RENATA DE SALDANHA DA GAMA

**Acurácia de medidas lineares em região posterior de mandíbulas obtidas por
tomografia computadorizada de feixe cônico através de diferentes
protocolos de aquisição**

São Paulo

2013

RENATA DE SALDANHA DA GAMA

**Acurácia de medidas lineares em região posterior de mandíbulas obtidas por
tomografia computadorizada de feixe cônico através de diferentes**

protocolos de aquisição

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Diagnóstico Bucal

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Costa

São Paulo

2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Gama, Renata de Saldanha da.

Acurácia de medidas lineares em região posterior de mandíbulas obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico através de diferentes protocolos de aquisição / Renata de Saldanha da Gama ; orientador Claudio Costa. -- São Paulo, 2013.

72 p. : il.: fig., tab. ; 30 cm.

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

Versão corrigida.

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico - Odontologia. 2. Mandíbula - Medidas. 3. Rebordo alveolar - Medidas. 4. Implantes dentários. I. Costa, Claudio. II. Título.

Gama RS. Acurácia de medidas lineares em região posterior de mandíbulas obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico através de diferentes protocolos de

aquisição. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em: / /2013

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo!; ao Meu Espírito Protetor, sempre de mãos dadas comigo; aos amigos espirituais;

À minha vó, meu tudo; minha mãe, minha protetora na Terra, uma guerreira; minha família, minhas tias e meus tios amados;

Amigos distantes – família que escolhemos -: Vaneida, Erika, Daniela, Sâmia, Karla, Juliana Bertol, Juliana Henriques, Joyce, Ariane, Priscila Rangel, Priscila Monte, Joselaine, Fabiele, Lília, Wendel, Luciana. Tenho amigos de verdade contáveis em duas mãos. A ordem de citação não exprime preferência. Amo todos vocês e os que não estão aqui citados mas tão especiais pra mim, às suas maneiras;

À minha Faculdade de Odontologia de Araçatuba – FOA - Universidade Estadual Paulista, UNESP. Pela formação, aprendizado, profissionalismo na Odontologia, passados por professores excepcionais;

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, por me permitir entrar em seu seio quase familiar e me possibilitar a realização desse sonho;

À querida Profa. Titular da disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Dra. Marlene Fenyo S. M. Pereira, pela chance, oportunidade, confiança. Obrigada, professora!;

A CADA um dos professores da disciplina de Radiologia e do departamento de Estomatologia, com os quais desde 2009 eu convivo e me sinto muito feliz: Profa. Dra. Emiko Saito Arita, Prof. Dr. Israel Chilvarquer, Prof. Dr. Evângelo Tadeu Terra Ferreira, Prof. Dr. Cláudio Fróes de Freitas, Prof. Dr. César Ângelo Lascala, Prof. Dr. Jefferson Xavier de Oliveira e Prof. Dr. Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti;

Um agradecimento muito especial ao meu ORIENTADOR Prof. Dr. Cláudio Costa. Obrigada eternamente pela paciência, calma, dedicação, disponibilidade, amizade, conhecimento! Obrigada pelo entendimento nos momentos difíceis. Obrigada por ter aceitado ser meu orientador. Que seja apenas o primeiro passo juntos na caminhada na radiologia;

A todos os professores excepcionais dessa querida Universidade, os quais tive oportunidade de conhecer ao longo desses anos de mestrado, nos créditos, clínicas, departamentos;

Aos professores Igor Studart Medeiros, do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral da FOUSP, pela autorização e cessão do Laboratório para o preparo dos espécimes; seu pós-graduando Fernando pela ajuda, paciência e atenção durante as visitas ao laboratório; e Prof. Edgard Michel-Crosato, do Departamento de Odontologia Social da FOUSP, pela análise estatística. Obrigada pela confiança, atenção e disponibilidade;

À nossa secretária querida do departamento: Cidinha, que me acompanhou desde o começo dessa jornada; Janete e Izilda, pessoas especiais. Obrigada pela paciência, carinho, atenção;

