17 até atingirem idade de 42,5 anos não houveram mudanças; após esta idade houve alto decréscimo da espessura da cortical mandibular;
- Para os homens, a espessura da cortical aumentou até a idade de 19 anos de idade; de 19 até atingirem idade de 36 anos não houveram mudanças; após esta idade houve decréscimo linear da espessura da cortical mandibular;

Conclui-se então que há similaridade entre o padrão de decréscimo de espessura da cortical mandibular com a perda de densidade óssea do quadril em mulheres com idade superior a 42,5 anos.

Leite et al. (31), realizaram um estudo com objetivo de correlacionar sete índices radiomorfométricos com a densitometria óssea das regiões lombar e quadril utilizando os T-scores como parâmetros. Foram realizados em 351 mulheres pós-menopausa participantes do estudo, radiografias panorâmicas e densitometrias ósseas. Os índices utilizados foram o Cortical Mandibular (ICM), Mental (IM), Antegoníaco (IAG), Goníaco (IG), Profundidade Antegoníaca, Ângulos Goníacos e Antegoníacos e realizada mensuração da densidade mineral óssea (DEXA). Os autores concluíram que os ângulos goníacos e índice antegoníaco não podem usados como preditores de osteoporose enquanto que os índices com maior acurácia foram os IM e ICM.

Os mesmos autores (32), realizaram estudo com 127 homens cujas exames radiográficos panorâmicos e densitometrias ósseas foram avaliadas, os resultados indicaram ausência de associação entre os índices corticais mandibulares e a presença de fraturas osteoporóticas. Assim, embora seja evidenciado diminuição da espessura da cortical mandibular não foi possível associar com fragilidade de fraturas.

Oliveira et al. (33) analisou radiografias panorâmicas de pacientes mulheres com diagnóstico de osteoporose e relacionou-as com as análises fractal e intensidade de pixel, os autores encontraram correlação positiva entre as variáveis e concluíram que a mandíbula mostra melhor acurácia para análise óssea de osteoporose.

Koh et al. (34) realizou estudo sobre o padrão ósseo em população feminina osteoporótica, diagnosticada com densitometria óssea DXA, utilizando regiões de interesse em radiografias panorâmicas e aplicando a análise da Dimensão Fractal. Os autores encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos osteoporótico e normal bem como salientaram ser a região premolar inferior mais indicada para análise da Dimensão Fractal.

Portanto, índices radiomorfométricos são importante meios de diagnóstico para alterações do tecido ósseo do complexo maxilo-mandibular.

2.4 Análise da Dimensão Fractal e a estabilidade primária de implantes dentários

A dimensão fractal surge como importante ferramenta de detecção de alterações minerais do osso alveolar através de imagens radiográficas. Se uma região de interesse (region of interest -ROI) em uma imagem radiográfica digitalizada ou digital é observada como matriz de pixel e intensidade de imagem, e $I(x,y)$ as alturas dos pixels acima do plano base, então o ROI pode ser visualizado como uma superfície irregular, como mostrado na Figura 3. Neste exemplo, obtido do artigo publicado por Southard et al. (35), o pequeno ROI pode ser exemplificado como um conjunto de linhas radiográficas paralelas ou perfis de um pixel em espessura. O grau de irregularidade da superfície (ou de perfis) podem ser quantificados pela dimensão fractal (FD), e as mudanças das FD de uma sequência de radiografias de um mesmo ROI podem refletir alterações ósseas minerais.

Figura 2.2 - Região de interesse do osso alveolar em imagem radiográfica digitalizada (A) e seu correspondente valor de intensidade, $I(x,y)$, plot (B). Unidade de intensidade são milímetros-equivalente do espessímetro de alumínio, e unidades espaciais dimensionais de x e y são em milímetros.

Fonte : (Southard et al., 35)

Em experimento laboratorial realizado a fim de avaliar as alterações de dimensões fractais de espécimes humanos de osso alveolar desmineralizados para simular o processo natural da osteoporose, Southard et al. (35), utilizaram dez espécimes humanos de maxila e realizaram a descalcificação por solução de ácido hidrocloreídrico em diferentes tempos (3,5,10,15,20,25,30,40,50,70 e 90 minutos) antes da descalcificação e após cada tempo, os espécimes foram devidamente lavados e radiografados. Cada radiografia obtida fora escaneada com sensor transiluminado de 0,021mm de resolução e 8-bit escala de cinza. Foram ainda realizadas angulações de -5° , 0 e $+5^\circ$ para todos os espécimes radiografados com objetivo de analisar variações de dimensão fractal entre os mesmos espécimes em angulações variadas. Os autores concluíram que a análise fractal pode ser usada para detectar alterações minerais ósseas de osso alveolar e que para maxila as alterações angulares de aquisição radiográfica interferem nos resultados das análises fractais.

Na Odontologia a Dimensão Fractal tem sido utilizada a fim de estudar a qualidade óssea de indivíduos com osteoporose e estudar o impacto da doença periodontal no osso alveolar adjacente (36)(37).

White et al. (38), com o objetivo de identificar alterações ósseas de osso alveolar em maxila e mandíbula de pacientes com osteoporose e compará-las com o grupo controle realizou análise de radiografias periapicais de 11 pacientes com osteoporose e as comparou com radiografias periapicais de 12 pacientes – grupo controle. Por meio de programa desenvolvido pelo NIH os autores utilizaram método

previamente proposto em 1990 por Geraets et al. (39) que consiste em uma sequência de alterações de imagem com a finalidade de analisar imagens binarizadas das trabéculas ósseas das regiões de interesse previamente selecionadas, como mostradas através da figura a seguir.

Figura 2.3 - A, Região de interesse do osso trabecular de radiografia anterior de maxila digitalizada. B, Resultado da aplicação do filtro Gaussian blur. C, Resultado da subtração da imagem filtrada pela original e adição de 128 pixels. D, Binarização da imagem resultante do passo anterior. E, Esqueletonização da imagem binarizada. F, Sobreposição da imagem inicial com a final para visualização das trabéculas ósseas.

Fonte: (White et al. 38)

Os resultados mostraram alterações no padrão trabecular ósseo de pacientes com osteoporose comparados ao grupo controle, os autores concluíram que os resultados obtidos confirmaram a importância dos cirurgiões-dentistas no rastreio e condução ao tratamento para osteoporose a fim de evitar maiores danos aos pacientes como fraturas.

Em 1996, Fazzalari et al. (40) realizaram biópsias de fêmur proximal de 25 participantes que realizaram artroplastia a fim de correlacionar os valores de histomorfometria e valores das análises fractais do osso trabecular de cada espécime obtido, os resultados evidenciaram correlação positiva entre os valores de histomorfometria e as dimensões fractais.

Estudos realizados por Bollen et al. (41), compararam os resultados de análises fractais realizadas em radiografias periapicais e panorâmicas de 281 participantes idosos (idade maior que 60 anos) os quais concluíram que análises fractais de radiografias panorâmicas têm valores menores comparados aos de radiografias periapicais dado ao fato da resolução ser menor em panorâmicas; concluíram ainda neste estudo que participantes com história prévia de fraturas osteoporóticas e severa reabsorção de osso basal tiveram valores de dimensão fractais maiores devido a menor espessura do processo alveolar.

Investigadores em 2004 (42) analisaram as trabéculas do osso alveolar em estudo experimental com secções de mandíbula e posterior remoção do osso trabecular em quatro estágios. Em cada estágio foram realizadas radiografias digitais a fim de realizar testes computadorizados para investigação da morfometria das trabéculas em cada estágio bem como testes observacionais com interpretação e avaliação por seis observadores treinados. Os resultados indicaram que a morfometria mostrou diferenças estatisticamente significantes entre os estágios enquanto que a avaliação subjetiva dos avaliadores não mostrou diferenças clinicamente significantes.

A fim de analisar aspectos imaginológicos, Shrout et al. (37) analisaram a influência de imagens radiográficas digitais super-expostas, sub-expostas bem como variações de angulações na realização da Dimensão Fractal e concluíram que não são influenciadas pelos fatores acima mencionados.

Um estudo avaliou se as diferentes angulações verticais em radiografias periapicais alterariam os valores das dimensões fractais assim, Jolley et al. (43), realizaram experimento em oito crânios secos e concluíram que radiografias periapicais não padronizadas podem garantir método confiável para os valores de dimensões fractais.

Em estudo transversal, Tosoni et al. (44), avaliaram radiografias panorâmicas digitais de 54 pacientes a fim de avaliar Intensidade de Pixel (IP) e Dimensão Fractal (DF) de mulheres normais, mulheres osteopênicas, mulheres em peri-menopausa e pós-menopausa, os autores selecionaram regiões de canino/pré-molares, ângulo e corpo de mandíbula e correlacionaram seus resultados com os exames padrão-ouro de densitometria óssea da lombar e fêmur. Os resultados indicaram diferenças significantes nas regiões de caninos e pré-molares indicando a importância da odontologia na análise de osteoporose de pacientes.

A análise fractal tem sido utilizada na odontologia em diversas especialidades, para análise da reabsorção óssea alveolar a periodontia emprega diversos métodos

de diagnóstico sejam imaginológicos ou clínicos, Updike et al. (45), avaliou o padrão ósseo de pacientes em tratamento periodontal de moderada e severa periodontite e as comparou com grupo saudável, os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos saudável x moderada e saudável x severa cujos valores encontrados foram maiores para o grupo saudável.

