

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

LUCIANA BARRETO VIEIRA AGUIAR

**ESTUDO COMPARATIVO DE MEDIDAS LINEARES EM
MANDÍBULAS OBTIDAS A PARTIR DE DOIS
TOMÓGRAFOS COMPUTADORIZADOS DE FEIXE
CÔNICO PARA O PLANEJAMENTO DE IMPLANTES
DENTÁRIOS**

**Tese de Doutorado apresentada a
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da UNICAMP para obtenção
do título de Doutor em Radiologia
Odontológica, na Área de Radiologia
Odontológica**

**Orientadora: Glaucia Maria Bovi Ambrosano
Coorientador: Paulo Sérgio Flores Campos**

Este exemplar corresponde à versão final da Tese
defendida pelo aluno, e orientada pelo Profa. Dra. Glaucia Maria Bovi Ambrosano

Assinatura do Orientador

PIRACICABA, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Ag93e

Aguiar, Luciana Barreto Vieira, 1980-

Estudo comparativo de medidas lineares em mandíbulas obtidas a partir de dois tomógrafos computadorizados de feixe cônico para o planejamento de implantes dentários / Luciana Barreto Vieira Aguiar. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2012.

Orientador: Glaucia Maria Bovi Ambrosano.

Coorientador: Paulo Sérgio Flores Campos.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Ambrosano, Glaucia Maria Bovi, 1960- II. Campos, Paulo Flores. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em Inglês: Comparison of linear measurements on jaws obtained from two cone beam CT for dental implants

Palavras-chave em Inglês:

Cone-beam computed tomography

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Doutor em Radiologia Odontológica

Banca examinadora:

Glaucia Maria Bovi Ambrosano [Orientador]

Sérgio Lúcio Pereira de Castro Lopes

Rívea Inês Ferreira

Frab Noberto Bóscolo

Adriana Dibo da Cruz

Data da defesa: 17-04-2012

Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 17 de Abril de 2012, considerou a candidata LUCIANA BARRETO VIEIRA AGUIAR aprovada.

Profa. Dra. GLAUCIA MARIA BOVI AMBROSANO

Prof. Dr. SÉRGIO LÚCIO PEREIRA DE CASTRO LOPES

Profa. Dra. RIVEA INÊS FERREIRA

Prof. Dr. FRAB NORBERTO BOSCOLO

Profa. Dra. ADRIANA DIBO DA CRUZ

Dedico este trabalho,

*A Deus por iluminar o meu caminho e
me dar forças para seguir sempre em
frente.*

*Aos meus pais, Luciano e Vilma pelo
amor incondicional que me deu forças
para lutar pelos meus sonhos. Essa
vitória é nossa!*

*Aos meus familiares e amigos que
torceram e acreditaram em mim.*

Muito obrigada!

Agradecimentos Especiais

À Professora Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano minha orientadora na realização desse trabalho, pela dedicação, paciência e incentivo, que foram decisivos nessa jornada.

Ao Professor Dr. Paulo Sérgio Flores Campos, pela co-orientação, incentivo, força e companheirismo.

À Professora Dra. Solange Maria de Almeida que durante esta longa caminhada esteve ao meu lado sempre tirando dúvidas, orientando e solidificando uma grande amizade.

Ao Professor Dr. Fab Norberto Bóscolo o qual durante minha estadia na UNICAMP além de me passar conhecimentos científicos, adotou-me como é do seu costume fazer com seus alunos.

Ao Professor Dr. Francisco Haiter Neto pelos ensinamentos e orientações passados durante esses anos de convivência.

À Professora Dra. Deborah Queiroz que apesar da pouca convivência, pôde durante a minha qualificação sugerir modificações que aperfeiçoaram esse trabalho.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Campinas, em especial à Faculdade de Odontologia de Piracicaba na pessoa do Sr. Diretor Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior.

À Professora Dra. Gláucia Maria Boví Ambrosano pelo auxílio na realização das análises estatísticas.

Aos funcionários da Radiologia, Luciane, Giselda, Waldeck e Fernando pela cordialidade e atenção que me dispensaram durante esses anos de convivência.

Aos avaliadores desta pesquisa: Christiano Santos, Marianna Torres e Ieda Rabelo-Crusoé que dispensaram parte do seu tempo para auxiliar nesta pesquisa.

À Clínica SORCISE e à Universidade Federal da Bahia (UFBA) por ter oferecido suas instalações e equipamentos para realização dos exames tomográficos.

À Cíntia Coelho pela amizade e pelo auxílio na execução deste trabalho.

Aos amigos que conquistei em Piracicaba, a Professora Regina Peres, Professor Sérgio Line, Amauri Barbosa, Aline, Rogério e Sueli por tornarem menos saudosos a minha permanência longe dos meus familiares.

Aos meus amigos do Doutorado Anne, Saulo, Matheus, Daniela Braít e Carolina pela amizade, pelo apoio e pela troca de conhecimento durante essa jornada. Sentirei saudades!

*Aos amigos do Doutorado ‘‘novo’’ Amanda, Carla (Carlota),
Débora, Fred, Isabela, Laura, Luana, Monikelly, Manuella e Maria
Beatriz (Bia) pela agradável e convivência.*

*À Letícia Lealdini por sua presença constante, fortalecendo
uma boa amizade.*

*À turma do mestrado, que apesar do curto contato, poderemos
estreitar nossa amizade em congressos futuros.*

*Nunca se conforme com menos do
que seus sonhos. Em algum lugar,
em algum tempo, algum dia, de
alguma forma, você irá encontrá-
los*

Danielle Steel

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a validade de medidas verticais lineares para fins de inserção de implantes dentários em mandíbula a partir de imagens paracoronais diagonais (tomógrafo k9000 3D) e imagens paracoronais ortogonais (tomógrafo i-CAT). A amostra consistiu de 11 mandíbulas humanas secas e desdentadas na região posterior. Foram realizadas, a partir dos sítios implantares, três linhas de orientação, desde o rebordo alveolar até a base da mandíbula, simulando o ângulo de implantação dos dentes na base óssea. Para que estas linhas pudessem ser visualizadas nas imagens tomográficas, foram colocadas no rebordo três esferas plásticas, para localização do sítio implantar, e cones de guta percha com 01 cm de espaçamento entre eles. A aquisição das imagens foi procedida nos tomógrafos i-CAT e k9000 3D, de acordo com os protocolos estabelecidos para este fim. Após as aquisições, três avaliadores analisaram as imagens nos *softwares* i-CAT Vision e do KDIS, dos respectivos tomógrafos. Para a análise das imagens do i-CAT, os avaliadores realizaram cortes paracoronais ortogonais mensurando a partir do rebordo ósseo até o teto do canal mandibular o corte com a imagem da esfera mais nítida. Nas imagens do k9000 3D, os avaliadores realizaram cortes paracoronais diagonais usando a ferramenta do próprio *software* e mensurando também do rebordo ósseo até o teto do canal mandibular, acompanhando a orientação da guta percha. Os avaliadores realizaram uma segunda mensuração após uma semana. As mandíbulas foram cortadas seguindo a localização e a orientação das linhas previamente tracejadas nos três sítios, sendo as alturas mensuradas com um paquímetro digital desde o rebordo ósseo até o teto do canal mandibular. As medidas assim aferidas foram utilizadas como padrão ouro. Após a tabulação, os dados foram avaliados pela análise de correlação intraclasse e a comparação entre as médias obtidas nos dois tomógrafos com o real foi realizada pelo teste t pareado ($\alpha=0,05$). Observou-se que o coeficiente de correlação intraclasse intra-avaliadores foi excelente (variando de 0,98 a 0,99) para os dois tomógrafos. Para a primeira e a segunda avaliação o ICC interavaliadores para os dois tomógrafos foi de satisfatório a excelente: 0,72 a 0,99 e 0,69 a 0,98 respectivamente. Quando comparados os avaliadores com o padrão ouro, o ICC foi excelente variando de 0,76 a 0,87 e 0,82 a 0,89, para o i-CAT e o k9000 3D, respectivamente. Os resultados do ICC para os tomógrafos comparados com o padrão ouro foram excelentes (0,88 e 0,94). O resultado da estatística descritiva obteve um valor de $p=0,0002$ com uma média de 13,5 para o i-Cat havendo diferença estatisticamente significativa em relação ao padrão ouro (média 12,5). O k9000 apresentou uma média de 12,7 ($p=0,4454$) não havendo diferença estatisticamente significativa em relação ao padrão ouro. Dessa forma, pode-se concluir que as medidas verticais reproduzem a condição anatômica e são válidas para fins de inserção de implantes dentários.