Aos meus amigos e amigas da pós-graduação, mestrado e doutorado: com vocês tudo foi ainda mais agradável;

Às minhas queridas amigas de pós-graduação Marina Baladi e Lila, que me incentivaram, me acolheram, me ajudaram. Por suas simplicidade e humildade. Obrigada para sempre;

A uma amiga mais que especial: Mariana Campinhos. Tenha certeza de que sem você tudo teria sido mais difícil. Obrigada por sua amizade, ajuda, força;

A uma amiga querida, doce: Cynthia Neves, pelas palavras, carinho, força, conhecimento. Você é muito especial;

Ao meu “co-orientador” e amigo Jorge Barbosa: obrigada pela companhia no projeto, por todo o auxílio, atenção, ajuda nesses momentos;

Ao meu namorado Rafael, que entrou em minha vida para ficar para sempre;

À Catarina Cavacco, muito especial;

À empresa Kavo do Brasil pela cessão do software Xoran CAT utilizado na realização do presente estudo;

Ao meu Exército Brasileiro. Porque, lá atrás, tudo isso só foi possível por eu estar nessa instituição de que eu gosto tanto;

Ao Sr Coronel Perini. Sem a sua ajuda, nada disso poderia ter acontecido. O senhor é muito especial;

Ao Exmo Sr General Araújo Lima. Meu primeiro comandante da Brigada Aeromóvel. Obrigada pela confiança, pela força. Por ter-me permitido vir e permanecer na Brigada; Obrigada!

A alguns companheiros de trabalho, chefes, comandantes que, de alguma maneira, contribuíram para o cumprimento dessa missão. Obrigada!

MISSÃO DADA É MISSÃO CUMPRIDA!

A consciência é a maturidade do conhecimento.

RESUMO

Gama RS. Acurácia de medidas lineares em região posterior de mandíbulas obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico através de diferentes protocolos de aquisição [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida

A utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) permite avaliar a altura e espessura do osso remanescente para a instalação de implantes. As mandíbulas atrésicas necessitam de maior grau de detalhamento para obtenção de medidas. A autora, no presente estudo, avaliou a influência do tamanho dos voxels (0,125mm e 0,25mm) nas medidas de altura e espessura em 10 mandíbulas desdentadas e atrésicas. Para determinação dos cortes tomográficos no estudo foram utilizados fios metálicos nas regiões posteriores. Após o exame as mandíbulas foram seccionadas e as medidas diretas de altura e espessura foram obtidas pelo uso de paquímetro digital. Os resultados pelo teste ICC demonstraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre as medidas realizadas pelos dois examinadores com paquímetro e as tomografias. Concluiu-se que a TCFC é confiável para realização de medidas na mandíbula e que o tamanho do voxel não interferiu no planejamento cirúrgico.

Palavras-chave: Tomografia. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Acurácia.

ABSTRACT

Gama RS. Accuracy of linear measurements in posterior region of mandible obtained by cone beam computed tomography through different acquisition protocols. [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida

The use of cone beam computed tomography (CBCT) allows to evaluate the height and thickness of the remaining bone for implant placement. The atresic mandible requires higher level of detail for obtaining measurements. The author in the present study evaluates the influence of the voxel size (0.125 mm and 0.25 mm) in thickness and height measurements using 10 edentulous dry mandibles. For determination of the tomographic study were used metallic wires in the posterior regions. After examining, the mandibles were sectioned and direct measures of height and thickness were obtained through digital caliper. The results by ICC test showed no statistically significant differences between the measurements with caliper and tomograms made by two examiners. It was concluded that CBCT is trusted to carry out measurements in mandible and the voxel size did not affect the surgical planning.