A fim de avaliarem mudanças em osso trabecular de sítios implantares, Wilding et al. (46), sugeriram a realização da análise fractal para avaliação das alterações trabeculares ao longo dos anos, analisaram radiografias panorâmicas de 18 participantes ao longo de 8 anos onde constataram que, dimensões fractais de radiografias são relacionadas com as alterações de densidades de contraste do osso trabecular, cujas orientações de textura refletem as orientações trabeculares; a dimensão fractal pode ser um valioso indicador de alterações de idade para osteoporose; o osso alveolar é alterado na presença de implantes, principalmente na região cervical do implante; as alterações ao redor dos implantes acontecem independentemente para o mesmo paciente.

Amer et al. (47) em estudo com radiografias periapicais para análise do padrão ósseo trabecular com análise da dimensão fractal concluiu que a média da DF para maxila e mandíbula é de 1,50, sendo que entre os grupos maxila, mandíbula, idade e gênero, os autores não encontraram diferenças estatisticamente significantes.

Corpas et al. (48) realizou estudo a fim de identificar o melhor método para identificação de alterações ósseas peri-implantares e correlacioná-las com as análises histológicas. Oito implantes instalados em minipigs foram analisados a fim de correlacionar o padrão-ouro histológico com o encontrado por meio de radiografias intraorais e tomografia computadorizada cone beam(TCCB). Os resultados indicaram correlação entre a perda óssea por meio da radiografia intraoral e os cortes histológicos; As análises fractais das radiografias intraorais não se correlacionaram com as análises histológicas do padrão trabecular bem como não foi possível analisar com acurácia os valores da densidade óssea por meio da TCCB embora sejam promissoras quanto ao padrão morfológico do osso trabecular.

A estabilidade primária é o critério mais importante para o sucesso da instalação de implantes (49). A estabilidade primária é definida como a ausência de movimento de implantes após a inserção cirúrgica e sua influência por diversos fatores como densidade e qualidade óssea, técnica cirúrgica e geometria do implante (12). Existem diversos métodos que avaliam a estabilidade primária, sendo que os mais

frequentes clinicamente são Torque de Inserção e análise da Frequência de Ressonância medido através do equipamento Ostell® (50).

Lee et al. (51), realizaram estudo clínico em implantodontia a fim de avaliar possível relação com os valores de quociente de estabilidade primária (ISQ) e dimensões fractais (FD), 22 participantes receberam 52 implantes cujos valores de estabilidade primária foram obtidos no ato da instalação por meio de valores de frequência de ressonância e realizadas radiografias panorâmicas foram realizadas um mês antes e logo após as cirurgias de implantes, os valores de dimensões fractais foram obtidos e relacionados com os valores de estabilidade primária onde puderam concluir que há relação linear entre os valores de dimensões fractais, então esta análise da radiografia panorâmica pode ser importante método de avaliação da estabilidade primária de implantes.

Mu et al. (52), analisaram as alterações do padrão trabecular ao redor de implantes após 12 meses de carga, foram analisados na pesquisa 48 participantes cujas radiografias periapicais logo após a instalação da prótese e após 12 meses foram comparadas a fim de verificar alterações no padrão ósseo, os autores concluíram que o estímulo ao tecido alveolar após 12 meses de carga aumentou a quantidade de trabéculas ósseas como constatado com a análise fractal realizada nas imagens antes e após 12 meses de carga mastigatória.

Em estudo de coorte, Zeytinoglu et al. (53) avaliaram radiografias panorâmicas de pacientes que receberam o total de 76 implantes dentários em três tempos diferentes durante o tratamento sendo, o primeiro exame radiográfico no ato da instalação protética, o segundo exame após 6 meses da instalação e o terceiro após 12 meses da carga protética. Os resultados das dimensões fractais (DF) analisadas para as regiões apical, mesial e distal aos implantes foram: 1.202, 1.224 e 1.199 para os exames baseline (no ato da instalação protética), 1.121, 1.113 e 1.128 para os exames com 6 meses da instalação e 1.121, 1.110 e 1.121, após análise estatística dos resultados os autores concluíram que os valores da DF após 6 meses da instalação protética foram menores comparado aos valores baseline e não houve diferenças significantes entre os períodos 6 e 12 meses.

Tözüm et al. (54) analisaram a relação entre o Índice Cortical Mandibular (ICM) com as Dimensões Fractais (DF) e Quocientes de Estabilidade dos Implantes (QEI) por mensuração da Frequência de Ressonância (FR) de 82 participantes que realizaram cirurgias de implantes dentários para restabelecer regiões de molares e pre-

molares edêntulas. Foram realizados após os atos cirúrgicos e após 12 meses as análises de ICM, DF e Frequências de ressonâncias. A carga protética para os implantes foi estabelecida após 3 meses da instalação dos implantes. Os resultados indicaram aumento dos valores de DF e FR após 12 meses para as três classes de ICM; redução dos valores de QEI para as classes 2 e 3 de ICM logo após o ato cirúrgico e após 12 meses. Os autores concluíram que as análises de DF e QEI são importantes para entender a remodelação óssea após a instalação dos implantes e que o ICM deve ser considerado para planejamentos pré-cirúrgicos.

Os investigadores Suer et al. (55) a fim correlacionar a análise da dimensão fractal (DF), torques de inserção (TI) e frequência de ressonância (FR), analisaram os dados retrospectivos de 30 pacientes que receberam o total de 55 implantes de mesmas características (marca, diâmetro e comprimento) em regiões de pré-molares e molares inferiores. Foram calculadas as análises da dimensão fractal (DF) de regiões de interesse em radiografias panorâmicas usando o algoritmo de box-counting.

Os valores da análise da frequência de ressonância (AFR) e torques de inserção (TI) foram comparados com as dimensões fractais obtidas através do teste de Spearman. Correlações lineares foram observadas entre a DF e a AFR, entre a DF e o TI e entre a AFR e TI, os autores concluíram que a mensuração não-invasiva da dimensão fractal de radiografias panorâmicas podem ajudar a estimar a qualidade óssea e então a estabilidade primária de implantes dentários, antes do procedimento cirúrgico.

3 PROPOSIÇÕES

Este estudo pretende investigar:

- Diferenças entre as análises das Dimensões Fractais (DF) pré e pós-cirúrgicas para as regiões de interesse seleccionadas;
- Diferenças entre as Intensidades de Pixel (IP) pré e pós-cirúrgicas para as regiões de interesse seleccionadas;
- Correlações entre os valores pré-cirúrgicos das análises de Dimensão Fractal (DF), Intensidade de Pixel (IP) e Índice Mental (IM) com os dados pós-cirúrgicos de estabilidades dos implantes, Torque de inserção (TI) e análise da Frequência de Ressonância (AFR)
- Correlações entre os valores pré-cirúrgicos das análises de Dimensão Fractal (DF), Intensidade de Pixel (IP) e Índice Mental (IM) com a Idade e Género.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Seleção da amostra

A amostra é constituída imagens panorâmicas e dados clínicos de banco de dados de 50 pacientes homens e mulheres com idade entre 28 e 77 anos ($55,9 \pm 11,7$) que realizaram tratamento de implantes e obtiveram radiografias panorâmicas antes e depois das cirurgias (pré e pós cirúrgicas), portanto as radiografias seguiram os preceitos do planejamento cirúrgico habitual sendo solicitados pelos cirurgiões-dentistas responsáveis por cada caso, o banco de dados é pertencente ao curso de pós-graduação em Implantodontia da Universidade de Santos (Unimes) e foi obtida carta de consentimento para o uso das imagens (Anexo B).

Os exames de imagem e dados coletados dos participantes foram divididos em dois grupos de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 4.1 – Divisão dos grupos para análise dos dados

	Nº PARTICIPANTES	FEMININO	MASCULINO
GRUPO 1 (28 A 45 ANOS)	10	7	3
GRUPO 2 (46 A 77 ANOS)	40	27	13
TOTAL	50	34	16

4.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão são implantes em regiões de pré-molares e molares de mandíbula, a fim de minimizar regiões de sobreposições de imagens e os critérios de exclusão são implantes em regiões que não as anteriormente referidas, implantes com grandes angulações em relação aos dentes adjacentes, indivíduos com histórico de terapia de reposição hormonal ou de cálcio fazendo uso com menos de seis meses, além dos que não tinham todos os exames necessários para este estudo.

4.3 Aquisição das imagens

Todas as imagens digitais de radiografias panorâmicas utilizadas neste estudo são provenientes de um Instituto parceiro da Universidade e realizadas pelo aparelho ORTHOPHOS XG 3D – PAN/TELE/TOMO (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemanha) seguindo o mesmo protocolo de aquisição:

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

4.4 Dados Cirúrgicos

Os implantes utilizados foram cilíndricos auto-rosqueantes, dupla rosca com perfil triangular e ápice cônico no diâmetro de 3,75mm e comprimento 11,5mm cone morse (AR Torq – CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil), para a cirurgia foi utilizado o Kit de Brocas (Full Osseointegration da CONEXÃO Sistema de Prótese, Arujá, Brasil) o protocolo cirúrgico utilizado foi o padrão para este tipo de implante e tipo de osso. O grau de estabilidade primária foi avaliada pelo torque de inserção (TI) no ato cirúrgico.

A aferição do TI foi realizado no ato cirúrgico, mensurado com um torquímetro manual, de forma que após a estabilização final do implante o valor de torque considerado é aquele visualizado na haste do torquímetro (Ncm), os valores encontrados foram anotados na documentação do paciente.

