



FÁBIO RIBEIRO GUEDES

Precisão de medidas lineares em imagens tomográficas



Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Radiologia Odontológica.
Área de Radiologia Odontológica

FÁBIO RIBEIRO GUEDES

**PRECISÃO DE MEDIDAS LINEARES EM IMAGENS
TOMOGRÁFICAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Radiologia Odontológica.

Área de Radiologia Odontológica

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cláudio Fróes de Freitas

Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo

Prof^ª Dr^ª Gláucia Maria Bovi Ambrosano

PIRACICABA

2005

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

G934p

Guedes, Fábio Ribeiro.
Precisão de medidas lineares em imagens tomográficas. /
Fábio Ribeiro Guedes. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.

Orientador : Gláucia Maria Bovi Ambrosano.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Tomografia. 2. Implantes dentários endosseos. 3.
Mandíbula. I. Ambrosano, Gláucia Maria Bovi. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em inglês: Precision of linear measures in tomographic images

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): Tomography; Dental implantation,
endosseous; Mandible

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestre em Radiologia Odontológica

Banca examinadora: Cláudio Fróes de Freitas; Frab Norberto Bóscolo; Gláucia Maria
Bovi Ambrosano

Data da defesa: 24/02/2005



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

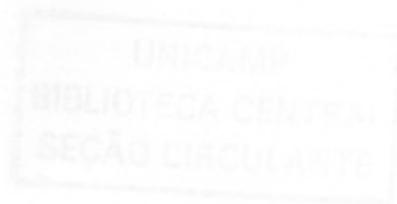


A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 24 de Fevereiro de 2005, considerou o candidato FÁBIO RIBEIRO GUEDES aprovado.

PROF^a. DR^a. GLÁUCIA MARIA BOVI AMBROSANO

PROF. DR. CLÁUDIO FRÕES DE FREITAS

PROF. DR. FAB NORBERTO BOSCOLO



Dedicatória

A meus pais, que sempre me ensinaram os caminhos certos a seguir, responsáveis pela minha criação, formação moral e intelectual, me incentivando e apoiando a ultrapassar mais esta etapa da minha vida, qualquer coisa que eu escreva será pouco para descrever o que eu sinto por eles.

Meu Pai, **Aurelino**, a pessoa que eu mais admiro e me espelho, com ele aprendi a amar a Radiologia e sempre a dar o melhor de mim.

Minha Mãe, **Maria Thereza**, uma pessoa que eu amo muito, e que sempre vibrava a cada reencontro e sofria a cada despedida.

Meu irmão, **Felipe**, pelo amor, amizade, por estar sempre presente nos momentos importantes da minha vida, e torcendo pelo meu sucesso.

Marcela, ela que fez dos meus últimos anos os mais felizes da minha vida. Por mais longe que eu estivesse, por maior que fosse a saudade e por mais difícil que fosse ficar longe, sempre estive presente de alguma forma, seja pelo telefone, internet ou pelo pouco tempo que tínhamos quando eu voltava para casa. Seu amor e incentivo me fizeram superar estas dificuldades, e provou que a distância que nos separou fortaleceu ainda mais nosso amor.

A meus Avós, **Neuza, Helton e Alba** e minhas Tias **Carmita, Dedé e Marilza**, que sempre me apoiaram e torceram por mim.

Agradecimentos Especiais

À professora Dr^a **Gláucia Maria Bovi Ambrosano**, minha eterna gratidão pela orientação, amizade, incentivo e confiança demonstrada desde o nosso primeiro contato. Uma pessoa atenciosa, dedicada e por mais ocupada que estivesse, sempre arrumou tempo nos momentos em que precisei de sua ajuda.

Ao professor Dr. **Frab Norberto Bóscolo**, responsável pela Área de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, amigo, fraterno, muitas vezes fazendo o papel de pai de todos nós da pós-graduação tendo a sala sempre aberta para nos receber. Um professor competente, experiente e fonte de uma gama de conhecimentos. Um exemplo de dedicação e profissionalismo a ser seguido.

Ao professor Dr. **Francisco Haiter Neto**, uma pessoa que possui uma maneira ímpar de aplicar a ciência na sua profissão e ao exemplo que representas aos alunos da pós-graduação, pelos seus incentivos para buscar o conhecimento, compreensão, objetividade, franqueza, competência e principalmente pela amizade.

À professora Dr^a **Solange Maria de Almeida**, pelos ensinamentos transmitidos, confiança depositada em mim, e imensa generosidade, foram fundamentais durante a minha formação pessoal e profissional nestes anos de Mestrado. Uma grande professora e acima de tudo uma amiga.

Ao professor Dr. **Mário Roberto Vizioli**, que apesar do pouco convívio, é um profissional que merece minha admiração e respeito.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do diretor **Thales Rocha de Mattos Filho**, onde tive a oportunidade de dar um importante rumo ao crescimento científico e profissional.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, **Andréa dos Anjos Pontual, Adriana Dibo da Cruz, Etienne Romanelli Terra, Flávia Maria de Moraes Ramos, Juliana Araújo Bittar, Flávio Ricardo Manzi, Maria Luiza dos Anjos Pontual, Andréa Domingos, Mariliani Chicarelli, Karina Lopes Devito, Rívea Inês Ferreira, Fabrício Mesquita Tuji, Ricardo Alves Matheus, Anna Silvia Rocha, Luciane Farias de Araújo, Melissa Feres Damian, Mauro Guilherme Martins, João Batista Sobrinho do Nascimento Neto, José Osmar Vasconcelos Filho, Cláudia Fátima Silva Haiter, Élcio Gomes Carneiro Júnior, Janaina Araújo Dantas, Deborah Queiroz de Freitas, Flávio Luiz Viero, Raphael Navarro Aquilino, Nilson Pena Segundo, Lúcio Mitsuo Kurita, Sérgio Lúcio Pereira de Castro Lopes, Maria Caldas, Ellen Neves e Mario Costa**, que em algum momento estiveram presentes na minha vida, e que com o tempo, se tornaram verdadeiros amigos.

Aos Funcionários da Área de Radiologia, **Roberta, Waldeck, Fernando, Antônio e Giselda**.

Às secretárias da Pós-graduação, **Raquel e Érica**, pelo competente auxílio que possibilitou a conclusão deste curso.

Ao **Dr. Aloísio Pereira**, Diretor do serviço de Tomografia Computadorizada da CT Scan, por ter permitido a utilização do tomógrafo computadorizado para esta pesquisa, e ao técnico **José Luiz de França Filho** por ter auxiliado na utilização do equipamento.

Aos meus **amigos e amigas** que ficaram no Rio de Janeiro e aos que fiz aqui, e que torceram por mim.

Esta pesquisa foi financiada pelo



Processo número: 130752/2003-7
(Vigência: Março de 2003 / Fevereiro de 2005)

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DA LITERATURA	8
2.1. Planejamento radiográfico de implantes	8
2.2. Tomografia convencional	11
2.3. Tomografia computadorizada	20
3. PROPOSIÇÃO	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Seleção da amostra	30
4.2 Seleção das regiões	30
4.3 Confecção dos guias radiográficos	31
4.4 Suporte para realização das tomografias convencionais	32
4.5 Obtenção das tomografias	34
4.5.1 Quint Sectograph Linear Tomography Unit	34
4.5.2 Orthopantomograph OP 100	36
4.5.3 X mind TOME	38
4.5.4 Somatom Esprit	40
4.5.5 Toshiba X vision EX	42
4.6 Mensuração nas imagens	44
4.7 Obtenção das dimensões reais das regiões	45
4.8 Análises estatísticas	46
5. RESULTADOS	48
6. DISCUSSÃO	58
7. CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS	73

RESUMO

Foi identificado o fator de magnificação de tomógrafos convencionais e comparado a magnificação fornecida pelos fabricantes, e a confiabilidade de medidas lineares das imagens tomográficas corrigidas, quando comparadas às mensurações reais nos segmentos ósseos. Foram utilizadas 16 mandíbulas humanas maceradas edêntulas, e selecionada região correspondente aos incisivos, caninos, pré-molares e molares bilateralmente. Em cada região foram fixados sobre a crista óssea e na região vestibular, um fio ortodôntico com 5,0 milímetros de comprimento, que foi utilizado como guia radiográfico. Os equipamentos utilizados neste trabalho foram os tomógrafos convencionais Quint Sectograph, Orthopantomograph OP100, X Mind TOME, e computadorizados Somatom Esprit com reconstrução multiplanar e Toshiba X vision EX com software Denta Scan. As mandíbulas foram posicionadas nos tomógrafos convencionais conforme as especificações dos fabricantes e obtidas as imagens. Para os tomógrafos computadorizados as mandíbulas foram posicionadas com suas bases perpendiculares ao solo e obtidas as imagens axiais para posterior reconstrução oblíquo-sagital das regiões. Após obtidas as imagens, foram mensuradas a altura e espessura óssea de cada região, corrigindo-se as medidas com base na ampliação do guia radiográfico e em seguida com o fator de magnificação dado pelo fabricante. As mandíbulas foram seccionadas exatamente nas regiões selecionadas, e realizadas as medidas da altura e espessura óssea, obtendo-se os valores reais por região. As magnificações calculadas, por meio do guia radiográfico dos tomógrafos convencionais, foram comparados pelo teste t, com os fornecidos pelos fabricantes, observando-se diferenças significativas para os três tomógrafos convencionais. A altura e espessura óssea corrigidas pela ampliação do guia radiográfico apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Dunnett para as medidas do tomógrafo computadorizado Somatom Esprit quando comparadas com as dimensões reais. A medida da altura óssea corrigida com o fator de magnificação fornecido pelo fabricante demonstrou diferenças para os tomógrafos ($p < 0,05$) com exceção do tomógrafo computadorizado Toshiba X vision EX, e para espessura óssea observou-se diferenças para o tomógrafo

Quint Sectograph e Somatom Esprit quando comparados com as dimensões reais ($p < 0,05$). Concluiu-se que as diferenças de magnificação calculadas, comparadas com as fornecidas pelos fabricantes não possuem significância clínica. As mensurações da altura e espessura ósseas foram precisas com exceção das realizadas no tomógrafo computadorizado com reconstrução multiplanar Somatom Sprit.

ABSTRACT

The magnification factors of conventional tomography was identified and compared them to the factors provided by the manufacturers, and the reliability of linear measurements achieved on corrected tomographic images, when compared to the real measurements on the bone segments. Sixteen dry edentulous human mandibles were used, and the area corresponding to the incisors, canines, premolars and molars were selected bilaterally. A 5.0-mm long orthodontic wire was fixated on the bone crest and buccal region of each area, to be used as a radiographic guide. The equipments used in this study were the conventional tomography Quint Sectograph, Orthopantomograph OP100, X Mind TOME, and the computerized tomography Somatom Esprit with multiplanar reconstruction and Toshiba X Vision EX with the Denta Scan software. The mandibles were positioned on the conventional scanners following the manufacturers' instructions, and the images were obtained. As to the computerized scanners, the mandibles were positioned with their bases perpendicular to the ground, and axial images were achieved for later oblique-sagittal reconstruction of the regions. After achievement of the images, the bone height and thickness of each region were measured, with correction of measurements based on the magnification of the radiographic guide and then according to the magnification factor supplied by the manufacturer. The mandibles were sectioned at the selected areas and bone height and thickness were directly measured, for achievement of the real values for each region. The magnification factors calculated by utilization of the radiographic guide for the conventional tomography were compared to those provided by the manufacturers by the t test, which revealed significant differences for the three conventional scanners. The bone height and thickness with correction according to magnification of the radiographic guide presented statistically significant differences ($p < 0.05$) according to the Dunnett test for the measurements achieved on the computerized tomography Somatom Esprit compared to the real dimensions. The bone height corrected according to the magnification factor provided by the manufacturer demonstrated differences for the scanners ($p < 0.05$), except for the computerized tomography Toshiba X vision EX, with differences in bone thickness for the

Quint Sectograph and Somatom Esprit tomography compared to the real dimensions ($p < 0.05$). It was concluded that differences between the magnification factors calculated compared to those provided by the manufacturers do not have any clinical implication; also, measurements of bone height and thickness were reliable, except for those achieved on the computerized tomography with multiplanar reconstruction Somatom Sprit.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente pode-se observar uma parcela bastante grande da população com necessidade de restabelecimento de sua função mastigatória, e durante muitos anos as próteses fixas e removíveis vinham sendo os responsáveis por promover este restabelecimento. Porém, com o advento dos implantes dentários osseointegrados, é cada vez maior sua utilização na clínica odontológica para substituição de um elemento dentário perdido.

Para o sucesso dos tratamentos com implantes osseointegrados, diversos fatores são importantes, porém uma correta avaliação pré-operatória do local que irá receber o implante, é um passo de extrema importância no tratamento. A avaliação da região a receber o implante pode ser feita por inspeção visual, palpação e exames radiográficos específicos. A simples observação clínica e a palpação, apesar de serem procedimentos não invasivos, são inadequados para a avaliação do sítio do implante, uma vez que não é conhecida a espessura dos tecidos moles que recobrem as estruturas ósseas da maxila e mandíbula, além de não fornecerem informações sobre a altura óssea, qualidade do osso, localização de estruturas anatômicas nobres e defeitos ósseos que possam comprometer o procedimento cirúrgico e o futuro do implante. Para a avaliação da região do implante são solicitados exames radiográficos específicos que devem fornecer ao clínico: inclinação correta do processo alveolar e a relação espacial com as estruturas anatômicas, permitir a realização de medidas próximas das medidas reais, a avaliação da densidade óssea, permitir ao profissional a localização da imagem em relação às estruturas adjacentes, baixa dose de radiação e apresentar o menor custo possível ao paciente. Um objetivo importante na avaliação pré-operatória do local indicado para colocação de implante, é a determinação correta não só da altura óssea, mas também da espessura óssea disponível, sendo as técnicas tomográficas as mais indicadas para se obter essas informações, podendo ser tanto pelas técnicas tomográficas convencionais como as computadorizadas.

A Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial indica o uso da radiografia panorâmica para obtenção de imagens méso-distais da região, com a recomendação de que a avaliação pré-operatória inclua imagens seccionais das arcadas na

região de interesse, o que é obtido com técnicas tomográficas convencionais ou computadorizadas.

O termo tomografia linear é devido ao movimento simultâneo do tubo de raios x e o filme em direções opostas de forma linear, podendo ser no sentido vertical ou horizontal, baseados sempre em um ângulo que produzirá um plano de corte ou fulcro na região de interesse, onde as estruturas situadas neste fulcro terão suas imagens com maior nitidez enquanto as estruturas localizadas fora do plano de corte, irão projetar uma imagem “borrada”. O tipo mais simples de movimento tomográfico é o linear, existindo também movimentos mais complexos como circular, elíptico, espiral e hipocicloidal, que geram um borramento mais uniforme e uma melhora na qualidade da imagem, sendo estes aparelhos conhecidos como tomógrafos multidirecionais, devido a complexidade de seus movimentos.

A tomografia computadorizada possui um princípio de formação de imagem diferente das tomografias convencionais, uma vez que o tubo de raios x gira ao redor do paciente e as informações obtidas captadas por sensores. Estas informações são transferidas a um computador, e por meio de softwares reconstruídas de diversas formas, podendo gerar imagens de alta resolução com um milímetro de espessura e até mesmo imagens tridimensionais. Na Odontologia, a tomografia computadorizada foi implementada com o programa Dental que fornece imagens multiplanares da maxila e da mandíbula, assim como a qualidade óssea da região de interesse, vindo preencher uma lacuna deixada por outros tipos de exames. As imagens obtidas podem ser do tipo diretas dos arcos dentários, reformatadas multiplanares, sendo estas as mais utilizadas, ou tridimensionais.

Com o avanço da tecnologia, é cada vez maior o número de aparelhos panorâmicos com programas específicos para a realização de exames tomográficos dos arcos dentais, aumentando a disponibilidade deste tipo de exame no mercado com um baixo custo. Os tomógrafos computadorizados já utilizam softwares específicos (Denta Scan e Dental CT) para reconstrução de imagens oblíquo-sagittais dos arcos dentários fundamentais para um correto planejamento pré-operatório de implantes.

Com base nesses dados abordados, o objetivo deste trabalho foi realizar cortes tomográficos com cinco diferentes aparelhos de tomografia, em mandíbulas humanas

maceradas, e a partir das imagens obtidas, realizar mensurações lineares e quantificar a magnificação apresentada por cada aparelho, comparando com a mensuração real nas mandíbulas e assim, verificar a confiabilidade dessas medidas, realizadas em imagens produzido por estes tomógrafos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Planejamento radiográfico de implantes

Em 1991, Jeffcoat *et al.* revisaram radiografias convencionais e métodos não-radiográficos para determinação da área do implante. Os autores descreveram que a simples observação clínica e palpação são inadequadas, pois as espessuras de tecido mole da mandíbula e maxila não são conhecidas. Para pacientes edêntulos é utilizada a radiografia panorâmica, mas a imagem, devido a curvatura mandibular é ampliada e distorcida, além da radiografia panorâmica não fornecer a largura vestibulo-lingual da área do implante. Os autores mencionam, que para uma avaliação tridimensional total, a tomografia computadorizada deve ser utilizada, pois constrói um modelo tridimensional dos arcos dentários obtendo várias imagens de ângulos conhecidos e computando a terceira dimensão das várias imagens. O software para planejamento de implante gera uma visão tridimensional reconstruída dos arcos dentários de diversos ângulos incluindo oclusal, frontal e lateral, oferecendo excelente detalhe das impressões físicas dos arcos dentários.

Miles & Van Dis em 1993, realizaram uma revisão da literatura sobre os exames radiográficos mais apropriados à implantodontia para uma avaliação pré-operatória. Dentre os exames, destacou-se a radiografia periapical, oclusal e panorâmica que auxiliam na determinação da quantidade e qualidade óssea disponível além da localização de estruturas anatômicas. Segundo os autores, as radiografias periapicais são úteis na determinação da altura aproximada bem como da distância de estruturas anatômicas, já a radiografia oclusal ortogonal da mandíbula dá excelente informação sobre a largura vestibulo-lingual do osso, porém sua forma não é aparente nesta técnica, especialmente na região posterior. Para maxila, a radiografia oclusal tem sua imagem freqüentemente distorcida não sendo útil na determinação da largura do arco dentário. Os filmes intra-orais juntamente com a panorâmica podem revelar informações sobre a qualidade óssea, bem como a presença de anormalidades. Os autores relataram que a tomografia convencional produz imagens com pequena sobreposição de outras estruturas anatômicas adjacentes ao

local do corte e que o posicionamento deve ser feito com angulação exata do corte para cada região.

Lee & Morgano, em 1994, afirmaram que o sucesso da colocação de implantes depende principalmente do planejamento e da técnica cirúrgica utilizada, modelo da prótese, quantidade e qualidade de osso e da proximidade com estruturas nobres. Os autores afirmaram ainda, que a radiografia panorâmica e periapical individual fornecem uma visão geral dos arcos dentários, porém com restrições por só possuírem duas dimensões, não sendo adequadas para colocação de implantes, sendo a tomografia convencional a técnica de escolha mais freqüente para pacientes edêntulos parciais, que necessitam de um ou dois implantes.

Silverstein *et al.* em 1994, relataram que para um planejamento preciso e previsível para colocação de implantes, especialmente na maxila e região posterior da mandíbula, os profissionais devem solicitar mais informações para o diagnóstico do que as fornecidas pelas radiografias panorâmicas e periapicais. Estas técnicas fornecem apenas duas dimensões não fornecendo a informação da espessura óssea ou a localização de estruturas no sentido vestibulo-lingual. Para este fim, é necessário o uso de técnicas de imagens tomográficas podendo esta ser convencional ou computadorizada, permitindo precisamente mostrar o tamanho e localização vestibulo-lingual do canal mandibular e incisivo, seios maxilares, a forma e densidade das cristas e corticais ósseas. Os locais de interesse para colocação de implantes visualizados em imagens panorâmicas e tomografias devem ser referenciadas com marcas radiográficas e guias cirúrgicos, uma vez que elas permitem calcular a magnificação da imagem, e avaliar o local do implante. Desta forma, estas imagens podem ser traçadas e mensuradas obtendo-se precisão radiográfica essencial para o planejamento de implantes.

Em 1995, Frederiksen estudou o diagnóstico por imagem na avaliação pré-operatória de implantes, avaliando a importância de algumas técnicas radiográficas, relatando que as radiografias periapicais para uma avaliação inicial dos pacientes fornecem imagens com grandes detalhes, podendo-se avaliar a qualidade óssea, porém a falta de paralelismo durante a realização da técnica nas áreas edêntulas, podem alterar a dimensão vertical do osso. As radiografias oclusais são capazes de demonstrar todo o processo

alveolar dos arcos dentários, porém devido a sobreposição de estruturas da base da mandíbula, torna-se difícil obter informações a respeito das dimensões vestibulo-lingual ou horizontal do processo alveolar. As radiografias panorâmicas têm sido extensamente utilizadas, pois permitem a determinação da dimensão vertical dos maxilares, porém devido a incidência ínfero-superior do feixe de raios x, ocorre uma ampliação diferente da imagem da maxila e mandíbula. Frederiksen descreveu que a tomografia linear têm sido bastante utilizada em pacientes que receberão implantes unitários ou múltiplos de um mesmo arco dentário, pois produz imagens oblíquo-sagittais das arcadas com cortes tomográficos com poucos milímetros de espessura e uma pequena ampliação da imagem. As imagens tomográficas fornecem informações que as radiografias intra-orais e panorâmicas não fornecem como: altura, largura e inclinação do processo alveolar, qualidade óssea e relação espacial com as estruturas anatômicas adjacentes ao local do implante. A tomografia computadorizada utiliza softwares para reformatação de imagens obtidas a partir de cortes realizados no plano axial, gerando novas imagens em diferentes planos, sem sobreposição de estruturas, e produzindo imagens seccionais de todo arco dentário em um menor tempo quando comparado com a tomografia convencional.

Segundo Reiskin (1998) a escolha do método de imagem para avaliação óssea antes da instalação do implante deve ser realizada com cautela, pois esta decisão deve ser baseada no conhecimento de que o local proposto para este fim contenha tecido ósseo estruturalmente saudável que suporte o processo de osseointegração. Para isto é necessário conhecer as exatas dimensões do rebordo alveolar, as relações do osso e do futuro implante com os dentes adjacentes e antagonistas e a localização de estruturas anatômicas nobres em relação ao implante proposto.

