

MYRNA LÍCIA GELLE DE OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DO ÍNDICE CORTICAL MEDULAR DO
TECIDO ÓSSEO HUMANO POR MEIO DOS NÍVEIS DE CINZA DE
TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS E COMPUTADORIZADAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo programa de BIOPATOLOGIA BUCAL, Área RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA.

MYRNA LÍCIA GELLE DE OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DO ÍNDICE CORTICAL MEDULAR DO
TECIDO ÓSSEO HUMANO POR MEIO DOS NÍVEIS DE CINZA DE
TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS E COMPUTADORIZADAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo programa de BIOPATOLOGIA BUCAL, Área RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA.

ORIENTADOR: Prof. Adjunto Julio Cezar de Melo Castilho.

São José dos Campos

2006

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

BELLINI, A. B.; SILVA, E. A. **Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico**. São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2002. 82p.

OLIVEIRA, M.L.G. **Estudo comparativo do índice cortical medular do tecido ósseo humano por meio dos níveis de cinza de tomografias convencionais e computadorizadas**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos. 2006.

DEDICATÓRIA

*À minha amada mãe, Glória, minha
Amiga e companheira, pelo amor
incondicional que tem por mim desde os
primórdios da minha vida, ao meu pai
Dercir Pedro, por todo carinho, atenção,
confiança, mas, principalmente em
ambos pelo exemplo, no qual, me espelho
hoje e sempre.*

"A vida é uma escuridão, exceto quando há impulso.
E todo impulso é cego, exceto quando há saber.
E todo saber é vazio, exceto quando há trabalho.
E todo trabalho é vazio, exceto quando há amor..."
Gibran Khalil-Gibran (1883-1931)

*Aos meus irmãos Nara e Pedro, por tudo
que são para mim, meus companheiros,
meus amigos, agradeço-lhes, pelo apoio,
pelo carinho, quicá até pelos "puxões de
orelha"...*

"É preciso pensar para acertar, calar para resistir e agir para vencer!"
(Renato Kehl)

*Ao meu amado Marcelo, meu
companheiro, meu eterno namorado e
futuro marido pelo amor, amizade,
carinho e paciência...*

Quando me vejo em seu olhar enamorado e ao me envolver em seus
abraços fraternos, sinto-me inundar de amor e alegria.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao querido Prof. Dr. Cláudio Costa, pela confiança, amizade, incentivo e apoio irrestrito na minha vida acadêmica na Radiologia. Seus conselhos oportunos, suas orientações, caminhos e condições de trabalho foram fundamentais para a realização e conclusão de todos os trabalhos realizados.

A sua ajuda no traçar do caminho até então percorrido foi fundamental e saiba que em ti me espelho profissionalmente, pois, o teu exemplo me conduz ao crescimento, também moral, a cada dia.

Ao meu querido e estimado orientador, Prof. Adjunto Julio Cezar de Melo Castilho, que me acolheu como sua orientanda, conduzindo-me durante todo o curso de pós-graduação com muita sabedoria, firmeza, confiança total e apoio irrestrito sempre.

Prof. Julio, o admiro muito, mesmo com suas intempéres, imprescindíveis para o meu crescimento, o que lhe rendeu o título carinhoso de "Locão-Mor" e por conseguinte, eu, sua orientanda "A Locona". Em meio às nossas risadas de loucura, vós me ensinastes muito nessa etapa da minha vida acadêmica; o que/como ser / fazer e também o contrário, acredite, não só aprendi como estou pondo em prática tais ensinamentos. Minha eterna gratidão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Aos professores da disciplina de Radiologia Odontológica da FOSJC-UNESP, bem como, do Departamento de Diagnóstico Bucal e Cirurgia que me concederam a oportunidade de realizar este curso de pós-graduação.

Ao estimado Prof. Titular Luiz Cesar de Moraes, por conceder-me a oportunidade de ingressar no curso de pós-graduação em Radiologia, pelas sábias e oportunas palavras no decorrer do curso e da nossa convivência acadêmica. Prof. "Luís" muitíssimo obrigado por me "deferir" cientificamente, fosse eu "Imperial" ou "Jeca".

Ao querido e admirado Prof. Titular Edmundo Médici Filho, pelo carinho e paciência, mas, principalmente pelo equilíbrio de suas sábias e oportunas palavras. Prof. "ED" sua candura associada ao seu equilíbrio, sabedoria e suas generosas atitudes são e sempre serão um forte exemplo, bem como, um objetivo a ser seguido.

À Profa. Doutora Mari Eli Leonelli de Moraes, amiga solícita, presente, carinhosa e meiga, agradeço-lhe toda a atenção e confiança depositado mim. Muito obrigado ainda pelos ensinamentos prestados, pelos conselhos primorosos para minha incessante busca de equilíbrio e auto-confiança.

Ao Prof. Dr. Camilo Daleles Rennó, INPE, pela infinita paciência e primorosas informações concedidas durante a elaboração das análises estatísticas e planejamentos dos trabalhos científicos realizados durante o

curso. Mas, principalmente pela atenção especial e execução da estatística dessa dissertação.

Ao Dr. Isídoro Farah Junior, Prof. Rodolfo Giannakopoulos, à Dra Camilla Farah, meus companheiros de trabalho e amigos da Isoorthographic Radiologia Odontológica, por todo bem e ajuda que tiveram para comigo; desde que esse curso de pós-graduação ainda era projeto e posteriormente quando já se concretizava, estiveram sempre ao meu lado estimulando-me e colaborando comigo com material durante a execução desse e de outros trabalhos científicos realizados. Meu abraço fraterno e gratidão sempre.

Ao colega Prof. Marcio Yara Buscatti pela atenção, presteza e inestimável ajuda ao ceder-me vários de seus artigos científicos colaborando muito comigo na elaboração desse trabalho. Minha gratidão.

Aos meus amigos especiais da disciplina de Radiologia, Marcinha, Carolinha, Gisele (Gigi), Miltinho (Poison), Pir (Locão Junior), David e Sandra Maria, agradeço-lhes o carinho, atenção, conselhos, enfim, vocês são muito queridos.

Aos colegas da Radiologia, Elaine Félix, Marcão, Carolina, Luciano Roque, Wilton, Gustavo, Patrícia, Cleber e Lawrence. Muito obrigado por todos os ensinamentos à mim prestados.

Aos demais colegas, o meu agradecimento, pois, colaboraram para meu aprendizado.

À Conceição, "Con", exímia funcionária da Disciplina de Radiologia, que desde o início do curso, prontamente e carinhosamente colaborou comigo em todos os momentos. Minha gratidão e fraterno abraço.

À Eliane, a mais caprichosa funcionária da "ordem", extremamente cuidadosa e prestativa em todos os momentos. Minha gratidão.

À Rose, Cidinha e Erena pela presteza das informações cedidas desde o ato da inscrição à conclusão deste curso de pós-graduação. Um abraço fraterno

À Neide, Renata, Silvana e as demais funcionárias da biblioteca da Universidade, em especial, à Ângela, Diretora Técnica dos serviços de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, estou grata pela atenção e correção desse trabalho.

Por fim, agradeço a todos os amigos distantes e familiares que me incentivaram nessa jornada. Muito obrigado!

"O futuro não nos traz nada, não nos dá nada. Somos nós que para o construir temos de dar a nossa vida. Mas para se poder dar é preciso ter; e nós não temos nenhuma outra vida, nenhuma seiva viva, a não ser os tesouros acumulados desde o passado, digeridos, assimilados e criados de novo por nós."

(Ruth Nanda Anshen)

SUMÁRIO

RESUMO.....	09
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Estudos sobre densidade óssea e tomografia.....	13
2.2 Qualidade óssea.....	29
3 PROPOSIÇÃO.....	38
4 MATERIAL E MÉTODO.....	39
4.1 Material.....	39
4.2 Método.....	39
4.2.1 Obtenção dos cortes tomográficos transversais.....	39
4.2.2 Digitalização dos cortes tomográficos.....	40
4.2.3 Imagens computadorizadas.....	40
4.2.4 Classificação da amostra.....	40
4.2.5 Análise dos níveis de cinza.....	41
4.2.6 Obtenção dos índices.....	45
5 RESULTADOS.....	46
5.1 Análise estatística.....	46
5.1.1 Análise do erro do método ou erro intra-examinador.....	49
5.1.2 Valores de médias dos índices.....	53
5.1.3 Teste de Análise de Variância (ANOVA).....	56
6 DISCUSSÃO.....	58
7 CONCLUSÃO.....	62
8 REFERÊNCIAS.....	63
ABSTRACT.....	74

OLIVEIRA, M.L.G. **Estudo comparativo do índice cortical medular d tecido ósseo humano por meio dos níveis de cinza de tomografias convencionais e computadorizadas**. 2006. 74f. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos. 2006.

RESUMO

A proposta dessa pesquisa foi estabelecer índices do tecido ósseo humano obtidos a partir da razão entre os valores dos níveis de cinza do tecido ósseo da base pelo tecido ósseo esponjoso da mandíbula, bem como realizar o estudo da maxila por meio do razão entre a cortical óssea da fossa nasal pelo tecido ósseo esponjoso para as mesmas regiões e avaliar sua variação em função da localização anatômica e o tipo de tomógrafo utilizado (OP100-*Instrumentarium®*, *Scanora®* e *Newtom3G*). A amostra foi constituída de 126 cortes tomográficos convencionais e computadorizados de pacientes que foram subdivididos em 63 cortes para a mandíbula e 63 para a maxila. A análise estatística dos dados para verificação do erro do método não foi significativa, validando a metodologia proposta e atestando sua reprodutibilidade; o teste de análise de variância ANOVA de 2 fatores verificou que só houve diferenças estatisticamente significantes entre os índices cortical/medular ($I_{c/m}$) da mandíbula e maxila, sendo que não houve diferenças significativas dos índices para os tomógrafos. Concluímos que o índice proposto não apresenta variações quanto à natureza do exame radiográfico em que foi mensurada a densidade óssea e que o mesmo varia de acordo com sua ocorrência (mandíbula > $I_{c/m}$ > maxila).

PALAVRAS-CHAVE: Tomografia computadorizada de emissão; densidade óssea; implantes; análise de variância, humano.

1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta da tomografia pelo Prof. Y. Paatero (1949), pesquisas têm sido realizadas com a finalidade de aprimorar e desenvolver novas tecnologias que possibilitem ao profissional ter acesso à imagens radiográficas mais precisas, com o mínimo de distorção e que estejam de acordo com princípios éticos, de biossegurança, tais como, o princípio de ALARA(“ As low As Reasonably Achievable”).

Sabe-se que o sucesso das cirurgias destinadas à colocação de implantes osseointegrados está diretamente ligada à realização do planejamento radiográfico e que para isso a qualidade das imagens radiográficas é de fundamental importância.

O planejamento radiográfico para a colocação de implantes osseointegrados fornece informações relevantes não somente sobre a quantidade do tecido ósseo disponível (altura e espessura), mas, também a qualidade óssea (densidade) relativa. Essas informações são necessárias para a correta escolha do tipo e tamanho de implante a ser utilizado, bem como a seleção da técnica cirúrgica ideal. Diversos autores ao longo do tempo procuraram avaliar a obtenção de imagens tomográficas e sua aplicabilidade nas ciências da saúde.

Os primeiros estudos sobre densidade óssea, através da análise óptica ou radiográfica na Odontologia, foram realizados em meados da década de 70 e tinham a finalidade de estabelecer valores ópticos de densidade óssea dos tecidos mineralizados. Pesquisas incessantes tem sido realizadas nas análises das densidades ósseas minerais dos tecidos, não tem somente o objetivo de avaliar a qualidade do tecido ósseo alveolar e quantificá-lo para a Implantodontia, mas também ser coadjuvante no diagnóstico em outras áreas da Odontologia

e Medicina, para que seja possível identificar alterações de maneira não invasiva e em estágio inicial, desenvolver métodos, técnicas e tecnologias para que tais procedimentos possuam acurácia e confiabilidade cada vez maiores.

Nos primórdios, a densidade óssea era estabelecida por meio da relação entre os tons de cinza das incidências radiográficas convencionais com a imagem gerada pelo dispositivo de alumínio dito *step-wedge* ou penetrômetro, assim que as imagens radiográficas eram digitalizadas e mensuradas por um programa de computador. Com a introdução dos exames tomográficos convencional e computadorizado, a obtenção das densidades tornaram-se mais simples e específicas, graças ao avanço da ciência e dos programas de computadores desenvolvidos posteriormente.

Os exames tomográficos convencionais ainda são muito utilizados na Odontologia, pois, são mais acessíveis quanto ao custo dos exames, dos equipamentos e de sua disponibilidade no mercado atualmente. Por exemplo, a dose de radiação X, a qual é exposta à glândula hipófise, é 80 vezes maior quando realiza-se a tomografia computadorizada. Por isso, segundo Tyndall e Brooks* (2000) somente poderá ser indicada uma tomografia computadorizada em casos de extensa reabilitação (sete ou mais implantes) em função da redução no tempo de exame (COSTA & GIANNAKOPOULOS¹⁸, 2003).

Recentemente, com o desenvolvimento e a comercialização de tomógrafos computadorizados com o princípio *cone-beam* (feixe cônico) que reduz em cinco vezes o tempo de exposição quando comparado aos tomógrafos computadorizados (TCs) anteriores. A aquisição da imagem pelos tomógrafos computadorizados “*cone-beam*” é realizada a partir de um scaneamento da cabeça do paciente, o qual

* TYNDALL, D.A.; BROOKS, S.L. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. **Oral Surg Oral Path Oral Radiol Endod**, v. 89, n. 5, p. 630-7, May 2000.

a imagem é adquirida em 3 dimensões (3D), também chamada de aquisição volumétrica. São inúmeras as empresas que disponibilizam essa tecnologia, dentre as quais, a *QR Verona*®, Itália, que comercializa o *Newtom 3G*. Ao contrário dos CTs helicoidais, que montam a imagem 3D a partir de um conjunto de imagens contínuas 2D, o *Newtom 3G* adquire primeiro a imagem 3D (tomógrafo volumétrico), armazena essa imagem na memória do sistema e a partir dessa imagem, que podemos chamar "matriz 3D", realizam-se todos os estudos necessários ao diagnóstico não necessitando a presença do paciente (CDROM¹⁶, 2005).

Portanto, essa pesquisa tem o propósito de calcular um índice ($I_{c/m}$) de densidade óptica da maxila e mandíbula, por meio de tomografias convencionais e computadorizadas, bem como avaliar sua aplicabilidade e reprodutibilidade neste estudo e em pesquisas futuras sobre osteopenia e osteoporose.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Com a finalidade de estabelecer uma ordem cronológica dos assuntos abordados, os mesmos foram separados em dois tópicos distintos, porém, levando-se em conta associações entre os mesmos.

2.1 Estudos sobre densidade óssea e tomografia

Ruegsegger et al.⁵² (1976) utilizando um tomógrafo de primeira geração, demonstraram por medidas feitas em antebraço, que a Tomografia Computadorizada (TC) pode ser um método sensível para o estudo da densidade em osso esponjoso, sugerindo seu uso no monitoramento das alterações de mineralizações ósseas no corpo humano.

Genant & Boyd ²⁸ (1977) observaram que a TC proporciona bons resultados para a avaliação da densidade óssea, pois permite a quantificação do osso exclusivamente medular, que é o mais sensível às mudanças metabólicas.