Figura 4.1 – Torquímetro cirúrgico

Fonte: o autor

Foi mensurado o grau de estabilidade primária por meio da análise da frequência de ressonância mesial e distal bem como vestibular e lingual através do equipamento Ostell® e Smartpeg® (Integration Diagnostics Ltd., Gotemborg, Suécia).

Figura 4.2 – Ostel® e Smartpeg®

Fonte: o autor

4.5 Avaliação das imagens

Para avaliação das imagens utilizamos os softwares:

- ADOBE PHOTOSHOP CC® versão 2015.5.0 (Adobe Systems Incorporated,USA)

- IMAGE J® (National Institute of Health, USA)

Nas imagens panorâmicas pós-cirúrgicas, foram selecionadas regiões de interesse (ROI) medindo cerca de 3x10mm (largura x altura), posicionadas mesial e/ou distal aos implantes utilizando o software Adobe Photoshop CC® versão 2015.5.0 (Adobe Systems Incorporated,USA), conforme ilustrado na figura 4.3, e então subtraídas a fim de se identificar suas posições e mensurar as distâncias x e y para os dentes adjacentes, para que assim seja possível a seleção da mesma região de interesse nas imagens panorâmicas pré-cirúrgicas bem como a obtenção de arquivos de imagem de cada área de interesse a fim de se aplicar análises posteriores.

Figura 4.3 - Radiografia panorâmica pós-cirúrgica

Fonte: o autor

Tabela 4.2 – Regiões de implantes inferiores analisados de acordo a tabela abaixo

IMPLANTES	2º M	1º M	2º PM	2º PM	TOTAL
GRUPO 1	3	9	4	2	18
GRUPO 2	8	43	20	6	77
TOTAL	11	52	24	8	95

Tabela 4.3 – Regiões de interesse (ROI) analisados de acordo a tabela abaixo

ROI	2º M	1º M	2º PM	2º PM	TOTAL
GRUPO 1	6	14	4	2	26
GRUPO 2	14	65	25	8	112
TOTAL	20	79	29	10	138

Tabela 4.4 – Divisão das regiões de interesse (ROI) entre gênero para análise dos dados

	Nº REGIÕES DE INTERESSE	FEMININO	MASCULINO
GRUPO 1	26	22	4
GRUPO 2	112	75	37
TOTAL	138	97	41

4.6 Índice radiomorfométrico

O índice radiomorfométrico Mental (IM) foi aplicado nas radiografias panorâmicas, sendo que as panorâmicas de cada participante foram randomizadas com auxílio do site www.random.org, as quais obtiveram números aleatórios para identificação de seus arquivos.

Foram realizadas mensurações por três observadores, todos tiveram treinamento prévio quanto ao método de mensuração para os Índices Mentuais (IM) direito e esquerdo e não tiveram acesso aos dados dos pacientes (idade e gênero).

Com o auxílio do software ImageJ® (National Institute of Health, USA) foram realizadas as mensurações bilaterais e os dados inseridos em planilha Excel (Microsoft® Excel® 2016).

O IM realizado em uma avaliação bilateral, na reconstrução panorâmica, foi determinado pela a espessura da cortical mandibular, medida sobre a linha perpendicular à base da mandíbula, na altura do centro do forame mental, conforme figura 4.4.

Com os seguintes valores de corte:

- Valor normal $\geq$ a 3,0 mm (23) (27)

Figura 4.4- Mensuração do Índice Mental (IM)

Fonte: o autor

4.7 Seleção das regiões de interesse (ROI)

Após a seleção dos ROI pelo software Adobe Photoshop CC® versão 2015.5.0 (Adobe Systems Incorporated, USA), cada ROI foi convertido em arquivo JPEG a fim de serem estudados os padrões ósseos com o software ImageJ® (National Institute of Health, USA) como proposto por White e Rudolph (1999), seguindo os seguintes passos, de acordo com a figura 4.5:

Exemplo da sequência de obtenção dos ROIs de interesse com o software Adobe Photoshop CC ® versão 2015.5.0 (Adobe Systems Incorporated, USA):

Figura 4.5 - Seleção do ROI de interesse adjacente ao implante

Fonte: o autor

Para seleção do ROI somente o tecido ósseo foi selecionado, não havendo interferência de raízes dentárias ou implantes dentários (figura 4.6).

Figura 4.6 - Recorte do ROI do restante da imagem panorâmica

Fonte: o autor

Figura 4.7 - Mensuração do ROI em relação ao dente adjacente

Fonte: o autor

Figura 4.8 - Seleção do ROI na panorâmica pré-cirúrgica de acordo com as mensurações previamente obtidas

Fonte: o autor

4.8 Análise fractal do osso alveolar pré e pós cirúrgicos

Obtidos os arquivos ROI em JPEG necessários para análise do padrão trabecular do osso alveolar pré e pós cirúrgicos realizamos com o software ImageJ® (National Institute of Health, USA) os passos de análise morfológica propostos por White e Rudolph (1999) de acordo com o exemplo a seguir:

- 1) Abertura do arquivo ROI a ser analisado e duplicação do mesmo;
- 2) Aplicação do filtro Gaussian blur (sigma=35 pixels);
- 3) Subtração da imagem com filtro pela imagem original;
- 4) Adição de 128 pixels na imagem resultante da subtração;
- 5) Binarização da imagem obtida no passo anterior;
- 6) Erosão da imagem;
- 7) Dilatação da imagem;
- 8) Inversão da imagem;
- 9) Esqueletonização da imagem previamente invertida;

Figura 4.9 - Esquema da metodologia proposta por White e Rudolph (1999)

Fonte : White e Rudolph (1999)

Após a esqueletonização será realizada a análise de Dimensão Fractal (DF) pelo método *box counting* (caixa de contagem), com auxílio do mesmo software ImageJ® (National Institute of Health, USA), o software realiza matriz de 2,3,4,6,8,12,32 e 64 pixels de largura e gera um gráfico com os dados em escala logarítmica, vide figura 4.10.

Realizamos ainda com o software Image J® (National Institute of Health, USA) a análise de histograma para o arquivo de cada ROI e foram obtidos dados da média da quantidade de pixels para cada imagem, vide figura 4.11, todos os dados foram inseridos em planilha Excel (Microsoft® Excel® 2016) para posterior análise estatística.

Figura 4.10 - Exemplo do resultado da análise Dimensão Fractal

Fonte: o autor

Figura 4.11 - Exemplo do resultado da análise histograma

Fonte: o autor

5 RESULTADOS

5.1 Resultados Grupo 1

Análise Descritiva - Grupo 1

Este grupo contém dados de 10 participantes, sendo 3 homens (30%) e 7 mulheres (70%) com média de idade respectivamente de 38 e 37,3 anos. Para este grupo temos 26 regiões de interesse (ROI) selecionadas, sendo 22 ROI provenientes de participantes mulheres (84,6%) e 4 ROI de participantes homens (15,4%). A tabela abaixo descreve a frequência dos ROI selecionados em relação às regiões dos implantes analisados.

Tabela 5.1 – Frequência de regiões de implantes para o grupo 1

Implantes	Frequência	Porcentagem
2 Molar inf	6	23,1
1 Molar inf	14	53,8
2 Premolar inf	4	15,4
1 Premolar inf	2	7,7
Total	26	100,0

A tabela 5.2 abaixo destaca a estatística descritiva das variáveis contínuas para os ROI do grupo 1.

Tabela 5.2 – Análise descritiva das variáveis contínuas para o grupo 1

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	26	28	45	38,38	5,960
Torque de Inserção	26	30	80	52,88	15,243
Dimensão Fractal_Antes	26	,8713	1,3896	1,258215	,1175213
Dimensão Fractal_Depois	26	,9795	1,7156	1,285004	,1388773
Intensidade Pixel_Antes	26	63540	115480	98539,27	12420,123
Intensidade Pixel_Depois	26	64982	109127	95160,54	9496,997
Análise Frequência de Ressonância_MD	26	39	73	60,27	11,397
Análise Frequência de Ressonância_VL	26	39	72	60,96	9,535
Índice Mental	26	3,542	5,239	4,27688	,515759

A distribuição normal foi rejeitada para a maioria das variáveis contínuas, de acordo com o teste Shapiro-Wilk ($p > 0,05$).

Tabela 5.3 – Testes de normalidade de Shapiro-Wilk para o grupo 1

	Estatística	gl	Sig.
Torque de Inserção dos Implantes	,913	26	,031
Dimensão Fractal_Antes	,858	26	,002
Dimensão Fractal_Depois	,898	26	,014
Intensidade Pixel_Antes	,931	26	,082
Intensidade Pixel_Depois	,919	26	,042
Ánalise Frequência de Ressonância_MD	,870	26	,004
Ánalise Frequência de Ressonância _VL	,878	26	,005
Índice Mental	,901	26	,017

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

A tabela 5.4 evidencia as Correlações de Spearman para o Grupo 1 a qual se evidencia correlações estatisticamente significantes entre as variáveis Idade x Índice Mental; Idade x Dimensão Fractal; Torque de Inserção x Dimensão Fractal; Dimensão Fractal x Índice Mental e Ánalise Frequência de Ressonância Mesio-Distal x Ánalise da Frequência de Ressonância Vestíbulo-Lingual.

Tabela 5.4 - Correlações não-paramétricas analisadas (Correlação de Spearman). As correlações significantes foram hachuradas na tabela abaixo.