Em 2000, Tyndall & Brooks descreveram os critérios de seleção para imagens utilizadas no planejamento de implantes preconizados pela Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (AAROM). Esta instituição assegurou que o sucesso de tratamentos com implantes é em parte, dependente da informação adequada sobre a estrutura óssea da região. Os autores afirmaram que a radiografia panorâmica, a radiografia cefalométrica e as radiografias intra-orais, quando utilizadas isoladamente, são inadequadas para avaliar a arquitetura óssea. Diante do exposto, a AAROM recomenda o uso da

radiografia panorâmica para obtenção de imagens méso-distais da região, podendo ser complementada com radiografias periapicais, quando a riqueza de detalhes é necessária, com a indicação de que a avaliação inclua imagens sagitais do local de interesse, o que é obtida com tomografia convencional ou computadorizada. Tyndall & Brooks defenderam a tomografia convencional sendo esta a mais indicada para esses planejamentos, uma vez que não exibe artefatos metálicos e que a tomografia computadorizada é a mais apropriada para pacientes que necessitam de um número superior a oito implantes, ou quando enxertos ou cirurgias para reconstrução são considerados.

2.2. Tomografia convencional

Petrikowski *et al.* em 1989, realizaram um estudo, onde foi utilizado uma mandíbula humana macerada totalmente edêntula, na qual foi posicionada uma placa de acrílico com esferas metálicas com 2,0 milímetros de diâmetro. Foram realizados cortes tomográficos nas regiões selecionadas com o aparelho Philips Polytome, e após a obtenção de todas as imagens tomográficas, mensurações da altura e espessura óssea foram realizadas e comparadas com as mesmas mensurações obtidas diretamente da peça. Os autores verificaram que as medidas da altura nas tomografias foram maiores do que as medidas reais, em média 0,49 milímetros e 0,35 milímetros respectivamente, e concluíram que o método radiográfico mostrou-se eficaz, pois ambas as médias apresentaram diferenças menores que 1,0 milímetro.

Kassebaum *et al.* em 1990, avaliaram em 20 pacientes a técnica tomográfica para imagens de áreas de implante, obtidas por meio de um tomógrafo linear equipado com um cefalostato ajustável e um sistema de luz por fibra ótica que indica a posição correta do corte. Os autores obtiveram em 16 casos uma imagem bem sucedida de acordo com critérios estabelecidos, e 4 casos não demonstraram uma crista alveolar bem definida ou boa localização do canal mandibular, concluindo que a tomografia fornece informações da característica da crista alveolar, visualização de estruturas anatômicas no sentido vestibulo-lingual e dimensão vertical.

Em 1992, Poon *et al.* apresentaram uma técnica tomográfica alternativa simples, precisa e confortável aos pacientes, desenvolvida em um estudo pré-clínico usando maxilas e mandíbulas de cadáveres humanos e utilizando o tomógrafo Quint Sectograph. O método foi elaborado para realizar medidas angulares de modelos dentários, permitindo o posicionamento do alvéolo do paciente correspondente ao local do implante, em um plano paralelo ao corte tomográfico antes de se realizar a tomografia da região do implante. Esta técnica foi utilizada em 10 pacientes para exame de 4 maxilas e 6 mandíbulas, para um total de 25 locais de implante. Em cada imagem tomográfica obtida, foi avaliada a morfologia óssea bem como mensuradas as dimensões da largura e altura óssea. As cirurgias dos implantes foram realizadas com sucesso baseadas nas imagens, confirmando que as mensurações realizadas nas imagens obtidas por esta técnica foram precisas.

Em 1993, Kassebaum & Mc Dowell, relataram que desde o início de 1920, quando Bocage descreveu os princípios da secção radiográfica do corpo. Muitos termos como secção radiográfica do corpo, estratigrafia, radiografia multiseccional, laminografia, tomografia e planigrafia foram utilizados até 1962, quando a Comissão Internacional de Unidades e Medidas instituiu o termo tomografia. A técnica da tomografia convencional contém componentes comuns como o tubo de raios x, filme e uma barra de conexão, que se move ao redor de um fulcro fixo. O tipo de movimento do tubo determina se a técnica é dita linear ou multidirecional. Durante a tomografia linear, o tubo de raios x se move em uma direção enquanto que o filme se move em direção oposta, ficando o fulcro fixo no sistema e determinando uma camada de imagem onde as estruturas posicionadas nesta camada terão suas imagens mais nítidas. A técnica tomográfica multidirecional utiliza movimentos circulares, elípticos, em forma de oito, hipocicloidal ou tri-espiral do movimento do tubo, pois quanto mais complexo for movimento do tubo de raios x, mais uniforme ocorrerá o borramento da imagem gerando uma secção da imagem mais consistente.

Weingart & Düker, em 1993, relataram a dificuldade de posicionamento do paciente para realização de cortes seccionais em tomografia convencional, exatamente perpendicular ao longo eixo do arco dos pacientes. Visando solucionar este problema, os autores confeccionaram guias radiográficos em acrílico sobre modelos de gesso dos pacientes e

dentro destes guias foram introduzidos pinos metálicos com 3,0 milímetros de comprimento. Hastes plásticas com a função de ajudar na perpendicularidade dos arcos dentários foram colocadas na região vestibular do guia em cada local que realizou o corte tomográfico. Foram realizadas radiografias panorâmicas e em seguida tomografias convencionais espiral, e a partir das imagens obtidas, foram medidas a altura e largura óssea, onde se confirmou as corretas mensurações para o fator de magnificação da tomografia.

Lee & Morgano, em 1994, afirmaram que as vantagens da tomografia convencional são seu baixo custo, fácil acesso e baixo nível de radiação, contudo a orientação do arco dentário é algumas vezes difícil e impreciso, e a imagem pode ser distorcida caso ela não seja paralela ao plano de corte. Os autores sugerem a confecção de um guia radiográfico cilíndrico ao invés de esférico, pois uma secção correta do cilindro terá um formato retangular o que confirma que a imagem é da região desejada, o que no caso da esfera, a secção será redonda dificultando saber se a imagem tomográfica está no local correto proposto.

Ismail *et al.* em 1995, desenvolveram um protocolo para rotina de diagnóstico da avaliação de locais de implantes osseointegrados baseado na avaliação das arcadas, modelos em gesso e avaliação radiográfica. Segundo o protocolo, para produzir a imagem tomográfica real, o paciente deverá estar usando os guias radiográficos, devendo-se orientar cada local de implante perpendicular ao filme. Em seguida deve-se ajustar a camada de corte tomográfico por meio de marcas vestibulo-linguais dos locais dos implantes, e obter as imagens com um feixe colimado, sendo o equipamento utilizado para este trabalho o tomógrafo linear Quint Sectograph. Os autores descreveram a importância da determinação da magnificação da imagem sugerindo a seguinte fórmula para se determiná-la:

$$\text{Fator de magnificação} = \frac{\text{Distância } F - f}{\text{Distância } F - O}$$

Onde $F-f$ é a distância do ponto focal ao filme, e $F-O$ a distância do ponto focal ao objeto no local a ser radiografado. Com o fator de magnificação, determinam-se precisamente mensurações ou quantidade de osso na altura e largura disponíveis em uma região específica para colocação do implante.

Butterfield *et al.* em 1997, avaliaram a precisão e a validade da tomografia linear. Foram utilizadas cinco mandíbulas humanas completamente edêntulas, e uma área única próxima à região do 2º molar foi escolhida para análise tomográfica, sendo sua localização demarcada. As tomografias lineares destas regiões foram realizadas com o aparelho Quint Sectograph Linear Tomography Unit. As olivas do cefalostato foram removidas permitindo o contato direto com as cabeças da mandíbula, e toda mandíbula foi colocada em um recipiente plástico com água para simular a presença de tecido mole. O cefalostato foi rotacionado de modo que o plano de secção estivesse perfeitamente alinhado com as luzes de fibra óptica. As imagens obtidas foram avaliadas por 6 profissionais, sendo estes instruídos a traçar a cortical do canal mandibular e a cortical óssea externa nas imagens radiográficas. As imagens foram corrigidas pelo fator de magnificação, analisadas pelo software Image Pro Plus e comparadas com as dimensões reais. Butterfield *et al.* observaram que os dados dos avaliadores comparados com o valor correspondente real da mandíbula, resultaram em diferenças estatisticamente significativas. Os observadores tenderam a superestimar a distância da parte superior do canal mandibular à crista alveolar, além de tenderem a subestimar a distância da parte inferior do canal mandibular à base da mandíbula.

Potter *et al.* em 1997, compararam a capacidade de dois tomógrafos em realizar cortes transversais com precisão quanto à dimensão vertical na região posterior de três mandíbulas edêntulas. Foram selecionadas três regiões entre os forames mentuais e ramos mandibulares, sendo estas demarcadas com fio ortodôntico. Os aparelhos utilizados foram os tomógrafos Orthopantomograph OP100 e Planmeca 2002 CC e seguindo seus protocolos, foram realizadas as imagens tomográficas das devidas regiões. Em cada imagem, foram realizadas três mensurações verticais em cada região, corrigindo-se com o fator de magnificação fornecido pelo fabricante e comparada com as dimensões reais de cada região nas mandíbulas. Potter *et al.* observaram não haver diferenças significativas entre os sistemas tomográficos e o real para medida da crista óssea ao canal mandibular, porém diferenças foram observadas nas medias da altura total da mandíbula e espessura da cortical óssea basal quando comparada às medidas das peças anatômicas, relatando que

ambos os aparelhos podem ser utilizados para mensurações verticais da região posterior da mandíbula para colocação de implantes.

Montebelo Filho em 2000, avaliou a precisão das dimensões de estruturas anatômicas em comparação com as dimensões de imagens obtidas de cinco crânios macerados edêntulos, utilizando técnicas intra e extrabucais, tomografia convencional e computadorizada, em regiões passíveis de colocação de implantes. As técnicas utilizadas foram radiografias periapicais pelas técnicas do paralelismo e bissetriz, radiografia cefalométrica oblíqua, radiografias panorâmicas, tomografias convencionais sendo utilizado o aparelho de tomografia linear Quint Sectograph Linear Tomography Unit e o Orthopantomograph OP 100, além da tomografia computadorizada de alta resolução com o software Denta Scan. O autor observou uma grande variação nas alturas e larguras, sendo que a mesma região não apresentou a mesma proporção de ampliação, em comparação com as dimensões reais nas técnicas estudadas, observando ainda que as técnicas que apresentam imagens que mais se aproximam das dimensões reais são: tomografia computadorizada, tomografia linear, cefalométrica oblíqua, periapical pela técnica do paralelismo seguido pela técnica da bissetriz, radiografias panorâmicas e finalizando a tomografia linear do aparelho Orthopantomograph OP100.

Bou Serhal *et al.* em 2000, avaliaram a precisão da técnica tomográfica espiral para determinação da quantidade óssea no planejamento de implantes. Neste estudo foram utilizados seis crânios edêntulos, e selecionadas três regiões na porção posterior da maxila, identificadas com marcas de guta-percha por vestibular. Cortes tomográficos foram realizados com o aparelho Cranex TOME (Orion Corporation Soredex), e após a obtenção das imagens, foi traçado o contorno da crista óssea e do seio maxilar, e então mensurados a altura da crista óssea e espessura na metade da distância da referida altura e posteriormente comparadas com as dimensões reais. Os autores encontraram um fator de magnificação médio de 1,49 com desvio padrão de 0,05, não diferindo estatisticamente do real, com isso concluíram que a avaliação pré-operatória de implantes foi bastante precisa nas mensurações com o Cranex TOME.

Ainda em 2000, Carneiro Júnior realizou cortes tomográficos em sete crânios macerados, os quais foram posicionadas esferas metálicas nas regiões de incisivos, caninos,

pré-molares e molares superior e inferiores. Foram utilizados três aparelhos tomográficos convencionais, o Quint Sectograph Linear Tomography, Ortopantomograph OP 100 e o Planmeca PM 2002 CC Proline. Após a obtenção e seleção das imagens tomográficas, as peças anatômicas foram seccionadas nas regiões previamente selecionadas e os segmentos obtidos radiografados. Posteriormente foram realizadas todas as mensurações nos tomogramas e nas radiografias das peças seccionadas e seus valores comparados. O autor concluiu que quando comparado às medidas dos tomogramas corrigidas pelo fator de magnificação do guia radiográfico com as dimensões tidas como as reais dos crânios, os valores dos três aparelhos apresentaram médias aproximadas aos valores reais.

Faria em 2000, avaliou a localização do canal mandibular em imagens obtidas de mandíbulas por meio de exames tomográficos, utilizando onze mandíbulas humanas maceradas com a região posterior edêntula. Foi selecionada a uma distância de 3,5 centímetros posterior ao forame mental, bilateralmente, a área para análise, onde foram colocadas esferas radiopacas com 3,0 milímetros de diâmetro como guias radiográficos para os cortes tomográficos. Os exames tomográficos foram realizados nos aparelhos Orthophos CD Plus (Siemens), Quint Sectograph Linear Tomography (Denar) e o Somatom HiQ-S (Siemens) com o programa CT Dental. Depois de obtidas as imagens, foram traçadas os desenhos dos contornos, referentes às extremidades das corticais ósseas e posteriormente as medições lineares das regiões e comparadas com os valores reais. O autor não encontrou diferença estatisticamente significativa entre as medidas verticais e horizontais na técnica tomográfica linear em relação a anatomia óssea, na tomografia computadorizada encontrou diferenças estatisticamente significativas nas dimensões verticais, e na técnica multidirecional com o Orthophos CD Plus, apresentou maior discrepância dimensional com diferenças estatísticas significativas em todas as medidas.

Em 2001, Bou Serhal *et al.* avaliaram na região posterior da mandíbula em seis cadáveres humanos a precisão da tomografia convencional espiral (Cranex TOME) na avaliação do canal mandibular e mensurações da altura e largura óssea. Foram realizados três orifícios perpendiculares à borda inferior da mandíbula e preenchidos com guta-percha. Em seguida radiografias panorâmicas e os cortes tomográficos multidirecionais foram obtidos, e mensuração das três diferentes regiões. Os autores observaram superestimação na

distância do canal mandibular variando de 1,05 a 0,10 milímetros e subestimação de 0,30 a 1,36 milímetros; para altura óssea observaram os mesmos valores de superestimação e subestimação das medidas, para largura óssea os valores de superestimação variaram de 1,40 a 0,12 milímetros e subestimação de 0,25 a 1,35 milímetros. Os autores concluíram que a tomografia convencional espiral com o Cranex TOME é uma técnica de imagem suficientemente segura para localização do canal mandibular.

Liang *et al.* em 2001, compararam a habilidade de produzir imagens seccionais de locais de implante, nos aparelhos CommCAT, Orthopantomograph OP100, Orthophos Plus, TACT (tuned-aperture computed tomography) e IR-TACT (iteratively reconstructed TACT). Três mandíbulas humanas maceradas parcialmente edêntulas foram utilizadas, sendo cada local identificado por meio de uma esfera metálica, onde cada região selecionada foi devidamente radiografada em cada uma das cinco técnicas tomográficas. As imagens foram avaliadas por dois radiologistas realizando mensurações do comprimento máximo e largura, sendo estes valores comparados com as medidas obtidas diretamente das regiões selecionadas nas mandíbulas. Liang *et al.* observaram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,015$) para medida da altura óssea entre as cinco técnicas, porém para as medidas da largura óssea, não houve diferenças significativas ($p=0,1017$), sendo que o CommCAT obteve o melhor desempenho seguido do Orthopantomograph OP100, TACT, IR-TACT e o Orthophos Plus com o pior desempenho, tanto para altura quanto para largura.

Ainda em 2001, Schropp *et al.* verificaram a eficácia da tomografia convencional como acessório à radiografia panorâmica e periapical na previsão da largura e comprimento apropriado de um implante unitário. Foram avaliados 46 pacientes, os quais uma semana antes foram realizadas radiografias periapicais, panorâmica e imagens tomográficas seccionais dos arcos dentários realizadas no aparelho Scanora X-ray unit. Uma esfera metálica foi utilizada e fixada com cera a fim de se localizar a região de interesse para colocação do implante. Depois de calculada a magnificação das imagens panorâmicas e tomográficas, os implantes foram selecionados com as melhores dimensões para cada região e posicionados cirurgicamente. Os autores observaram que em 70% dos casos as dimensões dos implantes foram alteradas após a avaliação da imagem tomográfica pelo

profissional, e que em 87% dos casos, a dimensão do implante sugerida foi mantida durante a cirurgia, sendo que em 90% dos casos da maxila não houve mudanças e apenas 67% na mandíbula. Os autores concluíram que o uso de tomografia aumenta a eficácia das radiografias periapicais e panorâmica, a respeito da avaliação do tamanho apropriado do implante.

Dixon *et al.* em 2002, descreveram a técnica para determinação do diâmetro e comprimento do implante por meio da medida óssea radiográfica, ajustando a distorção das imagens tomográficas obtidas por meio de uma tomógrafo convencional espiral. Para isto os autores utilizaram a seguinte fórmula:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{x}$$

Onde (a) é a medida do guia na imagem radiográfica, (b) é a medida real do guia utilizado, (c) é a media óssea na imagem radiográfica e (x) é a dimensão óssea real. Os autores consideram o uso da tomografia espiral um meio auxiliar valioso na fase de planejamento de implantes osseointegrados.

Bou Serhal *et al.* em 2002, avaliaram a precisão da radiografia panorâmica, tomografia convencional espiral e computadorizada para localização do forame mental. Foram realizados exames de radiografia panorâmica e tomografia convencional espiral em 18 pacientes com o aparelho Cranex TOME (Orion Corporation Soredex), e exame de tomografia computadorizada com o aparelho Somatom Plus S com o software para reconstrução Dental CT. Foi medida a distância da parte superior do rebordo alveolar a borda superior do forame mental nas imagens tomográficas e panorâmica, e estes valores comparados com as mesmas medidas realizadas durante o procedimento cirúrgico. Os autores encontraram diferenças estatisticamente significativas entre as medias realizadas na panorâmica e *in vivo*, porém as medidas realizadas nos exames tomográficos não apresentaram diferenças com as medidas *in vivo*, sendo recomendado o uso de imagens transversais no planejamento pré-operatório de implantes.

Valentini *et al.* em 2003, compararam a medida da largura óssea de rebordos ósseos obtidos por meio de tomografia convencional espiral com a medida da espessura realizada durante a cirurgia para colocação do implante. Para esta pesquisa foram utilizadas 37

regiões de 19 pacientes, onde em cada região selecionada foi posicionado um guia radiográfico-cirúrgico. Exames tomográficos foram realizados com o equipamento Scanora (Orion Corporation Soredex), e posteriormente realizadas um total de 222 medidas. Mensurações repetidas foram realizadas em 3 níveis da crista alveolar, na porção coronal, média e nível apical dos locais de implante, e medidas similares foram realizadas durante a cirurgia. Valentini *et al.* observaram que quando todos os três locais foram medidos, as imagens tomográficas foram significativamente maiores ($p=0,028$) do que as da cirurgia. Quando a análise foi dividida entre as medidas coronais, médias e apicais, observaram diferenças estatísticas apenas para região apical ($p=0,009$), com diferença média de 1,09 milímetros, porém esta diferença estatística pode não ser clinicamente relevante, demonstrando que a tomografia convencional é uma evidência adicional na avaliação pré-cirúrgica de locais para colocação de implantes.

Em 2003, Rockenbach *et al.* avaliaram a confiabilidade de medidas lineares na região posterior de hemi-mandíbulas em imagens panorâmicas e tomografias lineares, comparando com os valores obtidos diretamente nas peças. Os autores utilizaram 20 hemi-mandíbulas edêntulas, sendo selecionada uma região a 1,5 centímetros distal ao forame mental. Foi utilizado o aparelho Vera View Scope X-600 (Morita), onde inicialmente uma radiografia panorâmica foi obtida e por meio da escala presente na radiografia, foi selecionada a área para tomografia linear sendo esta realizada em seguida. Por meio de um paquímetro digital, quatro mensurações foram realizadas. Os autores encontraram diferenças significativas para medidas verticais entre as imagens da tomografia linear e da peça anatômica, apresentando tendência de superestimação das medidas obtidas das peças anatômicas. Para o diâmetro do canal, a radiografia panorâmica superestimou as medidas das peças anatômicas, e nenhuma diferença foi encontrada em nenhuma das técnicas. Os autores concluíram que ambas as técnicas são seguras para mensurações verticais lineares selecionadas, porém recomenda-se utilizar 2,0 milímetros de área de segurança na avaliação de implantes.

Frei *et al.* em 2004, avaliaram a influência de imagens seccionais no planejamento e tratamento de implantes na região posterior da mandíbula. Foram avaliados 50 pacientes com necessidade de implantes na região posterior da mandíbula, sendo estes submetidos a

realização de radiografias panorâmicas e exame de tomografia convencional espiral com o aparelho Cranex TOME, utilizando guias radiográficos nas regiões selecionadas, o que permitiu o cálculo da magnificação das imagens. Mensurações da altura óssea foram realizadas nas radiografias panorâmicas e nas imagens tomográficas corrigindo-se a magnificação das imagens, 1:1,27 para radiografia panorâmica e 1:1,52 para tomografia. As medidas realizadas nas radiografias panorâmicas e tomografias foram comparadas com as informações obtidas durante as cirurgias. Os autores encontraram concordância no plano de tratamento antes e após a avaliação com a tomografia em 96,1% dos casos, porém durante a cirurgia, em 16,9% dos implantes foi necessária alteração do diâmetro, sendo que em nenhum dos casos o comprimento foi alterado.

Jacobs em 2004 descreveu que para a visualização do canal mandibular as técnicas radiográficas seccionadas fornecem as melhores informações. O autor menciona ainda que quando comparada à tomografia computadorizada com a tomografia convencional (hipocicloidial ou espiral) para mensuração de distâncias ao canal, os exames de tomografia computadorizada não são os mais precisos, uma vez que os exames tomográficos convencionais espirais fornecem uma imagem melhor, devendo desta forma ser indicado como exame de escolha para avaliação pré-operatória de implantes, pois fornecem imagens seguras e precisas para visualização dos contornos ósseos e do canal mandibular no aspecto vestibulo-lingual.