Dentre os primeiros estudos sobre densidade óssea, ou seja, análises dos tons de cinza de estruturas anatômicas, destacamos o trabalho realizado por (DUINKERKE et al.²², 1977), no qual, compararam por meio da análise densitométrica, os resultados obtidos com a análise visual num estudo realizado em mandíbulas secas humanas onde foram produzidas lesões periapicais artificiais. A avaliação foi feita por dez cirurgiões-dentistas. Para o estudo foi removido o osso da região do periápice das raízes mesial e distal do primeiro molar inferior em seis etapas. A cada etapa, foi realizada uma radiografia periapical, num total de sete radiografias, incluindo-se a inicial. Um penetrômetro de alumínio

foi fixado a um dispositivo semelhante a um bloco de mordida, que se encontrava perpendicularmente a parte extra-oral do posicionador tipo Rinn, sendo que, o penetrômetro apresentava degraus que variavam de 1,0 a 9,0mm, com o objetivo de servir de imagem de referência para a análise densitométrica, onde os valores das densidades foram expressos em milímetros-equivalentes-alumínio. A análise visual e densitométrica foram realizadas nas imagens radiográficas obtidas. Os resultados demonstraram que a análise densitométrica foi mais coerente e, desse modo, mais útil no diagnóstico de lesões periapicais durante as fases iniciais, uma vez que a análise visual deixava dúvidas em função da variabilidade na interpretação.

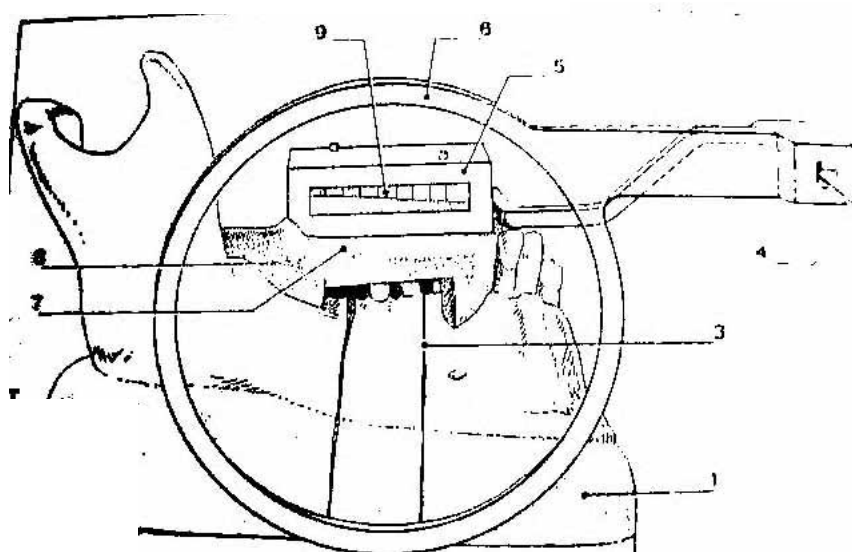


FIGURA 1- Desenho esquemático do método de Duinkerke²² para a obtenção das imagens radiográficas periapicais; 1- suporte para a mandíbula, 3- cortes sagitais mesial e distal, 4- Haste do posicionador tipo Rinn, 5/6- dispositivo oclusal, no qual foi acoplado o penetrômetro e arco localizador do posicionador tipo Rinn, 7/8- bloco de mordida, 9- escala de alumínio (penetrômetro);

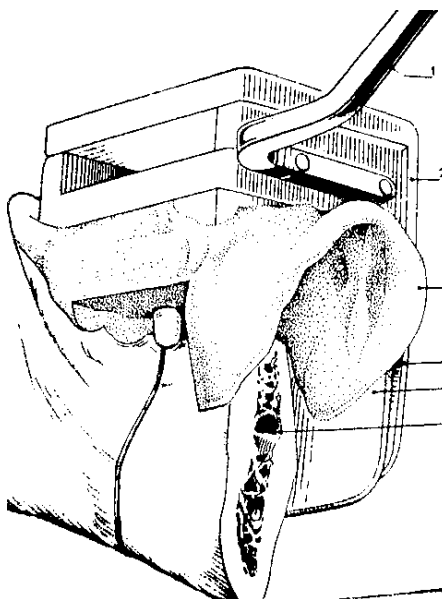


FIGURA 2- Desenho esquemático de Duinkerke²² em norma sagital ou transversal; 1- Haste do posicionador de Rinn, onde foi acoplado o penetrômetro, 2/3- dispositivo oclusal, no qual foi acoplado o penetrômetro e 4- bloco de mordida, 5- filme periapical convencional, 6- cortical mandibular.

Isso elucida a importância dos estudos sobre densidade óssea ou radiográfica que se propõem à avaliar, pesquisar e comparar as imagens radiográficas em situações diversas, posto que a imagem radiográfica convencional apresenta sobreposição de estruturas anatômicas.

Desde 1920, várias técnicas radiográficas vêm sendo desenvolvidas com o propósito de distinguir áreas distintas do corpo a fim de eliminar tal problemática. Para descrever essas técnicas são usados termos como estatigrafia, laminografia, planigrafia e tomografia. Entretanto, somente em 1962, a International Commission on Radiology Units and Measurements adotou o termo tomografia para determinar todos os tipos de técnicas de secção das estruturas anatômicas (ARITA & VAROLI⁴, 1993).

Dentre os tomógrafos que há ou houve no mercado, a trajetória realizada pelo tubo de raios X durante a exposição determina o tipo de cada aparelho e suas vantagens. Existem vários tipos de tomografias ditas pluridirecionais: circular, elíptica, hipocicloidal e helicoidal (espiral) (BUSCATTI¹⁰, 2003), sendo que, quanto mais complexos forem os movimentos realizados pelo tubo de raios X, os cortes obtidos serão mais finos (maior detalhe) e com menor distorção.

Ames et al.²(1980) demonstraram o uso da TC em Odontologia, mais especificamente em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, destacando a ausência da sobreposição de imagens, a identificação de tecidos moles e a ampliação seletiva de áreas de interesse como características especiais da TC por seu aspecto inovador como método de diagnóstico diferencial, porém ressaltou que a presença de qualquer tipo de objeto metálico produz artefatos na imagem radiográfica.

Anderson & Kurol³(1987) avaliaram o planejamento pré-cirúrgico para a colocação de implantes osseointegrados na maxila utilizando o aparelho Somatom DR2 (*Siemens Medical System*®-*Alemanha*), por meio de reconstruções nos planos coronal, sagital e pára-sagital somados a cortes axiais e demonstraram que é possível conseguir uma avaliação da quantidade e qualidade óssea, uma precisa localização e observação das estruturas anatômicas, além de que a TC substitui perfeitamente a radiografia panorâmica convencional e outros exames radiográficos sagitais do paciente no que se referir a instalação de implantes na maxila.

Cann¹²(1988) realizou uma revisão sobre a evolução da TC para a avaliação da densidade óssea, dá especial atenção aos fatores que interferem na acurácia e reprodutibilidade da técnica e discute aspectos como dose de radiação e aplicações clínicas da TC quando usada para a quantificação da densidade óssea, onde conclui que este

exame é singular devido a suas características tridimensionais, permitindo examinar o tecido ósseo trabecular separado do osso cortical.

Jeffcoat et al.³² (1991) afirmaram que um bom programa de computador que faça a reformatação da imagem deve permitir a escolha de diferentes implantes, proporcione liberdade para a localização (observação por vários ângulos) e determine a qualidade do osso alveolar; por outro lado, a tomografia convencional não se destina para o uso dental, pois, geralmente, não permite ao Radiologista definir exatamente a maxila e a mandíbula.

Tortorici & Apfel⁵⁸ (1992) verificaram que a TC apresenta três vantagens em relação à radiografia convencional; em primeiro lugar, a informação tridimensional é apresentada na forma de uma série de cortes finos da estrutura interna da região de interesse e como o feixe de raios X é rigorosamente colimado para cada corte específico, a informação resultante não é decomposta por radiação secundária ou dispersa do tecido fora do corte estudado. Em segundo, o sistema é muito mais sensível quando comparado à radiografia convencional possibilitando delinear claramente as diferenças dos tecidos moles. Por fim, a TC mede precisamente a absorção de raios X de tecidos individualmente, que torna possível estudar a natureza básica de cada um separadamente. O princípio básico da TC rege que a estrutura interna de qualquer objeto tridimensional possa ser reconstituída a partir de diferentes projeções ou incidências daquele objeto.

Benjamin⁷ (1992); Covino et al.²¹ (1996); Nystrom et al.⁴⁶ (1995) destacaram a importância da TC quanto sua superioridade na qualidade da imagem e maior precisão quando da mensuração das estruturas ósseas e localização de pontos anatômicos.

Souza et al.⁵⁵ (1992) realizaram um estudo preliminar sobre a influência dos tecidos moles na análise óptica da densidade óssea da mandíbula, por meio de imagens radiográficas digitalizadas. A água, a cera utilidade e o músculo bovino serviram de simuladores dos

tecidos moles, que foram comparados entre si e colocados na região retromolar de 15 mandíbulas secas. Após a análise óptica da densidade óssea pelo sistema DentScan-DentView dos simuladores individualmente, e mesmo quando comparados entre si, verificaram que os valores das densidades ópticas obtidos variaram mais em função da variação do tempo de exposição utilizado para a realização das incidências (radiografias mais ou menos densas) do que pelo simples fato da densidade do simulador; apesar dos valores obtidos com a cera utilidade tenham sido semelhantes aos valores do simulador de tecido bovino, não existe diferenças estatisticamente significativas entre os valores ópticos da densidade óssea entre os lados direito e esquerdo das mandíbulas estudadas.

Williams et al.⁷²(1992) realizaram um estudo de revisão de literatura, em que verificaram as vantagens e desvantagens dos procedimentos mais realizados para o planejamento pré-cirúrgico de implantes. Concluíram que a TC é um exame confiável na Implantodontia, pois, fornece informações mais precisas que as demais técnicas radiográficas convencionais, com o menor risco para o paciente, tanto para reconstruções parciais ou totais dos maxilares.

Yune⁷¹(1993) relatou que nos exames radiográficos convencionais as estruturas anatômicas são registradas em 2D e que a profundidade das mesmas não pode ser mensurada sobre a projeção das imagens. Portanto, para uma avaliação abrangente da morfologia das estruturas, dados relacionados à 3D são essenciais. Para isso, a TC, que se trata de um desenvolvimento revolucionário da ciência, possibilita a identificação de pequenas alterações nos tecidos, ou seja, permite a identificação de densidades diferentes. Quanto à densidade de resolução das imagens de TCs, tem-se que após o feixe de raios X atravessar o corpo humano e dependendo da atenuação sofrida pelo mesmo devido às diferentes densidades características de cada órgão ou tecido, esse feixe atinge os detectores de fotodiodo do TC apresentando diferentes sombras

(tons) de cinza (escala de cinza) quando da formação da imagem radiográfica final, cinza escuro para pouca atenuação e cinza claro para mais atenuação, sendo que, de todas as substâncias que compõem o corpo humano, o ar é o elemento que apresenta o menor coeficiente de atenuação do feixe, as imagens nas TCs são “pretas” (radiolúcidas) e o osso humano representa o maior fator atenuante, as imagens são “brancas” (radiopacas). Por fim, essa variação entre tons de cinza nas TCs é expressa por HU (Unidades Hounsfield), que varia de -1000 a + 1000.

Bodner et al.⁸(1993) avaliaram radiograficamente mudanças que ocorrem durante o processo de reparação óssea após extração dos primeiros molares esquerdos de ratos wistar. Após a remoção das mandíbulas, as mesmas foram expostas tendo em si acoplado o dispositivo de alumínio *step-wedge* ou penetrômetro de 0,5 a 3,0mm. Após a mensuração das incidências em um densitômetro digital, foram comparadas à densidade equivalente de alumínio e concluíram que as imagens indicaram mineralização óssea de acordo com os estudos histológicos realizados e que o método radiográfico com o uso do *step-wedge* é um método seguro e reprodutível para avaliar a formação e mineralização do tecido ósseo.

Brooks⁹(1993) enumera ainda outras vantagens como a ausência da sobreposição de imagens, a aquisição destas em vários planos, a capacidade de obtê-las dentre outras.

Feifel et al.²⁶(1993) demonstraram, em um estudo preliminar, que a Tomografia Computadorizada Quantitativa (TCQ) é uma boa opção para a avaliação da qualidade óssea de enxertos vascularizados de crista ilíaca na mandíbula, permitindo de maneira não invasiva a observação dos processos de adaptação e transformação do enxerto. Em 1994, Feifel et al.²⁵, utilizaram a mesma técnica para verificar a densidade óssea de enxertos vascularizados e não vascularizados de crista ilíaca na mandíbula, onde foi possível evidenciar a mineralização

mais homogênea no grupo vascularizado, ratificando a aplicação clínica da TCQ para o estudo do comportamento dos enxertos ósseos.

Jergas & Genant³³(1993) compararam os métodos não invasivos mais importantes e atuais para o estudo da densidade óssea esquelética, com ênfase nas técnicas consideradas clássicas como a densitometria de fóton único (“SPA”), a densitometria radiográfica de dupla energia (“DXA”) e a tomografia computadorizada quantitativa (TCQ) e concluíram que a TCQ é a técnica de eleição para se medir a densidade óssea, pois mesmo tendo menor acurácia do que a “DXA”, por exemplo, é a única que mede a densidade em trabeculado isoladamente, que é a porção de maior atividade metabólica no tecido ósseo. Ainda apontaram a alta dose de radiação X e o longo tempo de exame como desvantagens da TCQ.

Miles & Van Dis⁴³(1993) relataram que o sucesso de qualquer procedimento cirúrgico para a colocação de implantes é o planejamento radiográfico ou pré-cirúrgico e que essa pesquisa se limitou à selecionar o planejamento pré-cirúrgico de imagens para a realização de cirurgias de implantes e enxertos nas fases de pré-operatório, trans-operatório e pós-operatório. Ressaltaram que as radiografias oclusal, periapical (convencional/digital) e panorâmica são de considerável importância para a fase inicial de pré-operatório, pois fornecem informações sobre quantidade, qualidade e localização anatômica de estruturas adjacentes. Porém, as tomografias convencionais lineares, as TCs e TC-3D são imprescindíveis tanto para o pré- operatório quanto para o pós-operatório pelo fato de realizarem o registro das imagens em profundidade e 3D.

Fuhrmann et al.²⁷(1995) utilizaram a TC para a avaliação das condições periodontais através da confecção de defeitos ósseos alveolares *in vitro* e verificaram que através de cortes axiais da TC de alta resolução (HR-CT) 70% dos defeitos ósseos artificiais foram identificados e em cortes coronais em 50%. Por outro lado, nenhum dos defeitos foram

identificados nas radiografias dentárias convencionais e concluíram que a HR-TC poderia ser empregada na avaliação da morfologia do tecido ósseo alveolar bucal e lingual.

Scarparo et al.⁵³(1995) desenvolveram uma metodologia para avaliar a densidade óptica da mandíbula por meio de radiografias periapicais, utilizando uma escala de alumínio (penetrômetro) com sete degraus, variando entre 4 a 10mm de espessura, como parâmetro comparativo com o tecido ósseo na determinação dos valores densitométricos que teriam sua expressão em milímetros equivalentes de alumínio (mm-eq-Al). As radiografias foram colocadas sobre o negatoscópio, as imagens captadas por uma câmera de vídeo acopladas ao computador e analisadas quanto à densidade óptica, utilizando-se um programa desenvolvido especificamente para esta pesquisa, denominado DENS. Pelos resultados obtidos demonstraram que, com o referido programa, foi possível realizar medidas ópticas de densidade óssea e constatado, ainda, que a fonte luminosa do negatoscópio influenciou como um fator importante em possíveis variabilidades nos resultados das leituras.