Palavras chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Mensurações lineares; implantes dentários; Acurácia

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the validity of vertical linear measurements for the purpose of inserting dental implants in the mandible using diagonal parasagittal images (K9000 3D Tomograph) and orthogonal parasagittal images (i-CAT Tomograph). The sample consisted of 11 dry, human mandibles, edentulous in the posterior region. From the implant sites, three orientation lines were drawn from the alveolar ridge to the base of the mandible, simulating the angle of implantation of teeth in the bony base. So that these lines could be visualized in the tomographic images, three plastic spheres were placed on the ridge to localize the implant site, and gutta percha cones spaced at a distance of 01cm between them. Image acquisition was performed with i-CAT and K9000 3D tomographs, in accordance with the protocols established for this purpose. After acquisition, three evaluators analyzed the images by means of i-CAT Vision and KDIS software of the respective tomographs. For analysis of i-CAT images, the evaluators made parasagittal orthogonal cuts measuring the cut with the most nitid image of the sphere from the bone ridge up to the roof of the mandibular canal. In the images of the K9000, the evaluators made diagonal parasagittal cuts using the tool of the software itself and also measured from the bone ridge up to the roof of the mandibular canal, following the orientation of the gutta percha. The evaluators made a second measurement after one week. The hemi-mandibles were cut following the localization and orientation of the previously traced lines in the three sites, with the heights being measured with a digital pachymeter from the bone ridge up to the roof of the mandibular canal. The measurements thus checked were used as the gold standard. After tabulation, the data were evaluated by the interclass correlation analysis. The results demonstrated that the intraclass intra-evaluator coefficient of correlation was excellent (ranging from 0.98 to 0.99) for the two Tomographs. For the first and second evaluation the inter-evaluator ICC for the two tomographs was from satisfactory to excellent: 0.72 to 0.99 and 0.69 to 0.98 respectively. When the evaluators were compared with the gold standard, the ICC was excellent variation from 0.76 to 0.87 and 0.82 to 0.89, for i-CAT and K9000 3D, respectively. The results of the ICC for the tomographs compared with the gold standard were excellent (0.88 and 0.94). Thus, it could be concluded that the vertical measurements reproduced the anatomic condition and are valid for the purpose of inserting dental implants.

Key Words: Cone Beam Computerized Tomography; Linear Measurements; Dental Implants; Acuraccy

SUMÁRIO

1 Introdução	1
2 Revisão da Literatura	4
3 Proposição	13
4 Material e Métodos	14
5 Resultados	23
6 Discussão	27
7 Conclusão	32
Referências	33
Anexos	36

1- INTRODUÇÃO

Desde o conceito de ósseointegração e com a introdução da Implantodontia por Branemark em 1983, a reabilitação oral, baseada na substituição dos dentes perdidos. Entretanto, para o sucesso do tratamento implantodôntico vários fatores são imprescindíveis, dentre eles uma avaliação segura e precisa da quantidade e qualidade do osso remanescente, bem como a localização das estruturas anatômicas.

A realização de qualquer procedimento de tratamento torna-se mais segura, quando o exame clínico e os exames complementares são realizados.

Portanto, para que o implantodontista possa fazer um planejamento adequado é de suma importância a utilização de exames radiográficos. Porém, os profissionais que têm acesso somente aos exames radiográficos convencionais, como por exemplo, radiografia panorâmica e a radiografia intra oral, não obtêm destes exames informações suficientes para um seguro planejamento cirúrgico, visto que apresentam uma imagem bidimensional.

Para a realização dos procedimentos cirúrgicos em qualquer região dos maxilares, há necessidade de um seguro conhecimento da anatomia topográfica. Segundo Loubele *et al*, 2008b, as intervenções odontológicas realizadas na região posterior da mandíbula necessitam de uma análise topográfica e morfológica do canal mandibular, com o objetivo de evitar lesões ao feixe vasculonervoso que o atravessa. Com o intuito de facilitar a visualização do complexo maxilo-mandibular, as tomografias computadorizadas fazem cada vez mais parte da rotina do cirurgião dentista como auxiliar no diagnóstico dentomaxilofacial e planejamento cirúrgico.

A palavra tomografia é um termo genérico para designar a técnica em que se adquire uma imagem em corte de um tecido. Assim, Tomografia Computadorizada (TC) trata-se de uma aquisição volumétrica que permite obter imagens tridimensionais, facilitando dessa maneira a visualização das estruturas anatômicas devido à sobreposição mínima das mesmas (Cavalcanti, 2008).

A TC apesar de oferecer a vantagem de diferenciar tecidos moles e estruturas ósseas, apresenta alguns fatores que restringem o seu uso na Odontologia pelo alto custo do exame e pelo uso restrito a hospitais, bem como a alta dose de radiação necessária para a visualização dos tecidos moles.

Com os avanços tecnológicos e com o intuito de diminuir as desvantagens da TC, foram lançados no mercado na década de 90 tomógrafos computadorizados de feixe cônico (TCFC), os quais permitem que o paciente receba uma dose de radiação menor, apesar da dose ainda ser alta quando comparada com outras técnicas radiográficas (Ludlow *et al*;2006).

A TCFC vem se destacando por utilizar um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, indicado para a região dentomaxilofacial, provendo na Odontologia a reprodução da imagem tridimensional de estruturas maxilofaciais, com reduzidos tempo de aquisição de imagem e dose de radiação quando comparada a TC (Garib *et al*,2007).

Uma das especialidades na Odontologia que mais se beneficiou com o advento da TCFC foi a Implantodontia, pois além de permitir a visualização da morfologia interna do osso em três dimensões, o implantodontista pode realizar medidas ósseas, planejar com precisão o ângulo de inserção e o comprimento do implante, permitindo assim a fixação da porção apical do osso cortical disponível (Dantas *et al*; 2005).

Sabendo-se que qualquer distorção na aquisição da imagem ou no planejamento de implantes pode produzir resultados adversos após a cirurgia, pois o posicionamento impreciso do implante resulta em problemas biomecânicos, biológicos e estéticos (Sforza *et al*;2007), o implantodontista deve conhecer a anatomia da região que irá receber o implante e a inclinação do rebordo que podem influir decisivamente no planejamento clínico/protético.

O surgimento do primeiro tomógrafo de feixe cônico abriu um leque para os fabricantes deste tipo de tecnologia e com isso, há uma crescente introdução desses aparelhos no mercado, os quais inovam tanto na qualidade da imagem quanto na utilização de novas ferramentas em seus *softwares*.

Em virtude da crescente utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico, decidiu-se avaliar mensurações tomográficas lineares em dois diferentes tomógrafos com o intuito de auxiliar o planejamento de implantes dentários em regiões posteriores da mandíbula.

2- REVISÃO DA LITERATURA

Os implantes dentários têm sido amplamente utilizados na substituição de elementos dentários perdidos, o que representa um dos principais avanços em termos de reabilitação oral. Uma avaliação rigorosa da quantidade e qualidade do osso remanescente, além da localização exata das estruturas anatômicas são indispensáveis para o sucesso da reabilitação oral a partir dos implantes dentários (Dantas *et al.*, 2005).

Outro detalhe importante a ser identificado é a trajetória do canal mandibular que é constante até a emergência dos forames mentuais, já que estes são estruturas nobres e não podem ser invadidos pelo implante, com risco de causar parestesia reversível ou irreversível do lado afetado (Cavalcanti; 2010).

Hanazawa *et al.* em 2004 compararam a acurácia na determinação do contorno mandibular e na posição do canal mandibular em mandíbulas humanas comparando com o método de reconstrução multiplanar (MPR-CT) com outras técnicas tomográficas. Um total de seis sítios na região de molar de três mandíbulas de cadáveres foram escaneados em três sistemas de imagem: Quantum CT Scanner, Scanora e OP-100. As estruturas medidas duas vezes por 04 radiologistas foram a altura e a espessura da mandíbula, distância da crista alveolar ao canal mandibular, e distância da cortical óssea vestibular ao canal mandibular. Após obtidas as imagens, as regiões das mandíbulas correspondentes aos sítios foram fatiadas para preparação de cortes histológicos de 2,0mm de espessura. Esses cortes foram radiografados usando raios X moles (20 kVp, 5 mA e tempo de escaneamento de 90 segundos). As imagens resultantes foram medidas por um dos autores utilizando paquímetro digital e os valores obtidos consistiram do padrão ouro. Como resultado os autores observaram que quando comparados os valores obtidos nas imagens com os valores padrão ouro, os erros da distância entre a crista alveolar até o canal mandibular estavam dentro de 1,0mm em 93,7% das medidas em imagens obtidas diretamente no tomógrafo Quantum CT (GE); 89,6% naquelas obtidas pela

reconstrução multiplanar; 87,5% no Scanora e 47,9% no OP-100. Quanto à precisão, os quatro métodos mantiveram a mesma ordem de classificação: Quantum CT, MPR-CT, Scanora e por fim OP-100. Uma tendência similar foi observada nas medidas das outras estruturas, sendo observada diferenças estatísticas significantes entre os métodos. Assim, os autores concluíram que a as reconstruções multiplanares permite medições mais precisas do que os outros dois métodos tomográficos, podendo ser útil como um exame pré-operatório para cirurgia de implante.