2.3. Tomografia computadorizada

Anderson & Svart, em 1988, descreveram a possibilidade do uso da tomografia computadorizada no planejamento pré-operatório de implantes osseointegrados destacando as vantagens que este método apresenta sobre a tomografia convencional. Para os autores, as funções contidas no programa do tomógrafo Siemens Somatom DR-2, como mensurações, reformatações e ampliações, facilitaram a definição da morfologia dos arcos dentários, bem como as dimensões do remanescente ósseo. As imagens reformatadas panorâmicas e ortogonais, quando avaliadas conjuntamente, determinaram a exata posição e comprimento do implante a ser utilizado. A tomografia computadorizada representou

uma economia no tempo de planejamento de um implante, não existindo a necessidade de complementação do exame com radiografias convencionais.

Em 1990, Quirynen *et al.*, examinaram a confiabilidade de três técnicas de tomografia computadorizada: imagens diretas (coronais e sagitais), reconstrução padrão (baseada em cortes axiais), e reconstrução multiplanar (também baseada em cortes axiais). As três técnicas foram utilizadas para avaliar a altura óssea, largura e comprimento máximo do implante em seis arcadas humanas. Posteriormente os arcos dentários foram seccionados nos espaços interdentais e mensurados os valores reais para comparação com as imagens tomográficas. Os autores observaram uma superestimação na técnica coronal e sagital diretas, especialmente na região de caninos e pré-molares, com média de desvio absoluto de 1,4 milímetros. A reconstrução padrão foi a que mostrou maior confiabilidade nas imagens seccionais, com média de desvio absoluto de 0,5 milímetro. A reconstrução multiplanar mostrou freqüente subestimação com média de desvio absoluto de 2,3 milímetros. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada por reconstrução padrão é o método de escolha para exame radiográfico pré-operatório para implantodontia.

Shimura *et al.* em 1990, analisaram a forma padrão da maxila e mandíbula, no planejamento para implantes dentais em tomografia computadorizada com o programa de reformatação multiplanar (CT/MPR), sendo utilizado o tomógrafo G.E. 98000 com o software Denta Scan, e uma amostra de pacientes totalmente edêntulos. Os rebordos alveolares foram posicionados perpendiculares à mesa de trabalho do aparelho e obtido os corte axiais, e posterior reformatação das imagens panorâmicas e seccionais do rebordo alveolar pelo software Denta Scan. As imagens seccionais obtidas pelo CT/MPR foram numeradas, e a altura e largura da maxila e mandíbula de cada uma destas imagens também numeradas. Essa técnica denominada de análise da configuração padrão da maxila/mandíbula (MPSA) cria um perfil da configuração da maxila e/ou mandíbula e realça o planejamento para colocação de implantes. Os autores concluíram que com a utilização da reformatação CT/MPR ocorreu uma diminuição no risco de lesões traumáticas nas estruturas anatômicas nobres durante as cirurgias de implantes osseointegráveis.

Tal & Moses em 1991, compararam a fidelidade das medidas do rebordo alveolar à cortical superior do canal mandibular, no sentido vertical em exames

radiográficos panorâmicos e de tomografia computadorizada. No estudo, foram examinados 17 pacientes que necessitavam de cirurgia para implantes na região de segundo pré-molar e primeiro molar inferior, onde foram posicionadas esferas metálicas sobre a crista alveolar das regiões. As radiografias panorâmicas foram realizadas com as esferas posicionadas na cavidade bucal e as medidas no sentido vertical foram realizadas baseadas na distorção das esferas metálicas. Para o exame de tomografia computadorizada foi utilizado o aparelho Elite 2400 scanner. As medidas foram executadas no sentido vertical, nas condições ideais de interpretação e com auxílio de um paquímetro sendo repetidas dez vezes em diferentes dias. Os autores concluíram que não há diferença estatisticamente significativa entre a tomografia computadorizada e a radiografia panorâmica.

Em 1993, Weinberg descreveu a seqüência de procedimentos para obtenção de imagens reformatadas em tomografia computadorizada e seu uso como base de dados para orientação de implantes no que diz respeito ao melhor local, angulação, comprimento, inserção cirúrgica e orientação topográfica do osso residual. Apesar do software manter as imagens no seu tamanho real, é recomendado o uso de paquímetro nas imagens reformatadas comparando estas medidas à dimensão real da escala encontrada do lado direito da imagem.

Sonick *et al.* em 1994, realizaram uma comparação entre a radiografia periapical pela técnica do paralelismo, radiografia panorâmica e tomografia computadorizada em medidas na região posterior de mandíbulas. Para isto foi confeccionada uma placa de acrílico sobre a mandíbula com um retângulo de guta-percha em sua superfície, e realizadas medidas diretamente na mandíbula e comparadas com as medidas das imagens radiográficas e tomográficas. Os autores verificaram que a tomografia computadorizada apresentou exatidão superior em relação às radiografias periapical e panorâmica, demonstrando uma precisão de 0,5 milímetro quando comparado as mensurações diretas na mandíbula.

Abrahams & Kalyanpur em 1995, descreveram que as imagens de tomografia computadorizada reformatadas utilizando o programa Dental CT têm suprido a necessidade de técnicas de imagem que fornecessem informações pré-operatórias, pois produzem múltiplas imagens axiais, panorâmica, e projeções seccionais, permitindo

informações anatômicas precisas e quantitativas, bem como espessura, altura, contorno da crista alveolar, e localização do canal mandibular e seio maxilar em relação à margem alveolar. Determinando um protocolo de medições da espessura e largura da crista óssea na mandíbula e maxila em relação a certas marcas anatômicas, baseado na presença da escala lateral presente nas imagens de tomografia computadorizada, onde se realizaram as medidas ósseas com o auxílio de um paquímetro e transfere-se esta medida para escala milimetrada, uma vez que qualquer ampliação ou redução da imagem também modificará proporcionalmente a escala, não afetando as mensurações.

Em 1997, Coelho *et al.* compararam a radiografia periapical, panorâmica e tomografia computadorizada para mensurações ósseas na mandíbula. Foram utilizadas seis mandíbulas edêntulas entre a região do forame mental e forames mandibulares, onde foram fixadas duas esferas de guta-percha, uma sobre a crista óssea e outra sobre a cortical basal, além de ser introduzido um fio ortodôntico de 0,7 milímetros no interior do canal mandibular com o objetivo de evidenciar o mesmo e facilitar as mensurações. Foram realizadas radiografias periapicais pela técnica do paralelismo, radiografia panorâmica e tomografia computadorizada com o software Denta Scan, sendo realizadas mensurações entre as esferas e o fio ortodôntico e comparadas com as dimensões reais. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada pode ser aceita sem restrições, a radiografia periapical pela técnica do paralelismo com o mínimo de distorção podem ser aceitas com pequena margem de segurança e a radiografia panorâmica deve ser levada em consideração uma margem de erro de 24%.

Cavalcanti *et al.* em 1998, avaliaram a precisão de imagens reformatadas bidimensionais de exames de tomografia computadorizada espiral, utilizando uma área relacionada ao forame mental. No estudo foram utilizadas oito cabeças de cadáveres submetidas a exames de tomografia computadorizada espiral, sendo escaneadas superiormente da região do vértex se estendendo inferiormente abaixo da mandíbula. As imagens axiais foram obtidas e transferidas para uma central de computador equipada com software ToothPix, responsável por gerar as imagens reformatadas volumétricas bidimensionais. Nas imagens ortorradiais foram realizadas medidas lineares por meio de um paquímetro, por dois radiologistas independentemente, da borda superior do forame

mental à crista do processo alveolar, e da borda inferior do forame mental, bilateralmente. Os tecidos moles foram removidos subsequentemente, e as mesmas medidas foram repetidas usando digitalizador 3 Space. Cavalcanti *et al.* não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre as medidas, para diferenças entre a crista alveolar e borda superior do forame mental e para borda inferior do forame mental a base da mandíbula, e concluíram que as imagens ortorradiais permitem mensurações de alta precisão para implantes dentários colocados próximo ao forame mental.

Yang *et al.* em 1999, compararam a precisão das medidas em reconstruções bidimensionais e tridimensionais em exames de tomografia computadorizada espiral para localização do canal mandibular. Foram utilizadas quatro mandíbulas humanas desdentadas intactas sendo cada uma posicionada no tomógrafo e obtidas as imagens dos cortes axiais. Por meio do software ToothPix, imagens reformatadas ortorradiais e tridimensionais volumétricas foram geradas. Os canais mandibulares foram avaliados em um ponto a 10 milímetros posterior a borda posterior do forame mental. Medidas lineares da altura óssea foram realizadas nas imagens tridimensionais e ortorradiais, independentemente por dois radiologistas em sessões alternadas, usando as medidas em computação gráfica e paquímetro respectivamente, e comparadas com o real obtidas por meio de um paquímetro. Yang *et al.* puderam realizar medidas precisas nas imagens ortorradiais, encontrando uma diferença média significativa de 1,20 milímetros entre imagens ortorradiais e as medidas físicas, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre medidas tridimensionais e as feitas diretamente nas mandíbulas.

Jacobs *et al.* em 1999, avaliaram a confiabilidade de imagens reformatadas oblíquo-sagitais e panorâmicas em exames de tomografia computadorizada para o planejamento pré-operatório de implantes. Foram avaliados 100 pacientes, sendo 70 para colocação de implantes na maxila e 30 na região posterior da mandíbula. O tomógrafo computadorizado utilizado foi o Somatom Plus S com o software Dental CT. As imagens reformatadas foram analisadas quanto a avaliação quantitativa da altura e espessura dos sítios implantares por meio de um paquímetro digital. Dos 416 implantes planejados, somente 395 puderam ser colocados, observando-se uma grande concordância entre os dados pré-operatórios e intra-operatórios, porém em 110 dos 395 casos o implante foi menor, e em 74 casos os implantes

colocados foram maiores do que o planejado, havendo diferenças significantes entre a altura óssea disponível e o comprimento do implante na cirurgia. Os autores concluíram que a reformatação é confiável para avaliação pré-operatória do número e locais para os implantes, porém com baixa previsibilidade para o tamanho dos implantes necessários.

Em 1999, Batista *et al.* relataram que a tomografia computadorizada combina os conceitos radiográficos de finas camadas com as imagens computadorizadas, permitindo a identificação de estruturas anatômicas internas com total fidelidade dimensional e sem sobreposição de imagens. Os autores descreveram que o valor de qualquer imagem depende de vários fatores, incluindo a quantidade e qualidade de tecido ósseo, o grau de definição e de distorção, a sobreposição de imagens de outras estruturas anatômicas e a quantidade de exposição à radiação a que o paciente é submetido. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada é um exame radiográfico complementar de grande utilidade em planejamento de implantes, devido a sua precisão em áreas onde a radiografia convencional não forneça uma certeza dimensional, as doses de radiação as quais os pacientes são submetidos podem ser maiores quando solicitados exames radiográficos convencionais.

Em 2000, Guedes *et al.* apresentaram imagens de tomografia computadorizada de alta resolução com o programa Dental CT, viabilizando sua aplicação na implantodontia e outras especialidades. Foi realizado exame em um paciente com o tomógrafo Siemens Somatom HiQ com o software Dental CT. Seguindo os protocolos para obtenção de exame, foram realizados cortes axiais com posterior reconstrução multiplanar para-coronal e oblíquo-sagital. Foram mensuradas a altura e espessura do rebordo alveolar, obtendo-se ainda a qualidade óssea em Unidade Housfield e sua classificação de acordo com o Índice de Misch. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada com o software Dental é a modalidade mais precisa para se avaliar o planejamento de implantes, e os exames realizados com o software Dental CT têm a capacidade de determinar a quantidade e a qualidade óssea das regiões de interesse, o que não ocorre com os exames convencionais.

Kraut em 2001 preconizou que após o exame clínico do paciente, deve-se realizar uma avaliação radiográfica utilizando-se radiografias periapicais, oclusais e panorâmica, bem como a tomografia computadorizada, sendo esta escolha baseada nas considerações

anatômicas para área do implante. Para a avaliação de um paciente para implante, o autor realiza uma radiografia panorâmica do paciente fazendo uso de um guia radiográfico com cera e uma esfera metálica de dimensão conhecida diretamente sobre a mucosa, permitindo desta forma, calcular o grau de distorção e determinar precisamente a altura óssea. Com a tomografia computadorizada podem-se observar sutis variações nas densidades dos tecidos, baseando-se na Unidade Hounsfield, que não são diferenciados pelos métodos convencionais, além de mostrar a secção transversal tanto da maxila como da mandíbula.

Cavalcanti *et al.* em 2002, determinaram a precisão e exatidão da interpretação de imagens do volume tridimensional de uma tomografia computadorizada espiral, baseado em medidas lineares na região do forame mental, *in vitro* e sua precisão *in vivo*. Foram obtidas imagens axiais da cabeça de cinco cadáveres com a tomografia computadorizada espiral. Os dados obtidos do tomógrafo foram analisados com o software para interpretação do volume tridimensional, e realizadas medições eletrônicas lineares da borda superior do forame mental a crista óssea alveolar. As mesmas medidas lineares foram realizadas em quinze pacientes utilizando a mesma metodologia. Cavalcanti *et al.* não verificaram diferenças nas medidas *in vitro* inter ou intra-observadores, encontrando uma diferença média para as medidas de 0,10 milímetros, além de não haver diferenças estatisticamente significativas para as medida *in vivo* inter ou intra-observadores, apresentando uma diferença média de 0,38 e 0,21 milímetros respectivamente. Os autores concluíram que as imagens tridimensionais da tomografia computadorizada permitiram alta exatidão nas medidas para colocação de implantes próximo ao forame mental.

Dantas em 2002 avaliou a influência do posicionamento mandibular, durante a aquisição de cortes axiais de tomografia computadorizada para o planejamento de implantes. Foram utilizadas dez mandíbulas edêntulas, e as regiões selecionadas a serem radiografadas, perpendiculares à base da mandíbula, e onde os guias radiográficos foram posicionados. Imagens axiais de alta resolução foram obtidas com as bases das mandíbulas perpendiculares ao solo, e com inclinações de 19° superior e 19° inferior. Após a obtenção das imagens o programa Denta Scan realizou reconstruções panorâmicas, ortorradiais e tridimensionais. Os valores percentuais de todas as diferenças encontradas foram menores que 10% do valor encontrado para as mesmas medidas na posição normal, concluindo que,

ao adotar uma margem de segurança de 10%, para as medidas realizadas essas diferenças não influenciam substancialmente no planejamento de implantes, e que incorreções no posicionamento menores que 19° não produzem discrepâncias expressivas nos valores das medidas de altura e espessura óssea.

Ylikontiola *et al.* em 2002, compararam a radiografia panorâmica, tomografia convencional espiral e tomografia computadorizada, na habilidade de avaliar a localização vestibulo-lingual do canal mandibular nas áreas onde será feita osteotomia. Foram avaliados 20 pacientes que realizaram exame de tomografia computadorizada na proporção de 1:1, e utilizando o software Denta Scan para reconstrução das imagens seccionais da região de interesse. Foram ainda realizados exames de tomografia convencional espiral com o aparelho Scanora e radiografias panorâmicas. A tomografia computadorizada demonstrou melhor visualização do canal mandibular do que a imagem tomográfica do Scanora, e que a localização do canal mandibular não pode ser previsto em radiografias panorâmicas. Concluíram que é recomendável a utilização da tomografia computadorizada pré-operatória, sendo esta a técnica mais precisa para visualização do canal mandibular.

Iplikçioğlu *et al.* em 2002, descreveram que apesar das técnicas radiográficas convencionais possuem problemas inerentes que restringem uma imagem com precisão, a maior desvantagem das radiografias panorâmicas e radiografias periapicais é a imagem bidimensional fornecida por elas. A tomografia computadorizada fornece imagens radiográficas seccionais que facilitam a correta avaliação do potencial do local para instalação do implante, pois a proposta básica das imagens de tomografia computadorizada é a determinação da qualidade e quantidade óssea, e avaliação do potencial do local para o implante por meio de guias radiográficos.

Naitoh *et al.* em 2004, avaliaram a precisão de medidas em imagens reconstruídas duplo-obliquas utilizando três mandíbulas humanas macerada, tendo como padrão ouro as mensurações em imagens obtidas com micro-CT. Estas mandíbulas foram posicionadas em placas de acrílico e pinos de alumínio foram posicionados sobre o rebordo nas regiões posteriores das mandíbulas. As imagens axiais foram obtidas com o tomógrafo espiral GE HiSpeed NX/i Pro em diferentes momentos, onde em cada um houve uma inclinação do plano axial das mandíbulas de 0° a 20° em intervalos de 5°, sendo posteriormente as

imagens reconstruídas nas regiões das marcas de alumínio com o programa duplo-obliquo. As imagens do padrão ouro foram obtidas perpendiculares às marcas de alumínio com o tomógrafo SMX-130CT. Mensurações da altura óssea foram realizadas nas mandíbulas utilizando o programa duplo-obliquo e os valores comparados com as mensurações obtidas com a micro-CT. Os autores verificaram que a média da diferença entre as técnicas foi de 0,31 milímetros, demonstrando que o programa duplo-obliquo pode ser aplicado para o planejamento de implantes.

3. PROPOSIÇÃO

Por meio de cortes tomográficos obtidos de mandíbulas humanas maceradas, a partir de cinco aparelhos de tomografia, no presente estudo nos propomos à:

- 1) Identificar por meio da imagem dos guias radiográficos o fator de magnificação de cada tomógrafo convencional comparando com o fator fornecido pelo fabricante.
- 2) Avaliar o grau de confiabilidade de medidas lineares realizadas nas imagens tomográficas corrigidas segundo o fator de magnificação obtido por meio dos guias radiográficos quando comparadas às mensurações reais nos segmentos ósseos.
- 3) Avaliar o grau de confiabilidade de medidas lineares realizadas nas imagens tomográficas corrigidas segundo o fator de magnificação fornecido pelos fabricantes quando comparadas às mensurações reais nos segmentos ósseos.

4. MATERIAL E MÉTODOS:

4.1 Seleção da amostra

Foram utilizadas dezesseis mandíbulas humanas maceradas totalmente edêntulas do acervo de peças anatômicas do Departamento de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa.

Em cada mandíbula foram fixadas sobre a crista óssea, esferas metálicas com 4 milímetros de diâmetro nas regiões correspondentes aos incisivos, caninos, pré-molares e molares inferiores, sendo estas posicionadas em um suporte de acrílico especialmente desenvolvido pela Disciplina de Radiologia para esta pesquisa. As mandíbulas juntamente com o suporte, foram posicionadas no aparelho panorâmico Orthopantomograph OP100 (Instrumentarium Imaging Inc – Finlândia) e obtidas radiografias panorâmicas prévias com o objetivo de avaliar a anatomia óssea, presença de afecções ou elementos não irrompidos. Foram utilizados em média, os seguintes fatores de exposição: 60 kVp, 5,5 mA, 17,6 segundos de exposição. Os filmes utilizados eram da marca Kodak nas dimensões 15 x 30 centímetros e processados automaticamente na processadora Macrotec MX-2 (Macrotec Ind. Com. de Equipamentos Ltda) com tempo total de processamento de 2 minutos.

4.2 Seleção das regiões

Em cada mandíbula foram selecionadas oito regiões para realização das tomografias, sendo utilizados como pontos de referência a linha média de cada mandíbula e os forames mentuais. Para determinação da linha média, a distância entre os forames mentuais foi obtida por meio de um paquímetro digital, sendo na metade desta distância a demarcação da linha média como descrito por Shimura *et al.* (1990).

Foram selecionados locais em cada mandíbula correspondente as regiões de molares, pré-molares, caninos e incisivos em ambos os lados. Para as regiões correspondentes a área de incisivos e caninos inferiores tomou-se como referência a linha média mandibular, sendo selecionadas as regiões a 0,75 centímetros e 1,5 centímetros distais a linha média respectivamente (Figura 1A). Para seleção da região de pré-molares e

molares inferiores foram selecionadas as regiões localizadas a um e a dois centímetros posteriores aos forames mentuais respectivamente, totalizando oito regiões para cada mandíbula (Figura 1B).



Figura 1:

A – Regiões selecionadas na região anterior, distais a linha média.

B – Regiões selecionadas nas regiões posteriores aos forames mentuais.

4.3 Confeção dos guias radiográficos

Para cada uma das dezesseis mandíbulas utilizadas nesta pesquisa, foi confeccionado um guia radiográfico individual. Para isso, todas as mandíbulas foram moldadas com material hidrocolóide irreversível, e obtido uma reprodução em gesso.

Para confecção das bases dos guias foram utilizadas placas de acetato com 2,0 milímetros de espessura, sendo estas levadas juntamente com as reproduções em gesso das mandíbulas a uma plastificadora a vácuo, obtendo-se desta forma uma adaptação perfeita das placas aos modelos de gesso e conseqüentemente a mandíbula. As placas já adaptadas aos modelos foram recortadas eliminando áreas retentivas de modo que facilitasse a colocação dos guias nas mandíbulas. Como marcadores radiopacos, foram utilizados fios ortodônticos de aço com 0,9 milímetro de diâmetro com 5,0 milímetros de comprimento, dando um aspecto cilíndrico com descrito por Lee & Morgano (1994) e Weingart & Düker (1993). O conhecimento das reais dimensões do guia foi importante, pois permitiu calcular o fator de magnificação de cada imagem, uma vez que era conhecido o tamanho real do marcador, com preconizado por Kraut (2001). Para cada região previamente selecionada,

foram colocados dois marcadores radiopacos, um sobre a crista óssea e outra na região vestibular, com o objetivo de indicar o local correto para realização dos cortes tomográficos (Figura 2).



Figura 2:

A – Guia radiográfico com marcas radiopacas posicionadas na região superior e por vestibular.

B - Guia radiográfico posicionado sobre a mandíbula correspondente.

4.4 Suporte para realização das tomografias convencionais

Para esta pesquisa foi desenvolvido pela Disciplina de Radiologia, um suporte de acrílico nas dimensões de 15 x 15 centímetros de base e paredes ao redor da base de 5,0 centímetros de altura, tendo no centro um sistema de barras móveis horizontais com o objetivo de facilitar a fixação e estabilização da região posterior das mandíbulas (Figura 3A). Este suporte foi adaptado a um tripé fotográfico com a função de manter a estabilidade de todo conjunto e facilitar o posicionamento das mandíbulas nos aparelhos de tomografia convencional (Figura 3B).