Lindh et al.⁴⁰(1996) afirmaram que a TC é o único método não invasivo pré-operatório que possibilita a obtenção de informações do grau de mineralização do osso trabecular. Sendo assim, a principal aplicação da TC é a avaliação pré-operatória do volume ósseo dos maxilares, com finalidade de realizar mensurações nas alturas e espessuras ósseas, apresentando maior vantagem na avaliação distinta da densidade óssea trabecular e cortical.

Ekestubbe et al.²³ (1997) avaliaram o uso da tomografia para o planejamento de implantes a partir de um questionário enviado a clínicas de radiologia na Suécia sobre procedimentos, critérios, técnicas e frequência do emprego da tomografia pré-implante. Verificaram que a tomografia é utilizada em 93,4% das clínicas, não só nas situações de pré-implante, sendo que, 21% de todos os casos e a maioria é empregada para a avaliação da maxila e posteriormente da mandíbula. A

maioria das grande clínicas, aquelas que atendem mais de 500 pacientes por ano, utilizam tomografia convencional e mais, apontaram que a dose de radiação média recebida pelo paciente nos exames de TC eram de +/- 65 mGy.

Lindh et al.⁴¹(1997) avaliaram o potencial das TCQ na mensuração da densidade óssea em 15 mandíbulas desdentadas e o resultado evidenciou uma variação significativa da densidade óssea entre as mandíbulas avaliadas, sendo que os valores para a região anterior foram maiores do que para a região posterior. Por isso, concluíram que a TCQ é um método não invasivo de grande potencial para a avaliação da densidade óssea pré-cirúrgica de implantes.

Klemetti & Kolmakow³⁴(1997) investigaram a densidade óssea da cortical mandibular, correlacionando-a com uma classificação numérica da morfologia da cortical interna da mesma em radiografias panorâmicas, relatando que tanto a densidade mineral óssea da cortical vestibular da mandíbula como a do colo do fêmur podem avaliar o estado geral da osteoporose proposta por (KLEMETTI et al.³⁶, 1994). A TC foi o método utilizado para mensurar a densidade óssea da cortical da mandíbula nas regiões vestibular, lingual e distais do forame mentual bilateral. Os resultados revelaram que a qualidade óssea deve ser um fator importante para a estabilidade necessária no período subsequente à realização do implante e que para tal, a avaliação da densidade óssea deve ser considerada como um componente essencial da qualidade óssea.

Puppin et al.⁵⁰(1998) utilizando nove mandíbulas secas, estudaram os valores da leitura óptica da densidade óssea da região de molares inferiores de ambos os lados, seguindo uma técnica padronizada com filmes periapicais em que foi adaptado um penetrômetro de alumínio com oito degraus de variação, o qual serviu de referência para comparação dos valores obtidos a partir das leituras ópticas das densidades do tecido ósseo e da escala de alumínio, de modo que os

resultados fossem expressos em milímetros-equivalente-alumínio, conforme a linha de pesquisa de Scarparo et al.⁵²(1995). As imagens foram captadas por uma câmera de vídeo com um negatoscópio de luz fluorescente estável (Visual Plus-VP 6050 V) e analisadas conforme o programa DENS. Os autores comprovaram não haver diferenças estatisticamente significativas entre os valores das leituras ópticas da densidade óssea.

Horner & Devlin³¹(1998) verificaram que a avaliação radiográfica da qualidade óssea é muito importante e aplicada não só na Implantodontia, mas em pesquisas que relacionam a perda óssea alveolar e a osteoporose. A obtenção de medidas para a averiguação da qualidade e quantidade óssea por meio de radiografias convencionais, densitometrias e as TC têm sido propostas, no entanto. Índices subjetivos como o índice de qualidade óssea (BMD) e o índice de cortical mandibular (MCI) são usados clinicamente para mensurar a densidade óssea.

Ong & Stevenson⁴⁷(1999) avaliaram e compararam a densidade óssea de mandíbulas de adultos jovens australianos, dos mongolóides e descendentes caucasóides em radiografias panorâmicas. A densidade óssea foi comparada por etnia e sexo para detectar as diferenças de densidade e hábitos relacionados ao estilo de vida de cada um foi verificado mediante um questionário. Verificaram que os indivíduos mongolóides apresentaram valores de densidade óssea 20% maiores que os descendentes de caucasóides. Concluíram que a etnia é a variável mais importante associada à densidade óssea e que aos indivíduos mongolóides foram dadas exposições de radiação X durante a execução da radiografia panorâmica, maiores do que aquelas geralmente realizadas para descendentes caucasóides.

Souza et al.⁵⁶(1999) realizaram um estudo preliminar sobre a influência dos tecidos moles na análise óptica da densidade óssea da mandíbula, por meio de imagens radiográficas digitalizadas, utilizando o programa DentScan-DentView. A pesquisa foi realizada em

duas etapas, sendo que a primeira constituiu-se na escolha e confecção dos simuladores de tecido mole (músculo bovino, água e cera utilidade); na segunda etapa foram radiografadas 15 mandíbulas secas com e sem a presença desses simuladores. Pelos resultados demonstraram que o método empregado é válido para a determinação dos valores médios para a região, não sendo constatadas diferenças significativas entre os lados direito e esquerdo dos valores médios de densidade óptica. Porém, após a análise óptica da densidade óssea pelo sistema DentScan-DentView dos simuladores individualmente, e mesmo quando comparados entre si, verificaram que os valores das densidades ópticas obtidos variaram mais em função da variação do tempo de exposição utilizado para a realização das incidências (radiografias mais ou menos densas) do que pelo simples fato da densidade do simulador; apesar dos valores obtidos com a cera utilidade terem sido semelhantes aos valores do simulador de tecido bovino. Não existem diferenças estatisticamente significativas entre os valores ópticos da densidade óssea entre os lados direito e esquerdo das mandíbulas estudadas.

Tavano et al.⁵⁸(1999) avaliaram a densidade radiográfica (níveis de cinza da imagem radiográfica) em defeitos nas tíbias de coelhos, nas quais foram realizados implantes de polímero derivado da mamona. As imagens radiográficas digitais das peças foram obtidas pelo sistema Digora (*Soredex*®), que emprega placa de fósforo que é sensibilizada por um aparelho de raios X convencional e posteriormente a imagem é processada por meio da leitura realizada por um *scanner* a laser do próprio sistema. A densidade óptica das áreas selecionadas nos diferentes períodos de tempo (15, 30, 90 e 120 dias) foi comparada com a radiopacidade subjetiva obtida de radiografias convencionais. Os autores concluíram que a imagem digital oferece boas condições de visualização para a realização da interpretação radiográfica e que a análise da densidade óptica propicia a evolução e o retardo do processo de reparo, tal como ocorre na avaliação pelo método radiográfico convencional.

Portanto, permite ao profissional a obtenção de dados numéricos para analisar quantitativamente a evolução do reparo ósseo.

Costa¹⁷(1999) apresentou uma análise comparativa das estruturas anatômicas maxilo-mandibulares, utilizando filmes radiográficos convencionais e o processamento digital com o auxílio do aparelho Digora e aplicação do programa Digora for Windows 2.0, concluindo que pela facilidade de utilização e leitura nas diferentes técnicas, o sistema digital poderia substituir os métodos convencionais para o estudo das estruturas ósseas.

Hopper et al.³⁰(2000) avaliaram a densidade óssea quando do uso de uma substância de contraste intravenosa e realizaram uma comparação com outros exames não contrastados e concluíram não haver diferenças significativas entre os valores de densidade obtidos pelos 2 métodos.

Tavano et al.⁵⁷(2000) confirmaram a observação de que a obtenção da densidade radiográfica pode ser substituída pelo método digital utilizando-se um programa de imagem. Num experimento utilizando tiras sensitométricas de filmes radiográficos, os autores concluíram que a densidade óptica obtida pelo método convencional com o fotodensitômetro (MRA) e densidade radiográfica obtida pelo programa de imagem Adobe Photoshop 5.0, podem ser utilizadas na clínica radiológica no controle de qualidade para a verificação da atividade de soluções processadoras, visto que houve grande correlação estatística entre os valores das mesmas, com um nível de confiança de 95% para todos os processamentos. Os autores observaram ainda que uma medida total realizada na tira sensitométrica de uma só vez substitui uma medida individual (em cada nível de cinza) uma vez que não houve significância estatística entre as mesmas.

Barros et al.⁶(2001) avaliaram a densidade óssea por meio da análise óptica em pixels de imagens digitalizadas da região retromolar mandibular em cadáveres que apresentavam seus tecidos

intactos no local de interesse da pesquisa. Após a realização das radiografias e a avaliação das mesmas por dois sistemas digitais distintos (Digora e DentScan Dent View), pelos resultados demonstraram que na avaliação densitométrica dos sistemas com os mesmo tempos de exposição, não houve diferenças estatisticamente significantes, porém, ao diminuir o tempo de exposição para 0,9", o DentScan DentView forneceu um valor médio das densidades menor quando comparado ao tempo anterior. Apesar disso, concluíram não haver diferenças estatisticamente significantes entre os valores de densidade óptica da região retromolar entre lados direito e esquerdo das mandíbulas, apesar de haver diferenças estatisticamente significantes para a comparação com variação do tempo de exposição das radiografias.

Buscatti et al.¹¹(2003) realizaram um estudo das densidades ósseas das porções medulares e corticais obtidas de reconstruções sagitais de cortes axiais de tomografia computadorizada quando da aplicação de programa computadorizado desenvolvido para a Odontologia denominado Dental (Siemens Medical Systems-Alemanha). Para a mensuração dos valores de densidade óssea foi utilizada a escala densitométrica de Hounsfield nas regiões de cortical vestibular, lingual ou palatina, base de mandíbula ou assoalho de seio maxilar/fossa nasal e porção central do trabeculado ósseo. Os valores encontrados foram maiores para as corticais em relação às porções medulares havendo correlação estatisticamente significativa entre as regiões anatômicas e os arcos superior e inferior, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre os sexo masculino e sexo feminino.

Lofthag-Hansen et al.⁴²(2003) compararam as avaliações do nível ósseo marginal ao redor de implantes osseointegrados na mandíbula utilizando a radiografia periapical e cortes tomográficos convencionais obtidos pelo tomógrafo convencional *Scanora*[®] (*Soredex Orion Co Helsink, Finland*) dito DNB- "detailed narrow beam" ou radiografia de feixe limitado. Examinaram quarenta pacientes tratados

com implantes osseointegrados tipo Branemark na mandíbula, que foi subdividida em região de incisivos, caninos, pré-molares e molares, examinadas por sete avaliadores, os quais, avaliaram o nível do osso marginal nas faces mesial e distal dos implantes, sendo que, somente três avaliadores examinaram as incidências radiográficas duas vezes. Os resultados indicaram que os métodos concordaram entre si em 61% dos casos; o nível ósseo dos implantes foi observado mais coronalmente situado em 17% e mais apicalmente em 22% dos casos das imagens do *Scanora*[®] quando comparadas com as radiografias periapicais. Concluíram que o aparelho *Scanora*[®] simplifica o exame dos implantes na mandíbula e pode ser indicada em casos em que há dificuldade ou impossibilidade de realização de radiografias periapicais.

Costa et al.¹⁹(2003) analisaram os valores de tons em tons de cinza para esmalte, dentina e polpa por meio da leitura em dois programas de computador, demonstrando que softwares não específicos para a Odontologia apresentavam resultados semelhantes aos encontrados em programas específicos, viabilizando a utilização em larga escala para estudos de densidade.

Costa et al.²⁰(2004) realizaram um estudo do tecido ósseo humano por meio de trinta radiografias de mão e punho de indivíduos adultos e trinta de crianças, digitalizadas e com a finalidade de observar os números de coeficientes de atenuação em escala de 256 tons de cinza permitindo-se quantificar valores médios de densidade e desvio padrão das médias para as porções corticais e medulares. Pelos resultados obtidos mostraram não haver diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de adultos e crianças, mas diferenças significativas entre os valores obtidos nas porções cortical e medular. Concluíram que novos estudos com outros ossos da mão poderão esclarecer os valores das densidades em diferentes idades.

Pereira et al.⁴⁹(2004) compararam valores médios de densidade óssea relativa de diferentes regiões mandibulares por meio de

níveis de cinza em *pixels*, em radiografias convencionais digitalizadas. Utilizaram 6 mandíbulas humanas secas que foram submetidas às tomadas radiográficas padronizadas e com a presença de um simulador de tecidos moles. As medições das densidades foram realizadas no programa *Image Tool*, utilizando o recurso *histogram*. De acordo com a análise estatística realizada, constataram que não houve diferenças estatísticas significativas entre os valores médios de pixels nas diferentes regiões analisadas.

Em relação aos tipos de tomógrafos utilizados nessa pesquisa; sabe-se que os tomógrafos odontológicos convencionais são encontrados no mercado, no dia-a-dia dos centros radiológicos, até os dias atuais. Apresentam algumas características constitucionais semelhantes aos tomógrafos computadorizados de primeira e segunda geração. O tubo de raios X realizam também trajetórias circulares (lineares), elípticas, hipocicloidais e helicoidais (espirais), com a grande diferença de que apesar de funcionarem por meio da operação de um software (programa), após a incidência do feixe de raios X sobre a face do paciente, os fótons de raios X atravessam a mesma e sensibilizam o écran ou placa intensificadora, que registra imediatamente a imagem em corte (secção) da região anatômica de interesse no filme convencional. O tomógrafo *Scanora*[®] (*Soredex Orion Co Helsink, Finland*) e o *OP100* (*Instrumentarium*[®]), por exemplo, produzem uma série de 4 cortes tomográficos, com 4 mm de espessura cada um, em um único filme; apesar de o primeiro ser do tipo elíptico (oito elípses) e o outro ser linear (executa trajetória retilínea). Sendo assim, quanto à exposição do paciente aos raios X, a tomografia convencional é ideal para a realização de cortes tomográficos de uma ou algumas regiões anatômicas, mas, para a realização de cortes de todas as regiões dos maxilares, torna-se inviável, devido ao tempo necessário para a realização dos cortes e também, pois a dose de radiação X recebida pelo paciente, torna-se similar a dose de radiação X produzida por um tomógrafo

computadorizado com um software para uso odontológico. O Newtom 3G é o primeiro tomógrafo computadorizado dedicado ao estudo do complexo dentomaxilofacial. O sistema utiliza a inovadora tecnologia *cone beam* (feixe cônico), ou seja, aquisição volumétrica ou em 3D. Ao contrário dos CTs helicoidais, que montam a imagem 3D a partir de um conjunto de imagens contínuas 2D, o Newtom 3G adquire primeiro a imagem 3D (tomógrafo volumétrico), armazena essa imagem na memória do sistema e a partir dessa imagem, que podemos chamar "matriz 3D", realizam-se todos os estudos necessários ao diagnóstico, neste momento já não necessitando da presença do paciente. Utilizando-se o software do sistema, podemos obter cortes sagitais, coronais e axiais de qualquer região do complexo dentomaxilofacial, imagens panorâmicas, imagens 3D em várias angulações, tomografias axiais, entre outras, tudo a partir da imagem 3D inicial, com um atendimento de apenas 10 minutos para o paciente (CDROM¹⁶, 2005)

Por fim, com finalidade de complementar as idéias correspondentes a esse trabalho, citaremos no subitem abaixo alguns estudos consagrados na literatura sobre qualidade óssea, padrões ósseos, bem como sua importância para a Implantodontia.