Segundo Dantas *et al.*, em 2005, os implantes dentários têm sido amplamente utilizados na substituição de elementos dentários perdidos, o que representa um dos principais avanços em termos de reabilitação oral. Uma avaliação rigorosa da quantidade e qualidade do osso remanescente, além da localização exata das estruturas anatômicas são indispensáveis para o sucesso da reabilitação oral a partir dos implantes dentários. Assim, os autores investigaram o efeito do desvio do posicionamento mandibular, alterando o ângulo pórtico, nas mensurações da altura e largura dos sítios de implantes dentários em imagens de tomografia computadorizada. Foram obtidas imagens de tomografia computadorizada espiral de dez mandíbulas secas em três posições diferentes do *gantry*. As posições foram com a base paralela ao solo (padrão ouro), com o gantry inclinado a +19° e a -19°. Os autores concluíram que erros no posicionamento mandibular de 19° produzem imagens com discrepâncias em relação á altura e largura do osso, porém essas discrepâncias não foram excessivas (inferior a 10% do valor encontrado para a posição do padrão ouro), ao ponto de fazer com que houvesse a necessidade da realização de novos exames.

Sforza *et al.* (2007) observaram o efeito da posição da mandíbula na precisão das imagens ortorradiais após a reformatação dos cortes axiais da tomografia computadorizada e avaliaram a capacidade do *software* DentalVox para reconstruir essas mensurações nas imagens reformatadas, independentemente do posicionamento da mandíbula, com precisão e sem distorções. Os autores utilizaram uma mandíbula seca parcialmente edêntula com

guia radiográfico de acrílico. A mandíbula foi posicionada com a borda inferior posicionada a 90°, 80°, 75° e 60° em relação ao solo, obtendo cinco inclinações diferentes do corte axial sendo estas em 0°, 10°, 15°, 20° e 30°. As imagens axiais serviram de grupo controle e as reconstruções multiplanares o grupo testado. Os autores concluíram que a posição da mandíbula em relação ao *gantry* da TC pode influenciar a precisão das mensurações realizadas em imagens transversais obtidas por reformatação das imagens axiais originais de acordo com a modalidade tradicional. Os autores também concluíram que o *software* DentalVox forneceu mensurações com pouca distorção, independentemente da posição da mandíbula. Isto representa um grande avanço e conseqüentemente uma maior precisão do diagnóstico e, portanto uma maior segurança durante a cirurgia da colocação do implante.

A precisão das medidas lineares obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e tomografia computadorizada multislice (TCMS), e a medida de doses de radiação utilizando como modelo o planejamento pré – operatório da colocação de implantes orais, foram avaliadas por Soumalainen *et al* em 2008. Os autores utilizaram uma mandíbula humana na qual foram escaneadas as duas áreas edêntulas e uma área dentada usando os tomógrafos Accuitomo 3D e multislice GE. A mandíbula foi escaneada quando seca e posteriormente imersa em uma solução de sacarose isointensa para simular tecidos moles. Dois avaliadores mensuraram quatro distâncias lineares duas vezes para cada corte. A mandíbula foi cortada em fatias de 4,0 mm e marcadas em três lugares, sendo obtidas imagens em microtomógrafo, que serviram como padrão ouro. Os autores concluíram que a TCFC é confiável para a mensuração no planejamento de implantes quando comparada com a TCMS e que uma considerável redução da dose de radiação pode ser alcançada nos exames de TCMS, sem uma grande perda de precisão nas mensurações.

Razavi *et al.*, em 2010, avaliaram a precisão da mensuração da espessura da cortical óssea adjacente aos implantes dentários usando dois tomógrafos de feixe cônico (Accuitomo 3D e o i-CAT). Os autores utilizaram 10 implantes de

4,0mm x 11,0mm colocados a uma distancia variável a partir da cortical óssea de duas costelas bovinas que foram escaneadas pelos dois tomógrafos. Depois de obtidas as imagens, as peças foram preparadas, sendo obtidos cortes histológicos, em que foram mensuradas a espessura e a altura ósseas, usando um microscópio de luz. Essas medidas correspondiam então ao padrão ouro. Dez examinadores realizaram 04 mensurações nas imagens tomográficas, medindo a distância vertical entre o topo do implante ao rebordo alveolar e a espessura da cortical alveolar a partir da face exterior até as roscas dos implantes (3 mm, 6mm e 9 mm do topo ao implante. Os autores puderam concluir que dentro das limitações do estudo, o I-Cat NG cujo voxel com tamanho 0,3 mm não produziu uma resolução suficiente da fina cortical óssea adjacente aos implantes dentários e, portanto, as medidas não foram precisas. Entretanto, o Accuitomo 3D60 FDP, que permitiu utilizar um voxel de 0,125 mm produziu uma imagem com melhor resolução, mensurações mais precisas da fina cortical óssea.

A capacidade de serem mensuradas distâncias desde o ápice dos dentes posteriores até o canal mandibular em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foi avaliada por Kim *et al.*, em 2010. Doze hemimandíbulas portadoras de dentes posteriores foram escaneados no tomógrafo i-CAT, sendo utilizado o voxel de 0,20 mm. As imagens foram exportadas em formato DICOM e examinadas no *software* InVivo Dental. Mensurações na imagem tomográfica foram realizadas a partir do ápice radicular longitudinalmente ao eixo da raiz até a porção superior do canal mandibular. As mandíbulas foram então dissecadas, sendo criadas janelas ósseas a fim de permitir uma visualização dos ápices dentários e o canal mandibular. Utilizando um microscópio usado em Odontologia, os autores realizaram mensurações anatômicas entre a distância dos ápices dos dentes e a porção superior do canal mandibular com um medidor de *Boley*. Não houve diferença estatística entre os dois métodos usados. Para as medições nas imagens de TCFC o coeficiente de correlação intra-observador foi de 0,949 e para as medições anatômicas foi de 0,980 indicando que os dois métodos foram altamente reprodutíveis. Ambos os métodos de medição foram altamente

preditivos, e apresentaram alta correlação entre si, de acordo com a análise de regressão e correlação, respectivamente. Assim, com base nos resultados, os autores concluíram que o i-CAT pode ser usado para mensurar as distâncias entre os ápices dos dentes posteriores ao canal mandibular tão precisa quanto mensurações realizadas diretamente na peça anatômica.

Tomasi *et al.*, em 2011, realizaram um estudo que teve como objetivo avaliar a influência da inclinação do objeto sobre a confiabilidade e a reprodutibilidade de medidas lineares das estruturas anatômicas da mandíbula em imagens obtidas no TCFC. Dez medidas obtidas com paquímetro manual entre pontos anatômicos em uma mandíbula seca foram realizadas por três avaliadores. As mensurações foram repetidas três vezes e a média dos valores encontrados serviu como o padrão ouro. As mandíbulas foram escaneadas no tomógrafo Planmeca Promax 3D (Planmeca Oy, Helsinki, Finland) em duas situações: com a base da mandíbula paralela e com a base mandibular inclinada em 45° em relação ao plano horizontal. As mensurações computadorizadas das medidas lineares foram realizadas por três avaliadores, quatro vezes para cada experimento, o que resultou em um total de 240 medidas. A média do desvio padrão para as mensurações realizadas nas imagens tomográficas foi de 0,36mm quando a mandíbula foi posicionada paralelamente ao plano horizontal e 0,48mm quando inclinada em 45° . O coeficiente de correlação intra classe entre os avaliadores foi de 0,996mm; entre as sessões foi 0,990mm e entre as medidas das imagens de TCFC e paquímetro foi de 0,992mm. Os resultados revelaram alta confiabilidade das mensurações realizadas em imagens obtidas na TCFC, independentemente da posição do objeto e da experiência do examinador. Revelaram também alta reprodutibilidade das configurações das mensurações repetidas.