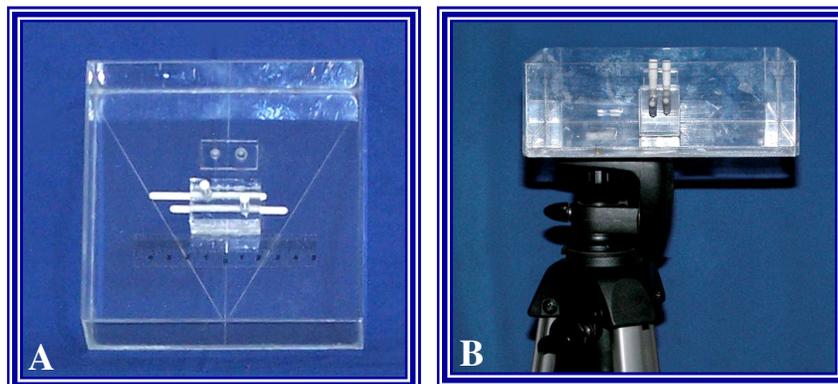


Figura 3:

A – Suporte de acrílico para o posicionamento das mandíbulas.

B – Suporte de acrílico acoplado ao tripé fotográfico.

As mandíbulas foram posicionadas neste suporte, alinhando-se a linha média de cada mandíbula com a linha central do suporte, e com as barras horizontais estabilizando a região posterior das mandíbulas, visando a padronização do posicionamento das mesmas (Figura 4A). Todas as mandíbulas deveriam ficar com suas bases paralelas ao solo, porém devido à própria anatomia de algumas mandíbulas, suas bases não permaneciam paralelas e estáveis devido ao movimento de báscula, sendo então utilizado um par de cunhas de borracha colocadas na região do ângulo mandibular para posicioná-las corretamente até que este paralelismo fosse obtido e a instabilidade no posicionamento não existisse mais (Figura 4B). Após o posicionamento de cada mandíbula nos aparelhos de tomografia convencional, este suporte foi preenchido com 750 mililitros de água visando promover uma atenuação dos feixes de raios x e simular a presença de tecido mole (Figura 4). Este tipo atenuação foi baseado no estudo realizado por Butterfield *et al.* (1997) e com base nos resultados obtidos durante o estudo piloto da pesquisa, onde foi constatado que a ausência desta atenuação causava a falta de definição das bordas dos marcadores radiopacos dos guias radiográficos dificultando sua mensuração.



Figura 4:

A – Mandíbula posicionada no suporte com água, com a linha média centralizada ao suporte com a região posterior estabilizada por barras horizontais.

B – Vista lateral mostrando a mandíbula posicionada, com as regiões perpendiculares a base do suporte.

O conjunto suporte-mandíbula foi posicionado individualmente para cada aparelho tomográfico, de modo que mais se assemelhasse ao posicionamento de um paciente em cada tomógrafo convencional utilizado, conforme preconizado por cada fabricante.

4.5 Obtenção das tomografias

Para esta pesquisa, foram utilizados cinco tipos diferentes de tomógrafos sendo estes: tomógrafo convencional linear Quint Sectograph Linear Tomography Unit (Denar Corp – Estados Unidos), tomógrafo convencional linear panorâmico Orthopantomograph OP 100, com a utilização do programa Ortho Trans (Instrumentarium Imaging Inc. – Finlândia) ambos pertencentes à Clínica de Radiologia da FOP-UNICAMP, tomógrafo convencional multidirecional helicoidal X mind TOME (Orion Corporation Soredex – Finlândia) da Clínica Radiologia & Cefalometria, tomógrafo computadorizado helicoidal Somatom Esprit (Siemens - Alemanha) da Clínica CT Scan do Hospital da Beneficência Portuguesa do Rio de Janeiro e tomógrafo computadorizado helicoidal Toshiba X vision EX, equipado com o software Denta Scan (Toshiba - Japão) da Clínica Radiológica Maxillo Scan no Rio de Janeiro.

4.5.1 Quint Sectograph Linear Tomography Unit

Este equipamento possui um cabeçote móvel ligado por meio de uma barra móvel a um suporte totalmente ajustável onde se localiza o cefalostato e o suporte para o chassi, além de um sistema luminoso de fibra óptica ajustável responsável por indicar o local da camada de corte do equipamento, podendo esta ser selecionada em 2,5; 4,0 e 6,0 milímetros de espessura nos exames de tomografia convencional linear (Figura 5A).

Inicialmente, todo o equipamento foi ajustado para realização dos exames de tomografia, como o posicionamento e altura do cefalostato, colimação do aparelho, determinação da espessura da camada de corte em 4,0 milímetros e os fatores de exposição utilizados para realização das tomografias foi em média de 70 kVp, 100 mA e tempo de exposição de 2,0 segundos.

O suporte de acrílico fixo ao tripé fotográfico foi posicionado no aparelho, e então posicionada a mandíbula juntamente com seu guia radiográfico no suporte seguindo os parâmetros descritos anteriormente (Figura 5B e 5C).

Para cada região a ser radiografada, o suporte com a mandíbula foi posicionado de modo que o rebordo alveolar da mandíbula estivesse perpendicular ao filme, e com o auxílio do feixe luminoso do aparelho, deslocou-se a camada de corte até a região de

interesse para que esta coincidissem com os dois marcadores radiopacos do guia radiográfico (Figura 5D), indicando assim que a região selecionada estava paralela ao filme como preconiza o princípio da tomografia convencional linear e como descrito por Poon *et al.* (1992), Silverstein *et al.* (1994) e Ismail *et al.* (1995). Estes procedimentos foram realizados para todas as oito regiões de cada mandíbula (Figura 6), e sucessivamente para todas as outras mandíbulas.

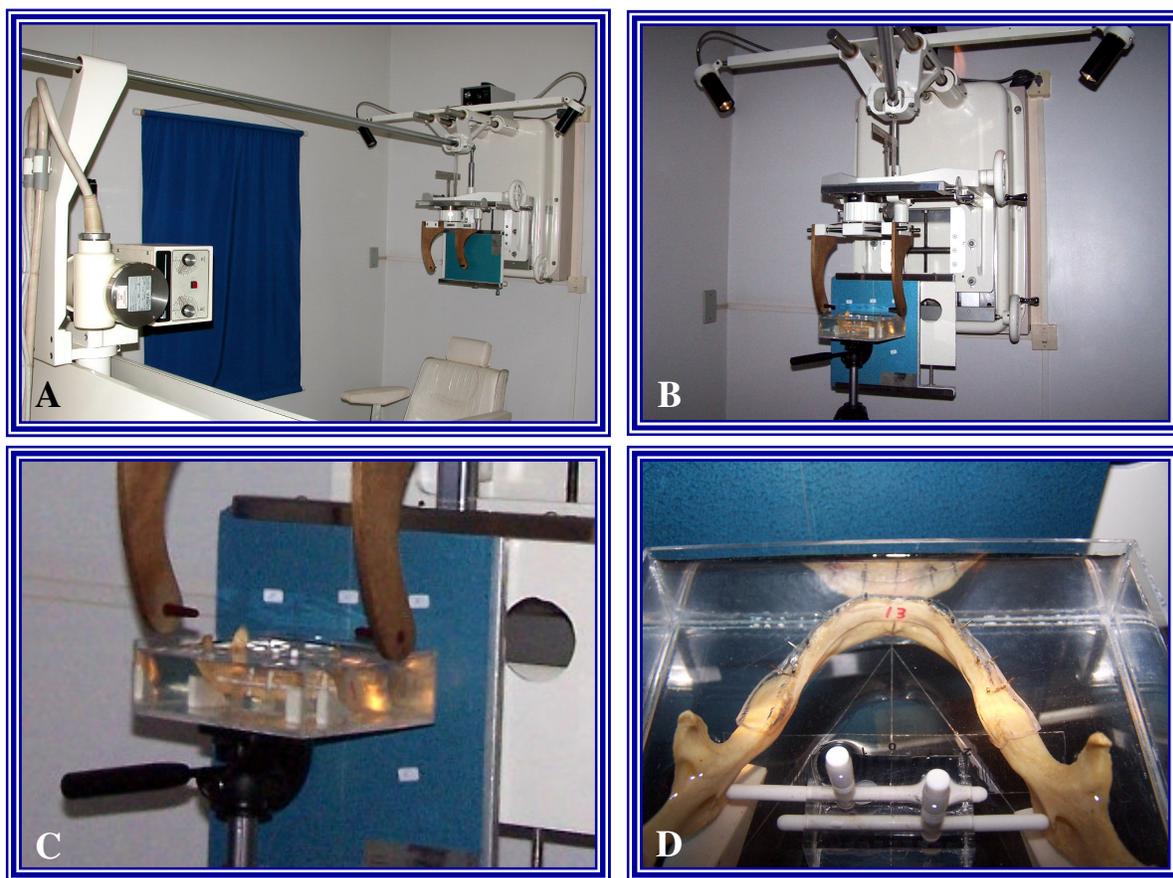


Figura 5:

A – Aparelho Quint Sectograph com cabeçote e porta chassi móveis.

B – Posicionamento do suporte com a mandíbula em relação ao tomógrafo.

C – Vista aproximada do posicionamento do suporte com a amandíbula.

D – Mandíbula posicionada e luz do feixe de fibra ótica indicando o local da camada de corte.

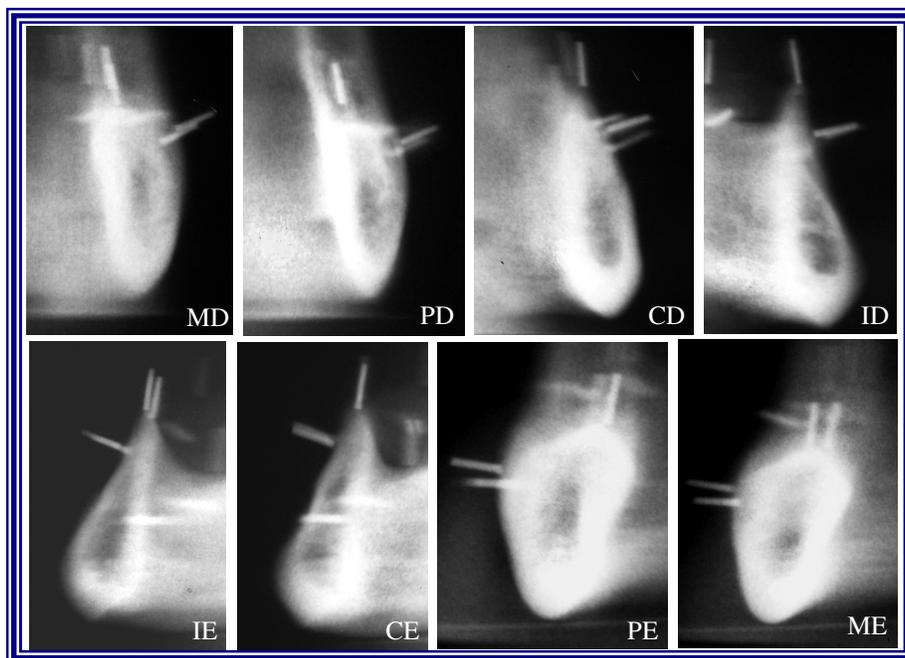


Figura 6: Sequência de imagens tomográficas obtidas de uma mandíbula com o aparelho Quint Sectograph.

MD – molar direito, PD – pré-molar direito, CD – canino direito, ID – incisivo direito, IE – incisivo esquerdo, CE – canino esquerdo, PE – pré-molar esquerdo, ME – molar esquerdo.

4.5.2 Orthopantomograph OP 100

Este é um aparelho panorâmico equipado com o programa Ortho Trans, que permite executar exames tomográficos convencionais lineares panorâmicos, permitindo a seleção de cortes tomográficos transversais e longitudinais das arcadas com espessuras que variam de 2,0 a 8,0 milímetros, e um sistema de feixes de laser para seleção dos locais dos cortes tomográficos (Figura 7A).

O aparelho foi previamente ajustado para realização das tomografias, alterando-se a chave do colimador primário para posição TOMO, trocado o colimador secundário, o suporte para apoio de mento para radiografias panorâmicas e o apoio de testa foram removidos. O aparelho foi ajustado para realização de cortes tomográficos com espessura de 4,0 milímetros em todas as regiões fornecidas pelo aparelho (BAC, CEN, FRN),

utilizando como fatores de exposição em média 63 kVp, 10 mA e tempo de exposição de 23,4 segundos de exposição.

Para cada região a ser radiografada, o suporte de acrílico, tripé e mandíbula foi posicionada simulando o posicionamento normal de um exame de tomografia (Figura 7B), de modo que o centro do rebordo alveolar estivesse alinhado com o laser central do aparelho, determinando a região central do tomograma. Após o posicionamento da mandíbula, o feixe de laser que determina o local do corte transversal foi deslocado até a região a ser realizado o corte tomográfico, de modo que o feixe coincidissem com os dois marcadores radiopacos do guia radiográfico para cada região (Figura 7C), e acordo com o posicionamento do feixe, o aparelho altera automaticamente a região (BAC, CEN, FRN).

Estes procedimentos foram realizados para todas as oito regiões de cada mandíbula (Figura 8), e sucessivamente para todas as outras mandíbulas.

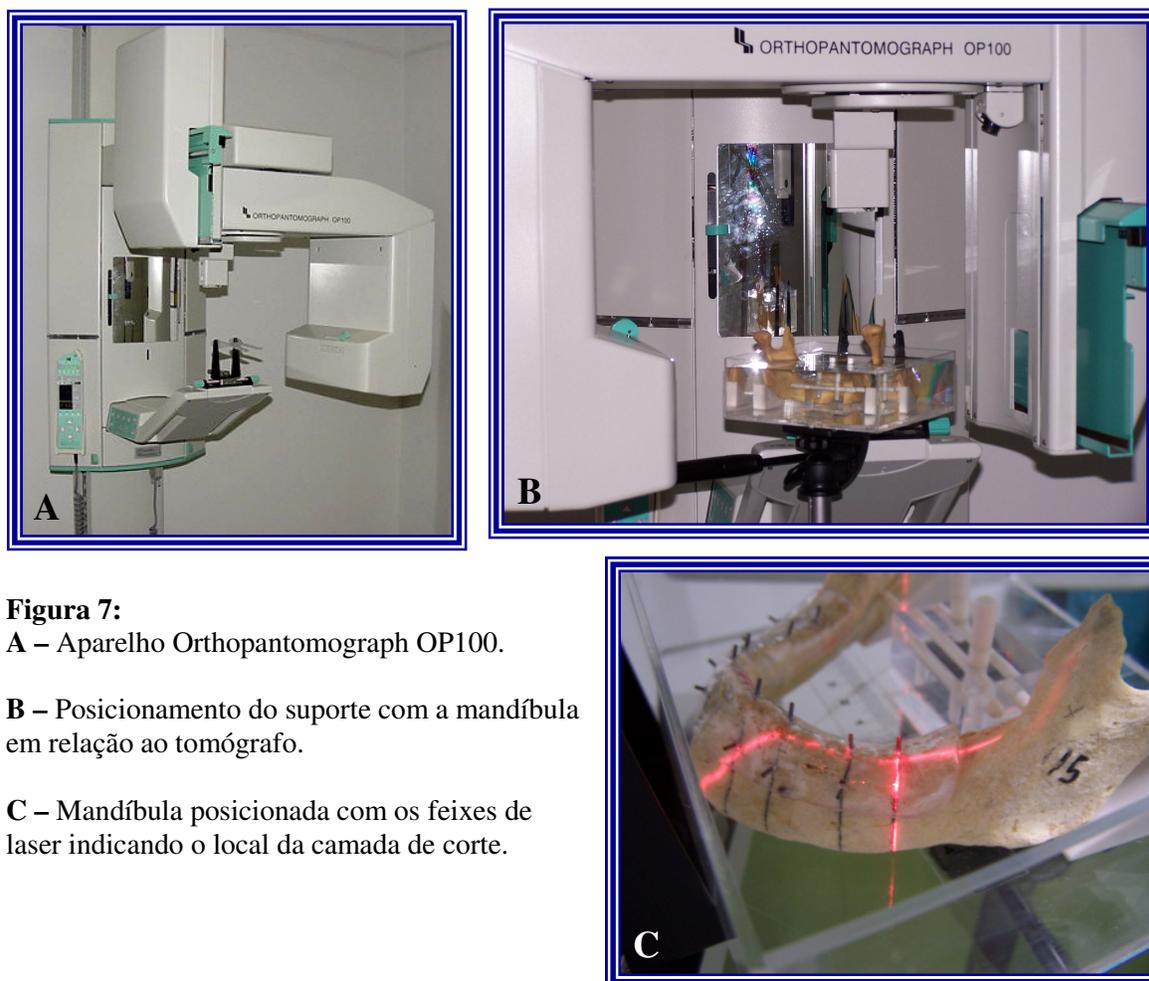


Figura 7:

A – Aparelho Orthopantomograph OP100.

B – Posicionamento do suporte com a mandíbula em relação ao tomógrafo.

C – Mandíbula posicionada com os feixes de laser indicando o local da camada de corte.

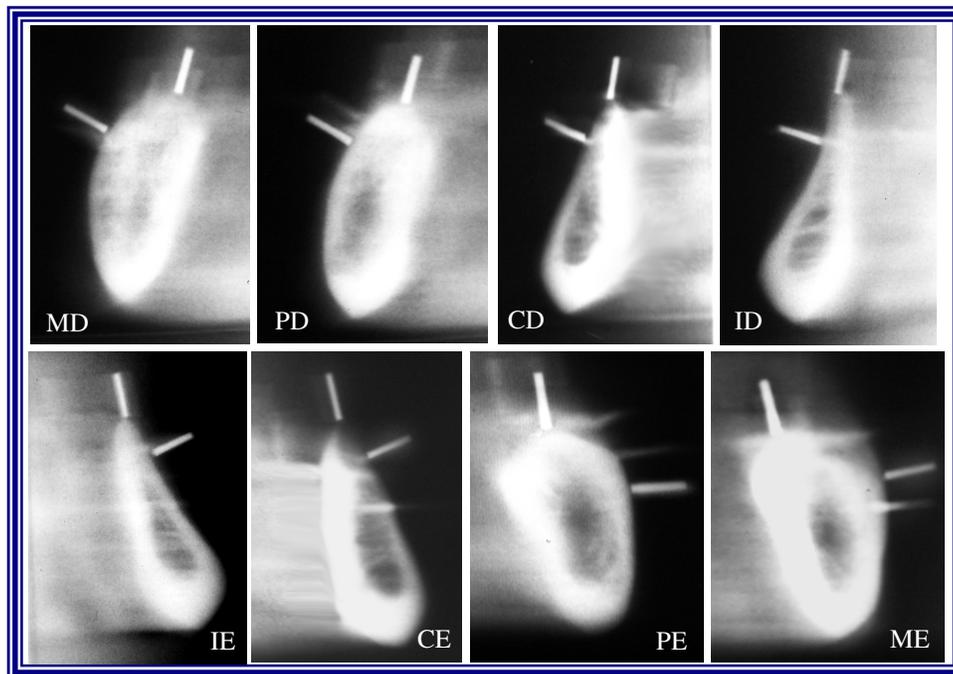


Figura 8: Sequência de imagens tomográficas obtidas de uma mandíbula com o aparelho Orthopantomograph OP100.

MD – molar direito, PD – pré-molar direito, CD – canino direito, ID – incisivo direito, IE – incisivo esquerdo, CE – canino esquerdo, PE – pré-molar esquerdo, ME – molar esquerdo.

4.5.3 X mind TOME

O X mind TOME é um aparelho panorâmico capaz de realizar cortes tomográficos convencionais multidirecionais espirais por meio do programa Tomo Dental. Este programa permite a realização de cortes tomográficos de 2,0 ou 4,0 milímetros de espessura e seleção dos locais de corte com base em uma radiografia panorâmica prévia, com a vantagem de que não necessitar a mudança de posição do paciente para realização dos cortes tomográficos (Figura 9A).

As mandíbulas com seus guias radiográficos, e juntamente com o suporte, foram posicionadas no aparelho simulando o posicionamento normal de um paciente para realização de uma radiografia panorâmica, baseando-se pelos guias luminosos do aparelho (Figura 9B e 9C). Os fatores de exposição foram previamente ajustados e em seguida, realizadas as radiografias panorâmicas de cada mandíbula.

Sobre cada radiografia panorâmica, foi colocada uma régua plástica com marcadores específicos, com a finalidade de selecionar os locais para realização dos cortes tomográficos. As mandíbulas permaneceram na mesma posição utilizada para radiografia panorâmica para realização das imagens tomográficas, sendo alterado os colimadores primário e secundário para realização das tomografias. Após a seleção dos locais de corte com base na radiografia panorâmica, o aparelho foi ajustado para o programa Tomo Dental, onde foi selecionado cortes tomográficos com 4,0 milímetros de espessura utilizando em média 70 kVp, 1,0 mA, 48 segundos como fatores de exposição, sendo estes procedimentos repetidos para todas as oito regiões de cada mandíbula (Figura 10), e sucessivamente para todas as outras mandíbulas.