2.2 Qualidade óssea

A qualidade óssea é um fator determinante para a seleção das áreas (sítios) de colocação dos implantes e foi estudada por diversos autores que levaram em conta variáveis como região anatômica, presença ou ausência de elementos dentários, dentre outros fatores.

As modificações do tecido ósseo mandibular decorrente do envelhecimento foram estudadas por Atkison & Woodehead⁵ (1968) através de biópsias de 43 indivíduos acima dos quarenta anos de idade, do sexo masculino e feminino. Comprovaram que a porosidade do osso

mandibular aumenta com a idade, mais no osso alveolar do que no osso basal. A diminuição da densidade óssea seguiu um determinado padrão, o qual, surpreendentemente, não se revelou condicionada ao fator perda do elemento dentário. Sendo assim, a primeira classificação óssea e sua relação com a Implantodontia oral se deu por LINKOW*, 1970 citado por Atkison, que separou em três categorias as densidades ósseas: estrutura óssea de classe I- osso com trabéculas uniformemente espaçadas, com pequenos espaços esponjosos; estrutura óssea de classe II- osso com espaços esponjosos ligeiramente maiores, com menos uniformidade do padrão ósseo; estrutura óssea de classe III- osso com grandes espaços preenchidos por medula entre o trabeculado ósseo (BUSCATTI¹⁰, 2003).

Von Wowern & Stoltze⁶⁶ (1978), com o propósito de estabelecer uma técnica padrão para a análise da massa e da atividade óssea dos maxilares; e também numa pesquisa anterior (VON WOWERN, 1985), na qual, trabalhou com 24 peças anatômicas mandibulares de indivíduos normais, demonstrou que é significativa a variação entre a massa óssea medular de diferentes regiões da mandíbula, sendo maior na região anterior do que na posterior, e que as variações desses valores não dependem do estado da dentição, pelo menos para o corpo da mandíbula; e posteriormente, através de microrradiografias de pequenas amostras oriundas de autópsias das regiões de pré-molares de mandíbula e da região acima dos incisivos laterais na maxila. Constataram que o tamanho da área examinada não influencia a precisão das medidas obtidas, sendo desnecessário a utilização de áreas extensas para tal finalidade, e também que os valores de massa óssea da cortical mandibular na região de pré-molares próximo ao forame mental independem do estágio da dentição e do lado em que ocorrem, mas que as amostras da maxila são inadequadas para a quantificação de massa óssea.

* LINKOW, L.I.; CHERCHEVE, R. Theories and techniques of oral implantology. St Louis: Mosby, 1970. v. 1.

Von Wowerm & Stoltze⁶⁷ (1978) ainda estudaram as possíveis variações quanto à massa e atividade óssea dos maxilares relacionadas ao sexo e a idade em dois grupos, cada um constituído por 16 peças anatômicas de mandíbula, sendo oito para o sexo masculino e 8 para o feminino, e divididos por faixa etária entre vinte a 43 e sessenta a noventa anos de idade, respectivamente. Os resultados, obtidos mediante de mensurações efetuadas em microrradiografias, mostraram que não há diferenças estatisticamente significantes com relação aos sexos, e que, com o avanço da idade, ocorre uma diminuição da massa óssea cortical e nenhuma diferença estatisticamente significativa foi verificada em relação ao osso medular.

Nos anos subseqüentes, Von Wowerm⁶⁴, 1985; Von Wowerm⁶⁵ et al., 1979; Von Wowerm & Melsen⁶⁶ (1979); Von Wowerm & Stoltze⁶⁹, 1979; Von Wowerm & Stoltze⁷⁰, (1980) realizaram vários estudos comparativos entre a massa óssea dos maxilares com a massa óssea de outras regiões como a crista ilíaca e o metacarpo, correlacionando esses estudos com a perda óssea relacionada com sexo, idade e a presença ou não do elemento dentário. Concluiu-se que tanto para os sexos quanto para a presença ou ausência dos elementos dentários não há diferenças significativas, mas que a massa óssea cortical diminui significativamente com o aumento da idade.

Cann et al.¹³(1980) realizaram um estudo em macacos comparando a diminuição da densidade óssea devido a osteoporose por desuso. Os valores obtidos no esqueleto periférico por densitometria óssea foram comparados com os obtidos pela TC no esqueleto axial e os resultados mostraram que a perda no osso medular vertebral é maior e pode ser detectada significativamente mais cedo do que a do osso periférico.

Cann et al.¹⁴(1980) compararam os índices de perda óssea na coluna vertebral obtidos por TC com os do esqueleto periférico obtido por densitometria e radiogrametria durante um ano em mulheres

que foram ovariectomizadas e apresentavam ciclos menstruais anteriores à intervenção cirúrgica. Os resultados revelaram perda óssea medular significativa na coluna vertebral, enquanto os valores médios de densidade óssea no esqueleto periférico não exibiram qualquer mudança, comprovando também que em casos de osteoporose por deficiência hormonal, a perda óssea precoce e severa no trabeculado do esqueleto axial, sendo satisfatoriamente evidenciado pela TC quantitativa.

A diminuição da densidade óssea é a principal responsável pela redução fisiológica do volume do trabeculado ósseo de acordo com Parffit et al.⁴⁸,1983.

Lekholm & Zarb³⁹(1985) idealizaram uma classificação óssea aceita até os dias atuais na Implantodontia, que prevê classes de densidades denominadas e definidas como: D1- osso compacto e homogêneo; D2- espessa camada de osso compacto circundando núcleo de osso trabecular denso; D3- fina camada de osso cortical circundando núcleo de osso trabecular denso com resistência favorável; D4- fina camada de osso cortical circundando núcleo de osso trabecular de baixa densidade (Figura 3).

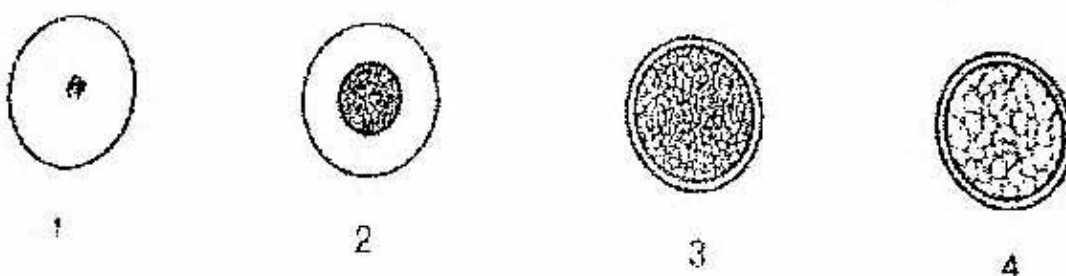


FIGURA 3- Esquema da classificação óssea de Lekholm & Zarb³⁹(1985).

Cawood & Howell¹⁵(1988) apresentaram uma classificação para o processo de reabsorção do rebordo alveolar residual, a partir do exame de trezentos crânios secos. Enquanto no processo de perda dental o osso alveolar sofre transformações significativas, que seguem um determinado padrão, o osso basal dos maxilares permanece relativamente estável, indiferente à essas modificações. Essa classificação tinha como finalidade auxiliar a comunicação entre clínicos e oferecer um parâmetro objetivo para se avaliar e comparar os métodos de tratamento disponíveis.

Miller et al.⁴⁴(1988) estudaram a simetria da densidade óssea craniomandibular em macacos *Rhesus* por meio de exames de TCQ. Com exceção do côndilo, nenhuma outra área apresentou diferença estatisticamente significativa com relação à densidade óssea entre os lados direito e esquerdo.

Estudos realizados por (KRIBBS et al.³⁷, 1989) com mulheres osteoporóticas compararam a massa óssea mandibular com a de outras regiões do esqueleto, demonstraram uma correlação entre os valores de massa óssea da mandíbula com o de outras regiões. Em outro estudo realizado por (KRIBBS et al.³⁸, 1990), constataram também que houve uma correlação dos valores das massas ósseas mandibulares com os de outras regiões do esqueleto.

Misch⁴⁵(2000) apresentou um protocolo de ativação progressiva para implantes osseointegrados baseado na qualidade óssea encontrada nas diferentes regiões dos maxilares, cujo principal objetivo era possibilitar a reorganização das trabéculas ósseas frente às novas forças transmitidas pela função mastigatória ao tecido peri-implantar.

Ulm et al.⁶³(1992) estudaram o processo de reabsorção por atrofia óssea examinando peças anatômicas de mandíbulas desdentadas. Os resultados mostraram que a perda óssea acomete o osso cortical e medular em proporções semelhantes e ainda observaram um aumento da densidade óssea no osso medular.

Truhlar et al.⁶¹(1994) apresentaram resultados contraditórios sobre o índice de falhas dos implantes osseointegrados. Estudaram 2131 implantes em um período de três anos e apresentaram resultados cujo prognóstico era menos favorável nas regiões de maior quantidade óssea em relação àquelas onde predomina o osso esponjoso, de menor densidade.

Klemetti et al.³⁶(1994) estudaram, por meio da TCQ, os valores da densidade óssea cortical e medular em 77 mulheres na menopausa, sendo que 42 eram desdentadas e 35 apresentavam os dentes nas regiões de 35 a 45. Os valores de densidade óssea nas corticais vestibular e lingual mostraram-se superiores somente para as pacientes totalmente desdentadas, por um período de 12 a 23 anos.

Faine²⁴ (1995) relatou que até os trinta anos de idade, o indivíduo apresenta um predomínio de formação óssea, onde ocorre o acúmulo contínuo de tecido esquelético, e após essa idade a reabsorção excede a formação resultando em uma redução da massa óssea do esqueleto.

Razavi et al.⁵¹(1995) avaliaram a quantidade e qualidade óssea em diferentes regiões da maxila desdentada, em 17 cadáveres. Concluíram que a região da tuberosidade da maxila, por ter uma menor presença de trabeculado ósseo e grandes espaços medulares, é a menos favorável para receber implantes, porém a região anterior deve ser a mais favorável, pois apresenta abundância de trabeculado ósseo e vascularização.

Truhlar et al.⁶²(1997) destacaram a importância do conhecimento da qualidade óssea para o planejamento cirúrgico na Implantodontia. O sucesso clínico dos implantes dentários, por um longo período de tempo, é muito influenciado pela qualidade e quantidade de osso disponível. Sendo assim, a qualidade óssea foi avaliada em radiografias seguindo o sistema que classifica a densidade óssea em quatro padrões de qualidade: Q1- osso composto por uma larga e densa

cortical óssea homogênea, comum pequeno núcleo central de osso trabecular; Q2- osso que exibe uma camada larga e densa de cortical óssea que envolve um denso núcleo trabecular; Q3- osso que representa uma fina cortical, contornando denso núcleo trabecular central; Q4- osso que apresenta uma fina cortical, contornando uma baixa densidade trabecular central (Figura 4). O conhecimento antecipado da densidade óssea permite assistir clinicamente a otimização de estratégias para que o tratamento seja concluído com êxito e os resultados sejam estáveis por períodos mais longos.

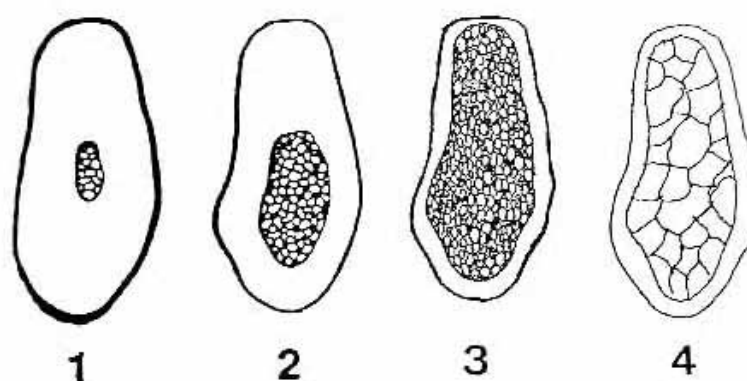


FIGURA 4- Classificação de densidade óssea elaborada por Truhlar et al.⁶², (1997).

No mesmo ano TRUHLAR et al.⁶⁰, 1997, apresentaram as taxas de insucesso de implantes relacionadas à diversas causas. De acordo com o sistema de classificação apresentado no estudo anterior, o total de falhas foi de 2,6%, sendo que, 3,6% ocorreram em pacientes que apresentavam tecido ósseo compatível com Q1; 2,4% em Q2; 2,5% em Q3 e 3,1% na Q4.

Misch⁴⁵(2000) após realizar uma revisão de literatura, verificou a importância da densidade óssea no sucesso do implante osseointegrado e apresentou uma atualização de sua classificação óssea de 1988, acrescentando o tipo ósseo D5, o qual associou números aos tipos ósseos relacionando numericamente os valores aos tipos ósseos (Quadro 1 e Figura 5).

Quadro 1- Classificação de densidade óssea atualizada por Misch⁴⁵ (2000).

Classificação da densidade óssea de Misch	
Osso	Densidade
D1	Osso cortical denso
D2	Osso cortical espesso, denso a poroso na crista do rebordo e trabecular fino no interior
D3	Osso cortical poroso e fino no rebordo envolvendo um osso trabecular fino
D4	Osso trabecular fino
D5	Osso imaturo não-mineralizado

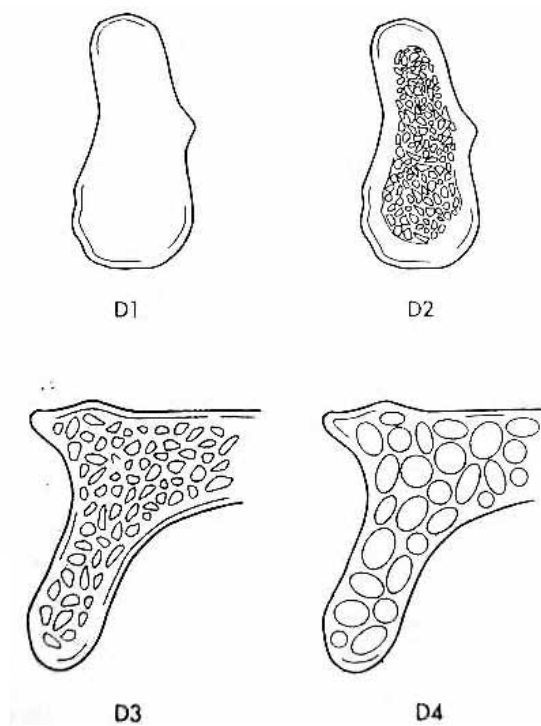


FIGURA 5- Representação macroscópica dos quatro tipos de densidade do tecido ósseo proposta por Misch⁴⁵(2000).

3 PROPOSIÇÃO

A proposta neste estudo foi estabelecer a possibilidade e reprodutibilidade de índices obtidos a partir da razão entre os valores dos níveis de cinza da cortical óssea da base pelo tecido ósseo esponjoso na mandíbula, bem como realizar o estudo da maxila por meio do razão entre a cortical óssea da fossa nasal pelo tecido ósseo esponjoso e avaliar, igualmente, sua variação em função da localização anatômica e o tipo de tomógrafo utilizado.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

Foram utilizados 126 cortes tomográficos transversais de pacientes adultos idosos edêntulos, sendo:

- a) 63 cortes da maxila (21 cortes obtidos pelo tomógrafo convencional *Instrumentarium®*; 21 cortes do *Scanora®* e 21 cortes reformatados do tomógrafo computadorizado *Newtom 3G®*);
- b) 63 cortes da mandíbula (21 cortes obtidos pelo tomógrafo convencional *Instrumentarium®*; 21 cortes do *Scanora®* e 21 cortes reformatados do tomógrafo computadorizado *Newtom 3G®*).