Os autores Al-Ekrish & Ekram, em 2011, realizaram uma pesquisa que teve como objetivo investigar a precisão e a confiabilidade das mensurações lineares de rebordos alveolares edêntulos, em imagens obtidas a partir de tomografia computadorizada multidetector (TCMD) de 16 canais e de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) com um detector de tela plana e um

amplo campo de visão (FOV). O estudo foi realizado tanto de forma independente, quanto em comparação um com o outro. Para tanto, áreas edêntulas de um crânio macerado foram marcadas com cones de guta percha, tendo por finalidade padronizar o plano dos cortes parassagitais. Posteriormente, foram obtidas imagens dos crânios nos dois tomógrafos: TCMD e TCFC. As mensurações dos rebordos alveolares em imagens reformatadas foram realizadas por dois avaliadores e comparadas com mensurações realizadas diretamente no crânio. Como resultado foi observado que a média total de erro absoluto foi de 0,75mm para a TCMD e 0,49mm para a TCFC; a média dos erros absolutos na TCFC foi menor do que na TCMD para os dados totais, assim como para regiões específicas. Com relação à confiabilidade intra-examinador esta foi de 0,994 para TCMD e 0,995 para a TCFC. Já a confiabilidade inter-examinadores foi de 0,985 para a TCMD e 0,958 para a TCFC. Após avaliarem os resultados, os autores concluíram que tanto a TCMD, quanto a TCFC apresentaram clínica e estatisticamente um erro significativo, embora as mensurações obtidas nas imagens da TCFC tenham sido mais precisas. Com relação à confiabilidade intra-examinador apresentou-se elevada para as mensurações obtidas em ambas as modalidades. Precisão das mensurações mostrou-se ser mais dependente do operador na TCFC do que na TCMD.

Ganguly *et al.*, em 2011, realizaram um estudo cuja finalidade foi determinar a acurácia geométrica de medidas lineares da altura óssea de peças anatômicas com a presença de tecido mole em imagens obtidas no tomógrafo de feixe cônico Galileus (Sirona Dental Systems Inc., Bensheim, Hessen, Germany). Para tanto, foram utilizadas seis cabeças humanas embalsamadas foram escaneadas após a colocação de marcadores radiopacos sobre as lâminas corticais lingual e vestibular. As mensurações lineares da altura foram obtidas pelo software Sirona e as mensurações físicas obtidas nas peças anatômicas foram realizadas no mesmo local que nas imagens correspondentes, utilizando-se um paquímetro digital. As medidas foram comparadas em todas as seis peças anatômicas, bilateralmente para determinar a acurácia das medidas nas imagens. Os achados não mostraram

diferenças estatísticas entre as medidas realizadas nas imagens e aquelas obtidas na peça anatômica. Concluíram assim que as medidas lineares realizadas em imagens obtidas no Galileus de peças anatômicas com a presença de tecidos moles são suficientemente precisas para uso clínico.

El-Beialy *et al.*, em 2011, avaliaram a acurácia e a confiabilidade de medidas obtidas a partir da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em 3D para diferentes inclinações da cabeça. Para tanto, fios de aço inoxidável foram fixados em um crânio macerado em diferentes lugares. O crânio foi então posicionado no tomógrafo Galileus de 6 formas diferentes: Posição 1: centrado (posição ideal, conforme especificação do fabricante); 2: inclinado posteriormente, a partir da posição ideal; 3: inclinado lateralmente para a direita do observador; 4: girado para a esquerda do observador; 5: complexa (inclinado no sentido ântero-posterior, lateral, movimento de giro); 6: lateralizado para a direita do observador. Dois métodos foram utilizados para determinar a exatidão das mensurações nas imagens 3D nas diferentes posições. No primeiro método, doze distâncias lineares foram comparadas na peça anatômica e nas imagens do crânio nas seis posições. No segundo método, o registro de cada uma das 5 posições e da posição ideal foram feitos separadamente, e os 11 pontos de referência foram identificados em cada posição modificada e comparadas com a posição ideal. Foi observado uma concordância de correlação e os valores de coeficientes de correlação de Pearson foi quase 0,9999 em todas as comparações, indicando: (1) elevada confiabilidade intra e inter observador; (2) elevada concordância entre as medidas obtidas na peça e aquelas na imagem em posição ideal; (3) elevada concordância entre as medidas na imagem em posição ideal em relação às outras posições; e (4) nas diferentes posições, houve alta concordância dos maiores valores entre a posição ideal e lateralizado e menor com a posição complexa. Concluíram que acurácia e confiabilidade das medidas obtidas em imagens de TCFC não são afetadas pela alteração de posicionamento do crânio.

Torres *et al.*, em 2012, avaliaram a acurácia das mensurações lineares em mandíbulas secas utilizando imagens de tomografia computadorizada de feixe

cônico (TCFC) adquiridas com diferentes tamanhos de voxel. Oito mandíbulas secas humanas foram submetidas a exame por TCFC (i-CAT) utilizando quatro protocolos com diferentes tamanhos de voxel (0,2mm, 0,25mm, 0,3mm e 0,4mm) . Seis sítios em cada mandíbula foram selecionados para a avaliação, sendo três de cada lado de forma simétrica: (I) Incisivo, localizado distalmente 1,0cm da linha média; (II) Prémolar, localizado no forame mental; e (III) Molar, localizado distalmente 1,0cm do forame mental. Marcadores esféricos ocos de 3,0mm de diâmetro foram então colocados nos sítios pré-estabelecidos, na porção superior da crista óssea remanescente, enquanto na porção próxima ao nível coronal da crista óssea foram colocados marcadores esféricos ocos de 1,0mm de diâmetro. Os cortes tomográficos com os centros dos marcadores mais nítidos, foram selecionados para realizar as mensurações. Os valores obtidos a partir de mensurações diretas nas mandíbulas secas, após corta-las nos sítios preestabelecidos, foram comparados com as mensurações a partir das imagens tomográficas. Não houve diferença estatística entre as medidas nos diferentes protocolos. O valor médio da diferença entre os valores obtidos nas medidas realizadas nas imagens e nas peças foi menor do que 1,0mm para todos os protocolos. Assim, a acurácia das medidas vertical e horizontal, utilizando TCFC (i-CAT) para os quatro protocolos em questão mostrou-se comparável às medidas realizadas nas peças. Portanto, protocolos com 0,3mm e 0,4mm devem ser preferidos aos de 0,2mm e 0,25mm quando da avaliação de medidas lineares para planejamento de implantes dentários, uma vez que a dose de radiação é menor.

A acurácia de medidas lineares e a visibilidade do canal mandibular em imagens obtidas utilizando TCFC (i-CAT) com diferentes tamanhos de voxel foram avaliadas *in vitro*, por Waltrick *et al.*, em 2012. Foram utilizadas doze hemimandíbulas humanas secas, sendo selecionadas três sítios para a realização das medidas, entre o segundo prémolar e segundo molar, sendo a distância mínima entre um sítio e outro de 4,0mm. Para a identificação dos locais onde seriam realizadas as medidas, foi traçada uma linha vertical perpendicularmente à

base da mandíbula, delineando a cortical vestibular, osso alveolar, crista óssea, córtex lingual e córtex basal. Em cada uma dessas superfícies foi feita uma marca, onde foi colocado 1,0mm de guta percha, cuja finalidade era identificar na imagem a região a ser medida. Essas mandíbulas foram escaneadas usando os voxels de tamanhos diferentes (0,2mm; 0,3mm; e 0,4mm). Foram geradas 108 imagens transversais de TCFC nas quais dois examinadores realizaram 648 mensurações lineares e avaliaram também a visibilidade do canal mandibular. Após obtidas as imagens, as mandíbulas foram seccionadas e medidas foram realizadas diretamente nas peças, por meio de paquímetro digital pelo principal pesquisador. O erro global médio entre as medidas obtidas na imagem e aquelas obtidas diretamente nas peças foi 0,23mm. As medidas realizadas nas imagens foram subestimadas em 390 casos. Todos os erros de medidas encontrados foram menor que 1,0mm. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre os dois examinadores apenas nas medidas de largura em dois sítios posteriores. Também houve diferença estatística significativa entre os tamanhos de voxels apenas para um dos examinadores, em relação à medida da altura. O canal mandibular foi visualizado em todas as 108 imagens avaliadas. Os autores concluíram que as imagens transversais da TCFC são adequadas para as mensurações lineares na região posterior da mandíbula, fornecendo também uma adequada visualização do canal mandibular, quando utilizados os voxels 0,2mm; 0,3mm ou 0,4 mm. O voxel de 0,3 mm pode ser bem utilizado pois permite uma boa qualidade e uma menor dose de radiação.

3- PROPOSIÇÃO

O objetivo com esta pesquisa foi avaliar a validade de medidas lineares, para fins de inserção de implantes dentários em mandíbula, realizadas em dois tomógrafos computadorizados de feixe cônico.

1. A partir de imagens paracoronais diagonais
2. A partir de imagens paracoronais ortogonais

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção e preparo da amostra

Este estudo teve seu início após ter sido aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP sob protocolo nº 141/2010 conforme anexo 1.

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas 11 mandíbulas humanas meceradas (perfazendo um total de 16 hemimandíbulas) selecionadas aleatoriamente quanto as suas características anatômicas, porém que fossem edêntulas posteriormente. Estas mandíbulas foram obtidas através de convênio entre a Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia e o Cemitério da Quinta dos Lázaros.

Em cada mandíbula foram então demarcados três diferentes sítios na região edêntula de cada hemimandíbula. Esses sítios localizavam-se entre o forame mental e a região retromolar.