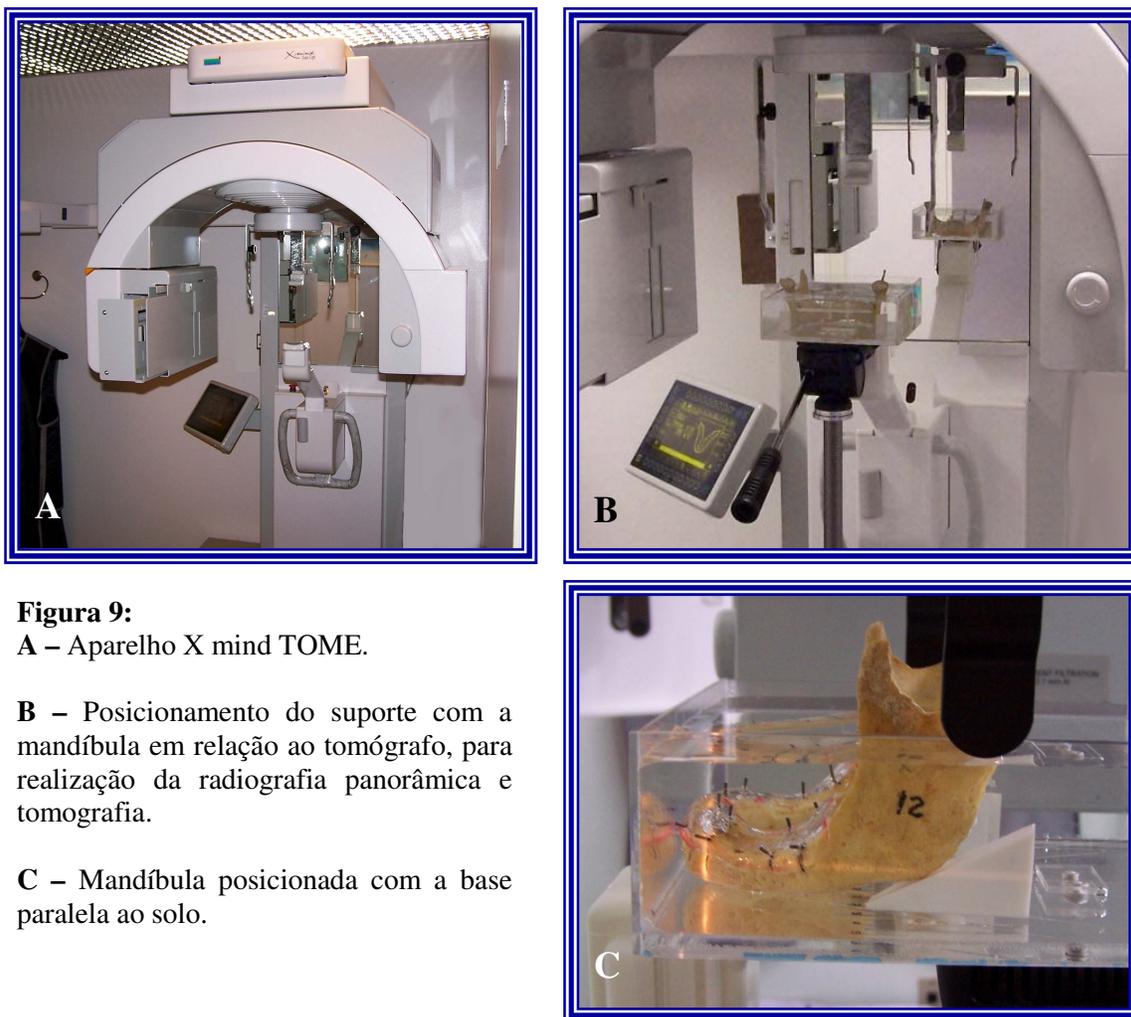


Figura 9:

A – Aparelho X mind TOME.

B – Posicionamento do suporte com a mandíbula em relação ao tomógrafo, para realização da radiografia panorâmica e tomografia.

C – Mandíbula posicionada com a base paralela ao solo.

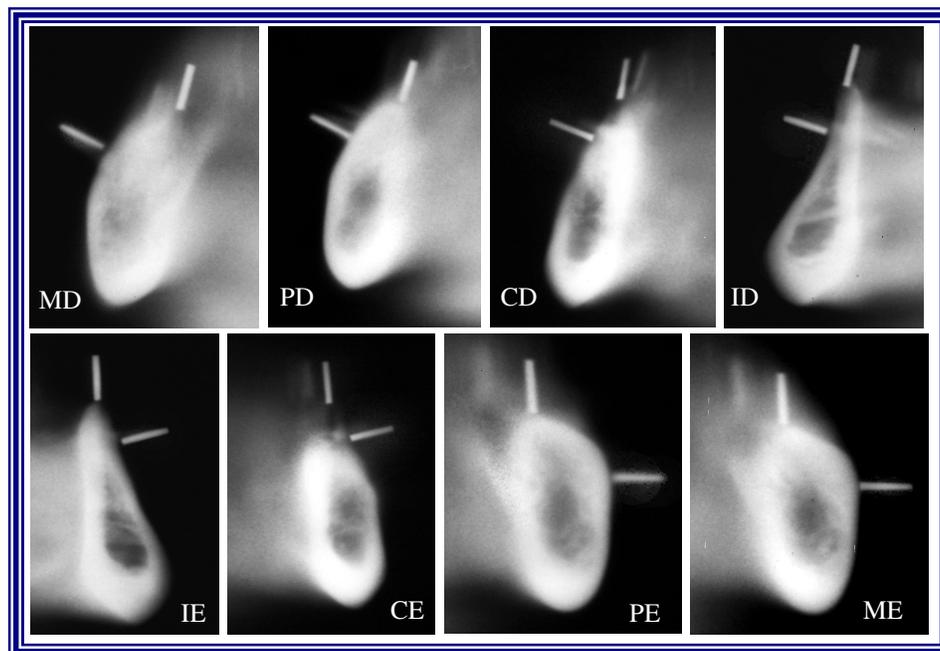


Figura 10: Sequência de imagens tomográficas obtidas de uma mandíbula com o aparelho X mind TOME.

MD – molar direito, PD – pré-molar direito, CD – canino direito, ID – incisivo direito, IE – incisivo esquerdo, CE – canino esquerdo, PE – pré-molar esquerdo, ME – molar esquerdo.

4.5.4 Somatom Esprit

O Somatom Esprit é um tomógrafo computadorizado helicoidal capaz de realizar giros completos da ampola com movimento contínuo da mesa de exame em direção ao gantry, podendo este ter uma inclinação variável do gantry em 25° positivos ou negativos, e equipado com software para reconstrução multiplanar nos planos axial, sagital e coronal padrão do tomógrafo (Figura 11A).

Para realização dos cortes tomográficos foi utilizado uma placa de isopor com 30 x 30 centímetros, onde foram posicionadas quatro mandíbulas com seus guias radiográficos, e fixadas com fita adesiva. A placa com as mandíbulas foi posicionada no gantry, que permaneceu com 0° de inclinação, de modo que as bases das mandíbulas estivessem paralelas ao plano de corte do tomógrafo e perpendiculares à mesa de exame para aquisição dos cortes axiais (Figura 11B e 11C).

Inicialmente, foram realizados os cortes axiais de todas as mandíbulas, utilizando-se como parâmetros 80 mA, 130 kVp, FOV de 30,5 x 30,5 centímetros gerando imagens com matriz de 512 x 512, e de cortes axiais com espessura de 1,5 milímetros com 1,0 milímetros de incremento, melhorando assim a resolução da imagem. Com as imagens axiais das mandíbulas já obtidas, estas foram trabalhadas no software para reconstrução multiplanar e obtidas as imagens seccionais de cada região, para isto foi traçado uma linha passando pelas marcas radiopacas vestibulares e sobre a crista óssea de cada região e o software automaticamente reconstruía a imagem seccional com 1,0 milímetro de espessura (Figura 12), sendo este procedimento repetido para todas as regiões das 16 mandíbulas.

Após todas as reconstruções, as imagens foram fotografadas nos filmes de tomografia e estes processados automaticamente, tendo-se todas as imagens registradas em filme para realização das medições.

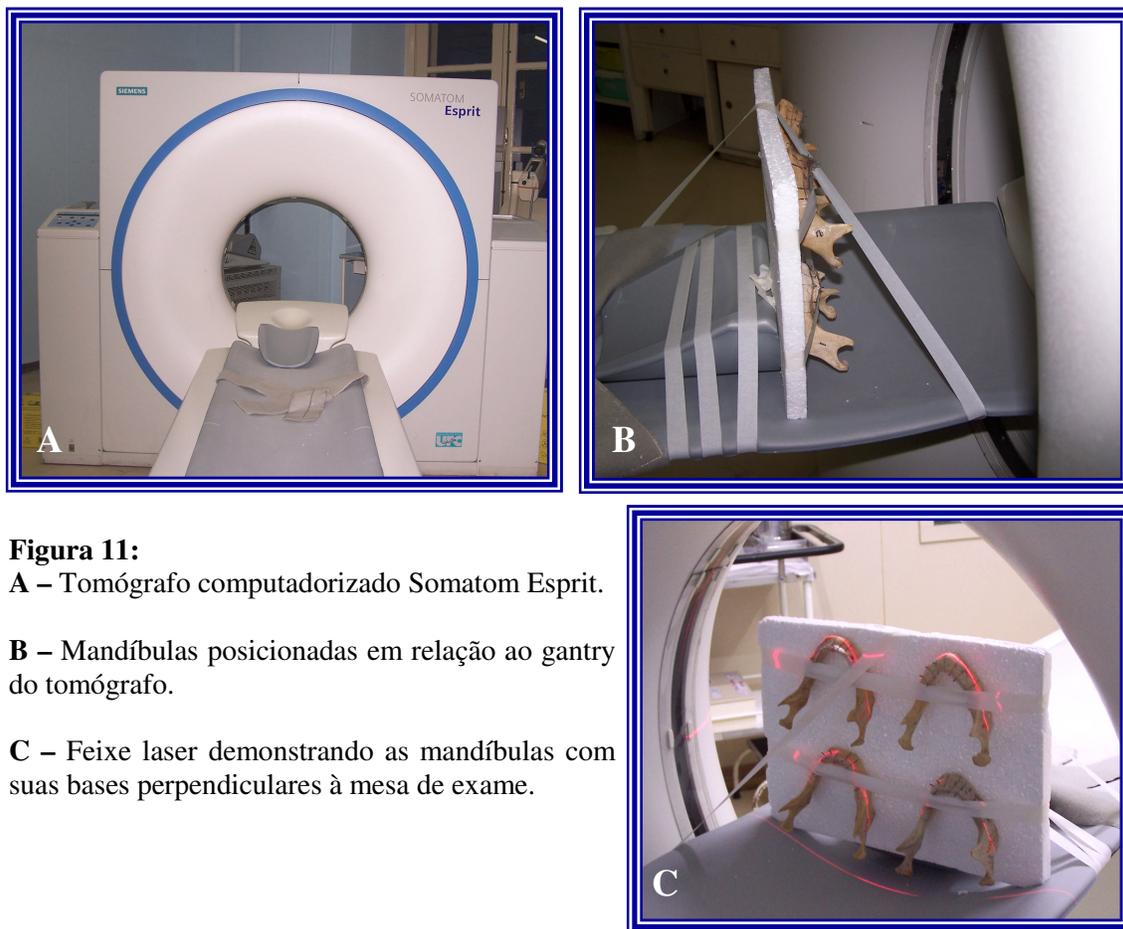


Figura 11:

A – Tomógrafo computadorizado Somatom Esprit.

B – Mandíbulas posicionadas em relação ao gantry do tomógrafo.

C – Feixe laser demonstrando as mandíbulas com suas bases perpendiculares à mesa de exame.

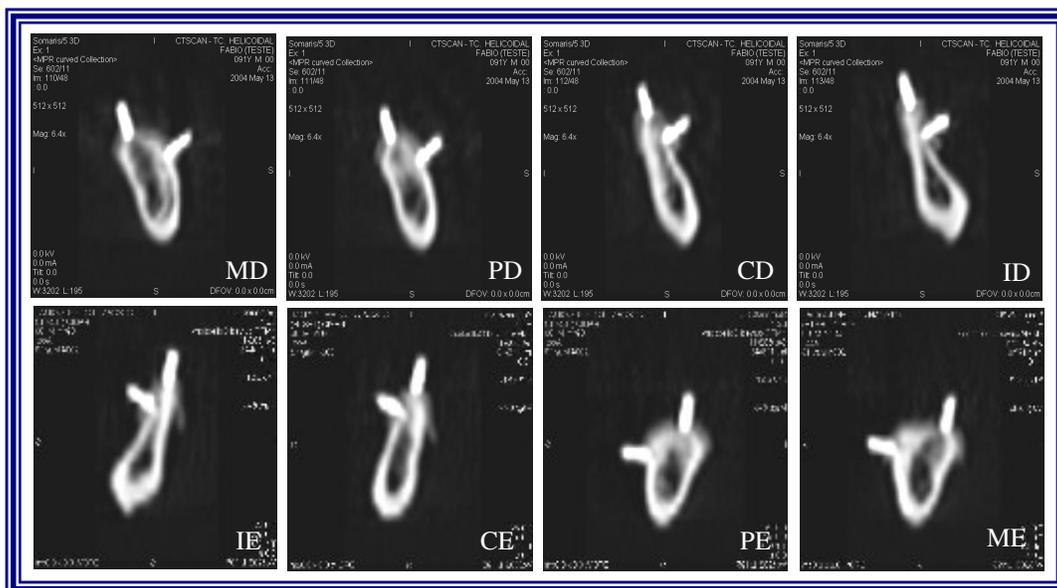


Figura 12: Sequência de imagens tomográficas obtidas de uma mandíbula com o tomógrafo computadorizado Somatom Esprit.

MD – molar direito, PD – pré-molar direito, CD – canino direito, ID – incisivo direito, IE – incisivo esquerdo, CE – canino esquerdo, PE – pré-molar esquerdo, ME – molar esquerdo.

4.5.5 Toshiba X vision EX

O Toshiba X vision EX é um tomógrafo computadorizado helicoidal capaz de realizar giros completos da ampola de com movimento contínuo da prancha de exame em direção ao gantry, podendo o gantry ser inclinado 32° positivos ou negativos, e equipado com software para reconstrução multiplanar e o software Denta Scan próprio para reconstrução de cortes oblíquo-sagittais úteis ao planejamento radiográfico de implantes (Figura 13A).

Para realização dos cortes tomográficos foi utilizada uma placa de isopor de 30 x 30 centímetros, onde cada mandíbula foi posicionada individualmente com seu respectivo guia radiográfico, e fixada com fita adesiva. A placa com a mandíbula foi posicionada no gantry, que permaneceu a 0° de inclinação, de modo que as bases das mandíbulas estivessem paralelas ao plano de corte do tomógrafo para aquisição dos cortes axiais (Figura 13B), como preconizado por Abrahams & Kalyanpur (1995).

Inicialmente, foram realizados os cortes axiais de todas as mandíbulas, utilizando-se como parâmetros 50 mA, 120 kVp, FOV de 12,6 x 12,6 centímetros gerando uma

imagem com matriz de 512 x 512, e cortes axiais com espessura de 2,0 milímetros com 1,0 milímetro de incremento, visando melhorar a resolução da imagem.

Após a aquisição das imagens axiais das mandíbulas, estas foram trabalhadas com o software Denta Scan para reconstrução das imagens oblíquo-sagittais de cada região das mandíbulas, para isto foi demarcado pontos ao longo de todo corpo das mandíbulas nas imagens axiais, gerando uma linha, e automaticamente o software gera imagens reconstruídas perpendiculares a esta linha (Figura 13C) e conseqüentemente imagens oblíquo-sagittais com 1,0 milímetro de espessura com 1,0 milímetro de incremento (Figura 14), sendo este procedimento repetido para todas as 16 mandíbulas. Em seguida as todas as imagens foram geradas na impressora Agfa health Care Dry Star 3000 com filmes da marca IBF, obtendo-se todas as imagens em filmes, para realização das mensurações.

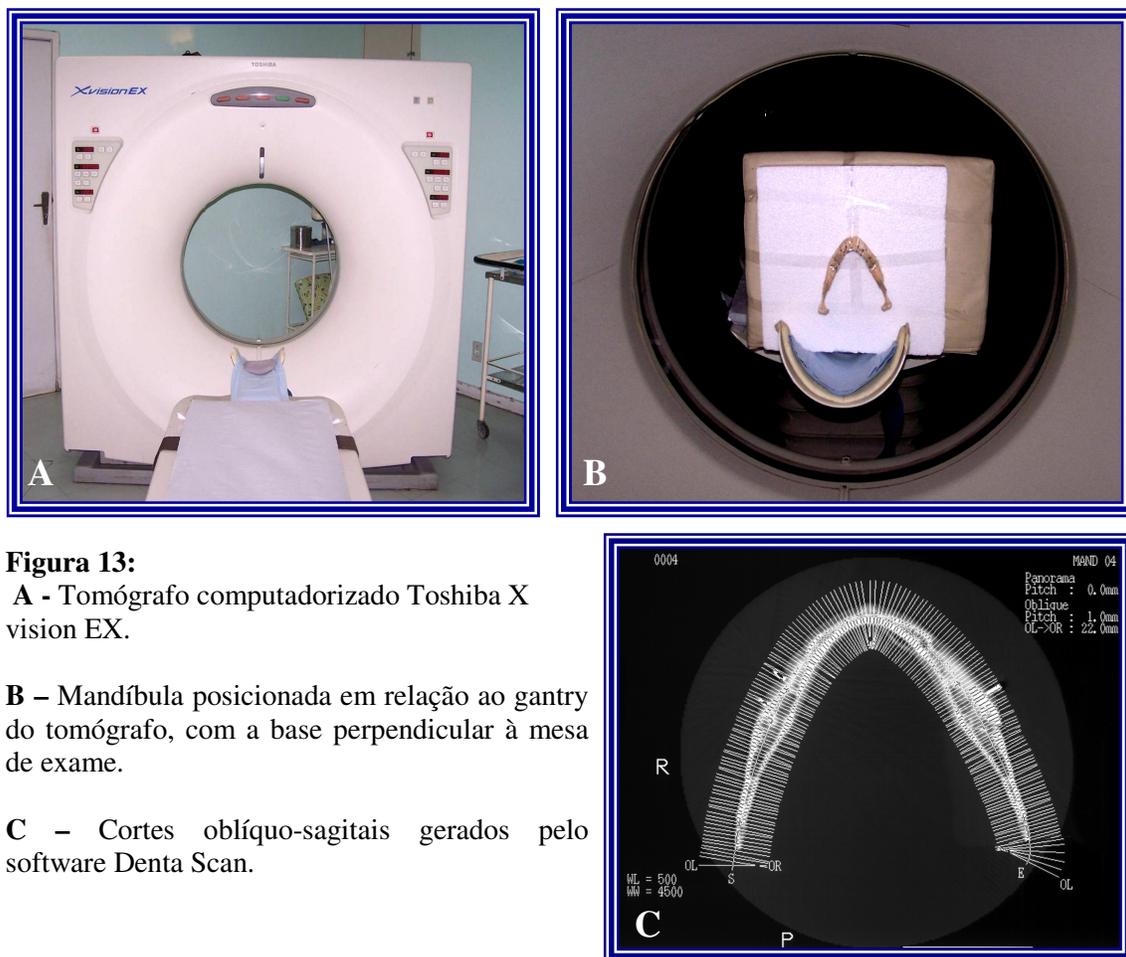


Figura 13:

A - Tomógrafo computadorizado Toshiba X vision EX.

B - Mandíbula posicionada em relação ao gantry do tomógrafo, com a base perpendicular à mesa de exame.

C - Cortes oblíquo-sagittais gerados pelo software Denta Scan.

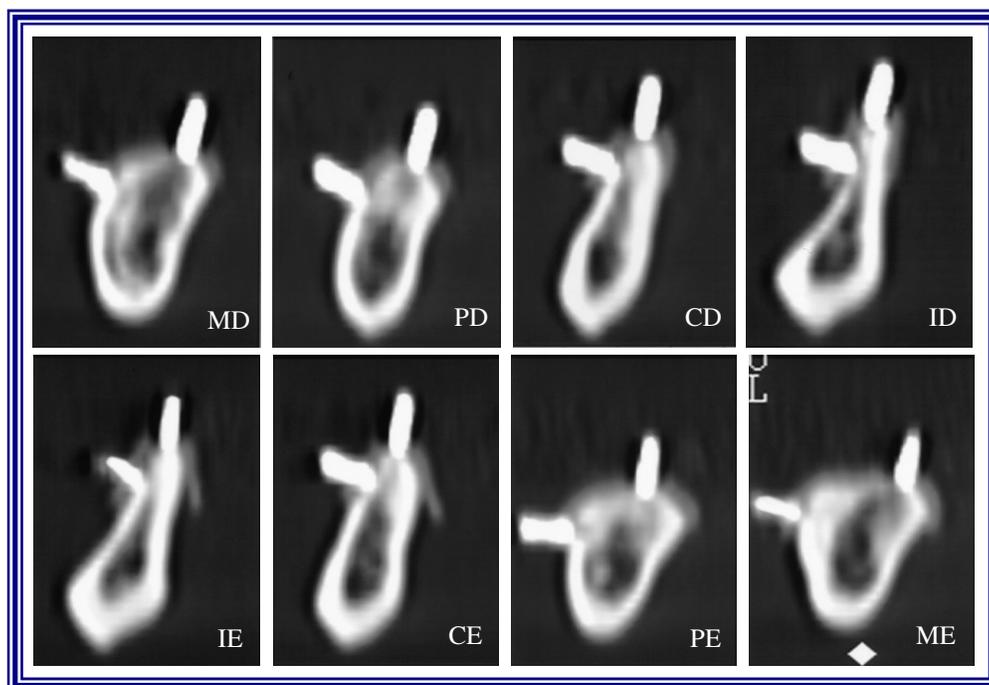


Figura 14: Sequência de imagens tomográficas obtidas de uma mandíbula com o tomógrafo computadorizado Toshiba X vision EX.

MD – molar direito, PD – pré-molar direito, CD – canino direito, ID – incisivo direito, IE – incisivo esquerdo, CE – canino esquerdo, PE – pré-molar esquerdo, ME – molar esquerdo.

4.6 Mensurações nas imagens tomográficas

Nas imagens tomográficas das regiões selecionadas de todas as mandíbulas, foram realizadas mensurações lineares em cada uma das imagens. Para isto, foi fixado sobre cada tomograma uma folha de papel de acetato (cephalometric tracing acetat) e com uma lapiseira com grafite 0,35 milímetros foi desenhado o contorno ósseo externo de cada região. Com o auxílio de um par de esquadros foi determinado o maior comprimento da região traçando-se uma linha perpendicular à base da mandíbula, sendo então medida por meio de um paquímetro digital o maior comprimento daquele segmento da mandíbula, ou seja, a altura óssea da região. Baseado nesta medida foi determinado então a metade do comprimento e neste ponto traçado uma segunda linha, sendo esta perpendicular a primeira e paralela à base da mandíbula, para que então fosse medida a espessura daquele segmento da mandíbula (Bou Serhal *et al.*, 2000). Em seguida foi mensurado o comprimento da imagem da marca radiopaca do guia radiográfico, com o objetivo de se calcular o fator de

magnificação da imagem e o fator de magnificação de cada aparelho, e com isso determinar o real comprimento das regiões selecionadas. Para o cálculo do fator de magnificação foi utilizada a fórmula: $a/b = c/x$, onde (a) é a medida do guia na imagem radiográfica, (b) é a medida real do guia utilizado, (c) é a medida óssea na imagem radiográfica e (x) é a dimensão óssea real com descrito por Dixon *et al.* (2002). Para o tomógrafo Toshiba X vision EX, não foi realizado a mensuração do comprimento do guia, pois ao lado de cada imagem gerada havia uma escala, no qual foi utilizada para calcular a ampliação da imagem, como descrito nos trabalhos de Abrahams & Kalyanpur (1995) e Weinberg (1993).