Variáveis estudadas	Variáveis estudadas						
	Idade	Torque de inserção	Índice Mental	Dimensão Fractal	Intensidade de Pixel	AFR_MD	AFR_VL
Idade	1	r=.176 p=.390	r=.452 p=.021	r=-.647 p=.000	r=.242 p=.234	r=-.191 p=.350	r=-.017 p=.936
Torque de inserção	r=.176 p=.390	1	r=-.013 p=.950	r=-.434 p=.027	r=.290 p=.150	r=.265 p=.191	r=-.160 p=.436
Índice Mental	r=.452 p=.021	r=-.013 p=.950	1	r=-.456 p=.019	r=.380 p=.055	r=-.003 p=.989	r=.045 p=.828
Dimensão Fractal	r=-.647 p=.000	r=-.434 p=.027	r=-.456 p=.019	1	r=-.185 p=.366	r=-.017 p=.935	r=.091 p=.659
Intensidade de Pixel	r=.242 p=.234	r=.290 p=.150	r=.380 p=.055	r=-.185 p=.366	1	r=-.278 p=.170	r=-.264 p=.192
AFR_MD	r=-.191 p=.350	r=.265 p=.191	r=-.003 p=.989	r=-.017 p=.935	r=-.278 p=.170	1	r=.573 p=.002
AFR_VL	r=-.017 p=.936	r=-.160 p=.436	r=.045 p=.828	r=.091 p=.659	r=-.264 p=.192	r=.573 p=.002	1

Gráfico 5.1 – Correlações significantes para o grupo 1, descritas na Tabela 5.4

A tabela 5.5 compara as variáveis Dimensão Fractal Antes (DF Antes), Dimensão Fractal Depois (DF Depois), Intensidade de Pixel Antes (IP Antes), Intensidade de Pixel Depois (IP Depois), Torque de Inserção do Implante, Ânalse Frequência de Ressonância Mesio-distal, Ânalse Frequência de Ressonância Vestíbulo-lingual e Índice Mental (IM) com os gêneros Masculino e Feminino. Nota-se diferença estatisticamente significativa entre as variáveis Torque de inserção e AFR MD.

Tabela 5.5 – Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação ao Gênero

	Gênero							
	DF_Antes	DF_De depois	IP_Antes	IP_De depois	Torque de Inserção	AFR_MD	AFR_VL	Índice Mental
Qui-quadrado	1,460	3,682	2,227	1,136	7,146	8,148	3,436	,000
Gl	1	1	1	1	1	1	1	1
Significância Assint.	,227	,055	,136	,286	,008	,004	,064	1,000

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: Masculino ou Feminino

Gráfico 5.2 – Gráfico de barras entre a variável independente Torque de Inserção do Implante em relação a frequência do gênero

A tabela 5.6 compara as variáveis Dimensão Fractal Antes (DF Antes), Dimensão Fractal Depois (DF Depois), Intensidade de Pixel Antes (IP Antes), Intensidade de Pixel Depois (IP Depois), Torque de Inserção do Implante, Ânalse da Frequência de Ressonância Mesio-distal, Ânalse da Frequência de Ressonância Vestíbulo-lingual e Índice Mental (IM) com a variável Idade. Nota-se diferença estatisticamente significativa as variáveis independentes DF antes, DF depois, IP antes, IP depois e Torque de Inserção do Implante.

Tabela 5.6 – Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação a Idade

	Idade							
	DF_Antes	DF_De depois	IP_Antes	IP_De depois	Torque Implante	AFR_M D	AFR_VL	Índice Mental
Qui-quadrado	16,114	15,458	21,502	14,885	16,972	10,453	10,675	12,942
Gl	7	7	7	7	7	7	7	7
Significância Assint.	,024	,031	,003	,037	,018	,164	,153	,074

- a. Teste Kruskal Wallis
- b. Variável de Agrupamento: Idade

Gráfico 5.3- Box Plot evidenciando a relação entre a variável Dimensão Fractal Antes e Idade

Gráfico 5.4- Box Plot evidenciando a relação entre a variável Dimensão Fractal Depois e Idade

Gráfico 5.5- Box Plot evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do implante e Idade

Gráfico 5.6- Box Plot evidenciando a relação entre a variável Intensidade de Pixel Antes e Idade

Gráfico 5.7- Box Plot evidenciando a relação entre a variável Intensidade de Pixel Depois e Idade

Foi realizado teste para amostras pareadas não paramétricas (Wilcoxon) para as variáveis Dimensão Fractal Antes e Depois, com nível de significância de 0,05, a qual não foi significativa estatisticamente ($p=0,367$).

Quadro 5.1- Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas

Resumo de Teste de Hipótese			
	Hipótese nula	Teste	Sig.
1	A mediana das diferenças entre Dimensão Fractal_Antes e Dimensão Fractal_Depois é igual a 0.	Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon de Amostras Relacionadas	367,000
Decisão			
			Reter a hipótese nula.
São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.			

Gráfico 5.8- Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas DF antes de depois.

Foi realizado teste para amostras pareadas não paramétricas(Wilcoxon) para as variáveis Intensidade de Pixel Antes e Depois, com nível de significância de 0,05, a qual mostrou-se estatisticamente significante ($p=0,020$).

Quadro 5.2- Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas

Resumo de Teste de Hipótese			
	Hipótese nula	Teste	Sig.
1	A mediana das diferenças entre Intensidade Pixel_Antes e Intensidade Pixel_Depois é igual a 0.	Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon de Amostras Relacionadas	20,000
Decisão			
			Rejeitar a hipótese nula.
São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.			

Gráfico 5.9 - Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas IP antes de depois.

5.2 Resultados Grupo 2

Grupo 2 - Análise Descritiva

Este grupo contém dados de 40 participantes, sendo 13 homens (32,5%) e 27 mulheres (67,5%) com média de idade de 59 anos para ambos os grupos. Para este grupo temos 112 regiões de interesse (ROI) selecionadas, sendo 73 ROI provenientes de participantes mulheres (65,2%) e 39 ROI de participantes homens (34,8%). A tabela abaixo descreve a frequência dos ROI selecionados em relação às regiões dos implantes analisados.

Tabela 5.7 – Frequência de ROI de regiões de implantes para o grupo 2

	Grupos	
	Frequência	Porcentagem
2 Molar inf	14	12,5
1 Molar inf	65	58,0
2 Premolar inf	25	22,3
1 Premolar inf	8	7,1
Total	112	100,0

Tabela 5.8 – Análise descritiva das variáveis contínuas para o grupo 2

Estatísticas Descritivas					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Pa- drão
Idade	112	46	77	58,52	8,143
Torque de Inserção do Implante	112	20	80	49,87	17,546
Dimensão Fractal_Antes	112	1,0103	1,4252	1,268800	,0902680
Dimensão Fractal_Depois	112	1,020	1,420	1,26658	,082000
Intensidade Pixel_Antes	112	56654	126635	100183,48	12293,495
Intensidade Pixel_Depois	112	61843	131195	93948,02	12522,867
Ánalise Frequência de Ressonância_MD	112	25	75	57,04	12,636
Ánalise Frequência de Ressonância_VL	112	25	76	54,31	12,423
DF_diferença	112	-,2926	,2539	,002221	,1035723
IP_diferença	112	-35533	41964	6235,46	13665,924
Índice Mental	112	3,232	6,917	4,35021	,863612

Tabela 5.9 – Testes de normalidade de Shapiro-Wilk para o grupo 2

	Estatística	gl	Sig.
Torque de Inserção do Implante	,931	112	,000
Dimensão Fractal_Antes	,960	112	,002
Dimensão Fractal_Depois	,948	112	,000
Intensidade Pixel_Antes	,983	112	,175
Intensidade Pixel_Depois	,995	112	,949
Ánalise Frequência de Ressonância_MD	,944	112	,000
Ánalise Frequência de Ressonância_VL	,958	112	,001
Índice Mental	,877	112	,000

A tabela 5.4 compara as variáveis Dimensão Fractal Antes (DF Antes), Dimensão Fractal Depois (DF Depois), Intensidade de Pixel Antes (IP Antes), Intensidade de Pixel Depois (IP Depois), Torque de Inserção do Implante, Ánalise da Frequência de Ressonância Mesio-distal, Ánalise da Frequência de Ressonância Vestíbulo-lingual e Índice Mental (IM) com a variável Gênero. Nota-se diferença estatisticamente significativa entre as variáveis independentes IP antes, Torque de Inserção do Implante e Ánalise da Frequência de Ressonância Mesio-distal.

Tabela 5.10 – Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação ao Gênero

	Gênero								
	Idade	Torque Implante	DF_Antes	DF_Depois	IP_Antes	IP_Depois	AFR_MD	AFR_VL	Índice Mental
Qui-quadrado	2,029	6,637	3,357	,801	8,257	3,643	5,611	2,387	3,717
Gl	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Significância Assint.	,154	,010	,067	,371	,004	,056	,018	,122	,054

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: Masculino ou Feminino

Gráfico 5.10 – Box plot evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do Implante e Gênero

A tabela 5.5 compara as variáveis Dimensão Fractal Antes (DF Antes), Dimensão Fractal Depois (DF Depois), Intensidade de Pixel Antes (IP Antes), Intensidade de Pixel Depois (IP Depois), Torque de Inserção do Implante, Análise da Frequência de Ressonância Mesio-distal, Análise da Frequência de Ressonância Vestíbulo-

lingual e Índice Mental (IM) com a variável Idade. Nota-se diferença estatisticamente significativa entre as variáveis independentes.

Tabela 5.11 – Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação a Idade.