Considerando normalmente que a inserção dos dentes na base óssea mandibular apresenta inclinação anterior e lingual ou vestibular, conforme se observa na Figura 1, foram tracejadas com auxílio de uma régua milimetrada flexível, três linhas de orientação na face vestibular de cada hemi mandíbula, da região superior do rebordo ósseo remanescente até a base da mandíbula, com 1,0 cm de distância entre uma e outra como mostrado nas Figuras 2 e 3.

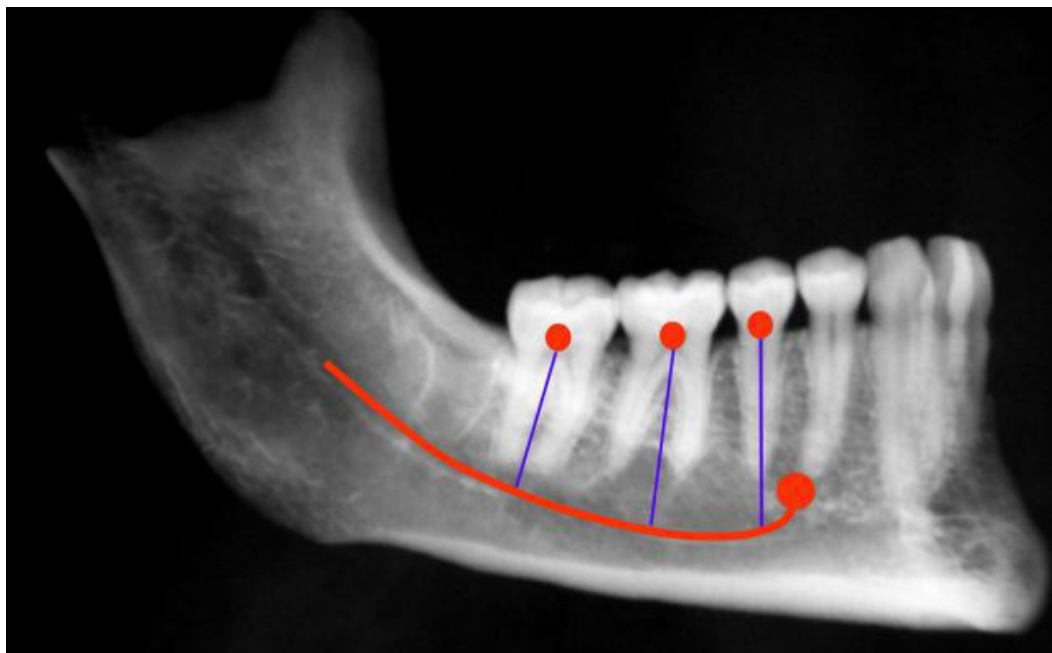


Figura 1: Radiografia mostrando inclinação dos dentes posteriores



Figura 2: Vista superior da mandíbula, evidenciando as linhas de orientação na região superior do rebordo alveolar



Figura 3: Vista lateral da mandíbula apresentando as linhas de orientação tracejadas na face vestibular

A marcação dessas linhas tinha como uma das finalidades indicar o local e a orientação onde as peças anatômicas foram serradas para ser obtida a altura óssea correspondente à medida do teto do canal mandibular até ao rebordo ósseo alveolar, medida esta correspondente ao padrão ouro. Outra finalidade foi servir de orientação para colocação dos cones de guta-percha, que serviram de referência para os locais em que foram realizados os cortes paracoronais diagonais antes de se obter as secções anatômicas (Figura 4).



Figura 4: Cones de guta percha fixados sobre as linhas de orientação pré-estabelecidas

Em seguida, marcadores esféricos plásticos vazados foram fixados no rebordo ósseo com cera utilidade, tendo finalidade de orientar o local onde foram realizados os cortes parassagittais ortogonais (Figura 5).



Figura 5: Marcadores plásticos vazados fixados nos sítios pré-estabelecidos

4.2 Aquisição da Imagens

As mandíbulas foram imersas em água, num recipiente plástico, por 24 horas, antes das aquisições das imagens tomográficas, a fim de que a maioria dos espaços medulares ósseos fossem preenchidos com água, o que simularia a condição de preenchimento dos espaços medulares *in vivo*. Depois desse tempo as mandíbulas foram colocadas em uma caixa de isopor (16 cm x 14,5cm x 10 cm) com água suficiente para deixar os côndilos mandibulares submersos. A presença da água no recipiente no momento da obtenção da imagem tinha como finalidade simular a condição da atenuação sofrida pelos raios X pela presença do tecido mole do paciente.

Para simular a orientação espacial da mandíbula de um indivíduo vivo e em posição ortostática, a peça anatômica foi posicionada com o plano mandibular a 25° em relação ao plano horizontal (figura 6).



Figura 6: Posição da mandíbula no interior do recipiente, para a aquisição das imagens

Cada mandíbula, prévia e sequencialmente numerada foi escaneada utilizando os seguintes protocolos:

- **Tomógrafo de feixe cônico i-CAT™** (Imaging Science International, Hatfield, PA, EUA):
 - FOV (*Field of view*) = 8,0 cm, com matriz de 512 x 512;
 - Voxel = 0,2 mm
 - Tempo de aquisição da imagem = 40 segundos

As reconstruções multiplanares, procedidas na sequência, tiveram FOV de 8,0 cm e espessura de corte de 0,2 mm sem intervalo entre cortes, seguindo as recomendações de aquisição das imagens do fabricante.

- **Tomógrafo de feixe cônico K9000 3D™** (Kodak Dental Systems, Carestream Health, Paris, França):
 - FOV = 5 x 3,7cm, com matriz de 512 x 512;
 - Voxel = 0,076 mm

- Tempo de aquisição da imagem = 10 segundos

As reconstruções multiplanares, procedidas na sequência, tiveram FOV de 5,0 x 3,7 cm, e espessura de corte de 0,076 mm, sem intervalo entre os cortes, de acordo com as especificações do fabricante.

4.3 Avaliação das Imagens

Para a realização das medidas, primeiramente houve a calibração dos avaliadores, onde foi explicada a metodologia, que estabeleceu como padrão de medida para altura óssea, uma linha reta que partia do teto do canal mandibular (ponto mais superior da parede do teto) até o rebordo ósseo, correspondendo então a altura óssea implantar. Os avaliadores consistiram de três especialistas em Radiologia Odontológica, com um mínimo de cinco anos de experiência com tomografia computadorizada. A avaliação foi realizada em condições ideais de iluminação, numa estação de trabalho independente. As medidas foram realizadas em duas diferentes sessões, com intervalo de 7 dias entre elas e em um monitor da marca DELL, de 24 polegadas, monitor LCD, resolução 1920x1200 pixels e tecnologia IPS (in-plane switch) que proporciona uniformidade de cores, independentemente do ângulo de visão do observador, o que se torna apropriado para o diagnóstico. Foi permitido aos avaliadores, manipular as ferramentas de brilho e contraste dos dois softwares durante a obtenção das medidas.

Para as imagens adquiridas no k9000 3D foi utilizado o programa KDIS (Kodak Dental Imaging Software), módulo 3D, versão 2.4; programa esse próprio do tomógrafo K9000 3D. Neste software, os avaliadores realizaram os cortes paracoronais diagonais usando a ferramenta *slice trans-axial oblique* (corte ortoradial oblíquo) que permite aos avaliadores realizarem esses cortes em plano inclinado seguindo a referência do cone de guta percha para mensurar a altura óssea implantar (Figura 7).