Este procedimento foi repetido para as oito regiões selecionadas das dezesseis mandíbulas, com as imagens produzidas por todos os equipamentos de tomografia. Após a obtenção de todas as medidas, os dados foram tabulados em uma planilha eletrônica do Microsoft Excel.

4.7 Obtenção das dimensões reais das regiões

As regiões selecionadas de todas as mandíbulas foram seccionadas nos locais correspondente onde se obteve as imagens tomográficas. Para cada região foram traçadas linhas paralelas à região central demarcando uma área com 4,0 milímetros de espessura. Após as demarcações, estas regiões foram seccionadas, exatamente nas marcas paralelas a região central, com o auxílio de um disco abrasivo de 11,5 centímetros de diâmetro e 1,0 milímetro de espessura, acoplado a um torno de mesa (Figura 15A), obtendo, desta forma fatias ósseas de todas as regiões que foram identificadas e separadas de acordo com a mandíbula a qual pertenciam (Figura 15B).

Para determinação da altura e espessura real, as fatias ósseas foram medidas por meio de um paquímetro digital. A altura óssea real foi mensurada com o posicionamento do paquímetro no centro das fatias (Figura 15C). Após a determinação da altura foi determinada a metade da altura para medição das larguras ósseas, sendo o paquímetro também posicionado no centro das fatias ósseas (Figura 15D), estas mensurações foram repetidas cinco vezes com um intervalo de tempo de três dias. Estas repetições da altura e largura ósseas foram necessárias para verificação da padronização do avaliador.

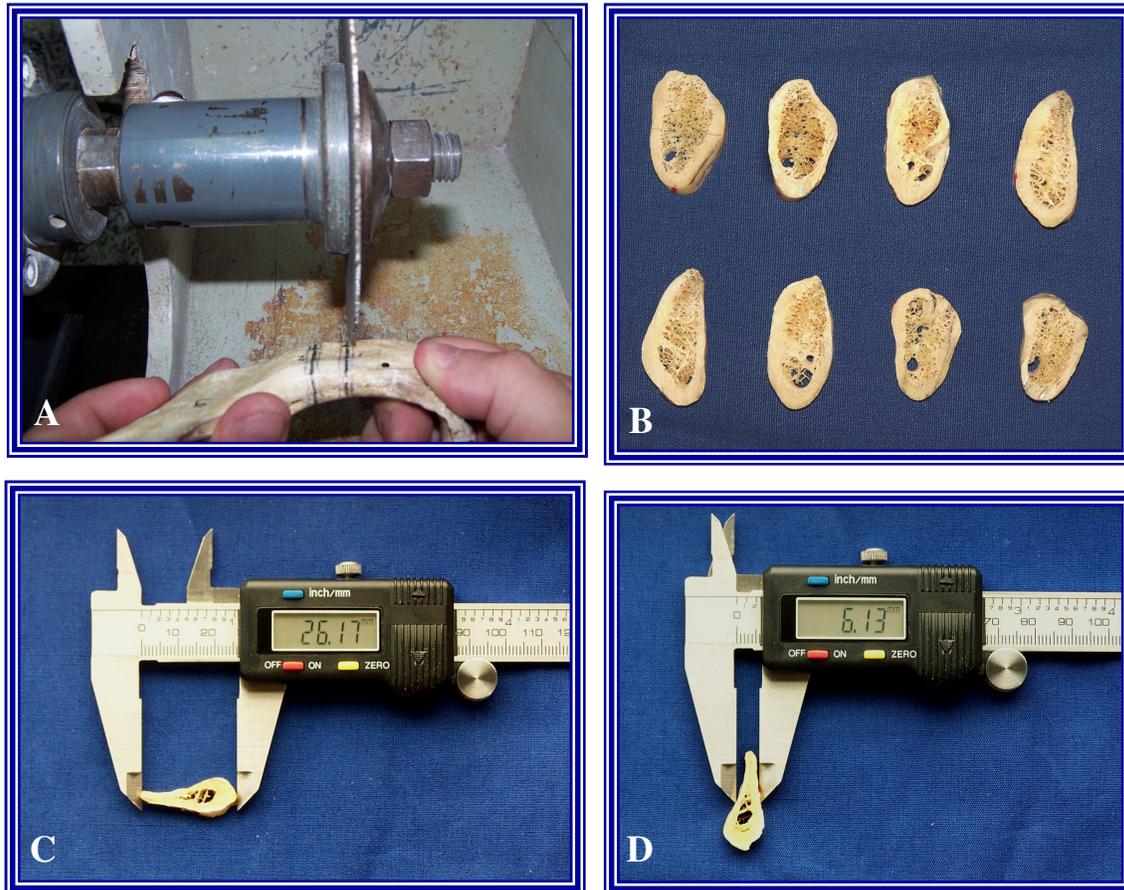


Figura 15:

- A – Secção das mandíbulas nas regiões demarcadas.
- B – Fatias ósseas obtidas após secção de uma mandíbula.
- C – Mensuração da altura óssea por meio de um paquímetro digital.
- D – Mensuração da espessura óssea por meio de um paquímetro digital.

4.8 Análises estatísticas

As medidas dos segmentos ósseos foram tabuladas e a concordância intra-observador foi avaliada pelo Coeficiente de Correlação Intraclass. Após esta análise foi obtida a média das cinco mensurações para cada altura e espessura óssea, sendo estes resultados adotados como os valores reais para aquelas determinadas medidas.

O fator de magnificação encontrado em cada região foi comparado com o fator de magnificação fornecido pelos fabricantes pelo teste t para uma amostra.

As medidas de altura e espessura mensuradas nas imagens das mandíbulas nas diferentes regiões obtidas nos cinco tomógrafos e a real foram avaliadas por meio de análise de variância (ANOVA) em esquema fatorial 6 x 8 (aparelho x região). A seguir as médias das medidas nos cinco tomógrafos foram comparadas à média das medidas reais das fatias ósseas, utilizando-se o teste de Dunnett.

Todas as análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se o programa estatístico SAS v.8,02 e o nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

A avaliação da concordância intra-examinador em relação às medidas referentes à altura e espessura óssea obtidas diretamente dos segmentos de mandíbulas, foi realizada pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse com $r = 0,999$ ($p < 0,0001$) para altura e largura ósseas, o que indicou uma concordância quase perfeita entre as mensurações.

O fator de magnificação de cada tomógrafo convencional foi calculado com base na imagem do guia radiográfico, uma vez que seu tamanho real era conhecido. Estes valores foram calculados e obtendo-se um fator de magnificação médio para cada região avaliada, e estes valores comparados com o fator de magnificação fornecido pelos fabricantes dos tomógrafos pelo teste t para uma amostra. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre o valor do fator de magnificação calculado e o valor fornecido pelos fabricantes para todas as regiões dos três tomógrafos convencionais, conforme apresentado nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Fator de magnificação fornecido pelos fabricantes e calculado com base no guia radiográfico para o tomógrafo convencional Quit Sectograph

Região	Fator Magnif. Fabricante	Fator Magnif. Calculado	Desvio Padrão	p
Molar direito	1,10	1,063	0,023	0,0000
Pré-molar direito		1,062	0,017	0,0000
Canino direito		1,056	0,015	0,0000
Incisivo direito		1,055	0,019	0,0000
Incisivo esquerdo		1,058	0,012	0,0000
Canino esquerdo		1,056	0,009	0,0000
Pré-molar esquerdo		1,056	0,018	0,0000
Molar esquerdo		1,063	0,023	0,0000

Tabela 2: Fator de magnificação fornecido pelos fabricantes e calculado com base no guia radiográfico para o tomógrafo convencional Orthopantomograph OP100

Região	Fator Magnif. Fabricante	Fator Magnif. Calculado	Desvio Padrão	p
Molar direito	1,40	1,417	0,012	0,0000
Pré-molar direito		1,415	0,015	0,0007
Canino direito		1,408	0,011	0,0041
Incisivo direito		1,416	0,010	0,0000
Incisivo esquerdo		1,415	0,011	0,0000
Canino esquerdo		1,415	0,014	0,0004
Pré-molar esquerdo		1,418	0,011	0,0000
Molar esquerdo		1,413	0,016	0,0016

Tabela 3: Fator de magnificação fornecido pelos fabricantes e calculado com base no guia radiográfico para o tomógrafo convencional X Mind TOME

Região	Fator Magnif. Fabricante	Fator Magnif. Calculado	Desvio Padrão	p
Molar direito	1,50	1,511	0,011	0,0005
Pré-molar direito		1,513	0,009	0,0000
Canino direito		1,508	0,010	0,0024
Incisivo direito		1,510	0,008	0,0000
Incisivo esquerdo		1,509	0,008	0,0003
Canino esquerdo		1,512	0,011	0,0000
Pré-molar esquerdo		1,512	0,009	0,0000
Molar esquerdo		1,515	0,011	0,0000

O fator de magnificação calculado para os tomógrafos computadorizados foi em média de 1,91 com desvio padrão de 0,1 para o Somatom Esprit, para isto foi utilizando a imagem do guia radiográfico em cada imagem. Para o tomógrafo computadorizado Toshiba X vision EX o fator de magnificação das imagens foi calculado com base na escala milimetrada lateral, obtendo-se um valor médio de 1,13 com desvio padrão de 0,01.

As medidas lineares da altura óssea obtida nas imagens dos cinco tomógrafos foram corrigidas segundo o fator de magnificação calculado com base na imagem dos guias radiográficos, e comparadas às mensurações reais da altura dos segmentos ósseos pela análise de variância (ANOVA) e o teste de Dunnett. Não houve interação significativa entre os fatores aparelho e região ($p=0,9309$) e foram observadas diferenças significativas apenas entre as medidas do tomógrafo computadorizado Somatom Esprit e a medida real dos segmentos de mandíbula pelo teste de Dunnett (Tabela 4).

Tabela 4: Alturas ósseas (mm) corrigidas com base no fator de magnificação calculados pela imagem dos guias radiográficos em comparação com a altura óssea real das mandíbulas.

Região	Aparelho					Medida Real
	Quint Sectograph	Orthopantomograph OP 100	X mind TOME	Somatom Esprit	Toshiba X vision EX	
Molar direito	20,08 (2,20)	19,99 (2,24)	20,12 (2,29)	13,46 (1,75)	19,51 (2,07)	19,83 (2,20)
Pré-molar direito	20,13 (2,42)	20,27 (2,57)	20,25 (2,61)	13,79 (1,80)	19,81 (2,33)	20,05 (2,54)
Canino direito	23,87 (3,96)	23,82 (3,84)	24,07 (3,98)	16,34 (2,45)	23,58 (3,72)	23,74 (3,95)
Incisivo direito	24,60 (3,51)	24,74 (3,59)	24,86 (3,68)	17,06 (2,27)	24,44 (3,43)	24,68 (3,54)
Incisivo esquerdo	24,19 (3,29)	24,12 (3,24)	24,33 (3,26)	15,99 (1,74)	23,75 (3,20)	24,04 (3,26)
Canino esquerdo	23,20 (3,60)	23,20 (3,64)	23,38 (3,72)	15,37 (2,72)	22,74 (3,52)	23,12 (3,72)
Pré-molar esquerdo	20,06 (2,90)	19,83 (3,47)	20,17 (3,05)	13,19 (1,71)	19,76 (2,59)	19,98 (2,87)
Molar esquerdo	19,29 (2,28)	19,32 (2,18)	19,57 (2,24)	13,15 (1,86)	19,04 (2,05)	19,19 (2,14)

Dunnett

*

* Difere da medida real pelo teste de Dunnett ($p<0,05$)

Interação não significativa $p=0,9309$

Os dados referentes à tabela 4 são ilustrados nos gráficos 1 e 2.

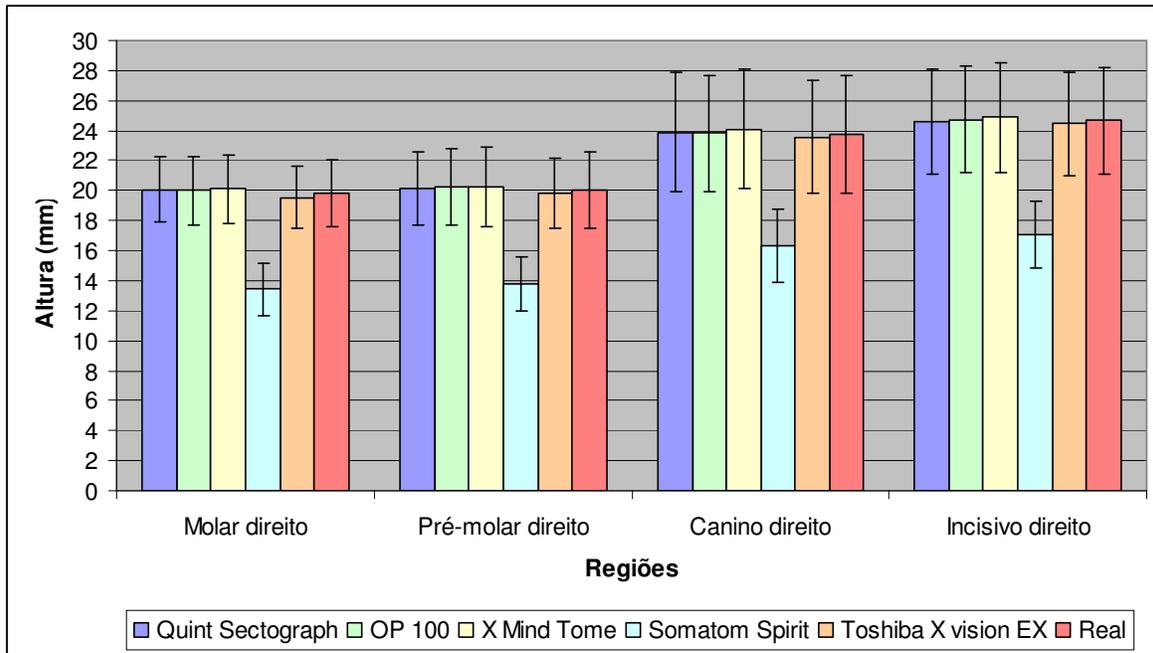


Gráfico 1: Médias da altura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação calculado, e da altura óssea real para as regiões do lado direito.

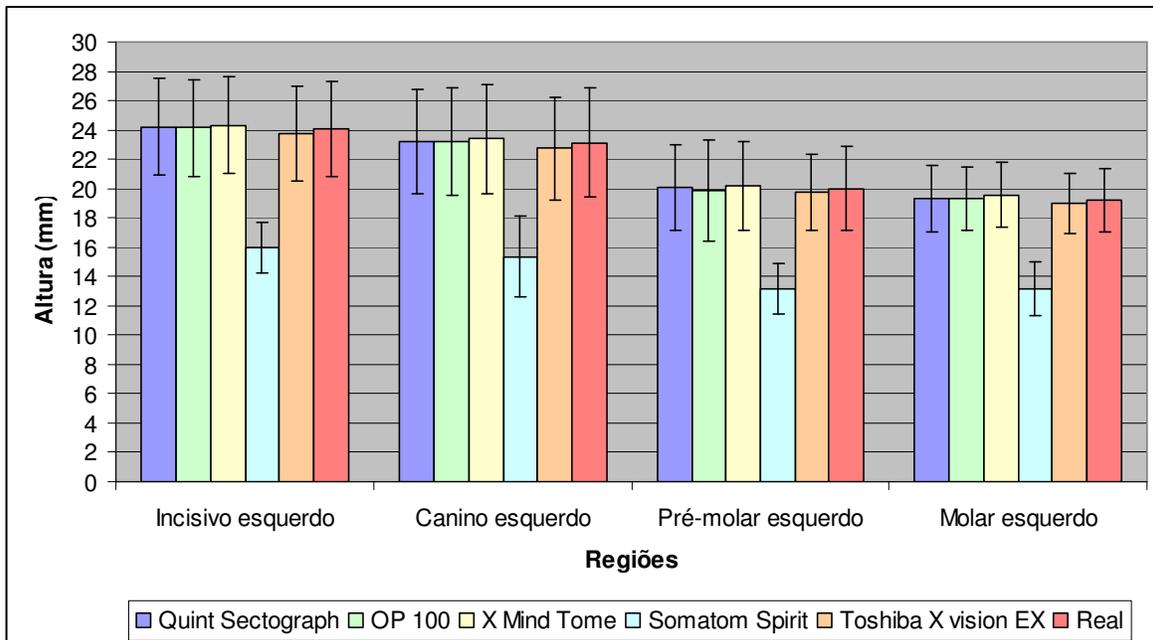


Gráfico 2: Médias da altura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação calculado, e da altura óssea real para as regiões do lado esquerdo.

Para as medidas lineares da espessura óssea, corrigidas com base na imagem dos guias radiográficos, não houve interação ($p=0,9818$) entre as regiões e os aparelhos e foram observadas diferenças estatisticamente significativas apenas entre as medidas do tomógrafo computadorizado Somatom Esprit e a medida real dos seguimentos de mandíbula pelo teste de Dunnett (Tabela 5).

Tabela 5: Espessuras ósseas (mm) corrigidas com base no fator de magnificação calculados pela imagem dos guias radiográficos em comparação com a espessura óssea real das mandíbulas.

Região	Aparelho					Medida Real
	Quint Sectograph	Orthopantomograph OP 100	X mind TOME	Somatom Esprit	Toshiba X vision EX	
Molar direito	11,34 (1,92)	11,27 (1,91)	11,29 (1,84)	7,82 (1,48)	11,18 (1,80)	11,24 (1,85)
Pré-molar direito	10,54 (1,67)	10,59 (1,66)	10,55 (1,59)	7,56 (1,36)	10,44 (1,49)	10,52 (1,67)
Canino direito	10,11 (1,67)	10,06 (1,69)	10,14 (1,65)	7,15 (1,24)	10,15 (1,60)	10,06 (1,69)
Incisivo direito	9,73 (1,67)	9,73 (1,98)	9,74 (1,95)	6,80 (1,40)	9,78 (1,97)	9,74 (1,99)
Incisivo esquerdo	9,88 (1,87)	9,81 (1,84)	9,84 (1,80)	6,74 (1,24)	9,84 (1,72)	9,81 (1,79)
Canino esquerdo	10,01 (1,88)	9,96 (1,88)	10,14 (1,87)	6,99 (1,33)	10,00 (1,78)	9,98 (1,92)
Pré-molar esquerdo	10,46 (1,46)	10,43 (1,45)	10,49 (1,44)	7,34 (1,24)	10,39 (1,47)	10,36 (1,46)
Molar esquerdo	11,34 (1,63)	11,41 (1,66)	11,34 (1,73)	8,31 (1,21)	11,34 (1,50)	11,47 (1,64)

Dunnett

*

* Difere da medida real pelo teste de Dunnett ($p<0,05$)

Interação não significativa $p=0,9818$

Os dados referentes à tabela 5 são ilustrados nos gráficos 3 e 4.

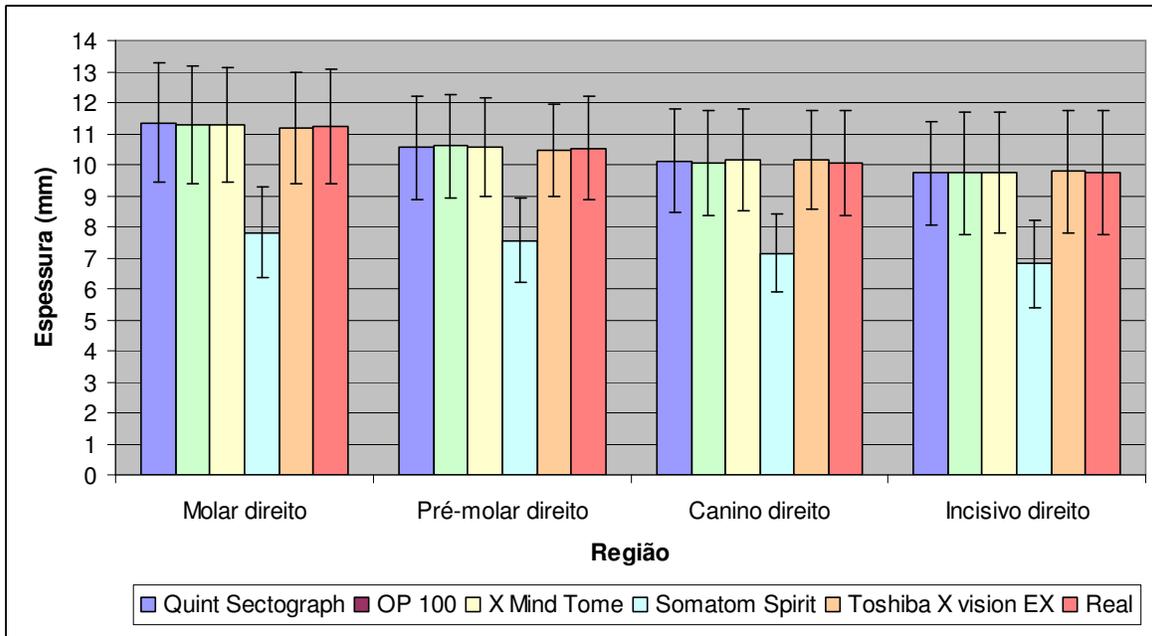


Gráfico 3: Médias da espessura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação calculado, e da altura óssea real para as regiões do lado direito.