	Idade							
	Torque Implante	DF_Antes	DF_Depois	IP_Antes	IP_Depois	AFR_MD	AFR_VL	Índice Mental
Qui-quadrado	49,812	37,468	23,383	54,379	52,197	44,360	40,251	81,684
gl	22	22	22	22	22	22	22	22
Significância Assint.	,001	,021	,380	,000	,000	,003	,010	,000

- a. Teste Kruskal Wallis
- b. Variável de Agrupamento: Idade

Gráfico 5.11 - Gráfico evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do Implante e Idade

A tabela 5.6 compara as variáveis Dimensão Fractal Antes (DF Antes), Dimensão Fractal Depois (DF Depois), Intensidade de Pixel Antes (IP Antes), Intensidade

de Pixel Depois (IP Depois), Torque de Inserção do Implante, Análise da Frequência de Ressonância Mesio-distal, Análise da Frequência de Ressonância Vestíbulo-lingual e Índice Mental (IM) com a variável Regiões de Implantes. Nota-se diferença estatisticamente significativa entre as variáveis independentes Torque de Inserção dos Implantes, DF Antes e Índice Mental.

Tabela 5.12 – Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação às Regiões de Implantes

Regiões de Implantes									
	Idade	Torque Implante	DF_Antes	DF_De pois	IP_Antes	IP_De pois	AFR_M D	AFR_VL	Índice Mental
Qui-quadrado	3,418	12,749	8,011	4,742	4,140	2,174	3,843	1,716	8,231
gl	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Significância Assint.	,332	,005	,046	,192	,247	,537	,279	,633	,041

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: Regiões de implantes

Gráfico 5.12 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Torque de Inserção do Implante e as regiões de implantes

Gráfico 5.13 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Dimensão Fractal Antes e as regiões de implantes

Gráfico 5.14 - Box Plot evidenciando a relação entre a variável Índice Mental e as regiões de implantes

Foi realizado teste para amostras pareadas não paramétricas(Wilcoxon) para as variáveis Dimensão Fractal Antes e Depois, com nível de significância de 0,05, a qual não foi significativa estatisticamente ($p=0,697$).

Quadro 5.3- Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas

Resumo de Teste de Hipótese			
	Hipótese nula	Teste	Sig.
1	A mediana das diferenças entre Dimensão Fractal_Antes e Dimensão Fractal_Depois é igual a 0.	Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon de Amostras Relacionadas	697,000
São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.			

Gráfico 5.15- Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas DF antes e depois.

Foi realizado teste para amostras pareadas não paramétricas(Wilcoxon) para as variáveis Intensidade de Pixel Antes e Depois, com nível de significância de 0,05, a qual evidenciou ser estatisticamente significativa ($p=0,000$).

Quadro 5.4- Teste de hipótese para amostras relacionadas não-paramétricas

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A mediana das diferenças entre Intensidade Pixel_Antes e Intensidade Pixel_Depois é igual a 0.	Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon de Amostras Relacionadas	,000	Rejeitar a hipótese nula.
São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.				

Gráfico 5.16- Gráfico de barras evidenciando a relação entre as variáveis pareadas IP antes e depois.

A tabela 5.13 evidencia as Correlações de Spearman para o Grupo 2 a qual se evidencia correlações estatisticamente significantes entre as variáveis Idade x Índice Mental; Torque de Inserção x Análise Frequência de Ressonância MD e VL; Índice Mental x Intensidade de Pixel; Dimensão Fractal x Intensidade de Pixel e entre as Análises da Frequência de Ressonância MD e VL.

Tabela 5.13 - Correlações não-paramétricas analisadas (Correlação de Spearman) para o Grupo 2. As correlações significantes foram hachuradas na tabela abaixo

Variáveis estudadas	Variáveis estudadas						
	Idade	Torque de inserção	Índice Mental	Dimensão Fractal	Intensidade de Pixel	AFR_MD	AFR_VL
Idade	1	r=-.131 p=.167	r=.396 p=.000	r=-.075 p=.432	r=.123 p=.198	r=-.041 p=.665	r=.002 p=.987
Torque de inserção	r=-.131 p=.167	1	r=-.001 p=.988	r=-.110 p=.247	r=.125 p=.189	r=.250 p=.008	r=.241 p=.010
Índice Mental	r=.396 p=.000	r=-.001 p=.988	1	r=.073 p=.443	r=.194 p=.042	r=.116 p=.223	r=-.002 p=.981
Dimensão Fractal	r=-.075 p=.432	r=-.110 p=.247	r=.073 p=.443	1	r=.201 p=.034	r=-.006 p=.946	r=.063 p=.510
Intensidade de Pixel	r=.123 p=.198	r=.125 p=.189	r=.194 p=.042	r=.201 p=.034	1	r=.068 p=.478	r=.134 p=.158
AFR_MD	r=-.041 p=.665	r=.250 p=.008	r=.116 p=.223	r=-.006 p=.946	r=.068 p=.478	1	r=.672 p=.000
AFR_VL	r=.002 p=.987	r=.241 p=.010	r=-.002 p=.981	r=.063 p=.510	r=.134 p=.158	r=.672 p=.000	1

Gráfico 5.17 – Correlações significantes para o grupo 2, descritas na Tabela 5.13

5.3 Resultados Agrupamento dos Grupos 1 e 2

Ao analisarmos os grupos 1 e 2 notamos maior quantidade de participantes no grupo 2 assim, tratando-se de grupo com possíveis influências de alterações hormonais, principalmente em mulheres, realizamos o teste de Kruskal-Wallis agrupando os grupos 1 e 2 e posterior classificação entre Jovens (28 a 45 anos de idade, ambos os sexos), Mulheres entre 46 a 77 anos de idade e Homens entre 46 a 77 anos de idade.

Tabela 5.14 - Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação às Categorias de Idades

	Qui- quadrado	gl	Significância Assint.
Dimensão Fractal_Antes	3,517	2	,172
Dimensão Fractal_Depois	,840	2	,657
Intensidade Pixel_Antes	6,163	2	,046
Intensidade Pixel_Depois	3,190	2	,203
Torque de Inserção do Implante	6,263	2	,044
Análise Frequência de Ressonância_MD	6,456	2	,040
Análise Frequência de Ressonância_VL	9,182	2	,010
Índice Mental	2,695	2	,260

O resultado do teste de Kruskal Wallis para as categorias de Idade evidenciaram que há diferença entre as diferentes faixas etárias e o gênero para participantes acima de 45 anos e as variáveis independentes IP antes, Torque de Inserção do Implante e Análise de Frequência de Ressonância MD e VL.

Gráfico 5.18 – Box Plot para as diferenças estatisticamente significantes em relação às categorias de Idade estabelecidas

A tabela abaixo compara os valores médios das variáveis de acordo com as regiões de instalação dos implantes e nota-se diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) para as variáveis Torque e Dimensão Fractal antes entre as regiões de implantes para os ROI analisados para todos os participantes.

Tabela 5.15 - Estatística descritiva dos ROI analisados agrupados por regiões de implantes

Variáveis	2ºM n=20	1ºM n=79	2ºPM n=29	1ºPM n=10	Total				Valor p
	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Média	DP	Mínimo	Máximo	
Idade	65,90	69,68	67,91	79,85	54,72	11,074	28	77	0,830
Torque	45,28	69,87	86,71	65,15	50,43	17,124	20	80	0,004
DF antes	85,30	60,13	78,88	84,75	1,266806	0,0956006	0,8713	1,4252	0,015
DFdepois	53,73	72,86	68,71	76,8	1,270050	0,0949721	0,9795	1,7156	0,260
IP antes	76,65	68,85	65,45	72,1	99873,70	12288,789	56654	126635	0,801
IP depois	76,25	70,15	62,14	72,2	94176,46	11989,384	61843	131195	0,655
AFR MD	65,53	70,16	76,03	53,25	57,65	12,436	25	75	0,449
AFR VL	63,55	70,69	72,34	63,75	55,57	12,183	25	76	0,833
IM	70,15	65,87	83,05	57,6	4,33639	0,808487	3,232	6,917	0,181

Gráfico 5.19 – Box Plot para as diferenças significantes entre Toque de Inserção de implantes e Regiões de Implantes

Gráfico 5.20 – Box Plot para as diferenças significantes entre Dimensão Fractal Antes e Regiões de Implantes

Realizamos o teste de Kruskal-Wallis agrupando os grupos 1 e 2 a fim de se verificar diferenças entre as variáveis independentes e Gênero.

Tabela 5.16 - Teste não-paramétrico Kruskal Wallis para as variáveis em relação ao Gênero

	Gênero		
	Qui-quadrado	gl	Significância Assint.
Dimensão Fractal_Antes	4,261	1	,039
Dimensão Fractal_Depois	2,051	1	,152
Intensidade Pixel_Antes	10,400	1	,001
Intensidade Pixel_Depois	4,560	1	,033
Torque Implante	2,061	1	,151
Ánalise Frequência de Ressonância_MD	1,105	1	,293
Ánalise Frequência de Ressonância_VL	,129	1	,720
Índice Mental	3,704	1	,054

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: Masculino ou Feminino

Gráfico 5.21 – Box Plot para as diferenças significantes entre Dimensão Fractal Antes e Gênero.

Gráfico 5.22 – Box Plot para as diferenças significantes entre Intensidade de Pixel Antes e Gênero

Para o Índice radiomorfométrico analisado, Índice Mental, foram realizados teste de correlação intraclass entre as leituras dos 3 observadores.

Tabela 5.17 – Coeficiente de correlação intraclass para as mensurações de IM entre os observadores.