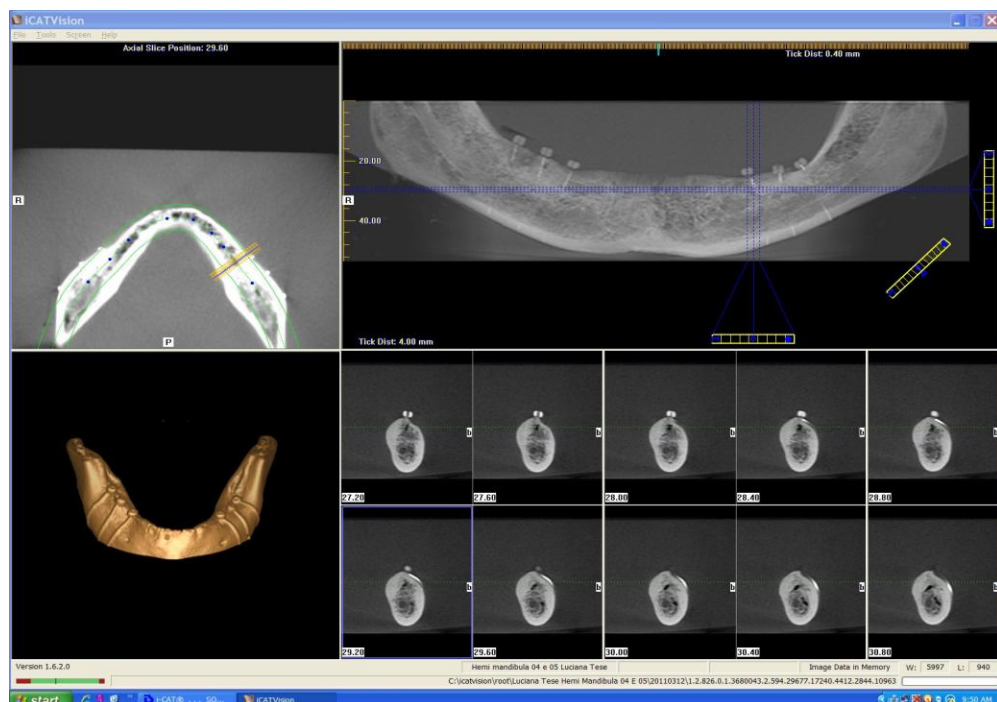


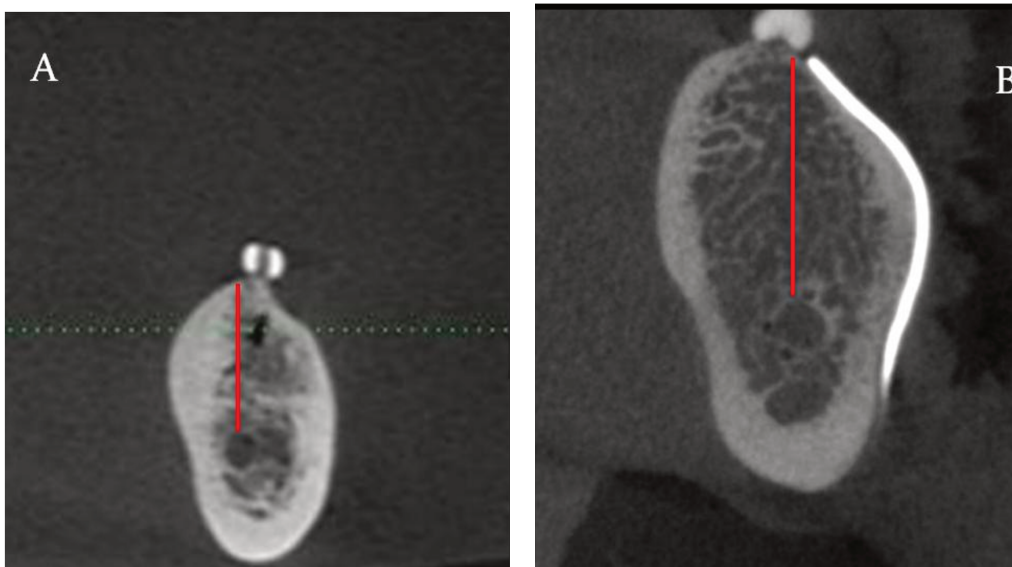
Figura 7: Tela multiplanar com reconstrução 3D no *software* KDIS

As imagens adquiridas no i-CAT foram avaliadas utilizando-se o *software* i-CAT Vision (Imaging Science International), também pertencente ao tomógrafo onde foram adquiridas as imagens. Neste programa, os avaliadores realizaram os cortes paracoronais ortogonais (perpendicular ao plano horizontal), já que o *software* do aparelho não possui a ferramenta para a realização de cortes parassagitais diagonais sem a correção da inclinação do plano mandibular. Assim, os cortes parassagitais ortogonais tiveram como referência o marcador esférico (Figura 8).



Figura 8: Tela multiplanar com reconstrução 3D no software i-CAT Vision

Nos três sítios marcados nas mandíbulas, foi traçada uma linha vertical desde o teto do canal mandibular ao rebordo ósseo, correspondendo à altura óssea implantar (Figuras 9A e 9B).



Figuras 9A e B: Mensuração da altura nos tomógrafos i-CAT (A) e K9000 3D (B)

Com o auxílio de uma serra-fita, as mandíbulas foram cortadas, seguindo a localização e a orientação das linhas previamente tracejadas nos três sítios de cada mandíbula, sendo as alturas mensuradas por um terceiro avaliador com

experiência em anatomia, utilizando para tal um paquímetro digital (ZAAS Precision- Amatoools). As medidas foram obtidas de acordo com o que foi realizado nas imagens tomográficas, ou seja, desde o teto do canal mandibular até o rebordo ósseo alveolar. Essas medidas consistiram do padrão-ouro (Figura 10).

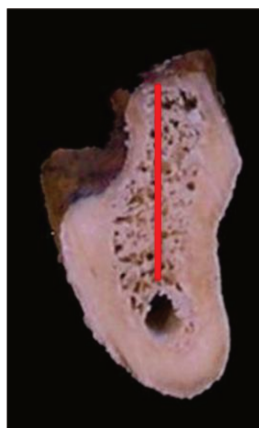


Figura 10: Mensuração da altura óssea em um dos sítios da mandíbula

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A comparação entre as medidas foi realizada pelo teste t pareado. A reprodutibilidade intra e interexaminador foram avaliadas pela análise de correlação intraclass. A interpretação da correlação intraclass segundo Szklo e Nieto (2000) está representada no quadro 1. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5%.

Quadro 1. Interpretação do coeficiente de correlação intraclass segundo Szklo e Nieto(2000).

Coeficiente de correlação intraclass	Interpretação
$ICC < 0,4$	Pobre
$0,4 \leq ICC < 0,75$	Satisfatória
$ICC \geq 0,75$	Excelente

5. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os coeficientes correlacionando as medidas feitas pelos avaliadores. Para os dois tomógrafos a correlação foi excelente quanto a reprodutibilidade dos dados do estudo.

Tabela 1. Coeficiente de correlação intra classe ICC (intervalo de confiança a 95%), intra avaliadores.

Tomógrafo	Avaliador	ICC (IC95%)*
i-CAT	1	0,98 (0,96-0,99)
	2	0,99 (0,99-0,99)
	3	0,99 (0,98-0,99)
K9000 3D	1	0,98 (0,97-0,99)
	2	0,99 (0,99-0,99)
	3	0,98 (0,97-0,99)

ICC: coeficiente de correlação intraclasse; IC95%: Intervalo de confiança de 95%.

Pelas análises dos dados inter examinador na primeira avaliação foi observado que os coeficientes de correlação foram satisfatórios a excelente para o tomógrafo i-CAT e para o tomógrafo K9000 3D (tabela 2).

Tabela 2. Coeficiente de correlação intra classe ICC (intervalo de confiança a 95%), interavaliadores, para a avaliação 1.

Tomógrafo	Avaliador	Avaliador	
		1	2
i-CAT	1	-	-
	2	0,73(0,53-0,85)	-
	3	0,99(0,98-0,99)	0,75(0,56-0,86)
K9000 3D	1	-	-
	2	0,72(0,50-0,84)	-
	3	0,98(0,97-0,99)	0,74(0,54-0,85)

Na análise dos dados dos inter avaliadores na segunda avaliação os coeficientes foram satisfatório (0,69) a excelente (0,96) para o tomógrafo i-CAT e satisfatório (0,73) a excelente (0,98) para o tomógrafo K9000 3D (tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de correlação intra classe ICC (intervalo de confiança a 95%), interavaliadores, para a avaliação 2.

Tomógrafo	Avaliador	Avaliador	
		1	2
i-CAT	1	---	-
	2	0,69(0,44-0,82)	---
	3	0,96(0,94-0,98)	0,75(0,56-0,86)
K9000 3D	1	---	-
	2	0,73(0,53-0,85)	---
	3	0,98(0,97-0,99)	0,74(0,55-0,85)

Nas tabelas 4 e 5 podem ser observados os resultados dos tomógrafos quando comparados com o padrão ouro.

Para o tomógrafo i-CAT (tabela 4), a primeira avaliação teve um valor coeficiente de 0,83 para o primeiro avaliador; 0,76 para o segundo e 0,86 para o terceiro avaliador. Na segunda avaliação os resultados encontrados foram 0,87 para o primeiro avaliador, 0,76 para o segundo e 0,87 para o terceiro avaliador.

Tabela 4. Coeficiente de correlação intra classe ICC (intervalo de confiança a 95%), comparando os avaliadores (Tomógrafo i-CAT) com o padrão ouro.