As imagens convencionais foram digitalizadas no *scanner Scanjet 4c*, Hewlett Packard; computador Toshiba Centrino, processador de 1.7 GHZ, 512 MbRAM e 60 GB, Brasil; Programa de computador Adobe Photoshop CS e Programa Microsoft Excel 2003 for Windows.

4.2 Método

4.2.1 Obtenção dos cortes tomográficos transversais

Os cortes tomográficos que foram utilizados fazem parte do arquivo da disciplina de Radiologia Odontológica da Faculdade de

Odontologia da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, São José dos Campos- SP.

4.2.2 Digitalização dos cortes tomográficos

As tomografias convencionais foram digitalizadas no *scanner HP Scanjet 4c (Hewlett-Packard)* com adaptador de transparência e seu respectivo software (*DeskScan II*) para captura de imagem. As imagens das tomografias convencionais foram digitalizadas na escala de 100% no modo *Sharp Black and White Photo* e as imagens tomográficas computadorizadas armazenadas no formato *JPEG*.

4.2.3 Imagens computadorizadas

As imagens obtidas pelo tomógrafo Newtom são adquiridas volumetricamente, ou seja, em 3 planos simultaneamente e são arquivadas diretamente na memória do computador.

4.2.4 Classificação da amostra

Foram utilizados 126 cortes tomográficos transversais das regiões de maxila e mandíbula, sendo a amostra composta por:

- a) 63 cortes tomográficos de maxila edêntula de sete pacientes distintos, ou seja, 21 cortes de cada tipo tomógrafo;
- b) 63 cortes tomográficos de mandíbula edêntula de sete pacientes distintos.

4.2.5 Análise dos níveis de cinza

Os níveis de cinza da cortical óssea da base e do tecido ósseo esponjoso da mandíbula, assim como da cortical óssea da fossa nasal e do tecido ósseo esponjoso da maxila dos cortes tomográficos foram obtidos e avaliados por meio da utilização da ferramenta *Histogram* do programa Adobe Photoshop, de acordo com a escala de cinza com profundidade de 8 bits, a qual permite a observação de 256 tons diferentes, do radiolúcido absoluto (0) à radiopacidade máxima (255). Após a tabulação dos dados no programa Microsoft Excel 2003 for Windows, realizou-se o cálculo dos índices cortical/medular para cada corte tomográfico distintamente (Figura 6 e 7).

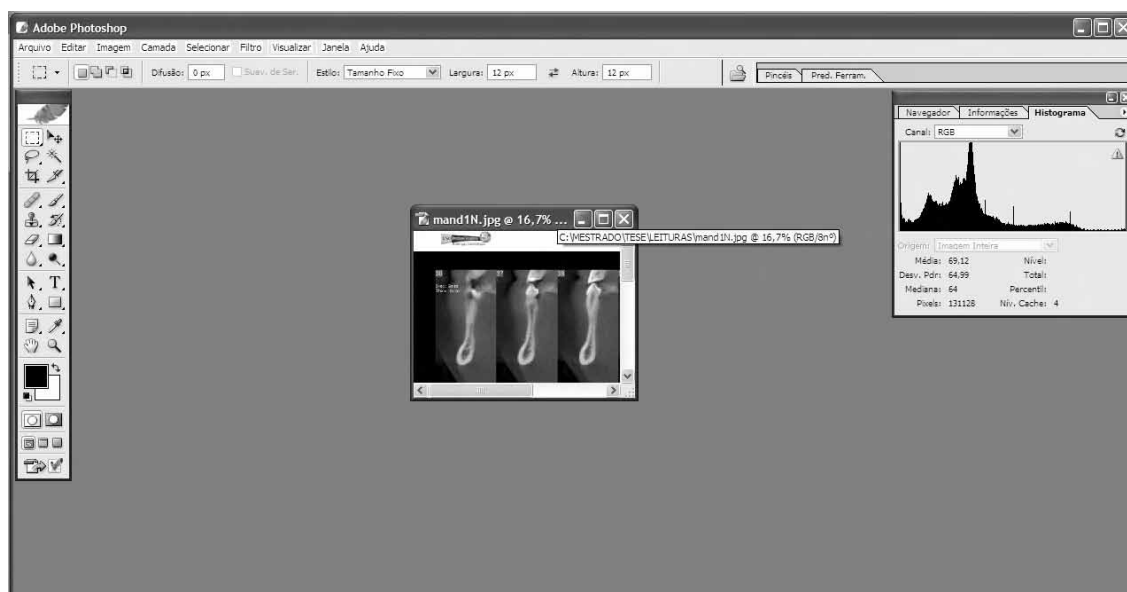


FIGURA 6- Exemplo da mensuração de um corte tomográfico do *Newtom 3G* da mandíbula .

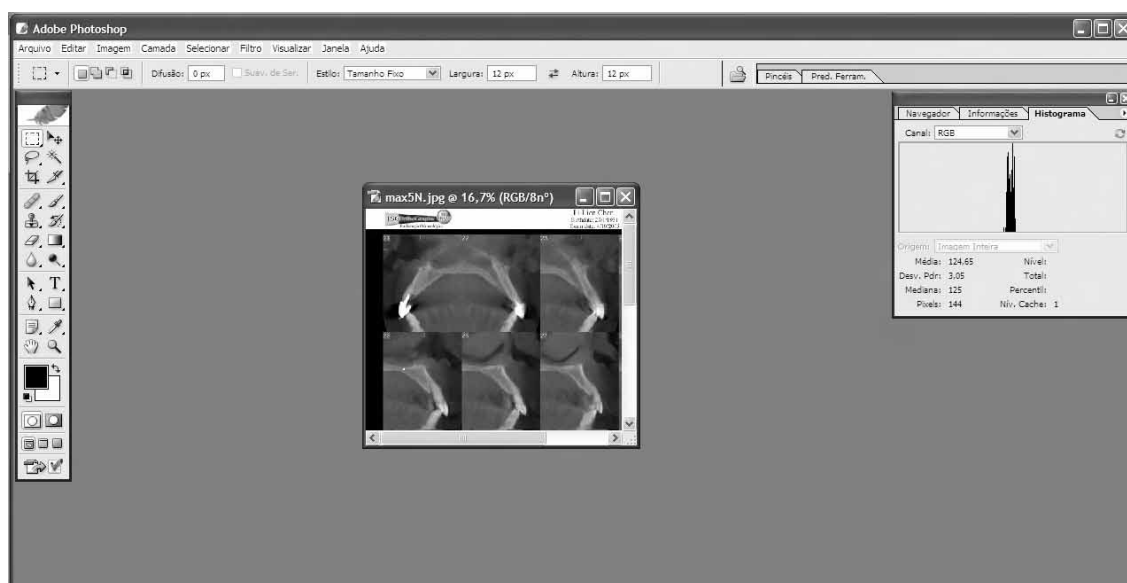


FIGURA 7- Exemplo da mensuração de um corte tomográfico do *Newtom 3G* da maxila.

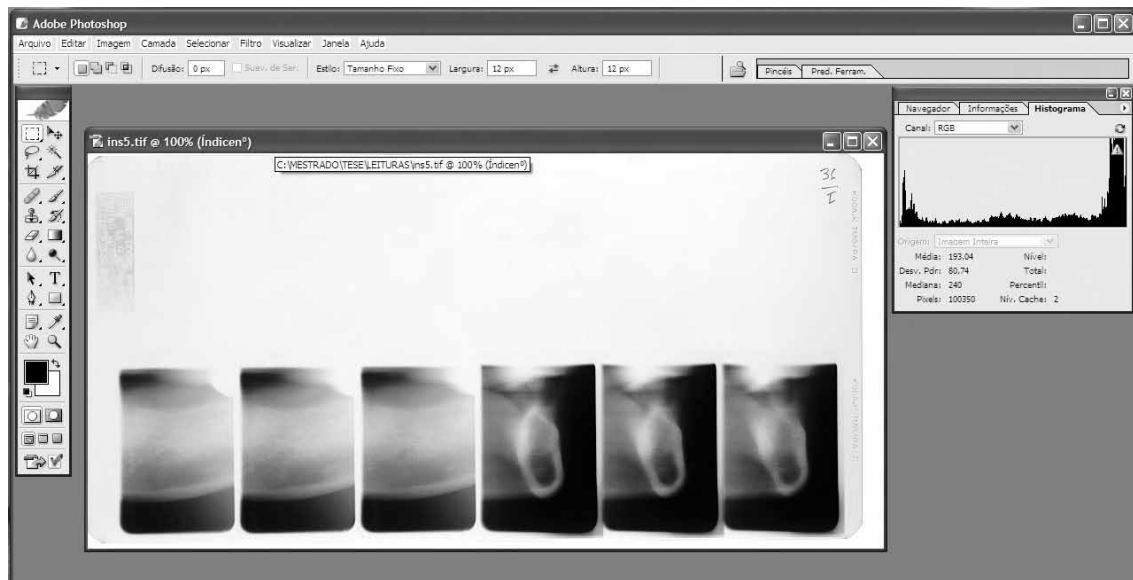


FIGURA 8- Exemplo da mensuração de um corte tomográfico convencional do *Instrumentarium®* da mandíbula.

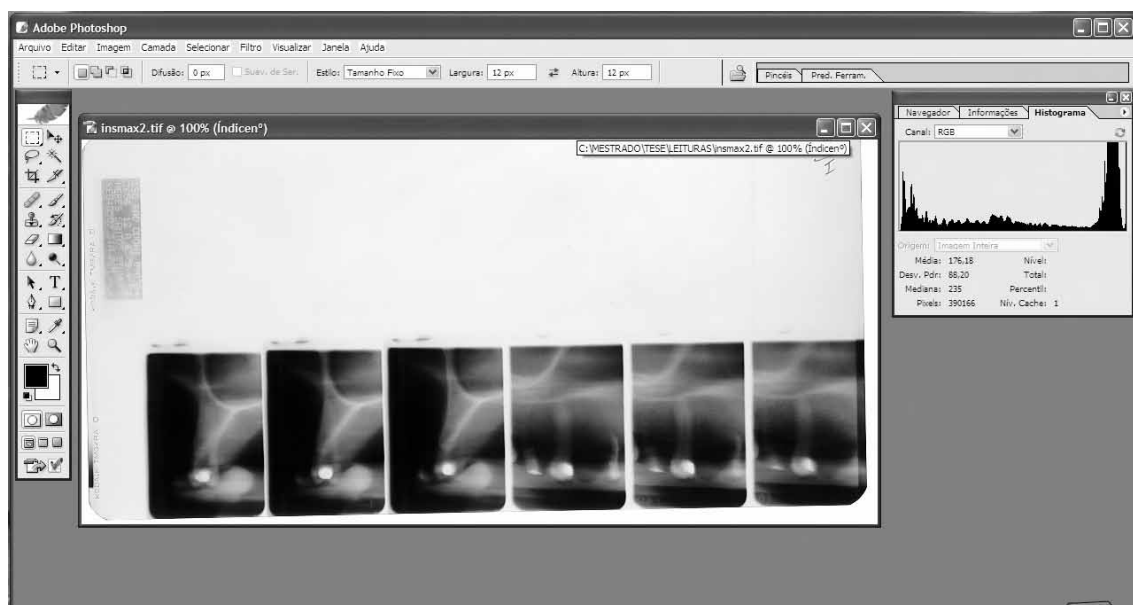


FIGURA 9- Exemplo da mensuração de um corte tomográfico convencional do *Instrumentarium®* da maxila.

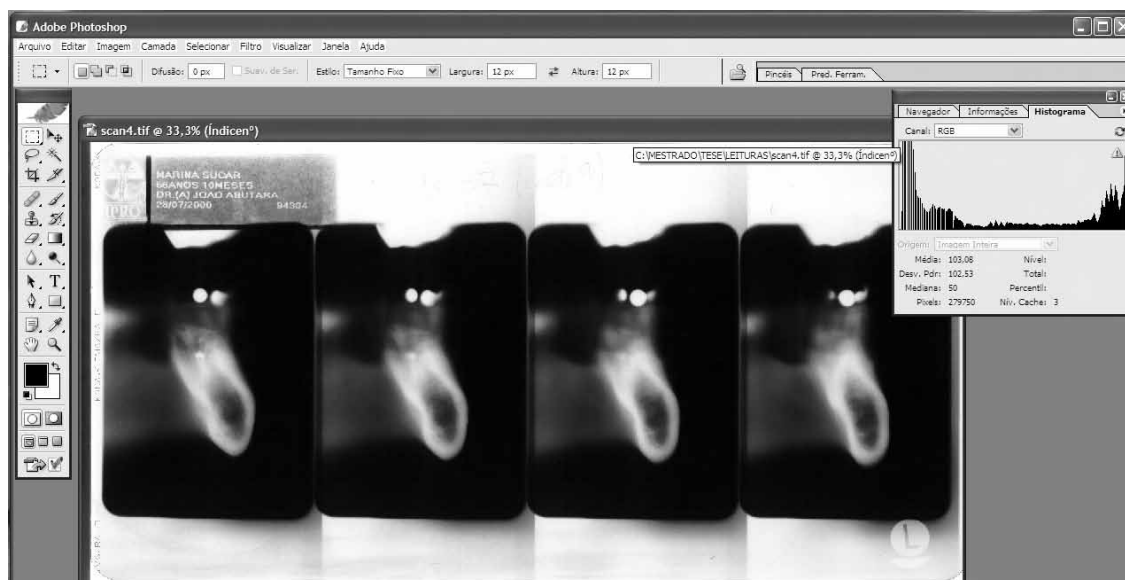


FIGURA 10- Exemplo da mensuração de um corte tomográfico convencional do Scanora® da mandíbula.

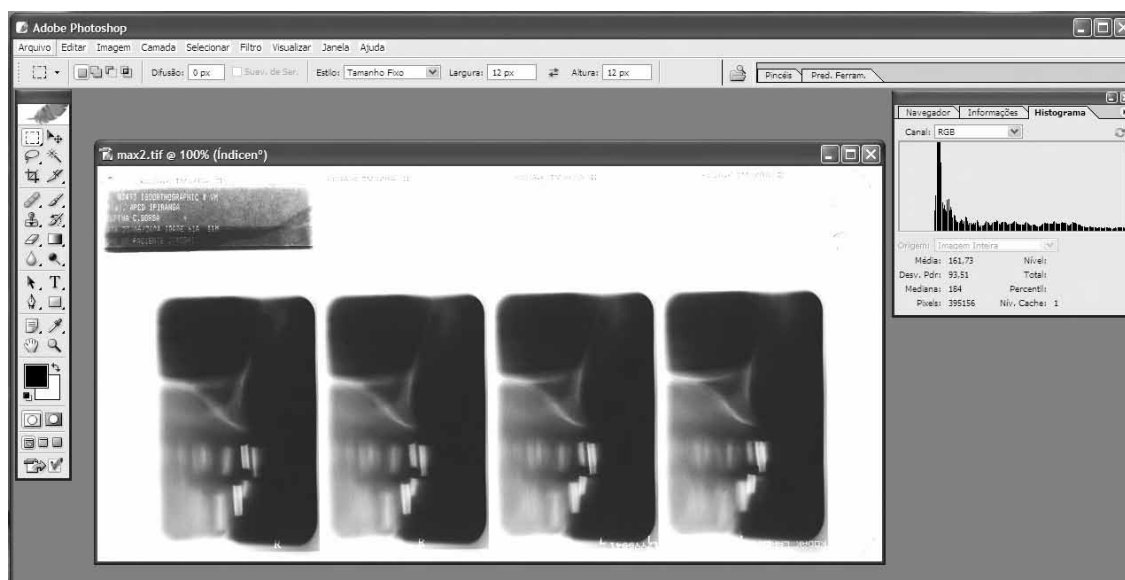


FIGURA 11- Exemplo da mensuração de um corte tomográfico convencional do Scanora® da maxila.