Keywords: Tomography. Cone Beam CT. Accuracy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1	-	Modelo de uso de paralelômetro (delineador protético) em mandíbula artificial artificial.....	42
Figura 4.2	-	Simulação de delineamento com lápis de ponta preta em mandíbula de plástico fixa em lâmina de cera utilidade.....	43
Figura 4.3	-	Software de planejamento Xoran após utilização da ferramenta de reconstrução multiplanar e arco de referência demarcado...	45
Figura 4.4	-	Arco de referência gerado com a ferramenta de corte transaxial do software Xoran.....	45
Figura 4.5	-	Programa Xoran após realização do corte transaxial e geração de imagem de reconstrução panorâmica.....	46
Figura 4.6	-	Corte transaxial em close.....	46
Figura 4.7	-	Close de imagem de reconstrução panorâmica.....	47
Figura 4.8	-	Cortes parassagittais. Em destaque, corte selecionado para aferição das três medidas em questão nesse estudo (Altura Total, Largura Total, Altura do Teto à Crista óssea).....	47
Figura 4.9	-	Cortadeira metálica utilizada para seccionamento dos fragmentos mandibulares	49
Figura 4.10	-	Corte aproximado do limite da marcação dos fios ortodônticos na máquina de cortar metais EXTEC® Labcut 1010.....	49
Figura 4.11	-	Polimento de um dos fragmentos mandibulares até a superfície precisa do fio ortodôntico, com a máquina EcoMet 3000.....	50
Figura 4.12	-	Fragmentos mandibulares em sequência prévios ao polimento.	50

Figura 4.13 - Imagem aproximada do fragmento mandibular para polimento na exata superfície do fio ortodôntico no equipamento EcoMet.....51

Figura 4.14 - Corte e polimento finais para a mensuração do padrão ouro....51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
3 PROPOSIÇÃO.....	40
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
4.1 MATERIAIS.....	41
4.1.1 Amostras.....	41
4.1.2 Escaneamentos.....	43
4.1.3 Aferições.....	44
4.1.4 Seccionamentos.....	48
4.1.5 Análise Estatística.....	52
5 RESULTADOS.....	53
6 DISCUSSÃO.....	57
7 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
ANEXOS.....	70

1 INTRODUÇÃO

A Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico (TCFC) tem sido largamente utilizada em Odontologia para o planejamento pré-operatório de implantes, avaliação da articulação temporomandibular, análises prévias do volume ósseo para cirurgias ortognáticas e maxilofaciais, e diversas outras aplicações, como avaliação de tumores faciais. Isso se deve principalmente a características específicas da TCFC tais quais ajuste para regiões de dimensões pequenas que requerem diagnóstico específico, e consequente redução no tamanho da área irradiada, através da colimação dos raios X. A partir dos dados da TCFC são possíveis a geração de cortes tomográficos multiplanares (MPR), projeções cefalométricas virtuais em dimensões lateral e postero-anterior (PA), imagens de aquisição de volume e reconstrução panorâmica.

A fim de desenvolver e melhorar a aplicação da tomografia computadorizada na Odontologia é necessária a avaliação da acurácia dos dados obtidos no que diz respeito às mensurações das estruturas. As imagens obtidas por TCFC podem ser adquiridas com variações em seus protocolos de aquisição nos quais podemos ter como alterações, o tamanho do voxel, o tempo de aquisição e FOV (*Field of View*). Esses fatores têm relação direta com a precisão da imagem obtida.

A possibilidade de alterações nos padrões de qualidade merece um estudo mais apurado quando são examinadas áreas que envolvam estruturas nobres, como por exemplo a região posterior de mandíbula e canal mandibular. O estudo dessa região está relacionado a intervenções cirúrgicas em terceiros molares, colocação de implantes intraósseos e avaliações de lesões.