Avaliação	Avaliadores		
	1	2	3
1	0,83(0,79-0,93)	0,76(0,58-0,86)	0,86(0,76-0,92)
2	0,87(0,76-0,92)	0,76(0,58-0,86)	0,87(0,76-0,92)

Na tabela 5 pode-se observar que para o tomógrafo K9000 3D, os resultados encontrados foram semelhantes entre a primeira e a segunda avaliação, quando comparados com o padrão ouro. Na primeira avaliação observa-se que o coeficiente para o primeiro avaliador foi de 0,88; para o segundo

foi de 0,82; e para o terceiro avaliador foi de 0,89. Para a segunda avaliação os valores do intervalo foram 0,89 para o primeiro avaliador; 0,82 para o segundo e 0,88 para terceiro avaliador.

Tabela 5. Coeficiente de correlação intra classe ICC (intervalo de confiança a 95%), comparando os avaliadores (Tomógrafo k9000 3D) com o padrão ouro.

Avaliação	Avaliadores		
	1	2	3
1	0,88(0,79-0,93)	0,82(0,69-0,90)	0,89(0,81-0,94)
2	0,89(0,80-0,94)	0,82(0,69-0,90)	0,88(0,79-0,93)

Quando comparados os tomógrafos entre si (todos os avaliadores e as medidas dos sítios) com o padrão ouro (tabela 6), observa-se que o coeficiente foi de 0,94 (excelente) entre o tomógrafo i-CAT e o tomógrafo K9000; 0,88 (excelente) entre o padrão ouro e o tomógrafo i-CAT e 0,92 (excelente) entre o tomógrafo K9000 e o padrão ouro.

Tabela 6. Coeficiente de correlação intra classe ICC (intervalo de confiança a 95%), comparando entre os tomógrafos e com o padrão ouro.

Tomógrafo	Tomógrafo	
	i-CAT	K9000 3D
i-CAT	-	-
K9000	0,94(0,89-0,96)	-
Padrão ouro	0,88(0,79-0,93)	0,92(0,85-0,95)

Pela análise dos dados da estatística descritiva entre os tomógrafos e o padrão ouro observa-se que a média (desvio padrão) para o tomógrafo i-CAT foi 13,5 (2,4), para o tomógrafo K9000 3D foi de 12,7 (2,6) e para o padrão ouro 12,5 (2,8).

Baseado na avaliação dos dados afirma-se que o tomógrafo i-CAT apresentou diferença estatística significativa ($p=0,0002$) e que o tomógrafo K9000 3D não obteve diferença estatística significativa ($p=0,44$) em relação as medidas do padrão ouro (Tabela 7).

Tabela 7. Estatística descritiva e teste de t pareado para as medidas verticais em função do aparelho

	Média	Desvio padrão	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo	p-valor*
i-CAT	13,5	2,4	13,5	7,6	18,7	0,0002
K9000 3D	12,7	2,6	12,5	6,4	20,2	0,4454
Padrão ouro	12,5	2,8	12,9	6,7	19,7	

*probabilidade do erro tipo I comparando com o padrão ouro.

6. DISCUSSÃO

Quando da utilização de exames por imagem, levando-se em consideração que esta imagem segue os princípios de ser tecnicamente perfeita, a maior limitação está no fato de que em técnicas radiográficas ditas convencionais, tem-se uma representação bidimensional do objeto em questão.

Com o surgimento da Implantodontia, em que há a necessidade de termos não só as medidas da altura e da largura, mas também da espessura óssea, essa limitação torna-se um dos fatores que pode levar a um insucesso na reabilitação oral do paciente.

Com o advento da Tomografia Computadorizada (TC), a eliminação de problemas como distorção geométrica e sobreposição, existentes na radiografia convencional, possibilitaram imagens cujas medidas realizadas a partir destas são precisas e sem qualquer sobreposição de estruturas anatômicas, uma vez que secções de limitada espessura podem ser geradas. Entretanto, alguns fatores, ainda limitam o uso rotineiro da TC, como a alta dose de radiação e o elevado custo para o paciente. Em virtude disso, a tomografia linear e até mesmo exames não indicados para a finalidade de obtenção de medidas, como a radiografia panorâmica, eram consideradas as principais formas de exames por imagem na Odontologia.

Com o avanço da tecnologia foi introduzida no mercado a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), levando a um enorme ganho para a Odontologia de uma maneira geral, e especialmente, para a Implantodontia, inclusive com o uso de softwares específicos voltados para esta especialidade. Como citado por Dantas *et. al.*, (2005), a TCFC permite a visualização da morfologia interna do osso em três dimensões e, portanto, o Cirurgião Dentista pode planejar com precisão o ângulo de inserção e o comprimento do implante.

Esta nova modalidade de imagem ganhou inúmeros adeptos em todo o mundo pela qualidade da imagem apresentada, pelo custo do aparelho e principalmente pela menor dose de radiação, quando comparada à TC.

Em virtude de ser um método novo, a cada dia os fabricantes deste tipo de tecnologia introduzem no mercado novos aparelhos e novos softwares, que tem por finalidade potencializar as já excelentes ferramentas existentes. Sendo assim, os pesquisadores vêm desenvolvendo em seus centros de estudos pesquisas com este novo método de exame por imagem.

Na presente pesquisa, avaliou-se dois tomógrafos de feixe cônico, levando-se em consideração a ferramenta *slice trans-axial oblique* que o K9000 apresenta em seu *software*. Para tanto, no tomógrafo i-CAT, as imagens foram obtidas e manipuladas de acordo com o que o seu software permite, ou seja, foram obtidos cortes paracoronais ortogonais (perpendiculares ao plano horizontal). Já, no tomógrafo K9000 3D, as imagens foram obtidas e para a realização das medidas foi utilizada a ferramenta, possibilitando assim a realização de cortes paracoronais diagonais. Os resultados dessas medidas foram comparados então ao padrão ouro, que consistiu de medidas realizadas em secções de tecido ósseo das regiões medidas nas imagens.

As imagens foram obtidas com a mandíbula inclinada em cerca de 25⁰, inclinação esta que simula um paciente em posição ortostática, em que o ramo ascendente mandibular posiciona-se perpendicularmente ao solo, o que pode ser observado nas telerradiografias laterais. Acredita-se que esta inclinação em nada influenciou os resultados obtidos, uma vez que Tomasi *et al.*, em 2011, realizaram um estudo com imagens obtidas em TCFC em que uma mandíbula humana macerada foi posicionada com sua base paralela e inclinada em 45 graus em relação ao plano horizontal e os resultados revelaram alta confiabilidade das medidas realizadas, independentemente da posição do objeto. Neste estudo o objetivo da inclinação em 25⁰ foi unicamente representar o paciente em posição ortostática.

As mensurações foram realizadas por 03 avaliadores, após os mesmos passarem por uma calibração. Desta forma, as correlações intra avaliadores em ambos os tomógrafos foram excelentes, com correlação intra classe, variando de 0,98 (excelente) a 0,99 (excelente). Isso indica que os avaliadores estavam

realmente bem calibrados, e que os pontos onde foram realizadas as mensurações foram bem definidos, não esquecendo que a própria imagem fornecida pelos dois tomógrafos em questão teve um papel fundamental nesta alta correlação. Kim *et al.*, (2010) também encontraram alta correlação intra observador, sendo de 0,94 que, embora discretamente menor, também é considerada excelente.

Levando em consideração as avaliações inter avaliadores na primeira e segunda avaliações realizadas, observa-se que em ambas e também para os dois tomógrafos, os coeficientes de correlação variaram de 0,69 a 0,99, obtendo-se, portanto, uma correlação que variou de satisfatória a excelente.

É bem conhecida a inclinação que sofre o canal mandibular no sentido pósterio-anterior e súpero-inferior. Isso decorre da própria anatomia, pela presença do ramo ascendente da mandíbula. Portanto, quando da realização de mensurações em regiões próximas ao canal mandibular, o ideal é que estas sejam realizadas de forma ortogonal, uma vez que tendo-se, por exemplo, um dente molar próximo e não em posição ortogonal a uma reta inclinada, uma de suas raízes estará mais próxima à reta. Sendo assim, as medidas obtidas como padrão ouro seguiram esse princípio ortogonal, uma vez que as peças anatômicas foram serradas de forma a ser preservada essa relação. Com esta metodologia, pode-se afirmar que as medidas obtidas como padrão ouro, realmente são adequadas para se estimar o tamanho de um implante.

Assim, de posse desses valores, pode-se compará-los às mensurações realizadas pelos avaliadores nas imagens obtidas em cada tomógrafo, considerando cada avaliador isoladamente. Tanto as imagens obtidas no tomógrafo i-CAT quanto no tomógrafo K9000 3D, apresentaram um coeficiente de correlação de satisfatório a excelente, embora os resultados para o i-CAT tenham sido discretamente menores.

Comparando-se agora os tomógrafos entre si (todos os avaliadores e os sítios) e com o padrão ouro, observa-se que o coeficiente foi de 0,94 (excelente) entre o tomógrafo i-CAT e o tomógrafo k9000; 0,88 (excelente) entre o padrão

ouro e o tomógrafo i-CAT; e 0,92 (excelente) entre o tomógrafo k9000 e o padrão ouro.