4.2.6 Obtenção dos índices

Os índices foram calculados após a conclusão das leituras dos níveis de cinza dos cortes tomográficos. O cálculo dos índices foi realizado dividindo-se os valores dos níveis de cinza da cortical óssea da base pelo tecido ósseo esponjoso (medular) da mandíbula, assim como da cortical óssea da fossa nasal pelo tecido ósseo esponjoso (medular) da maxila. Para cada corte tomográfico mensurado foi realizado um cálculo distinto, de acordo com a fórmula a seguir:

$$I_{c/m} = \frac{\text{valor de cinza cortical}}{\text{valor de cinza medular}}$$

FIGURA 12 - Fórmula para o cálculo dos índices.

5 RESULTADOS

De acordo com o tratamento estatístico dos dados, primeiramente, realizamos uma análise de regressão simples para verificar o erro do método ou erro intra-examinador. Em seguida, realizamos os cálculos para a obtenção de valores médios dos índices cortical/medular ($I_{c/m}$) de cada corte tomográfico e paciente, levando-se em conta a região anatômica e o aparelho utilizado, e então o teste *ANOVA* de fator duplo para a conclusão das comparações propostas.

5.1 Análises estatísticas

Com a finalidade de justificar a origem e os valores dos dados obtidos, bem como os cálculos realizados, em anexo (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Valores médios dos níveis de cinza e os I_{cm} médios na mandíbula.

Scanora			Instrumentarium			Newtom 3G		
Mandíbula	Cortes	Compacto	Esponjoso	Índice	Compacto	Esponjoso	Índice	Índice
A	1	133,085	96,445	1,380	108,540	84,780	1,280	1,562
	2	134,640	99,225	1,357	99,965	81,215	1,231	1,767
	3	129,500	108,260	1,196	99,225	85,135	1,166	1,790
B	1	168,360	99,360	1,694	128,235	97,635	1,313	1,920
	2	164,095	97,070	1,690	131,430	97,295	1,351	1,817
	3	170,215	101,225	1,682	135,355	99,120	1,366	1,989
C	1	172,830	98,880	1,748	163,835	130,460	1,256	1,500
	2	177,555	101,985	1,741	166,725	128,160	1,301	1,526
	3	160,200	98,990	1,618	173,365	124,485	1,393	1,559
D	1	163,920	112,310	1,460	133,635	47,490	2,814	2,345
	2	171,580	113,345	1,514	117,670	47,045	2,501	2,356
	3	174,630	116,495	1,499	121,425	45,830	2,649	2,255
E	1	167,880	116,955	1,435	107,205	47,245	2,269	2,672
	2	176,145	64,235	2,742	115,500	37,560	3,075	2,073
	3	171,185	61,620	2,778	115,650	42,665	2,711	2,054
F	1	173,490	65,890	2,633	138,580	123,650	1,121	1,670
	2	167,915	63,570	2,641	151,360	127,605	1,186	1,607
	3	171,155	65,060	2,631	178,520	115,165	1,550	1,690
G	1	172,345	99,175	1,738	106,125	68,290	1,554	1,810
	2	178,855	102,765	1,740	115,775	81,865	1,414	1,605
	3	179,580	98,620	1,821	113,640	80,985	1,403	1,960

Tabela 2 - Valores médios dos níveis de cinza e os I_{cm} médios na maxila.

Scanora			Instrumentarium			Newtom 3G		
Maxila	Cortes	Compacto	Esponjoso	Índice	Compacto	Esponjoso	Índice	Índice
A	1	101,560	87,360	1,163	153,125	124,445	1,230	1,338
	2	103,375	88,205	1,172	153,510	125,000	1,228	1,512
	3	103,165	86,485	1,193	142,235	119,480	1,190	1,395
B	1	116,715	93,955	1,242	139,255	115,445	1,206	1,423
	2	108,930	95,005	1,147	141,175	115,550	1,222	1,375
	3	103,335	92,130	1,122	146,815	113,175	1,297	1,417
C	1	172,995	113,815	1,520	111,325	63,660	1,749	1,315
	2	167,115	116,935	1,429	103,155	64,160	1,608	1,381
	3	166,385	120,865	1,377	107,390	71,805	1,496	1,235
D	1	138,515	84,825	1,633	138,305	97,015	1,426	1,122
	2	138,475	87,745	1,578	144,345	108,095	1,335	1,087
	3	139,185	84,835	1,641	145,750	112,185	1,299	1,171
E	1	136,010	82,280	1,653	154,995	125,045	1,240	1,320
	2	136,440	71,625	1,905	155,155	121,065	1,282	1,346
	3	131,770	74,965	1,758	144,460	123,955	1,165	1,349
F	1	159,650	101,840	1,568	152,595	119,690	1,275	1,296
	2	158,600	106,810	1,485	139,920	121,015	1,156	1,274
	3	155,810	112,900	1,380	145,775	121,490	1,200	1,494
G	1	152,140	110,420	1,378	122,430	91,235	1,342	1,235
	2	145,780	111,690	1,305	104,920	69,545	1,509	1,261
	3	146,105	110,550	1,322	109,510	80,305	1,364	1,184

5.1.1 Análise do erro do método ou erro intra-examinador

É fundamental que saibamos a qualidade dos dados que obtivemos, pois partimos do princípio de que as leituras realizadas estão sujeitas a uma série de fatores que podem resultar em leituras não precisas. Assim, caso uma mesma leitura seja realizada diversas vezes, espera-se que haja uma pequena discrepância entre os valores medidos. No entanto, para que as medidas sejam consideradas boas, estas variações “não controladas” não devem ser muito grandes. Erros de medição podem ser ocasionados, por exemplo, por erro de medida, erro de anotação, utilização de equipamentos de medição mal calibrados etc.

A análise de regressão simples é avaliada por meio de um coeficiente de correlação (r^2), que determina a inclinação da reta do gráfico de dispersão em função de uma tendência ou não dos dados da amostra (erros). Quanto mais próximos de 1 forem os valores de r^2 , mais alinhados à reta de regressão estarão os valores das leituras, o que indica sucesso do método realizado e até mesmo atesta a reprodutibilidade do mesmo.

Portanto, de acordo com os coeficientes de correlação obtidos para cada leitura realizada, do tecido ósseo compacto e esponjoso dos 3 aparelhos utilizados, verificamos que os valores de r^2 se variaram entre $\{0,986 \leq 0,999 \leq 1,000\}$, considerados ótimos, sendo assim, obtivemos êxito com a metodologia realizada (Figuras 13 a 18).

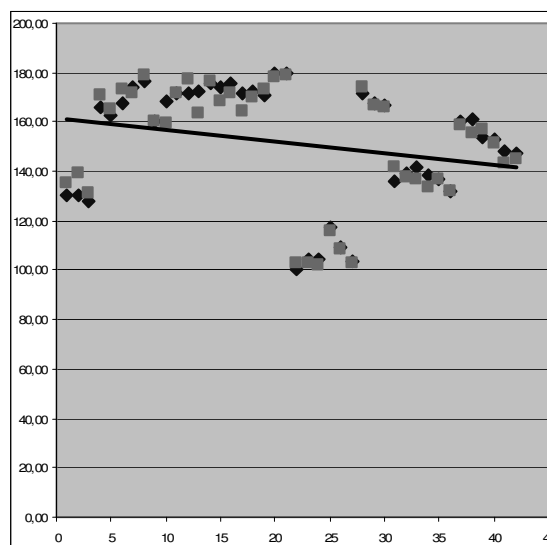


FIGURA 13 - Gráfico de dispersão realizado para as 1ª e 2ª leituras do osso compacto (tomógrafo *Scanora*®)

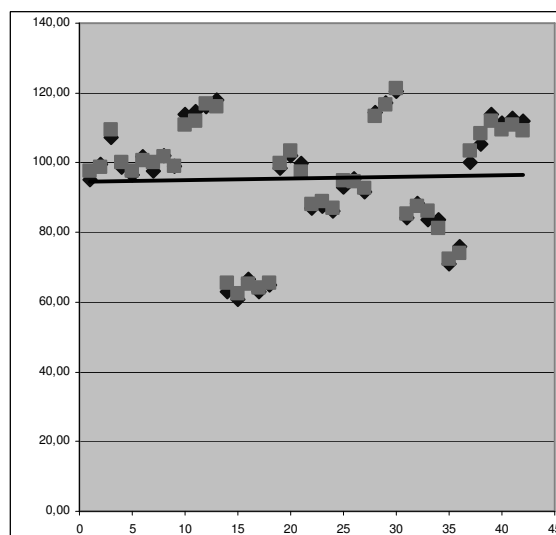


FIGURA 14 - Gráfico de dispersão realizado para as 1ª e 2ª leituras do osso esponjoso (tomógrafo *Scanora*®).

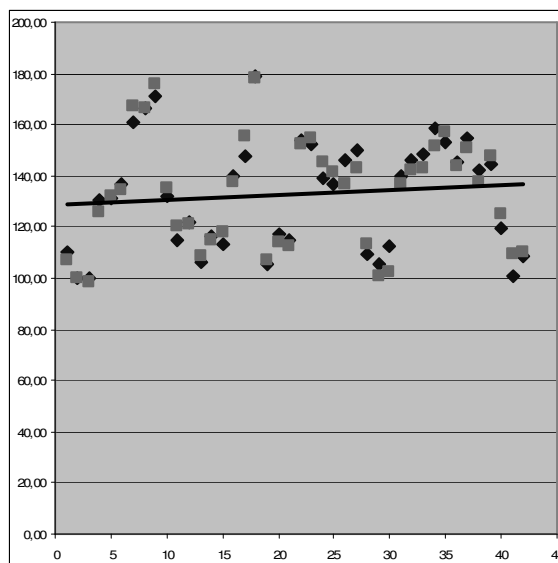


FIGURA 15 - Gráfico de dispersão realizado para as 1ª e 2ª leituras do osso compacto (tomógrafo OP100- *Instrumentarium*®).

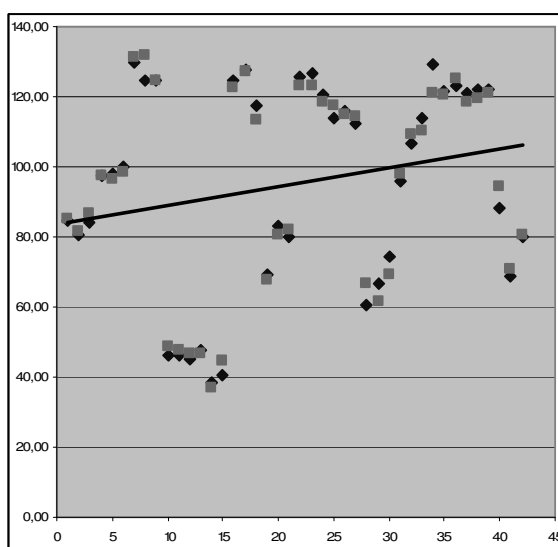


FIGURA 16 - Gráfico de dispersão realizado para as 1ª e 2ª leituras do osso esponjoso (tomógrafo OP100- *Instrumentarium*®).

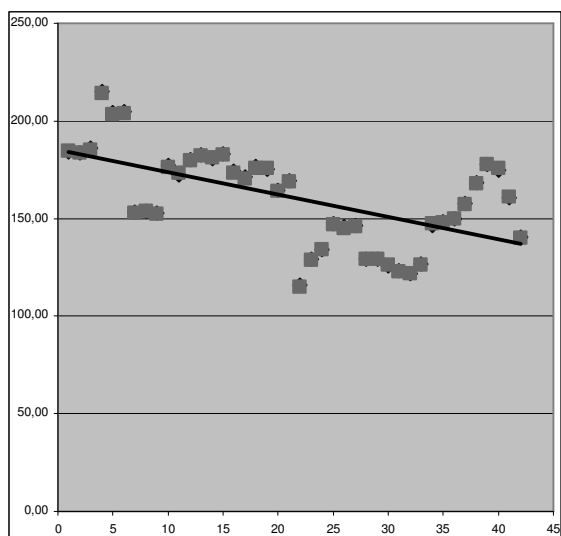


FIGURA 17 - Gráfico de dispersão realizado para as 1ª e 2ª leituras do osso compacto (tomógrafo *Newton 3G*).

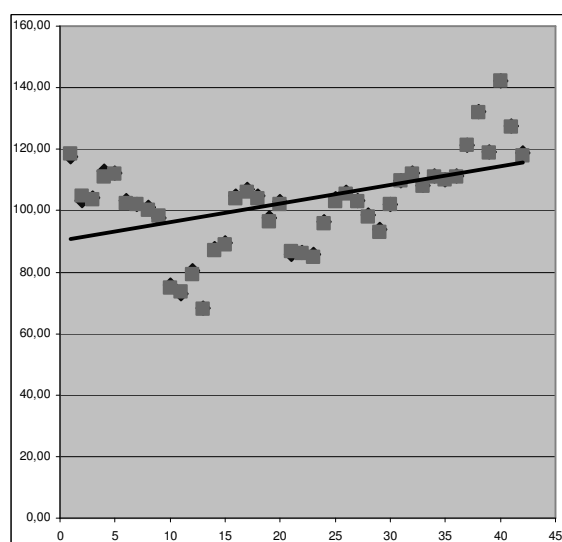


FIGURA 18 - Gráfico de dispersão realizado para as 1ª e 2ª leituras do osso esponjoso (tomógrafo *Newton 3G*).

5.1.2 Valores de médias dos índices

A seguir, as tabelas com os valores de médias dos índices calculados por paciente x localização anatômica e tomógrafo x localização anatômica (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Médias dos índices calculados por pacientes e localização anatômica.

	Scanora	Instrumentarium	Newtom 3G
Mandíbula	1,311	1,226	1,706
	1,689	1,343	1,909
	1,702	1,316	1,528
	1,491	2,655	2,319
	2,319	2,685	2,266
	2,635	1,286	1,655
	1,766	1,457	1,792
Maxila	1,176	1,216	1,415
	1,170	1,242	1,405
	1,442	1,617	1,310
	1,617	1,353	1,126
	1,772	1,229	1,339
	1,478	1,210	1,355
	1,335	1,405	1,227

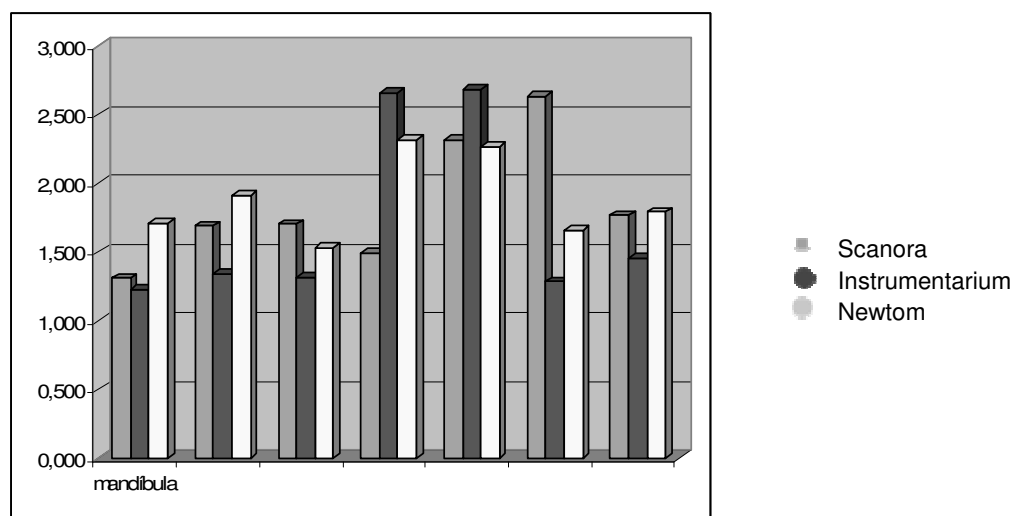


FIGURA 19 - Gráfico que expressa os valores dos índices médios calculados para os cortes tomográficos da mandíbula.