	Correlação intraclass ^b	Intervalo de Confiança 95%		Teste F com Valor True0			
		Limite inferior	Limite superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Medidas únicas	,786 ^a	,685	,864	12,046	49	98	,000
Medidas médias	,917 ^c	,867	,950	12,046	49	98	,000

Modelo de efeitos mistos bidirecional em que os efeitos das pessoas são aleatórios e os das medidas são fixos.

a. O estimador é o mesmo, esteja o efeito de interação presente ou não.

b. Digite coeficientes de correlação intraclass C usando uma definição de consistência. A variância entre medidas é excluída da variância de denominador.

c. Essa estimativa é calculada considerando que o efeito de interação esteja ausente, porque ele não pode ser estimado de outra forma.

6 DISCUSSÃO

A análise do osso trabecular é um fator importante na análise da qualidade óssea mandibular para planejamento cirúrgico, instalação de implantes, movimentações ortodônticas e suporte protético (13). A radiografia panorâmica tem sido amplamente utilizada no rastreamento e em estudos epidemiológicos devido à sua conveniência de uso (33); (19); (20); (21); (22); (24); (25); (26); (27); (28); (29); (30); (31,32).

Além disso, a técnica radiográfica panorâmica oferece a vantagem da reduzida dose de radiação comparada às técnicas radiográficas intraorais de arcos totais (37); (43); (4).

De acordo com os estudos publicados (23,24), (25), (28), (29), (30) e (31,32), os índices radiomorfométricos de exames radiográficos panorâmicos do gênero feminino durante a fase de pós-menopausa são correlacionados com osteopenia e osteoporose, visto que nesta fase as alterações hormonais são evidentes por todo o esqueleto do indivíduo e por consequência no osso alveolar.

A avaliação da qualidade óssea em Implantodontia é essencial para o sucesso do tratamento. Recursos aplicados aos exames de imagem como índices radiomorfométricos, análise da dimensão fractal e intensidade de pixel têm sido utilizados a fim de se obter medidas quantitativas e relacionar com índices de estabilidade primária de implantes como torque de inserção e análise da frequência de ressonância (46); (44); (51); (52); (53); (56) e (55).

Sendo a idade fator importante no planejamento cirúrgico em Implantodontia, dividimos os 50 participantes em dois grupos, Grupo 1 (22 a 45 anos de idade) o qual encontramos correlação estatisticamente significativa entre as variáveis Índice Mental (IM) x Idade e Dimensão Fractal (DF) x Idade, e Grupo 2 (46 a 77 anos) onde encontramos correlação significativa entre Índice Mental (IM) x Idade.

Cabe ressaltar ainda que entre todos os participantes do grupo, quando categorizados e avaliados entre jovens (22 a 45 anos), mulheres entre 46 a 77 anos e homens entre 46 a 77 anos, encontramos diferenças significantes entre os grupos para as variáveis Intensidade de Pixel, Torque de Inserção e Frequência de Ressonância.

Entre a literatura investigada até o momento não encontramos dados que comprovem alterações entre grupos de idade e gênero para a especialidade da Implantodontia, sendo resultado importante de nosso estudo a fim de guiar novas investigações.

Em relação ao gênero, nosso estudo encontrou diferenças estatisticamente significantes para as variáveis Torque de Inserção (TI) e Frequência de ressonância no sentido mesio-distal para o Grupo 1 (22 a 45 anos de idade) e para o Grupo 2 (46 a 77 anos de idade) encontramos diferenças entre as variáveis Torque de Inserção (TI), Intensidade de Pixel (IP) e Frequência de ressonância no sentido mesio-distal, resultados semelhantes aos do nosso estudo foi encontrado por Tosoni et al. (57) para grupos de mulheres pós-menopausa, onde encontraram correlação significativa entre os valores de Intensidade de Pixel (IP) entre os grupos normal, osteopenia e osteoporose analisados.

De acordo com Lee et al. (51) e Koh et al. (34) a qualidade óssea da mandíbula são as mais apropriadas para avaliar a Dimensão Fractal de radiografias panorâmicas. Assim, nosso estudo considerando a literatura e avaliando regiões de menor sobreposições de estruturas anatômicas elegemos as regiões de pré-molares e molares inferiores para análise.

Em 1996 (35) foi realizado estudo in vivo o qual confirmou a relevância clínica entre os resultados da Dimensão Fractal e a densidade do osso alveolar através do teste de correlação, os resultados indicaram que a DF quantifica objetivamente a qualidade óssea, independente das variações de exposição. Corroborando com o estudo anterior proposto por (42), o qual reportou que o posicionamento absoluto da região de interesse não é necessário já que a análise da DF é insensível a pequenas variações de exposição de raios-x, alinhamento de feixe de raios-x e posição das regiões de interesse estudadas.

Os valores da DF podem ser interpretados como as mensurações das irregularidade e complexidade do tecido ósseo, os valores da DF variam entre 1 e 2. O valor 1 indica estrutura estreita ou curva que ocupa quase nenhum espaço e o valor 2 indica estruturas que ocupam a totalidade do espaço analisado. O algoritmo mais usado é o box-counting, o qual quantifica o padrão do osso trabecular pela contagem das trabéculas ósseas e da interface do osso medular. Em estudo (58) concluiu que o valor padrão da DF para o osso trabecular em pacientes saudáveis é de aproximadamente $FD = 1,5$ para regiões de maxila e mandíbula, já nossos resultados para os grupos 1 e 2 variaram entre 0,8713 e 1,4252 com média de 1,2668, cabendo ressaltar que os resultados obtidos pelo estudo (58) utilizou radiografias intraorais periapicais enquanto nosso estudo a radiografia panorâmica o que pode levar a re-

sultados diferentes visto a maior quantidade de sobreposições de estruturas anatómicas e qualidade da imagem.

Alguns estudos correlacionam alterações ósseas peri-implantes pós-carga ao longo do tempo com a análise da DF (46); (51); (52); (53); (56), no nosso estudo os dados coletados continham informações pré e pós-cirúrgicas antes da carga protética aplicada, outros estudos clínicos devem ser realizados a fim de acompanhar os participantes antes e após a instalação de implantes e próteses.

Nossos resultados avaliaram o padrão trabecular em radiografias panorâmicas antes e 6 meses após a colocação de implantes, antes da reabilitação protética dos implantes. Para os grupos 1 e 2, as análises da Dimensão Fractal (DF) em regiões peri-implantares pré e pós cirúrgicas após teste de Wilcoxon para amostras pareadas, indicaram que não há diferença na textura óssea das regiões de interesses avaliadas ($p=0,367$ e $p=0,697$, respectivamente para os grupos 1 e 2 com nível de significância de 0, 05%) , já para as mesmas regiões de interesse pré e pós cirúrgicas a análise da Intensidade de Pixel (IP), após teste de Wilcoxon para amostras pareadas indicou diferenças estatisticamente significantes (nível de significância de 0, 05%), com valores para os grupos 1 e 2 respectivamente de $p=0,020$ e $p=0,000$. Os resultados encontrados para os valores de IP indicam variações da mineralização óssea das regiões de interesse analisadas pré e pós cirúrgicas. Contrariando nossos resultados, em estudo pré e pós-cirúrgico com implantes, (55) relata correlação linear entre valores da DF e dados cirúrgicos de estabilidade primária (TI e FR) no entanto, o autor relata a utilização de amostra de 30 participantes, sendo 11 mulheres e 9 homens com média de idade de 42 anos e as radiografias panorâmicas pós-cirúrgicas utilizadas o autor relata que foram realizadas antes ou após a instalação protética, com média de acompanhamento de 18 meses para os casos, dado de extrema importância pois como relatado por (53), (56); (52) o osso alveolar sofre alterações no seu padrão trabecular em até 12 meses pós carga protética, assim as regiões de interesse pós-cirúrgicas analisadas pela DF por (55) sofreram alterações devido à carga protética aplicada e devem ser separadas das regiões sem aplicação de carga para conclusões mais precisas.

Resultados semelhantes aos encontrados por nosso estudo foi encontrado por Corpas et al.(59) em estudo animal com implantes cujas diferenças das análises pré e 3 meses após as instalações de implantes indicaram aumento da densidade óssea e diminuição dos valores da DF em radiografias intraorais.

Quando analisados os valores de DF e IP das regiões de interesse peri-implantares pré-cirúrgicos para os participantes de nosso estudo (Grupos 1 e 2) em relação ao gênero encontramos diferenças estatisticamente significantes entre os grupos feminino e masculino, este dado sugere que seja considerado o gênero do paciente no planejamento com implantes dentários quando aplicados os índices DF e IP.

Os índices de estabilidade primária dos implantes clinicamente mais utilizados são os Torque de Inserção (TI) e o Quociente de estabilidade dos implantes pela análise de Frequência de Ressonância (AFR), sendo estes analisados com a finalidade de se quantificar a ausência de micro movimentos pós-cirúrgicos levando em consideração os aspectos da densidade e qualidade ósseas, técnica cirúrgica e geometria do implante (12); (13); (49) e (50).

Um dos propósitos deste estudo foi identificar correlações entre valores de DF e IP pré-cirúrgicos com os dados cirúrgicos de TI e FR, e assim avaliar se os dados obtidos através das análises de radiografias panorâmicas pré-cirúrgicas podem prever a estabilidade do implante.