Nesta pesquisa foram utilizados dois tomógrafos de feixe cônico, portanto com o mesmo princípio de formação da imagem. Entretanto, princípios de obtenção de imagem diferentes parecem não levar a grandes acertos, visto que Al-Ekrish & Ekram (2011), compararam a TCFC com a TCMD, realizando mensurações em 3 regiões correspondentes aos grupos dentais na maxila e na mandíbula: incisivos; canino-prémolar e molares e obtiveram resultados cujo erro nas mensurações foi muito elevado nos dois métodos. Considerando que foram avaliadas diferentes regiões, aquelas mais críticas que correspondem às regiões anteriores, e que obtiveram maior erro podem ter influenciado os resultados desses autores, uma vez que a tábua óssea nessa região é mais fina, dificultando a real localização do ponto a ser marcado para a realização das medidas estando, segundo os autores, associados a uma falta de nitidez e limites não definidos. Nesta pesquisa as regiões onde foram marcados os pontos apresentavam-se bastante nítidas e precisas, uma vez que correspondia ao teto do canal mandibular e ao rebordo alveolar na região de molar. Essas regiões foram utilizadas na pesquisa de Hanazawa *et al.*, (2004), sendo observado melhor resultado para as imagens obtidas em TC.

As medidas obtidas no i-CAT e aquelas obtidas no K9000 3D podem ser consideradas como satisfatórias a excelente. A diferença da média em relação ao padrão ouro foi de 0,2 mm para K9000 (não estatisticamente significativa) e de 1,0mm para o i-CAT (estatisticamente significativa), ou seja, apesar da diferença ser também pequena para o i-CAT (1,0mm em média) tem alta probabilidade de ocorrer em outra amostra. Isto pode ser decorrente do fato de que foram utilizados *voxels* com tamanhos diferentes. Razavi *et al.*, (2010), observaram que no i-Cat, cujo *voxel* utilizado foi de 0,3 mm, não houve uma resolução suficiente da fina cortical óssea adjacente aos implantes avaliados e, portanto, as medidas não foram precisas. Já, o Accuitomo, que permitiu utilizar um *voxel* de 0,125mm produziu uma imagem com melhor resolução, resultando em mensurações mais

precisas da fina cortical óssea. Outros autores como Torres *et al* (2012) e Waltrick *et al.* (2012) também observaram que menores *voxels*, resultam em medidas mais precisas. Nesta pesquisa, também se observou que o tomógrafo K9000 apresentava um menor *voxel* (0,076mm), o que pode ter influenciado também em ter-se uma melhor imagem e, por conseguinte serem mais nítidos os pontos de medidas. Ressalta-se, entretanto, que essa diferença foi pequena e pode ser considerada como não significativa do ponto de vista clínico.

Este estudo baseou-se na análise de dois aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico, em que um dos aparelhos possui uma ferramenta que possibilita cortes diagonais depois da aquisição do volume. Sendo assim, outro fator que pode ter levado a valores de medidas mais próximas aquelas do padrão ouro no tomógrafo K9000 3D, foi o uso da ferramenta *slice trans-axial oblique* que permitiu a obtenção de cortes realmente diagonais, o que não ocorreu no tomógrafo i-CAT.

Concorda-se com Sforza *et al.* (2007) quando citam que qualquer distorção na aquisição de imagens e/ou no planejamento pode produzir resultados adversos durante ou após a cirurgia e que o posicionamento impreciso do implante resulta em problemas biomecânicos, biológicos e estéticos. Entretanto, como citado por Cavalcante (2008), a fim de se evitar essas injúrias, o implantodontista despreza alguns milímetros de acordo com o seu planejamento.

Baseado nesse preceito afirma-se que apesar de ser observado que as medidas realizadas nas imagens obtidas pelo i-CAT foram significativamente diferentes do padrão ouro, clinicamente, ambas seriam aceitáveis. Salienta-se também que embora seja importante utilizarem-se imagens de alta qualidade, o que seriam obtidas utilizando-se menores *voxels*, deve-se levar em consideração a dose de radiação para o paciente. Desta forma, sempre que forem utilizadas imagens produzidas com *voxels* diferentes, em que não haja prejuízo no resultado final, deve-se eleger como escolha o maior *voxel*.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados desta pesquisa conclui-se que as medidas lineares obtidas de imagens dos dois tomógrafos computadorizados de feixe cônico, desde o teto do canal mandibular até o rebordo ósseo reproduzem a condição anatômica e são válidas para fins de inserção de implantes dentários.

REFERÊNCIAS

Al-Ekrish AA, Ekram M. A comparative study of the accuracy and reliability of multidetector computed tomography and cone beam computed tomography in the assessment of dental implant site dimensions. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011; 40: 67-75.

Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent*. 1983; 50: 399–410.

Cavalcanti M. Diagnóstico por imagem da face. Santos. 1.ed; 2008.

Cavalcanti M. Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico. Interpretação e Diagnóstico para o Cirurgião-dentista. Santos. 1 ed; 2010.

Dantas JA, Montebello Filho A, Campos PSF. Computed tomography for dental implants: the influence of the gantry angle and mandibular positioning on the bone height and width *Dentomaxillofacial Radiology*. 2005; 34: 9-15.

El-Beialy AR, Fayed MS, El-Bialy AM, Mostafa YA. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography measurements: Influence of head orientation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011; 140: 157-65.

Ganguly R, Ruprecht A, Vincent S, Hellstein J, Timmons S, Qian F. Accuracy of linear measurement in the Galileos cone beam computed tomography under simulated clinical conditions. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011; 40: 299-305.

Garib DG *et al*. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dent Press de Orton e Ortopedi Facial*. 2007; 12(2): 139-156.

Hanazawa T, Sano T, Seki K, Okano T. Radiologic measurements of the mandible: a comparison between CT- reformatted and conventional tomographic images. Clin Impl. Res. 2004; 15: 226-232.

Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. Australian Dental Journal 1969; 14: 241-4.

Kim TS, Caruso JM, Christensen H, Torabinejad M. A Comparison of Cone-Beam Computed Tomography and Direct Measurement in the Examination of the Mandibular Canal and Adjacent Structures. J Endod. 2010; 36: 1191-1194.

Loubele M, Jacobs R, Maes F, Denis K, White S, Coudyzer W *et al.* Image quality vs radiation dose of four cone beam computed tomography scanners. Dentomaxillofacial Radiol. 2008b; 37: 309-318.

Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, Newtom 3G and I-Cat. Dentomaxillofacial Radiol. 2006; 35: 219-26.

Razavi T, Palmer RM, Davies J, Wilson R, Palmer PJ. Accuracy of measuring the cortical bone thickness adjacent to dental implants using cone beam computed tomography. Clin. Oral Impl. Res. 2010; 21: 718-725.

Sforza NM, Franchini F, Lamma A, Botticelli S, Ghigi G. Accuracy of Computerized Tomography for the Evaluation of Mandibular Sites Prior to Implant Placement. Int J Periodontics Restorative Dent. 2007; 27: 589-595.

Suomalainen A, Vehmas T, Kortenesniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. Dentomaxillofacial. 2008; 37: 10-17.

Szklo R, Nieto FJ. Epidemiology Beyond the Basis. Aspen Publications; 2000;343-404.

Tomasi C, Bressan E, Corazza B, Mazzoleni S, Stellini E, Lith A. Reliability and reproducibility of linear mandible measurements with the use of a cone-beam computed tomography and two object inclinations. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011; 40: 244-250.

Torres MGG, Campos PSF, Neto Segundo NP, Navarro M, Crusoé-Rabello I. Accuracy of Linear Measurements in Cone Beam Computed Tomography With Different Voxel Sizes. *Implant Dent* 2012; 21(2):1-6.

Waltrick KB, Abreu Junior MJN, Corrêa M, Zastrow MD, Dutra VD. Accuracy of Linear Measurements and Visibility of the Mandibular Canal on Cone-Beam Computed Tomography Images With Different Voxel Sizes: An In Vitro Study. *J Periodontol*. 2012; 1-12.



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico: Estudo comparativo entre as medidas lineares verticais para implante em mandíbula obtidas a partir de dois diferentes equipamentos", protocolo nº 141/2010, dos pesquisadores Luciana Barreto Vieira Aguiar, Gláucia Maria Bovi Ambrosano e Paulo Sergio Flores Campos, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 27/01/2011.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "Cone Beam Computed Tomography: A comparative study between linear vertical jaw implant obtained from two different devices", register number 141/2010, of Luciana Barreto Vieira Aguiar, Gláucia Maria Bovi Ambrosano and Paulo Sergio Flores Campos, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 01/27/2011.

Prof. Dr. Pablo Agustin Vargas
Secretário
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