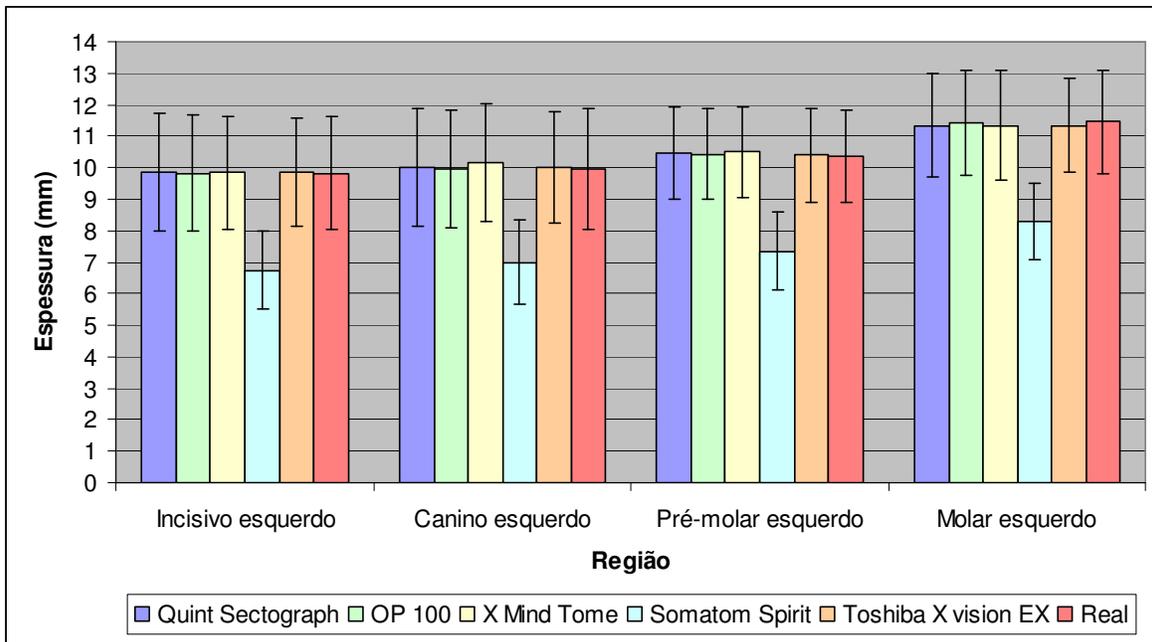


Gráfico 4: Média da espessura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação calculado, e da altura óssea real para as regiões do lado esquerdo.

As medidas lineares da altura óssea obtida nas imagens dos cinco tomógrafos foram corrigidas segundo o fator de magnificação fornecido pelo fabricante, e comparadas às mensurações reais da altura dos segmentos ósseos pela análise de variância (Anova) utilizando-se o teste de Dunnett. Não houve interação ($p=0,9186$) entre os fatores aparelho e região, sendo observadas diferenças estatisticamente significativas entre as medidas dos tomógrafos ($p<0,05$) e a medida real dos seguimentos de mandíbula, com exceção do tomógrafo computadorizado Toshiba X vision EX pelo teste de Dunnett (Tabela 6).

Tabela 6: Alturas ósseas (mm) corrigidas com base no fator de magnificação fornecido pelos fabricantes em comparação com a altura óssea real das mandíbulas.

Região	Aparelho					Medida Real
	Quint Sectograph	Orthopantomograph OP 100	X mind TOME	Somatom Esprit	Toshiba X vision EX	
Molar direito	19,40 (2,16)	20,24 (2,24)	20,28 (2,35)	13,46 (1,75)	19,51 (2,07)	19,83 (2,20)
Pré-molar direito	19,46 (2,55)	20,49 (2,65)	20,44 (2,67)	13,79 (1,80)	19,81 (2,33)	20,05 (2,53)
Canino direito	22,98 (3,88)	23,96 (3,85)	24,23 (4,12)	16,34 (2,45)	23,57 (3,73)	23,74 (3,95)
Incisivo direito	23,63 (3,63)	25,03 (3,58)	25,03 (3,70)	17,06 (2,27)	24,44 (3,43)	24,68 (3,54)
Incisivo esquerdo	23,28 (3,29)	24,38 (3,21)	24,48 (3,32)	16,00 (1,74)	23,75 (3,20)	24,04 (3,26)
Canino esquerdo	22,28 (3,53)	23,45 (3,64)	23,59 (3,81)	15,37 (2,72)	22,74 (3,52)	23,12 (3,72)
Pré-molar esquerdo	19,29 (2,96)	20,09 (3,53)	20,33 (3,06)	13,19 (1,71)	19,76 (2,59)	19,98 (2,87)
Molar esquerdo	18,66 (2,32)	19,52 (2,31)	19,78 (2,34)	13,15 (1,86)	19,04 (2,05)	19,90 (2,14)
Dunnett	*	*	*	*		

* Difere da medida real pelo teste de Dunnett ($p<0,05$)

Interação não significativa $p=0,9186$

Os dados referentes à tabela 6 são ilustrados nos gráficos 5 e 6.

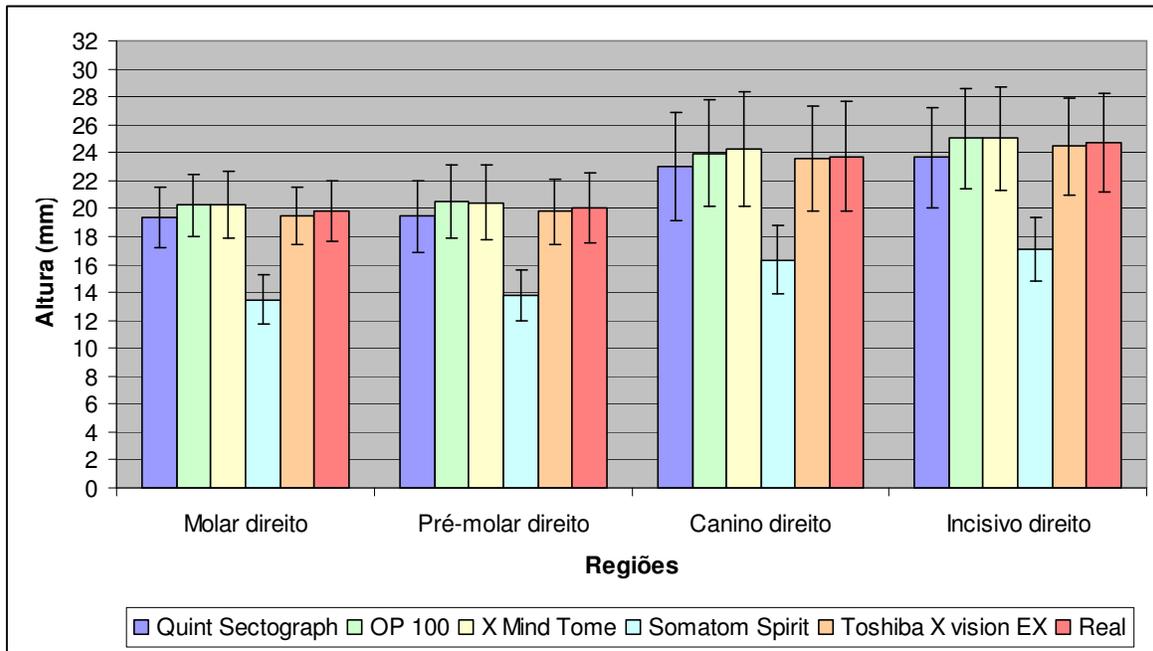


Gráfico 5: Médias da altura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação fornecido pelos fabricantes, e da altura óssea real para as regiões do lado direito.

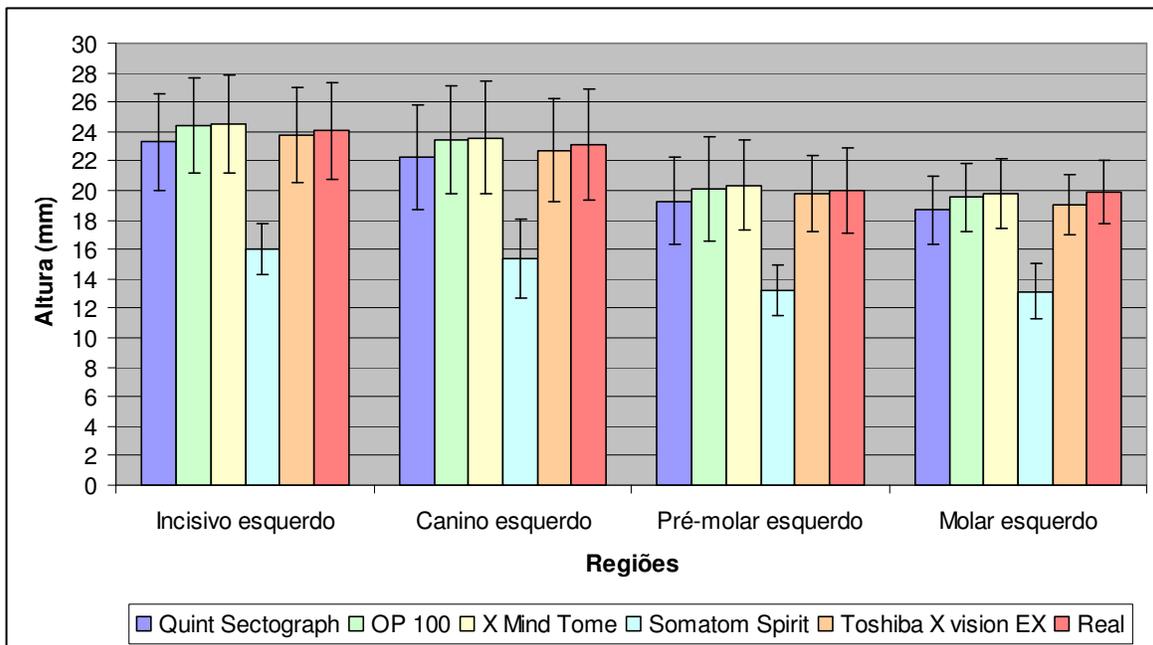


Gráfico 6: Médias da altura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação fornecido pelos fabricantes, e da altura óssea real para as regiões do lado esquerdo.

Para as medidas lineares da espessura óssea obtida nas imagens tomográficas dos cinco tomógrafos corrigidas segundo o fator de magnificação fornecido pelo fabricante, não houve interação ($p=0,9728$) entre os fatores, sendo observadas diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$) entre as medidas do tomógrafo linear Quint Sectograph e computadorizado Somoatom Esprit quando comparados a medida real dos seguimentos de mandíbula pelo teste de Dunnett (Tabela 7).

Tabela 7: Espessuras ósseas (mm) corrigidas com base no fator de magnificação fornecida pelos fabricantes em comparação com a espessura óssea real das mandíbulas.

Região	Aparelho					Medida Real
	Quint Sectograph	Orthopantomograph OP 100	X mind TOME	Somatom Esprit	Toshiba X vision EX	
Molar direito	10,95 (1,88)	11,41 (1,94)	11,37 (1,86)	7,82 (1,48)	11,18 (1,80)	11,24 (1,85)
Pré-molar direito	10,18 (1,63)	10,70 (1,67)	10,65 (1,56)	7,56 (1,36)	10,44 (1,49)	10,52 (1,67)
Canino direito	9,74 (1,64)	10,11 (1,67)	10,19 (1,63)	7,15 (1,24)	10,15 (1,60)	10,06 (1,69)
Incisivo direito	9,32 (1,86)	9,84 (2,00)	9,80 (1,93)	6,80 (1,40)	9,78 (1,97)	9,74 (1,99)
Incisivo esquerdo	9,50 (1,76)	9,92 (1,85)	9,90 (1,82)	6,73 (1,24)	9,84 (1,72)	9,81 (1,79)
Canino esquerdo	9,60 (1,81)	10,07 (1,93)	10,23 (1,91)	6,99 (1,33)	10,01 (1,78)	9,98 (1,92)
Pré-molar esquerdo	10,05 (1,41)	10,56 (1,43)	10,58 (1,44)	7,34 (1,24)	10,38 (1,47)	10,36 (1,46)
Molar esquerdo	10,97 (1,60)	11,53 m(1,71)	11,46 (1,76)	8,31 (1,21)	11,34 (1,50)	11,47 (1,64)
Dunnett	*			*		

* Difere da medida real pelo teste de Dunnett ($p<0,05$)

Interação não significativa $p=0,9728$

Os dados referentes à tabela 7 são ilustrados nos gráficos 7 e 8.

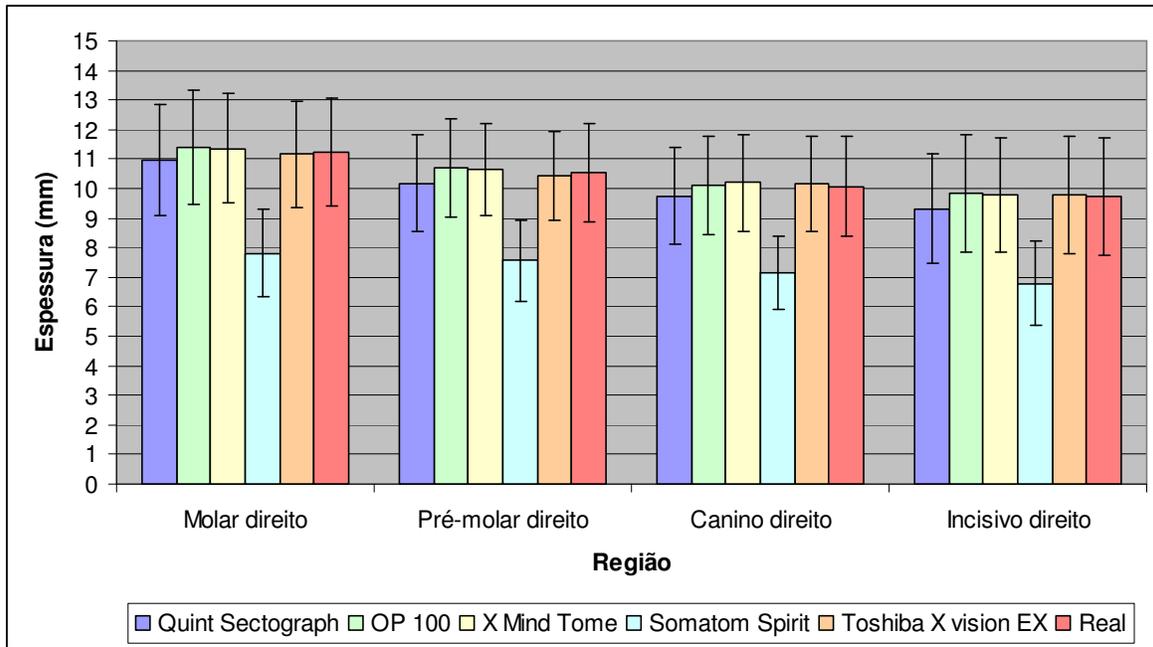


Gráfico 7: Médias da espessura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação fornecido pelos fabricantes, e da altura óssea real para as regiões do lado direito.

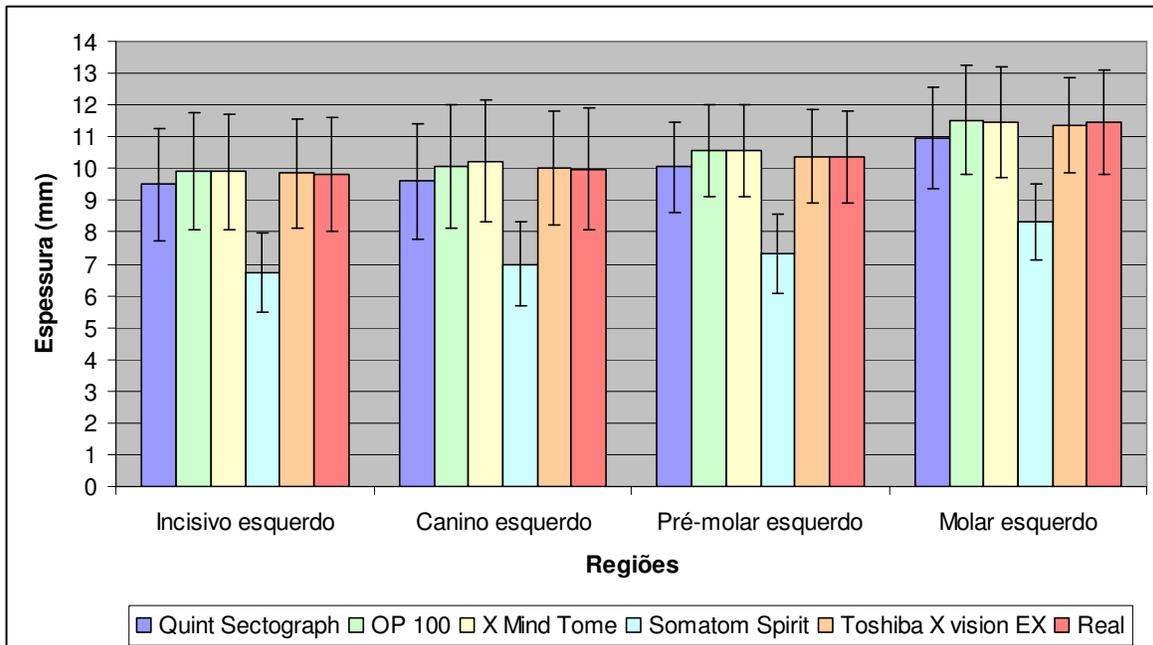


Gráfico 8: Médias da espessura óssea (mm) dos tomógrafos corrigidos pelo fator de magnificação fornecido pelos fabricantes, e da altura óssea real para as regiões do lado esquerdo.

6. DISCUSSÃO

Na implantodontia uma das fases mais importantes é o planejamento, que inclui: anamnese, exame clínico, análise de modelos e exame radiográfico (Guedes *et al.*, 2000). Assim sendo, o planejamento radiográfico deve fornecer dados que aumentem a segurança para colocação dos implantes, com dimensões e posições apropriadas ao caso. Com imagens precisas do osso de suporte permitindo a avaliação da quantidade de osso disponível, qualidade do osso, presença de patologias, inclinação do processo alveolar remanescente e relação espacial da área de interesse para fixação do implante com estruturas anatômicas (Frederiksen, 1995; Guedes *et al.*, 2000; Jefcoat *et al.*, 1991; Reiskin, 1998; Schropp *et al.*, 2001; Tyndal *et al.*, 2000).

Os profissionais têm buscado informações para o planejamento cirúrgico com auxílio de técnicas tomográficas convencionais e computadorizadas de alta resolução cada vez mais precisas e complexas, fornecendo informações valiosas para um correto tratamento com implantes, concordando com a indicação da Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial que sugere a utilização de radiografias panorâmicas para observação de imagens mesio-distais da região, com a recomendação de imagens sagitais do local de interesse, o que é obtido com tomografia convencional ou computadorizada (Tyndall *et al.* em 2000).

As técnicas tomográficas convencionais podem ser do tipo linear ou multidirecionais, dependendo do tipo de movimento realizado pelo tubo de raios x e filme disponíveis em diversos equipamentos presentes no mercado, como descrito por Miles *et al.* em 1993 e Kassebaum *et al.* em 1993. A tomografia computadorizada é uma técnica precisa na avaliação óssea, uma vez que as imagens reformatadas em diferentes planos e tridimensionais, são geradas a partir de imagens axiais obtidas dos pacientes, por meio de softwares próprios para a geração de imagens úteis ao planejamento de implantes (Abrahams *et al.*, 1995; Andersson *et al.*, 1988; Jefcoat *et al.*, 1991).

Na literatura mundial, existem diferentes pesquisas que demonstram a preocupação com a confiabilidade de medidas realizadas em imagens tomográficas obtidas em equipamentos convencionais ou computadorizados, porém uma grande parcela dos

trabalhos apresentam resultados com uma pequena amostra, com diferentes métodos tomográficos e principalmente, realizaram seus estudos utilizando apenas a região posterior de mandíbulas humanas. Esta pesquisa avaliou a precisão de medidas da altura e espessura óssea em diferentes regiões de mandíbulas humanas obtidas em cinco diferentes métodos de imagens tomográficas, levando em consideração a magnificação do guia radiográfico e aquela fornecida pelo fabricante, e posteriormente comparadas com as medias realizadas diretamente no segmento ósseo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apresentaram um valor médio de magnificação de 1,06 para o tomógrafo Quint Sectograph, 1,41 para o Orthopantomograph OP100 e 1,51 para o X Mind TOME, estes valores calculados diferiram estatisticamente com os valores fornecidos pelos fabricantes, que forneceram os valores 1,10, 1,40 e 1,50 respectivamente para os tomógrafos convencionais. Em relação ao Quint Sectograph os valores obtidos concordam com os resultados de Kassebaum *et al.* (1990) que encontraram um fator de magnificação variável entre 1,06 e 1,10, porém discordando do valor encontrado por Carneiro Júnior (2000) que em sua pesquisa encontrou um fator de 1,04, sendo esta diferença entre os fatores de magnificação, diretamente influenciado pela distância área a ser radiografada e filme. O valor calculado para o tomógrafo Orthopantomograph OP100 é igual ao valor encontrado por Liang *et al.* (2001) de 1,41 com fator de magnificação, diferindo 0,01 do valor de 1,40 fornecido pelo fabricante e de Potter *et al.* (1997), e apresentando uma grande diferença do valor de 1,25 encontrado por Carneiro Júnior (2000). O valor calculado para o tomógrafo X Mind TOME foi diferente 0,01 do valor fornecido pelo fabricante, e dos valores encontrados de 1,49 por Bou Serhal *et al.* (2000) e 1,52 por Frei *et al.* (2004).

Em relação às medidas realizadas nas imagens tomográficas obtidas nos cinco tomógrafos onde foi corrigido com o fator de magnificação do guia radiográfico, sendo este calculado por meio da fórmula proposta por Dixon *et al.* (2002), pôde-se observar diferenças estatísticas para as medidas da altura e espessura óssea nas imagens reformatadas do tomógrafo computadorizado Somatom Esprit quando comparado com o valor real. A diferença média entre os valores reais e os obtidos no tomógrafo Somatom Esprit foi de 7,0 milímetros para altura óssea e 3,1 milímetros para espessura óssea,

demonstrando não só diferenças estatísticas em comparação com as dimensões reais, mas clinicamente esta diferença deve ser levada em consideração. Os valores medidos para o tomógrafo Somatom Esprit foram subestimados para todas as medidas, tanto para altura como espessura, sendo estes resultados semelhantes aos resultados de Quirynen *et al.* (1990), que também utilizaram o tomógrafo Somatom modelo DRH e encontraram uma freqüente subestimação em 64% das mensurações, sendo observadas variações superiores a 4,0 milímetros para altura e 1,0 milímetro para espessura óssea.