Dessa maneira, propõe-se a avaliação da acurácia das medidas lineares de rebordo alveolar posterior (altura e largura) e obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico variando-se os protocolos de aquisição.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Al-Ekrish e Ekran (2011) investigaram a acurácia e confiabilidade de medidas lineares de rebordos edêntulos registradas em imagens de Tomógrafo Computadorizado com 16 canais (multi-slice) e imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) adquiridas por um detector flat panel com um campo de visão (FOV) maior, ambos independentemente e em comparação um com o outro. Nesse trabalho, áreas edêntulas de mandíbulas humanas foram marcadas com guta-percha para padronizar o plano das seções transversais e o local das medidas. Os crânios foram escaneados utilizando-se a TCMS (16 canais) e o TCFC com um maior FOV e detector flat panel. As dimensões dos rebordos foram registradas de secções reformatadas por dois observadores e comparadas diretamente do osso. Os erros e a confiabilidade intra e inter examinadores foram calculados para cada modalidade e comparados entre si. A média geral de erros absolutos foi 0,75 mm para a TC multi-slice e 0,49 mm para a TCFC. A média absoluta de erros para a TCFC foi menor que para a TCMS, no que diz respeito a todos os dados, assim como para locais específicos nos crânios. A confiabilidade intra examinador foi 0,994 para a TCMS e 0,995 para a TCFC e para interexaminador foi 0,985 para TCMS e 0,958 para TCFC. Concluíram, dessa forma, que tanto a TCMS quanto a TCFC estão associadas com erros de medidas, clínica e estatisticamente. As medidas da TCFC foram significativamente mais acuradas que as da TCMS e as medidas registradas de imagens de ambos os tomógrafos tiveram uma alta confiabilidade intra e interexaminador. A acurácia das medidas foi mais dependente do operador com a TCFC do que com a TC multi-slice.

Golubovic et al. (2012) realizaram um estudo piloto cujo objetivo foi avaliar a acurácia da TCFC a fim de medir a configuração e extensão dos defeitos do ligamento na periimplantite induzida. A avaliação imaginológica dos defeitos avançados de periimplantite induzida em cães (n=9) foi realizada através da TCFC, com secções transversais, e comparada com as medidas histológicas correspondentes do sítio respectivo, o qual serviu como método de validação. Desvios foram calculados para os componentes de defeitos supracrestal (SC) e intraósseo (IC), assim como defeitos de profundidade (DW) avaliados em seus aspectos vestibular (V) e lingual (L). As diferenças médias entre a TCFC e as

análises histológicas foram $-0,53 \pm 1,48$ mm (SC), $+0,49 \pm 1,18$ mm (IC), e $+0,18 \pm 0,54$ mm (DW) na face vestibular, e $-0,13 \pm 0,44$ mm (SC), $-0,05 \pm 0,62$ mm (IC), e $+0,15 \pm 0,48$ mm (DW), na face lingual ($P > 0,05$); teste t pareado, respectivamente). Assim, concluíram que a TCFC é uma ferramenta de diagnóstico acurada para estimar a extensão histológica dos defeitos de periimplantite avançada.

Baumgaertel et al. (2009) investigaram a confiabilidade e acurácia de medidas dentárias feitas em reconstruções de TCFC. Trinta crânios humanos foram escaneados e reconstruções tridimensionais das dentições geradas. Dez medidas (overbite, overjet, largura intermolar e intercanino, comprimento do arco disponível e comprimento do arco exigido) foram realizadas diretamente nas dentições dos crânios com um paquímetro digital de alta precisão e nas reconstruções digitais, com software comercialmente disponível. Confiabilidade e acurácia foram estimadas através da correlação intraclasse e testes t de Student pareado. Um valor P de $\leq 0,05$ foi usado para designar a significância estatística. Tanto as medidas de TCFC quanto as de paquímetro foram altamente confiáveis ($r > 0,90$). As medidas da TCFC tenderam a superestimar ligeiramente a real anatomia, o que foi estatisticamente significativo apenas para mensurações compostas. As medidas dentárias dos volumes da TCFC podem ser usadas para análise quantitativa. Com essas imagens, os autores encontraram um erro sistemático pequeno, o que se tornou estatisticamente significativo apenas quando combinaram-se várias medidas. De acordo com os autores, um ajuste para esse erro permite uma acurácia aprimorada.