Para participantes jovens de nosso estudo (Grupo 1- 22 a 45anos), encontramos correlação entre Torque de Inserção (TI) e Dimensão Fractal (DF), corroborando com estudos de (55) e (51), estes últimos autores embora tenham analisado correlação da DF e AFR, encontrou correlação entre a DF e estabilidade primária de implantes para implantes instalados em mandíbula.

Como descrito anteriormente, diversos autores utilizaram a análise DF para avaliar o tecido ósseo peri-implantar após a instalação de implantes e após a reabilitação protética (46); (51); (52); (53); (54). Outro estudo publicado (49) analisou a possível correlação entre a microarquitetura óssea e a estabilidade primária de implantes. Os autores realizaram estudo com cadáveres os quais instalaram 22 implantes em maxila e mandíbula e realizaram micro-CT para investigar parâmetros histomorfométricos e correlacionar com a estabilidade primária dos implantes. Os resultados não evidenciaram correlação entre os valores de AFR e as análises histomorfométricas no entanto, correlacionou os valores de AFR com a espessura da cortical da crista óssea residual pré-cirúrgica, evidenciando fator importante no planejamento de implantes.

Como mencionado anteriormente, salientamos atenção no planejamento com implantes quanto a idade e gênero do paciente, realizamos teste de Kruskal Wallis

para identificar diferenças entre as variáveis independentes e encontramos para o agrupamento dos participante do Grupo 1 e 2 ($n=138$) e encontramos que em relação a idade dos participantes as variáveis Intensidade de Pixel, Torque de Inserção e Análise da Frequência de Ressonância são diferentes estatisticamente, validando a prática clínica cotidiana quando se avalia pacientes jovens e idosos.

Para o gênero, encontramos diferenças entre as variáveis Dimensão Fractal e Intensidade de Pixel antes do procedimento cirúrgico e Intensidade de Pixel depois, esta análise entre as variáveis e gênero não pudemos encontrar na literatura científica, devendo assim ser melhor investigada em estudos com maior número de participantes e variabilidade entre idades.

As dificuldades encontradas pelo nosso estudo devem-se ao fato de ser estudo retrospectivo em prontuários assim, não foi possível se obter mesmo número de participantes entre os grupos.

7 CONCLUSÕES

De acordo com a proposição do estudo concluímos que:

- Não há diferenças entre as análises de Dimensão Fractal Antes e Após 6 meses da instalação de implantes, sem carga protética, para as regiões peri-implantares analisadas.

- Encontramos diferenças estatisticamente significantes entre as análises de Intensidade de Pixel Antes e Após 6 meses da instalação de implantes, sem carga protética, para as regiões peri-implantares analisadas.

- Encontrada correlação entre os valores da Dimensão Fractal (DF) e Torque de Inserção (TI) para participantes jovens (22 a 45 anos).

- Entre todos os participantes dos grupos 1 e 2 (n=138, idade entre 22 a 77anos) encontramos diferenças estatisticamente significantes entre as análises de Dimensão Fractal (DF), Intensidade de Pixel (IP) em relação ao Gênero, e entre as análises Intensidade de Pixel (IP), Torque de Inserção (TI) e Análise da Frequência de Ressonância (AFR) em relação a Idade dos participantes.

REFERÊNCIAS

1. IBGE :: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. [cited 2018 Mar 1]. Available from: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm
2. 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* [Internet]. 2011 Dec 1 [cited 2018 Feb 22];69(12):e506–12. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278239111013735?via%3Dihub>
3. Oliveira ML, Pedrosa EFNC, Cruz AD, Haiter-Neto F, Paula FJA, Watanabe PCA. Relationship between bone mineral density and trabecular bone pattern in postmenopausal osteoporotic Brazilian women. *Clin Oral Investig*. 2013;17(8):1847–53.
4. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, White SC. Patient Risk Related to Common Dental Radiographic Examinations: The Impact of 2007 International Commission on Radiological Protection Recommendations Regarding Dose Calculation. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2008 Sep 1 [cited 2018 Feb 22];139(9):1237–43. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817714619322?via%3Dihub>
5. Chappard D, Baslé M-F, Legrand E, Audran M. Trabecular bone microarchitecture: A review La microarchitecture de l'os trabéculaire : une revue. *Morphologie* [Internet]. 2008 [cited 2018 Feb 22];92:162–70. Available from: https://ac.els-cdn.com/S1286011508001343/1-s2.0-S1286011508001343-main.pdf?_tid=4d76e3a0-1789-11e8-8b53-00000aacb361&acdnat=1519274091_e7ee2ac732a5fb12b86776709c077ba4
6. Chappard D. La microarchitecture du tissu osseux. 2010 Nov [cited 2018 Feb 22];194(8):1469–81. Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-79958850085&origin=inward&txGid=ffc402a128809921eb147d972749a8e5>
7. Chappard D, Baslé MF, Legrand E, Audran M. New laboratory tools in the assessment of bone quality. *Osteoporos Int* [Internet]. 2011 Aug 24 [cited 2018 Feb 22];22(8):2225–40. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00198-011-1573-6>
8. Lekholm, U., Zarb G. Patient selection and preparation, in tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry [Internet]. 2016th ed. Len Tolstunov, editor. IL: QuintessencePublishing Co; 1985 [cited 2018 Feb 22]. 199-209 p. Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2->

s2.0-
84901910161&origin=inward&txGid=b703e2d01b41023f2ce66c86214b1633

9. Mundim MBV, Dias DR, Costa RM, Leles CR, Azevedo-Marques PM, Ribeiro-Rotta RF. Intraoral radiographs texture analysis for dental implant planning. *Comput Methods Programs Biomed* [Internet]. 2016 Nov 1 [cited 2018 Feb 21];136:89–96. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260716301808?via%3Dihub>
10. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 1991 [cited 2018 Feb 22];6(2):142–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1809668>
11. Pilar Quesada-García M, Prados-Sánchez E, Olmedo-Gaya V, Muñoz-Soto E, González-Rodríguez P, Vallecillo-Capilla M. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis: A review of the literature. *e538 Med Oral Patol Oral Cir Bucal Oct Med Oral Patol Oral Cir Bucal* [Internet]. 2009 [cited 2018 Feb 22];11414(1010):538–46. Available from: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/v14i10/medoralv14i10p538.pdf>
12. Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 1996 Sep 1 [cited 2018 Feb 22];7(3):261–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1034/j.1600-0501.1996.070308.x>
13. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol 2000* [Internet]. 2008 Jun 1 [cited 2018 Feb 22];47(1):51–66. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0757.2008.00267.x>
14. Rodrigues Camargo MB, Cendoroglo MS, Ramos LR, Do Rosario Dias De Oliveira Latorre M, Saraiva GL, Lage A, et al. Bone mineral density and osteoporosis among a predominantly Caucasian elderly population in the city of São Paulo, Brazil. *Osteoporos Int*. 2005;16(11):1451–60.
15. Martini LA, de Moura EC, dos Santos LC, Malta DC, de Medeiros Pinheiro M. Prevalence of self-reported diagnosis of osteoporosis in Brazil, 2006. *Rev Saude Publica*. 2009;43(SUPPL. 2):107–16.
16. Pinheiro MM, dos Reis Neto ET, Machado FS, Omura F, Yang JHK, Szejnfeld J, et al. Risk factors for osteoporotic fractures and low bone density in pre and postmenopausal women. *Rev Saude Publica*. 2010;44(3):479–85.
17. Pinheiro MM, Ciconelli RM, Jacques NDO, Genaro PS, Martini L a, Ferraz MB. O impacto da osteoporose no Brasil: dados regionais das fraturas em homens e mulheres adultos - The Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS). *Rev Bras*

- Reumatol. 2010;50(2):113–20.
18. Baccaro LF, De Souza Santos Machado V, Costa-Paiva L, Sousa MH, Osis MJ, Pinto-Neto AM. Factors associated with osteoporosis in Brazilian women: A population-based household survey. *Arch Osteoporos*. 2013;8(1–2):1–9.
 19. Hildebolt CF. Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 1997 Jan 29 [cited 2018 Feb 13];26(1):3–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9446984>
 20. White SC. Oral radiographic predictors of osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2002 Mar 28 [cited 2018 Feb 13];31(2):84–92. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12076061>
 21. Kribbs PJ, Chesnut CH, Ott SM, Kilcoyne RF. Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1989 Dec 1 [cited 2018 Feb 13];62(6):703–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022391389905969?via%3Dihub>
 22. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wada T. Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 1995;80(5):612–6.
 23. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Wada T. Tooth loss and mandibular osteopenia. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 1995;79(1):127–32.
 24. Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtaki M. Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol*. 1996;25(5):263–7.
 25. Ledgerton D, Homer K, Devlin H, Worthington H. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofac Radiol*. 1999;28(3):173–81.
 26. Devlin C V, Horner K, Devlin H. Variability in measurement of radiomorphometric indices by general dental practitioners. 2001;(October 2000):120–5.
 27. Horner K, Devlin H, Harvey L. Detecting patients with low skeletal bone mass. *J Dent*. 2002;30(4):171–5.
 28. Lee K, Taguchi A, Ishii K, Suei Y. Visual assessment of the mandibular cortex on panoramic radiographs to identify postmenopausal women with low bone mineral densities. 2005;6–9.
 29. Vlasidis KZ, Damilakis J, Velegrakis GA, Skouteris CA, Fragouli I, Goumenou A, et al. Relationship between BMD , dental panoramic radiographic findings

and biochemical markers of bone turnover in diagnosis of osteoporosis. 2008;59:226–33.