Quando comparado os valores dos tomógrafos convencionais descontando-se a ampliação dos guias, não foi observada diferença significativa para altura e espessura óssea quando comparados com os valores reais, confirmando o relato de Ismail *et al.* (1995) que por meio do cálculo do fator de magnificação pode determinar precisamente a altura e espessura óssea. Foi observado o valor medido para altura óssea próximo dos valores reais com diferenças médias de 0,1 milímetros para o Quint sectograph, semelhantes aos resultados encontrados por Faria (2000) e Carneiro Júnior (2000) que não verificaram diferenças entre a altura da imagem e dimensão real; 0,08 milímetros para o Orthopantomograph OP100 também verificado por Carneiro Júnior (2000) não haver diferenças entre as imagens e o real; e 0,27 milímetros para o X Mind TOME, semelhante a diferença encontrada por Bou Serhal *et al.* (2000) de 0,24 milímetros entre a medidas das imagens e medida real.

Os tomógrafos convencionais não apresentaram diferenças estatísticas para espessura óssea das imagens e real, apresentando diferenças médias de 0,03 milímetros para o tomógrafo Quint Sectograph, 0,01 milímetros para o Orthopantomograph OP100 e 0,04 milímetros para o X Mind TOME, sendo estas diferenças extremamente pequenas demonstrando a precisão das imagens para avaliação da espessura óssea, porém Frei *et al.* (2004) encontraram diferenças para espessura óssea quando utilizou um tomógrafo semelhante ao X Mind TOME, o Cranex TOME, descrevendo que houve a necessidade de alteração do diâmetro do implante durante a cirurgia.

As medidas realizadas nas imagens do tomógrafo computadorizado Toshiba X vision EX foram diferentes das medidas realizadas nos outros tomógrafos, pois não foram realizadas correções com base na imagem do guia radiográfico. Isto se deve porque as

imagens geradas foram reconstruídas com o software Denta Scan, próprio para o planejamento de implantes. Nas imagens reformatadas existe uma escala milimetrada lateral à imagem, que deve ser seguida para realização de mensurações como preconizado pelo fabricante e descrito por Abrahams *et al.* (1995), Coelho *et al.* (1997), Frederiksen (1995), Iplikçioglu *et al.* (2002), Miles *et al.* (1993) e Weinberg *et al.* (1993).

Os valores da altura e espessura ósseas obtidas por reconstrução com o software Denta Scan, foram próximas aos valores reais, variando em média 0,25 milímetros para altura óssea e praticamente não existindo diferença entre as espessuras ósseas, o que se assemelham com os resultados encontrados por Naitoh *et al.* (2004) que encontraram uma diferença de 0,31 milímetros, Cavalcanti *et al.* (1998) não observou diferenças entre medidas realizadas em imagens de tomografia computadorizada por meio do software ToothPix e medidas diretas em pacientes, posteriormente Cavalcanti *et al.* (2002) encontraram diferenças de 0,1 milímetros em um estudo *in vitro* e diferenças inter e intra-observadores de 0,38 e 0,21 milímetros respectivamente em mensurações *in vivo*, Sonick *et al.* (1994) encontraram precisão superior a 0,5 milímetros quando compararam mensurações em tomografia computadorizada e medidas diretas nas mandíbulas. Tal *et al.* (1991) verificaram que a tomografia computadorizada foi mais precisa 0,01 milímetro quando comparada a radiografia panorâmica, Jacobs *et al.* (1999) realizaram a avaliação de 416 locais de implantes por meio de tomografia computadorizada, e verificaram que 395 implantes puderam ser colocados. Yang *et al.* (1999) verificaram uma diferença média de 1,20 milímetros entre medidas reformatadas e reais, considerando precisas suas mensurações. A semelhança dos resultados encontrados com os presentes na literatura, confirmam que as mensurações em imagens de tomografia computadorizada reformatadas são consideradas precisas para avaliação da altura e espessura óssea quando comparadas com as medidas reais.

Outro objetivo nesta pesquisa foi de avaliar as mensurações realizadas nas imagens tomográficas das alturas ósseas e corrigidas com a ampliação fornecida pelos fabricantes. Os resultados apresentados demonstraram diferenças significativas em relação ao valor real para os tomógrafo convencionais Quint Sectograph, Orthopantomograph OP100 e X Mind TOME e o tomógrafo computadorizado Somatom Esprit. Diferenças entre as medidas da

altura óssea nas imagens do Quint Sectograph e real das mandíbulas também foram observado no trabalho de Butterfield *et al.* (1997), o mesmo não ocorreu no estudo de Faria (2000) que não verificou diferenças significativas quando comparado com o real. Foi observado que as medidas obtidas com a correção do fator de magnificação fornecida pelo fabricante (1,10) foram menores do que os valores reais em todas as regiões avaliadas, sendo estas diferenças de 0,79 milímetro, subestimação que ocorreu também no estudo de Carneiro Júnior (2000) porém com uma diferença de 0,94 milímetros, e como descrito por Petrikowski *et al.* (1989) diferenças inferiores a 1,0 milímetro não possuem relevância clínica sendo a técnica considerada precisa para o planejamento de implantes. Estas medidas subestimadas para as imagens das alturas óssea obtidas com o Quint Sectograph, permitem concluir que esta é uma técnica segura para avaliação pré-operatória de implantes, uma vez que as mensurações obtidas são menores que as dimensões reais, deixando uma margem de segurança para a colocação do implante.

As mensurações das alturas ósseas obtidas nas imagens do Orthopantomograph OP100 corrigidas com o fator de magnificação fornecida pelo fabricante (1,40) apresentaram diferenças significativas em relação aos valores reais, diferença esta também presente no estudo de Liang *et al.* (2001) quando comparada à altura óssea da imagem corrigida com o Orthopantomograph e medida real, porém os autores encontraram diferenças de 0,4 milímetros, enquanto que na presente pesquisa foi verificada uma diferença média de 0,23 milímetros. Para estas diferenças observaram-se valores superestimados para quase todas as regiões com exceção da região de molar esquerdo que apresentou subestimação da medida óssea. A maioria das medidas foram maiores que os valores reais, estes valores são clinicamente insignificantes (0,23 milímetros) sendo considerado precisas as mensurações de altura óssea realizadas nas imagens com o Orthopantomograph OP100, fato este que difere das conclusões de Montebelo Filho (2000) que observou que as imagens produzidas pelo referido tomógrafo foram as que mais diferiram do valor real, encontrando uma diferença média de 6,99 milímetros.

Para as medidas das alturas ósseas nas imagens obtidas com o tomógrafo X Mind TOME e corrigidas com o fator de magnificação fornecido pelo fabricante (1,50) apresentaram diferenças significativas em relação aos valores reais, diferindo dos

resultados de Bou Serhal *et al.* (2000) os quais não observaram diferenças estatísticas para medidas da altura óssea em imagens obtidas com o Cranex TOME, na região posterior da maxila em crânios macerados, e em um segundo estudo também realizado por Bou Serhal *et al.* (2001) para mensurações na região do forame mental e comparados com as medidas reais no crânio e nos pacientes respectivamente. A diferença média entre a medida da altura óssea e real encontradas no presente estudo foi de 0,35 milímetros observando-se uma proximidade dos valores quando comparado ao valor de 0,4 milímetros de diferença encontrado por Bou serhal *et al.* (2002) para avaliação de mensurações ósseas em relação ao canal mandibular. Semelhante as medidas com o Orthopantomograph OP100, as mensurações com o X mind TOME também apresentaram superestimação para todas as regiões com exceção da região de molar esquerdo. Apesar da maioria das medidas serem maiores que os valores reais, estes valores são clinicamente insignificantes (0,35 milímetros) sendo considerados precisas as mensurações da altura óssea realizadas nas imagens com o X Mind TOME como relata Valentini *et al.* (2003) que encontrou diferenças em suas medidas de 1,09 milímetros nas imagens obtidas com o Cranex TOME e mesmo assim suporta a tomografia convencional espiral como meio de avaliação pré-operatória de implantes, fato este que também é relatado por Schropp *et al.* (2001).

As imagens obtidas com o Orthopantomograph OP100 e X Mind TOME apresentaram superestimação das imagens quando comparadas com os valores reais, apesar dessas diferenças serem insignificantes clinicamente, alguns profissionais podem questionar estas mensurações, sendo uma solução para estas diferenças adotar áreas de segurança, que segundo Rockenbach *et al.* (2003) sugere 2,0 milímetros, enquanto Dantas (2002) sugere uma margem de segurança de 10% do valor medido, prevenindo assim qualquer injúria a estruturas nobres.

A avaliação da altura óssea por meio das imagens reformatadas pelo software Denta Scan do tomógrafo computadorizado Toshiba X vision EX seguiram o protocolo de mensuração destas imagens utilizando a escala milimetrada lateral, pois o software não informa o fator de magnificação da imagem. Puderam-se observar os resultados idênticos ao encontrado para avaliação das imagens corrigidas pelo fator de magnificação do guia radiográfico, não apresentando diferenças significativas quando comparado com o valor

real, confirmando a descrição por alguns autores que as imagens reformatadas em tomografia computadorizada com o software Denta Scan ou Dental CT é o método mais preciso para avaliação dos maxilares no planejamento de implantes como descrito por Guedes *et al.* (2000) e Batista *et al.* (1999), confirmado pelo estudo de Montebelo Filho (2000) que encontrou as medidas da tomografia computadorizada mais próxima dos valores reais, além da possibilidade de localização do canal mandibular ser melhor visualizada do que os métodos convencionais como descreveu Ylikontiola *et al.* (2002), esta opinião sobre a precisão da tomografia computadorizada, não é a mesma de Jacobs (2003) que descreveu que a tomografia convencional espiral é mais precisa do que as imagens por tomografia computadorizada.

Para a avaliação da espessura óssea corrigindo-se a medida com o fator de magnificação fornecido pelos fabricantes, os resultados demonstraram diferenças significativas em relação ao valor real para o tomógrafo convencionais Quint Sectograph e o tomógrafo computadorizado Somatom Esprit. Diferenças significativas entre as medidas da espessura óssea nas imagens do Quint Sectograph e real das mandíbulas também foram observadas no trabalho de Butterfield *et al.* (1997), o mesmo não ocorreu no estudo de Faria (2000) que não verificou diferenças significativas em relação ao real. Foi observado que as medidas obtidas com a correção do fator de magnificação fornecida pelo fabricante (1,10) foram menores do que os valores reais em todas as regiões avaliadas, sendo estas diferenças de 0,35 milímetro, o que ocorreu também no estudo de Carneiro Júnior (2000), e como descrito por Petrikowski *et al.* (1989) diferenças inferiores a 1,0 milímetro não possuem relevância clínica sendo a técnica considerada precisa para o planejamento de implantes. Estas medidas subestimadas para as imagens das espessuras ósseas obtidas com descritas anteriormente são seguras para avaliação pré-operatória de implantes, uma vez que as mensurações obtidas são menores que as dimensões reais, deixando uma margem de segurança para a colocação do implante.

Para as mensurações tanto da altura como para espessura óssea para as imagens obtidas com o tomógrafo computadorizado Somatom Esprit, não foram realizadas as correções segundo o fator de magnificação fornecido pelo fabricante, pois o software não informa a magnificação da imagem e também não fornece uma escala lateral presente nas

imagens reformatadas por softwares específicos, sendo adotado para a correção das mensurações, a dimensão do guia radiográfico e a partir dele calculado o fator de magnificação da imagem, sendo o resultado idêntico ao observado para avaliação das imagens corrigidas pelo fator de magnificação do guia radiográfico, também apresentando diferença significativa quando comparado com o valor real, sendo esta diferença de 7,03 milímetros para altura óssea e 3,06 milímetros para espessura óssea, sendo estes valores considerados bastante elevados clinicamente e conseqüentemente impreciso para uma avaliação pré-operatória de implantes.

7. CONCLUSÃO

Após análise dos resultados, foi possível concluir que:

- 1) O fator de magnificação calculado para os tomógrafos convencionais foi de 1,06 para o Quint Sectograph, 1,41 para o Orthopantomograph OP100 e 1,51 para o X Mind TOME, porém estas diferenças em relação aos fornecidos pelos fabricantes não possuem significância clínica.
- 2) Em relação as medidas da altura e espessura óssea corrigidas pelo fator de magnificação dos guias radiográficos, pôde-se observar que as técnicas se mostraram precisas com exceção daquelas obtidas com o tomógrafo computadorizado com reconstrução multiplanar Somatom Sprit.
- 3) As medidas da altura e espessura óssea corrigidas pelo fator de magnificação dos fabricantes, podem ser consideradas seguras para um planejamento de implantes, com exceção daquelas obtidas com o tomógrafo computadorizado com reconstrução multiplanar Somatom Sprit.

REFERÊNCIAS*

Abrahams JJ, Kalyanpur A. Dental implants and Dental CT software programs, *Semin, Ultrasound CT MR*. 1995; 16(6): 468-86.

Andersson JE, Svart K. CT-canning in the preoperative planning of osseointegrated implants in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988; 17(1): 33-5.

Batista FC, Batista Júnior EL, Fronza BR. O uso da tomografia computadorizada na implantodontia. *BCI*. 1999; 6(1): 65-70.

Bou Serhal C, Jacobs R, Flygare L, Quirynen M, van Steenberghe D. Perioperative validation of localization of the mental foramen. *Dentomaxillofac Radiol*. 2002; 31(1): 39-43.

Bou Serhal C, van Steenberghe, Quirynen M, Jacobs R. Localisation of the mandibular canal using conventional spiral tomography: a human cadaver study. *Clin Oral Impl Res*. 2000; 12(3): 230-6.

Bou Serhal C, Jacobs R, Persoons M, Hermans R, van Steenberghe D. The accuracy of spiral tomography to assess bone quantity for the preoperative planning of implants in the posterior maxilla. *Clin Oral Impl Res*. 2000; 11(3): 242-7.

Butterfield KJ, Dagenais M, Clokie C. Linear tomography's clinical accuracy and validity for presurgical dental implant analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997; 84(2): 203-9.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseado no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Carneiro Júnior EG. *Tomografia convencional: Estudo comparativo de imagens pré-operatórias para implantes dentais osteointegrados* [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2000.

Cavalcanti MGP, Ruprecht A, Vannier MW. 3D volume rendering using multislice CT for dental implants. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002; 31(4): 218-23.

Cavalcanti MGP, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Validation of spiral computed tomography for dental implants. *Dentomaxillofac Radiol.* 1998; 27(6): 329-333.

Coelho E, Gallon S, Fedeli Júnior A. Estudo comparativo entre técnicas radiográficas para mensuração óssea mandibular em implantodontia. *BCI.* 1997; 4(2): 47-52.

Dantas JA. *Influência do posicionamento da mandíbula em exames de tomografia computadorizada para implantes* [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2002.

Dixon DR, Morgan R, Hollender LG, Roberts FA, O'Neal RB. Clinical Application of spiral tomography in anterior implant placement: case report. *J Periodontol.* 2002; 73(10): 1202-9.

Faria MDB. *Avaliação da localização do canal mandibular por meio de exames tomográficos (linear, pluridirecional e computadorizado de alta resolução) em comparação com a anatomia óssea topográfica* [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2000.

Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995; 80(5): 540-54.

Frei C, Buser D, Dula K. Study on the necessity for cross-section imaging of the posterior mandible for treatment planning of standard cases in implant dentistry. *Clin Oral Impl Res*. 2004; 15(4): 490-7.

Guedes AML, Faria MDB, Montebelo Filho A. Imagem multiplanar dos maxilares para o planejamento de implantes osteointegrados. *RBO*. 2000; 57(3): 192-4.

Iplikçioğlu H, Akça K, Çehreli MC. The use of computerized tomography for diagnosis and treatment planning in implant dentistry. *J Oral Implantol*. 2002; 38(1): 29-36.

Ismail Y, Azarbal M, Kapa SF. Conventional linear tomography: protocol for assessing endosseous implant sites. *J Prosthet Dent*. 1995; 73(2): 153-7.

Jacobs R, Adriansens A, Naert I, Quirynen M, Hermans R, van Steenberghe. Predictability of reformatted computed tomography for pre-operative planning of endosseous implants. *Dentomaxillofac Radiol*. 1999; 28(1): 37-41.

Jacobs R. Preoperative radiologic planning of implant surgery in compromised patients. *Periodontol 2000*. 2003; 33: 12-25.

Jeffcoat M, Jeffcoat RL, Reddy MS, Berland L. Planning interactive implant treatment with 3-D computed tomography. *JADA*. 1991; 122(11): 40-4.

Kassebaum DK, Mc Dowell JD. Tomography. *Dental Clinics of North America*. 1993; 37(4): 567-74.

Kassebaum DK, Nummikoski PV, Triplett RG, Langlais RP. Cross-sectional radiography for implant site assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1990; 70(5): 674-8.

Kraut RA. A case for routine computed tomography imaging of the dental alveolus before implant placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 59 (1): 64-7.

Lee SY, Morgano SM. A diagnostic stent for endosseous implants to improve conventional tomographic radiographs. *J Prosthet Dent.* 1994; 71(5): 482-5.

Liang H, Tyndall DA, Ludlow JB, Lang LA, Nunn ME. Accuracy of mandibular cross-sectional imaging with turned-aperture computed tomography (TACT), iteratively reconstructed TACT, and multidirecional, linear, and transverse panoramic tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 91(5): 594-602.

Miles DA, Van Dis ML. Implant radiology. *Dental Clinics of North America.* 1993; 37(4): 645-68.

Montebelo Filho A. *Avaliação da fidelidade das imagens obtidas de crânios secos, por meio de exames radiográficos convencionais (intra e extra-bucais), e tomográficos (panorâmico, convencional e computadorizado) em comparação com a anatomia óssea topográfica* [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2000.

Naitoh M, Katsumata A, Nohara E, Ohsaki C, Aiji E. Measurement accuracy of reconstructed 2-D images obtained by multi-slice helical computed tomography. *Clin Oral Impl Res.* 2004; 15(5): 570-574.

Petrikowski CG, Pharoah MJ, Schmitt A. Presurgical radiographic assessment for implants. *J Prosthet Dent.* 1989; 61(1): 59-64.

Poon C, Barss TK, Kinch Lam, Bricker SL, Miles D, Van Dis M. Presurgical tomographic assessment for dental implants: Part 1 – A modified imaging technique. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1992; 7(2): 246-50.

Potter BJ, ShROUT MK, Russell CM, Sharawy M. Implant site assessment using panoramic cross-sectional tomographic imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 84(4): 436-42.

Quirynen M, Lamoral Y, Dekeyser C, Peene P, Van Steenberghe D, Bonte *et al.* The CT Scan standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990; 5(4): 384-9.

Reiskin AB. Implant imaging: status, controversies, and new developments. *Dental Clinics of North America.* 1998; 42(1): 47-56.

Rockenbach MIB, Sampaio MCC, Costa LJ, Costa NP. Evaluation of mandibular implant sites: Correlation between panoramic and linear tomography. *Braz Dent J.* 2003; 14(3): 209-13.

Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L. Impact of conventional tomography on prediction of the appropriate implant size. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 92(4): 458-63.

Shimura M, Babbush CA, Majima H, Yanagisawa S, Sairenji E. Presurgical evaluation for dental implants using a reformatting program of computed tomography: Maxilla/Mandible Shape Pattern Analysis (MSPA). *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990; 5(2): 175-81.

Silverstein LH, Melkonian RW, Kurtzman D, Garnick JJ, Lefkove MD. Linear tomography in conjunction with pantomography in the assessment of dental implant recipient sites. *J Oral Implantol.* 1994; 20(2): 111-7.

Sonick M, Abrahms J, Faiella RA. A comparison of the accuracy of periapical, panoramic, and computerized tomographic radiographs in locating the mandibular canal. *Int Oral Maxillofac Implants*. 1994; 9: 455-60.

Tal H, Moses O. A comparative of panoramic radiography with computed tomography in the planning of implant surgery. *Dentomaxillofac Radiol*. 1991; 20(1): 40-2.

Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000; 89(5): 630-7.

Valentini A, Trejo P, Weltman R, Alonge OK. A comparison between surgical and spiral tomography-derived multilevel linear width measurements of implant sites in edentulous alveolar ridges. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003; 95(2): 237.

Weinberg LA. CT scan as a radiologic data base for optimum implant orientation. *J Prosthet Dent*. 1993; 69(4): 381-5.

Weingart D, Düker J. A tomographic technique for the depiction of atrophied alveolar ridges prior to endosseous implant placement. *Dentomaxillofac Radiol*. 1993; 22(1): 38-40.

Yang J, Cavalcanti MGP, Ruprecht A, Vannier MW. 2-D and 3-D reconstruction of spiral computed tomography in localization of the inferior alveolar canal for dental implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999; 87(3): 369-74.

Ylikontiola L, Moberg K, Huuonen S, Soikkonen K, Oikarinen K. Comparison of three radiographic methods used to locate the mandibular canal in the buccolingual direction before bilateral sagittal split. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002; 93(6): 736-42.

ANEXO 1



UNICAMP

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

CERTIFICADO



Certificamos que o Projeto de pesquisa "Avaliação da precisão de medidas lineares em imagens tomográficas, tendo como padrão a anatomia óssea topográfica", protocolo CEP nº **014/2004**, dos Pesquisadores **Fábio Ribeiro Guedes e Gláucia Maria Bovi Ambrosano**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde - MS e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia - UNICAMP.

We certify that the research project "Evaluation of the precision of linear measures in tomographic images, having as standard the topographical bone anatomy", register number **014/2004**, of **Fábio Ribeiro Guedes and Gláucia Maria Bovi Ambrosano**, is in agreement with the recommendations of 196/96 Resolution of the National Health Committee - Brazilian Health Department and was approved by the Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas - UNICAMP.

Cintília Machado Tabchoury
Prof.a. Dra. Cintília Pereira Machado Tabchoury

Secretaria
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior
Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior

Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Piracicaba - SP, Brasil, 24/03/2004