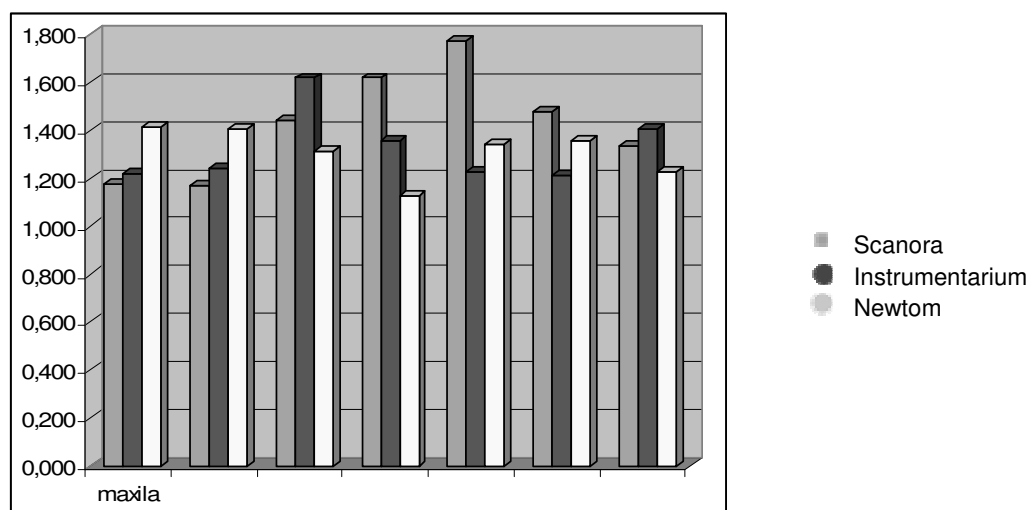


FIGURA 20 - Gráfico que expressa os valores dos índices médios calculados para os cortes tomográficos da maxila.

Tabela 4 - Médias dos índices calculados por tomógrafo e localização anatômica.

	Scanora	Instrumentarium	Newtom 3G	Índice Médio Geral
Mandíbula	1,845	1,710	1,882	1,812
Maxila	1,427	1,325	1,311	1,354
Média	1,635	1,517	1,596	1,583

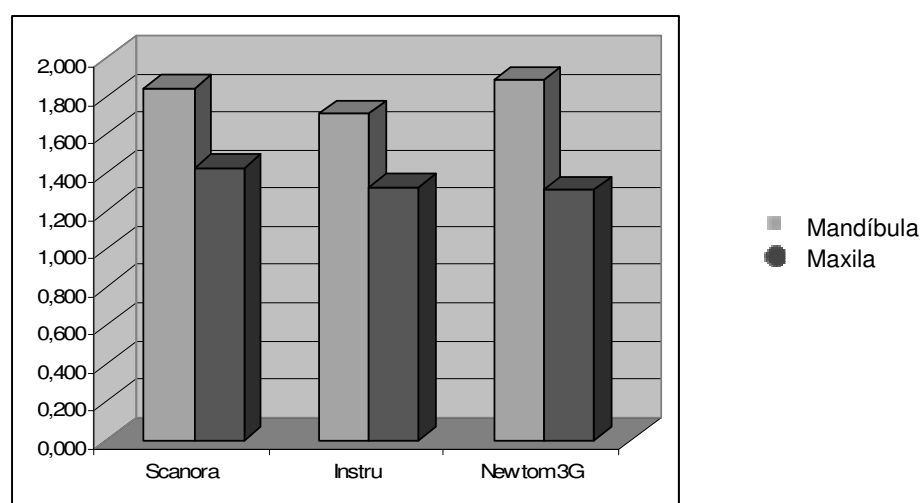


FIGURA 21 - Gráfico que expressa os valores dos índices médios calculados para os cortes tomográficos de cada tomógrafo avaliado.

5.1.3 Teste de Análise de Variância (ANOVA)

Nessa pesquisa, utilizamos o teste *ANOVA* de fator duplo, pois nesse caso tínhamos duas variáveis, as quais necessitamos comparar.

Com a finalidade de testar a existência de variações significativas dos valores dos índices ($I_{c/m}$) com a região anatômica e o tipo de tomógrafo, utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores, adotando-se o nível de significância de 5%. Neste caso, os dois fatores foram: as regiões anatômicas (mandíbula e maxila) e os três tomógrafos (*Scanora*[®], *Instrumentarium*[®] e *Newtom 3G*). Devido à existência de repetitividade das condições experimentais, foi possível também avaliar a presença de interação entre os fatores (Tabela 5).

Tabela 5 - Teste de Análise da Variância (ANOVA) realizado.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	p
Região	2,2021	1	2,2021	15,9549	0,0003
Aparelho	0,1024	2	0,0512	0,3708	0,6928
Interações	0,0692	2	0,0346	0,2506	0,7797
Erro	4,9686	36	0,1380		
Total	7,3422	41			

Como o *ANOVA* não indicou que os fatores analisados apresentavam diferenças significativas entre as médias observadas, não houve necessidade de realizarmos um outro teste estatístico, que no caso identificou quais médias de fato difeririam entre si. Verificamos que o valor de $p < 0,05$ (nível de significância) foi observado apenas entre mandíbula e maxila ($p = 0,0003$). Em relação à variação dos índices de acordo com os aparelhos verificamos valor de $p > 0,05$, ou seja, $p = 0,692$, dentro do

intervalo de confiança de 95%, portanto não há diferenças estatisticamente significativas entre os mesmos.

6 DISCUSSÃO

Para se fazer um estudo sobre o tecido ósseo humano por meio de análises ópticas e radiográficas de densidade óssea, faz-se necessário conhecer e pesquisar os recursos disponíveis para tal, bem como vantagens e limitações dos exames de imagem com ou sem o uso das radiações ionizantes, exames convencionais ou computadorizados e programas de computador ou *softwares* acessíveis, sendo que, isto é muito importante para as ciências da saúde.

Sendo assim, em nosso trabalho, após termos realizado todas as mensurações (leituras) dos valores dos níveis de cinza da porção cortical e medular dos cortes tomográficos da mandíbula e maxila, para avaliarmos a acurácia e reprodutibilidade da metodologia realizada, realizamos a análise de regressão, cujo valor médio dos coeficientes de regressão (r^2) foi igual a 0,991, o que nos permitiu verificar que não ocorreu erro significativo do método realizado. Para tanto, a Tabela 1 apresenta os valores médios dos níveis de cinza mensurados nos cortes tomográficos e seus respectivos índices ($I_{c/m}$).

A seguir, realizamos o cálculo dos índices ($I_{c/m}$) médios para os sete pacientes da mandíbula e da maxila, em função do tomógrafo utilizado (Tabela 2) e também um índice médio da mandíbula e maxila em função de cada tomógrafo (Tabela 3).

De acordo com os valores máximos e mínimos dos índices calculados (Tabela 1), verificamos que não houve variações significativas entre os tomógrafos, haja visto que a expectativa era contrária aos resultados obtidos, pois nossa amostra foi composta de cortes convencionais digitalizados que apresentam o borramento de imagem das estruturas anteriores e posteriores ao corte, e

computadorizadas que por serem formatadas no computador, não apresentam tal borramento. Sendo assim, os valores de tons de cinza dos cortes convencionais apresentando valores de densidade óssea menores, tanto para as corticais ósseas quanto para o tecido ósseo esponjoso, nos proporcionou valores semelhantes aos dos cortes computadorizados, embora tenham sido estatisticamente não significantes entre os tomógrafos.

A análise de variância (ANOVA) de fator duplo realizada com a finalidade de verificar a presença ou não de variações entre os índices em função da localização na mandíbula e na maxila e os tomógrafos, indicou que há diferenças estatisticamente significantes apenas entre os índices calculados da mandíbula em relação à maxila e não entre os tomógrafos estudados, apesar das características dos cortes tomográficos proporcionados por cada um serem diferentes (Tabela 5).

De acordo com os resultados verificados, em concordância com o nosso trabalho temos a pesquisa de (EKESTUBBE et al.²³, 1997) que relataram que a TC apresenta como vantagem a não sobreposição de estruturas anatômicas para o planejamento cirúrgico de implantes e que os exames convencionais como não possibilitam a reformatação das imagens apresentam a desvantagem da sobreposição e borramento das estruturas.

Concordando também com a pesquisa de (BUSCATTI¹⁰, 2003), os valores de densidade óssea obtidos variaram de acordo com a ocorrência dos cortes quanto às arcadas dentárias, sendo para a mandíbula valores maiores de densidade do que para a maxila.

Porém, como o pesquisador necessita muitas vezes quantificar valores que pelo método visual poderiam somente ser qualificados, nosso trabalho de pesquisa está de acordo com os trabalhos de (TAVANO et al.⁵⁷, 2000; BARROS et al.⁶, 2001; BUSCATTI¹⁰, 2003; COSTA et al.²⁰, 2004), os quais realizaram estudos sobre a mensuração de densidade óssea mediante análises ópticas e radiográficas tanto em

exames radiográficos convencionais digitalizados quanto em computadorizados, utilizando-se de ferramentas e de programas não específicos para a Odontologia para essa finalidade e obtiveram resultados muito positivos.

Uma informação relevante verificada por (KLEMETTI et al.³⁶, 1994) verificaram ao comparar valores de densidade óssea obtidas por TC com exames como a ortopantomografia, que a mesma não é um exame que proporciona informações conclusivas sobre os sinais radiográficos de patologias como a osteoporose, pois trata-se de um exame convencional sem a informação da profundidade (3D), devido à sobreposição das corticais ósseas vestibulares e linguais e podemos relacionar isso às imagens obtidas por tomógrafos lineares, pois o princípio de formação de imagem é semelhante e a diferença ocorre apenas quanto à espessura do corte obtido embora (LOFTHANG-HANSEN et al.⁴², 2003) tenham obtido resultados não significantes entre a análise da densidade óssea peri-implantar em radiografias periapicais convencionais comparadas à tomografias convencionais provenientes do *Scanora*[®]. Apesar de ambos serem métodos convencionais, a tomografia espiral admite variações de angulações o que facilita a obtenção das imagens.

Com relação ao local do tecido ósseo selecionado para a obtenção dos valores de densidade, em nosso trabalho padronizamos um tamanho de 12 pcx para mensurar todos os tipos de cortes tomográficos e (VON WOWERN⁶⁹ et al., 1978; MILLER et al.⁴⁴, 1989) constataram que o tamanho do mesmo não influencia a precisão das medidas com relação à correlação do aspecto radiográfico e de densidade óssea do esqueleto com os ossos do complexo maxilo-mandibulares.

Essa pesquisa discorda dos trabalhos de (CANN¹², 1988; JEFFCOAT et al.³², 1991; JERGAS & GENANT³³, 1993; LINDH et al.⁴⁰, 1996) os quais verificaram que a TC é o mais preciso exame para a

avaliação da densidade óssea, pois permite a diferenciação do osso trabecular (medular ou esponjoso) do osso cortical.

De acordo com os resultados obtidos nessa pesquisa, notou-se que há relação de concordância e coerência entre a nossa pesquisa e os trabalhos abaixo citados (COSTA¹⁷, 1999; TAVANO et al.⁵⁷, 2000; BARROS et al.⁶, 2001; BUSCATTI¹¹, 2003; LOFTHANG-HANSEN et al.⁴², 2003; COSTA et al.²⁰, 2004).

É válido ressaltar que apesar de haverem resultados controversos em diversas pesquisas avaliadas sobre a indicação e aplicação das tomografias convencionais e computadorizadas para se realizar pesquisas sobre densidade óssea, qualidade óssea e planejamento radiográfico para a Implantodontia, é necessário muita atenção às vantagens e limitações de cada técnica, para evitarmos resultados comprometedores e, por conseguinte, a não identificação de sinais radiográficos compatíveis com patologias.

Estudos futuros sobre a aplicabilidade do $I_{c/m}$, bem como sua associação à padrões ósseos patológicos ou sadios, e também a análise de sua variação em função do sexo, idade e região anatômica são viáveis e oportunos.

7 CONCLUSÃO

Ao término dessa pesquisa, após realizar os cálculos dos índices, pode-se concluir que:

- a) a metodologia proposta para essa pesquisa é válida e reprodutível para os estudos de densidade óssea;
- b) o índice cortical/medular ($I_{c/m}$) médio para cada indivíduo, não sofre variações relacionadas às leituras de densidade óssea em cortes tomográficos convencionais e computadorizados;
- c) os valores dos $I_{c/ms}$ obtidos para a mandíbula foram estatisticamente maiores do que os da maxila.

8 REFERÊNCIAS*

- 1 AMBROSE, J. Computerized transverse axial scanning (tomography): Clinical application. **Brit J Radiol**, v. 46, n. 552, p. 1023-47, 1973.
- 2 AMES, J.R.; JOHNSON, R.P.; STEVENS, E.A. Computerized tomography in oral and maxillofacial surgery. **J Oral Surg**, v. 38, n. 1, p. 145-9, 1980.
- 3 ANDERSSON, L.; KUROL, M. CT scan prior to installation of osseointegrated implants in the maxilla. **Int Oral Maxillofac Surg**, v. 16, n. 1, p. 50-5, 1987.
- 4 ARITA, E.S.; VAROLI, O.J. Tomografia computadorizada e imagem tridimensional. **Rev ABO Nac**, v. 1, n. 2, p. 98-101, 1993.
- 5 ATKINSON, P.J.; WOODHEAD, C. Changes in human mandibular structure with age. **Arch Oral Biol**, v. 13, n. 12, p. 1453-63, 1968.
- 6 BARROS, F.J.B.C. et al. Avaliação óptica da densidade óssea na região retromolar em mandíbulas de cadáveres através do uso de imagens digitalizadas. **Rev Odonto Ciência**, v. 16, n. 33, p. 103-10, maio/ago. 2001.

* Baseado em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. Informação e documentação: referências, elaboração, NBR 6029. Rio de Janeiro, 2002.

- 7 BENJAMIN, L.S. Long-term retrospective studies on the CT-SCAN, CDA/CAM, one stage surgery hidroxyapatite-coated subperiosteal implants, including human functional retrievals. **Dent Clin North Am**, v. 36, n. 1, p. 77-95, 1992.
- 8 BODNER, L. et al. Extraction site healing in rats: a radiologic densitometric study. **Oral Maxillofac Radiol**, v. 75, n. 3, p. 367-72, Mar.1993.
- 9 BROOKS, S.L. Computed tomography. **Dent Clin North Am**, v. 37, n. 4, p. 575-90, 1993.
- 10 BUSCATTI, M.Y. **Contribuição para o estudo das densidades ósseas maxilomandibulares por meio da escala densitométrica de Hounsfield quando da aplicação do programa computadorizado para o planejamento de implantes osseointegrados**. 2003. 121f.(Dissertação de mestrado)- Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 11 BUSCATTI, M.Y. et al. Contribuição para o estudo das densidades ósseas maxilomandibulares por meio da escala densitométrica de Hounsfield. **Rev Inst Ciênc Saúde**, n. 21, v.4, p. 393-9, out./dez. 2003.