30. Roberts M, Yuan J, Graham J, Jacobs R, Devlin H. Changes in mandibular cortical width measurements with age in men and women. 2011;1915–25.
31. Leite AF, Souza T De. Correlations between seven panoramic radiomorphometric indices and bone mineral density in postmenopausal women. 2010;449–56.
32. Leite AF, Souza T De. Relationships between mandibular cortical indexes , bone mineral density , and osteoporotic fractures in Brazilian men over 60 years old. 2011;648–56.
33. Oliveira ML, Pedrosa EFNC, Cruz AD, Haiter-Neto F, Paula FJA, Watanabe PCA. Relationship between bone mineral density and trabecular bone pattern in postmenopausal osteoporotic Brazilian women. Clin Oral Investig [Internet]. 2013 Nov 14 [cited 2018 Feb 22];17(8):1847–53. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-012-0882-2>
34. Koh K-J, Park H-N, Kim K-A. Prediction of age-related osteoporosis using fractal analysis on panoramic radiographs. Imaging Sci Dent [Internet]. 2012 Dec [cited 2018 Feb 12];42(4):231–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23301209>
35. Southard TE, Southard K a, Jakobsen JR, Hillis SL, Najim C a. Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996;82(5):569–76.
36. Yaşar F, Akgünlü F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis. Dentomaxillofacial Radiol [Internet]. 2006 Jan 29 [cited 2018 Feb 13];35(1):1–9. Available from: <http://www.birpublications.org/doi/10.1259/dmfr/97652136>
37. Shrout MK, Potter BJ, Hildebolt CF. The effect of image variations on fractal dimension calculations. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology [Internet]. 1997 Jul 1 [cited 2018 Feb 13];84(1):96–100. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1079210497903036?via%3Dihub>
38. 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 [Internet]. 1999;88(5):628–35. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10556761
39. Geraets WGM, van der Stelt PF, Netelenbos CJ, Elders PJM. A new method for automatic recognition of the radiographic trabecular pattern. J Bone Miner Res [Internet]. 1990 Mar [cited 2018 Feb 11];5(3):227–33. Available from:

<http://doi.wiley.com/10.1002/jbmr.5650050305>

40. Fazzalari NL, Parkinson IH. Fractal dimension and architecture of trabecular bone. *J Pathol*. 1996;178(1):100–5.
41. Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol*. 2001;30(5):270–5.
42. Jett S, Shrout MK, Mailhot JM, Potter BJ, Borke JL. An evaluation of the origin of trabecular bone patterns using visual and digital image analysis. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2004 Nov 1 [cited 2018 Feb 11];98(5):598–604. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1079210404005244?via%3Dihub>
43. Jolley L, Majumdar S, Kapila S. Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. 2006;393–7.
44. 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 Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2006;102(2):235–41.
45. Updike SX, Nowzari H. Fractal analysis of dental radiographs to detect periodontitis-induced trabecular changes. *J Periodontal Res*. 2008;43(6):658–64.
46. R. J. C. Wilding, j. C. G. Slabbert, h. Kathree, c. P. Owen s kc, delpoort and p. The use of fractal analysis to reveal remodelling in human alveolar bone following the placement of dental implants r. 1995;
47. Amer ME, Heo M-S, Brooks SL, Benavides E. Anatomical variations of trabecular bone structure in intraoral radiographs using fractal and particles count analyses. *Imaging Sci Dent* [Internet]. 2012 Mar [cited 2018 Feb 23];42(1):5–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22474642>
48. Dos Santos Corpas L, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(5):492–9.
49. Rozé J, Babu S, Saffarzadeh A, Gayet-Delacroix M, Hoornaert A, Layrolle P. Correlating implant stability to bone structure. *Clin Oral Implants Res*. 2009;20(10):1140–5.
50. Malchiodi L, Balzani L, Cucchi A, Ghensi P, Pier DDS, Nocini F. Primary and Secondary Stability of Implants in Postextraction and Healed Sites: A Randomized Controlled Clinical Trial. 2016;1435–44.
51. Lee D-H, Ku Y, Rhyu I-C, Hong J-U, Lee C-W, Heo M-S, et al. A clinical study

of alveolar bone quality using the fractal dimension and the implant stability quotient. *J Periodontal Implant Sci* [Internet]. 2010;40(1):19–24. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2872807&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

52. Mu TJ, Lee DW, Park KH, Moon IS. Changes in the fractal dimension of peri-implant trabecular bone after loading: A retrospective study. *J Periodontal Implant Sci*. 2013;43(5):209–14.
53. Zeytinoğlu M, İlhan B, Dünder N, Boyacıoğlu H. Fractal analysis for the assessment of trabecular peri-implant alveolar bone using panoramic radiographs. *Clin Oral Investig*. 2014;519–24.
54. Tözüm TF, Dursun E, Uysal S. Radiographic Fractal and Clinical Resonance Frequency Analyses of Posterior Mandibular Dental Implants: Their Possible Association with Mandibular Cortical Index with 12-Month Follow-up. *Implant Dent*. 2016;25(6):789–95.
55. 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* [Internet]. 2016;31(1):55–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26478979>
56. Tözüm TF, Dursun E, Uysal S. Radiographic Fractal and Clinical Resonance Frequency Analyses of Posterior Mandibular Dental Implants. *Implant Dent* [Internet]. 2016 Dec [cited 2018 Feb 13];25(6):789–95. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=0008505-201612000-00015>
57. Barngkei I, Haffar I Al, Khattab R. Osteoporosis prediction from the mandible using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent*. 2014;44(4):263–71.
58. Amer ME, Heo M-S, Brooks SL, Benavides E. Anatomical variations of trabecular bone structure in intraoral radiographs using fractal and particles count analyses. *Imaging Sci Dent* [Internet]. 2012 Mar [cited 2018 Feb 12];42(1):5–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22474642>
59. Duyck J, Corpas L, Vermeiren S, Ogawa T, Quirynen M, Vandamme K, et al. Histological, histomorphometrical, and radiological evaluation of an experimental implant design with a high insertion torque. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2010 Apr [cited 2018 Feb 13];no-no. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0501.2010.01895.x>

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa, folha 01

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

Título da Pesquisa: CORRELAÇÃO DAS ANÁLISES FRACTAL, ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS E TORQUES DE INSERÇÃO EM SÍTIOS DE IMPLANTES

Pesquisador: NATALY RABELO MINA ZAMBRANA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 66022717.8.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.006.182

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa coorte retrospectivo, este estudo propõe avaliar o tecido ósseo em radiografias panorâmicas antes e após as cirurgias de

Implantes e correlacionar por meio de análises fractais, índices radiomorfométricos e torque de inserção do ato cirúrgico. Serão analisadas 98

radiografias panorâmicas, realizadas antes e depois das cirurgias de implantes de 49 pacientes estes, homens e mulheres com idade entre 31 e 77

anos cujas imagens pertencem ao banco de dados do curso de pós-graduação em Implantodontia da Universidade de Santos (Unimes). Serão

selecionadas regiões de interesse (ROI) adjacentes aos implantes posicionados em regiões posteriores de mandíbula e então realizadas as análises

fractais e histograma. Os seguintes índices radiomorfométricos serão avaliados: o índice panorâmico mandibular (IPM) e o índice mental (IM). Para

auxiliar a realização das medidas e análises será utilizado o software ImageJ e Adobe Photoshop CC.

Objetivo da Pesquisa:

Identificar alterações do padrão trabecular ósseo antes e após realizadas as implantações com

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

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa, folha 02

Continuação do Parecer: 3.006.102

auxílio da análise fractal e assim analisar o comportamento da remodelação óssea com implantes de titânio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Descritos adequadamente

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Metodologia está adequada nos princípios éticos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentado: Folha de rosto, projeto detalhado, autorização da faculdade Unimes, informações básicas.

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:

Sem 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_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_839901.pdf	22/03/2017 09:25:34		Acelto
Outros	AutorizacaoDoUsoDeImagens.jpg	22/03/2017 09:24:28	NATALY RABELO MINA ZAMBRANA	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto de Pesquisa Nataly Zambrana.pdf	20/03/2017 20:29:44	NATALY RABELO MINA ZAMBRANA	Acelto
Folha de Rosto	Folha de Rosto.pdf	20/03/2017 20:27:23	NATALY RABELO MINA ZAMBRANA	Acelto

Situação do Parecer:

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes 2227
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
 UF: SP Município: SÃO PAULO
 Telefone: (11)3091-7960 Fax: (11)3091-7914 E-mail: cepfo@usp.br

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa, folha 03

Continuação do Parecer: 2.006.183

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 07 de Abril de 2017

Assinado por:
Maria Gabriela Hays Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7980 Fax: (11)3091-7914 E-mail: cepfo@usp.br

ANEXO B – Carta de autorização para utilização do acervo de imagens

UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE SANTOS**DECLARAÇÃO**

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: "CORRELAÇÃO DAS ANÁLISES FRACTAL, ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS E TORQUES DE INSERÇÃO EM SÍTIOS DE IMPLANTES" que será realizado pelo pesquisador responsável Nataly Rabelo Mina Zambrana e Rodrigo Alves Ribeiro. Os pesquisadores se comprometerão em manter a confidencialidade da identificação pessoal dos pacientes será garantida, os pacientes serão identificados apenas por meio 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, 13 de Dezembro de 2016.

Gustavo Duarte Mendes
Coordenador da Faculdade
de Odontologia da UNIMES

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

Nataly Rabelo Mina Zambrana
Pesquisador Responsável

Rodrigo Alves Ribeiro
Pesquisador