- 12 CANN, C.E. Quantitative CT for determination of bone mineral density: a review. **Radiology**, v. 166, n. 2, p. 509-22, Feb. 1988. *Apud*: BUSCATI, M.Y. **Contribuição para o estudo das densidades ósseas maxilomandibulares por meio da escala densitométrica de Hounsfield quando da aplicação do programa computadorizado para o planejamento de implantes osseointegrados**. 2003. 121f.(Dissertação de mestrado)- Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 13 CANN, C.E.; GENANT, H.K.; YOUNG, D.R. Comparision of vertebral and peripheral mineral losses in disuse osteoporosis in monkeys. **Radiology**, v. 166, n. 2, p. 525-9, 1980.
- 14 CANN, C.E. et al. Spinal mineral loss in oophorectomized women: determination by computed tomography. **J Am Med Assoc**, v.244, n. 18, p. 2056-9, 1980.
- 15 CAWOOD, J.I.; HOWELL, R.A. A classification of the edentulous jaws. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 17, n. 4, p. 232-6, 1988.
- 16 CDROM. Todas as imagens que você precisa em um único equipamento. Disponível em: www.cdrom-al.com.br. Acessado em março de 2005.
- 17 COSTA, C. Análise comparativa das estruturas anatômicas maxilo-mandibulares utilizando-se filmes radiográficos convencionais e processamento digital com aparelho digora (Soredex, Finlândia) [Relatório final de pesquisa, Vice- Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação]. *Apud*: COSTA, C. et al. Contribuição para o estudo densitométrico do tecido ósseo por meio de imagens digitalizadas. **Rev Ins Cien Saúde**, v. 22, n. 2, p. 129-33, abr./jun. 2004.

- 18 COSTA, C.; GIANNAKOPOULUS, R. Planejamento radiográfico em implantodontia: o estado da arte. São Paulo: Isoorthographic/Radiologia e Documentação Odontológica, 2003. 35p.
- 19 COSTA, C. et al. Avaliação das densidades das estruturas dentárias obtidas de imagens radiográficas digitalizadas, utilizando-se a escala de níveis de cinza. **Rev Ins Cien Saúde**, v. 21, n. 3, p. 317-322, 2003.
- 20 COSTA, C. et al. Contribuição para o estudo densitométrico do tecido ósseo por meio de imagens digitalizadas. **Rev Ins Cien Saúde**, v. 22, n. 2, p. 129-33, abr./jun. 2004.
- 21 COVINO, S.W. et al. The accuracy of measurements of three-dimensional computed tomography reconstructions. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 54, n. 8, p. 982-90, 1996.
- 22 DUINKERKE, A.S.H. et al. Densitometric analysis of experimentally produced periapical radiolucenses. **Oral Surg**, v. 43, n. 5, p. 782-97, May 1977.
- 23 EKESTUBBE, A.; GRÖNDALL, K.; GRÖNDALL, H.G. The use of tomography for dental implant planning. **Dentomaxillofac Radiol**, n. 26, p. 206-13, Jan. 1997.
- 24 FAINE, M.P. Dietary factors related to preservation of oral and skeletal bone mass in women. **J Prosthet Dent**, v.73, n. 1, p. 65-72, Jan. 1995.
- 25 FEIFEL, H.; RIEDIGER, D; WEISKE, R. Measurement of mandibular bone density after iliac crest drafting. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v.23, n. 2, p. 104-9, Dec. 1994.

- 26 FEIFEL, H.; WEISKE, R.; RIEDIGER, D. Quantitative computed tomography- a new method in the assessment of autologus augmentation of the mandible. **J Craniomaxillofac Surg**, v. 21, n. 8, p. 356-9, Apr. 1993
- 27 FUHRMANN, R.A.W.; WEHRBEIN, H.; LANGEN, H.J.; DIEDRICH, P.R. Assessment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 24, n. 1, p. 50-4, Feb. 1995.
- 28 GENANT, H.K.; BOYD, D. Quantitative bone mineral analysis using dual energy computed tomography. **Invest Radiol**, v. 12, n. 6, p. 545-51, 1977.
- 29 GOTARDO, J.D. Tomografia computadorizada helicoidal (Spiral CT): princípios e aplicações. [s.l.: s.n.], 1996.
- 30 HOPPER, K.D.; WANG, M.P.; KUNSELMAN, A.R. The use of clinicial CT for baseline bone density assessment. **J Comput Assist Tomogr**, v. 27, n. 1, p. 896-9, Nov. 2000.
- 31 HORNER, K.; DEVLIN, H. The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry. **Dentomaxillofac radiol**, v. 27, n. 1, p. 17-21, Jan.1998.
- 32 JEFFCOAT, M. et al. Planning interactive implant treatment with 3-D computed tomography. **J Am Dent Assoc**, v. 122, n. 12, p. 40-4, Nov. 1991.

- 33 JERGAS, M.; GENANT, H.K. Current methods and recent advances in diagnosis of osteoporosis. **Arthritis Rheum**, v. 36, n. 12, p. 1649-62, 1993.
- 34 KLEMETTI, E.; KOLMAKOW, S. Morphology of the mandibular cortex on panoramic radiographs as an indicator of bone quality. **Dentomaxillofac Radiol**, v.26, n. 1, p. 22-5, Feb. 1997.
- 35 KLEMETTI, E.; KOLMAKOW, S.; KRÖGER, H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. **Scand J Dent Res**, v. 102, n. 1, p. 68-72, Feb. 1994.
- 36 KLEMETTI, E.; VAINIO, P.; LASSILA, V. Mineral density in the mandibles of partially and totally edentate postmenopausal women. **Scand J Dent Res**, v. 102, n. 1, p. 64-7, 1994.
- 37 KRIBBS, P.J. et al. Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population. **J Prosthet Dent**, v.62, n. 6, p. 703-7, Dec. 1989.
- 38 KRIBBS, P.J. et al. Relationships between mandibular and skeletal bone in a population of normal women. **J Prosthet Dent**, v. 63, n. 1, p. 86-9, Jan. 1990.
- 39 LEKHOLM, U.; ZARB, G.A. Patient selection and preparation. *In*: BRANEMARK, P.I.; ZARB, G.A.; ALBREKTSSON, T. **Tissue-integrated prostheses: osseointegration in Clinical Dentistry**. Chicago: Quintessence, 1985. p. 199-209.

- 40 LINDH, C. et al. Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 25, n.3, p. 146-50, 1996.
- 41 LINDH, C. et al. Trabecular bone volume and bone mineral density in the mandible. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 26, n. 2, p. 101-6, 1997.
- 42 LOHFTANG-HANSEN, S.; LINDH, C.; PETERSON, A. Radiograph assessment of the marginal bone level after implant treatment: a comparison of periapical and Scanora detailed narrow beam radiograph. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 32, p. 97-103, 2003.
- 43 MILES, D.A.; VAN DIS, M.L. Implant radiology. **Dent Clin North Am**, v. 37, n. 4, p. 645-68, Oct. 1993.
- 44 MILLER, A.J. et al. Craniomandibular bone density in the primate as assessed by computer tomography. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, v. 93, n. 2, p. 117-25, Feb. 1988.
- 45 MISCH, C.E. **Contemporary implant dentistry**. St Louis: Mosby, 2000. Cap. 8, p. 109-18.
- 46 NYSTRÖM, E. et al. Combined use of bone grafts and implants in the severely resorbed maxilla. Postoperative evaluation by computed tomography. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 24, n. 1, p. 20-5, Feb. 1995.
- 47 ONG, R.G.K.; STEVENSON, M.R. Evaluation of bone density in the mandibles of young Australian adults of Mongoloid and Caucasoid descent. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 28, n. 1, p. 20-5, 1999.

- 48 PARFITT, A.M. et al. Relationship between surface, volume and thickness of iliac trabecular bone in aging and in osteoporosis. Implications for the microanatomic and cellular mechanisms of bone loss. **J Clin Invest**, v. 72, n. 4, p. 1396-409, 1983.
- 49 PEREIRA, B.R.; SOUZA, P.H.C.; WESTPHALENF.H. Estudo dos níveis de cinza da densidade óssea mandibular mediante radiografias convencionais digitalizadas. **Rev Odonto Ciência**, v. 19, n. 44, p. 176-79, abr./Jun. 2004.
- 50 PUPPIN, A.A.C.; COSTA,N.P.; GARCIA, R.S. Análise da densidade óptica pela leitura óptica de terceiros molares inferiores em mandíbulas secas. **Rev Odonto Ciênc**, v. 13, n. 25, p. 151-65, 1998.
- 51 RAZAVI, R. et al. Anatomic site evaluation of edentulous maxillae for dental implant placement. **J Prosthodont**, v. 4, n. 2, p. 90-4, 1995. *Apud*: BUSCATTI, M.Y. **Contribuição para o estudo das densidades ósseas maxilomandibulares por meio da escala densitométrica de Hounsfield quando da aplicação do programa computadorizado para o planejamento de implantes osseointegrados**. 2003. 121f.(Dissertação de mestrado)- Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 52 RUEGSEGGER, P. et al. Quantification of bone mineralization using computed tomography. **Radiology**, v. 121, n. 1, p. 93-7, 1976.
- 53 SCARPARO, H.C.; COSTA, N.Z.; SOUZA, A.C.A. Apresentação de uma metodologia exploratória para análise de densidade óssea na mandíbula. **Rev Odonto Ciênc**, v.10, n. 20, p. 29-45, 1995.

- 54 SOLAR, P. et al. Sex-related differences in the bone mineral density of atrophic mandibles. **J Prosthet Dent**, v. 71, n. 4, p. 345-9, Apr. 1994.
- 55 SOUZA, P.H.C. Radiologia odontológica digital. In: TOMASI, A.F. **Diagnóstico em Patologia bucal**. 3.ed. São Paulo: Pancast, 2002. p. 118-28.
- 56 SOUZA, P.H.C.; COSTA, N.P.; PUPPIN, A.A.C. Análise óptica da densidade óssea retromolar mandibular por meio de imagens digitalizadas, utilizando simuladores de tecidos moles. **Rev Odonto Ciênc**, v. 14, n.28, p. 27-53, 1999.
- 57 TAVANO, O.; DEZOTI, M.S.G.; IWAKI, L.C.V. Comparação entre a densidade óptica obtida pelo método convencional e densidade radiográfica obtida pelo programa Adobe photoshop 5.0 em filmes radiográficos Kodak TMS-1. **Rev ABRO**, v. 1, n. 2, p. 07-14, maio/ago. 2000.
- 58 TAVANO, O.et al. Estudo da densidade radiográfica digital do tecido ósseo face ao implante do polímero de mamona em coelhos. **Rev FOB**, v. 7, n. 3/4, p. 53-8, jul./dez. 1999.
- 59 TORTICI, M.; APFEL, P. Tomografia linear. In:____. **Tratado de técnica radiológica e base anatômica**. [s.l.: s.n.], 1992.
- 60 TRUHLAR, R.S. et al. Bone quality and implant design-related outcomes through stage II surgical uncovering of Spectra-System root form implants. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 55, n. 12 (suppl 5), p. 46-54, Dec. 1997.

- 61 TRUHLAR, R.S. et al. Second-stage failures related to bone quality in patients receiving endosseus dental implants: DICRG Interim Report n. 7. **Dental Impl Clin Res Group**, v. 3, n. 4, p. 252-5, 1994.
- 62 TRUHLAR, R.S. et al. Distribution of bone quality in patients receiving endosseus dental implants. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 55, n. 12 (suppl 5), p. 38-45, Dec. 1997.
- 63 ULM, C.W. et al. Reduction of the compact and cancellous bone substances of the edentulous mandible caused by resorption. **Oral Med Oral Surg Oral Pathol**, v.74, n. 2, p. 131-6, 1992.
- 64 VON WOWERN, N. In vivo measurement of bone mineral content of mandibles by dual photon absorptometry. **Scan J Dent Res**, v.93, n. 2, p. 162-8, 1985.
- 65 VON WOWERN, N.; MELSEN, F. Comparative bone morphometric analysis of mandibles and iliacs crests. **Scan J Dent Res**, v. 87, n. 5, p. 351-7, 1979.
- 66 VON WOWERN, N.; STOLTZE, K. Histoquantitation on small jaw specimens. . **Scan J Dent Res**, v. 86, n. 3, p. 193-9, 1978.
- 67 VON WOWERN, N.; STOLTZE, K. Sex and age differences bone morphology of mandibles. . **Scan J Dent Res**, v. 86, n. 6, p. 478-85, 1978.
- 68 VON WOWERN, N.; STOLTZE, K. Comparative bone morphometric analysis of mandibles and 2nd metacarpals. **Scan J Dent Res**, v. 87, n. 5, p. 358-64, 1979.

- 69 VON WOWERN, N.; HJÖRTING-HANSEN, E.; STOLTZE, K. Changes in bone mass on rat mandibles after tooth extraction. **Inter J Oral Surg**, v. 8, n. 3, p. 229-33, 1979.
- 70 VON WOWERN, N.; STOLTZE, K. Pattern of age related bone loss in mandibles. **Scan J Dent Res**, v. 88, n. 2, p. 134-46, 1980.
- 71 YUNE, H.Y. Two-dimensional – three-dimensional reconstruction computed tomography techniques. **Dent Clin North Am**, v. 37, n. 4, p. 613-26, 1993.
- 72 WILLIAMS, M.Y.A.; MEALY, B.L.; HALLMON, W.W. The role of computerized tomography in dental Implantology. **Int J Oral Maxillofac Imp**, v. 7, n. 3, p. 373-80, 1992.

OLIVEIRA, M.L.G. **Comparative analysis of the medular cortical index from the human tissue by the ledger of gray scale images tomograms conventional and computerized.** 2006. 74f. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos. 2006.

ABSTRACT

The aim of this research was calculate indices of bone human tissue from the ledger of gray scale values by basis cortical tissue and medular tissue of the mandible, as well as, establish a study of the maxilla from the ledge between cortical tissue of nasal cavity and medular tissue for the same regions, assessment anatomical region and different tomographs (OP100-Instrumentarium®, Scanora® e Newtom3G). The sample consisted in 126 conventional and computerized tomographics image, 63 of the mandible and 63 of the maxilla. The statistical analysis have not showed significant differences from the method, so it is reproducible for the same examiner; ANOVA(variancy analyses)demonstrated statistically significant differences between the indices of mandible and maxilla,but, have not demonstrated statistically significant differences between the tomographs indices. In conclusion, the proposal indice don't show variations related with the kind of tomographs what it was measured the osseous density and it changes in agreement with the circumstance of the mandible and maxilla.

Keywords: Tomography, emission- computed, mineral bone density, implants,analysis of variance, human.

Nome do arquivo: teseMYRNA
Pasta: C:\MESTRADO\TESE\TEXT0
Modelo: C:\Documents and Settings\Myrna Gelle
Oliveira\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Título: A relação antero-posterior maxilo-mandibular é um
importante parâmetro para diagnóstico ortodôntico
Assunto:
Autor: RADIO
Palavras-chave:
Comentários:
Data de criação: 9/3/2006 10:49:00
Número de alterações:40
Última gravação: 4/7/2006 01:08:00
Salvo por: Myrna Gelle Oliveira
Tempo total de edição: 625 Minutos
Última impressão: 4/7/2006 01:36:00
Como a última impressão
Número de páginas: 76
Número de palavras: 14.246 (aprox.)
Número de caracteres: 76.932 (aprox.)