Stratemann et al. (2008) determinaram a acurácia de medidas de distâncias lineares entre pontos de referência comumente usados em análise ortodôntica, em crânio humano. As medidas dos comprimentos foram feitas utilizando-se dados de dois sistemas de TCFC e comparadas com medidas físicas através de um paquímetro aplicado a um crânio humano adulto. Os pontos de referência foram identificados com esferas de aço cromado embutidas em 32 dos pontos cranianos e 33 mandibulares, e as medidas lineares realizadas com um paquímetro digital. O crânio foi escaneado com os sistemas NewTom QR DVT 9000 e Hitachi MercuRay. Os dados de TC incluindo os pontos de referência foram segmentados até valores limites com o software CyberMed's CB Works. As segmentações resultantes foram exportadas dos arquivos CB Works como arquivos VRML (WRL) para o software Amira. Os resultados apresentaram que o erro foi pequeno comparado com o padrão

ouro das medidas físicas do paquímetro, tanto para os dados gerados do tomógrafo NewTom ($0,07 \pm 0,41$ mm) quanto para o CB MercuRay ($0,00 \pm 0,22$ mm). O erro absoluto para o padrão ouro foi ligeiramente positivo, indicando menor compressão relativa para a medida do paquímetro. O erro foi levemente menor no tomógrafo CB MercuRay do que para o NewTom, provavelmente relacionado a uma variação mais ampla da escala de cinza para descrever atenuações do feixe em dados de 12 bits versus 8 bits. Logo, os dados volumétricos gerados em ambos os sistemas de TCFC forneceram informações altamente acuradas quando comparadas ao padrão ouro de medidas físicas diretamente do crânio, com erro relativo menor que 1%.

Gerlach et al. (2010) investigaram a reprodutibilidade de três diferentes métodos de traçado para determinar um método confiável a fim de definir a posição anatômica adequada do canal mandibular baseada em dados de TCFC. Cinco pacientes dentados e cinco desdentados foram selecionados aleatoriamente da base de dados do tomógrafo. Dois observadores independentes traçaram o canal mandibular dos lados direito e esquerdo usando o software de planejamento de imagem tridimensional (Procera System NobelGuide). Todos os canais mandibulares foram traçados com os três diferentes métodos. O método I foi baseado em vistas coronais. As reconstruções panorâmicas foram o ponto de início para o método II. O método III combinou os dois anteriores. No que diz respeito à confiabilidade interobservador, não houve diferença significativa ($P=,34$) para os vários métodos utilizados. A reprodutibilidade foi melhor em mandíbulas edêntulas que em dentadas ($P=,0015$). A diferença entre os dois traçados foi mais baixa para o método combinado: com uma variação de 1,3 mm em 95% do curso do canal. Os desvios mais claros foram vistos principalmente na parte anterior do canal. De acordo com os autores, o melhor método de reprodutibilidade para o traçado do canal mandibular foi o método combinado III. Entre observadores, ainda uma média de 95% de divergência no valor limite de 1,3 mm (DP: 0,384) foi notada, indicando que a zona de segurança de 1,7 mm deveria ser respeitada. Os autores colocam que, no planejamento cirúrgico baseado em dados de TCFC, os cirurgiões devem estar cientes dos desvios localizados na região anterior do canal mandibular.

Ludlow et al. (2007) mediram imagens de TCFC de crânios secos, idealmente posicionados e sistematicamente modificados, usando técnicas de mensurações de software bi e tridimensional. As mensurações das imagens foram comparadas com as medidas diretas realizadas nos crânios por meio de paquímetro. Os volumes de

TCFC de 28 crânios em posições consideradas “ideais”, modificadas e rotacionadas foram avaliadas através da medição de distâncias entre os pontos anatômicos e os fios de referência utilizando-se reconstruções panorâmicas (bidimensionais) e medidas diretas de cortes axiais (tridimensionais). As diferenças entre as medidas dos crânios com o paquímetro e aquelas do software em imagens foram avaliadas com testes t pareados e análise de variância (ANOVA). A acurácia das medidas não foi significativamente afetada por alterações na posição do crânio ou medidas dos lados direito e esquerdo. Para os fios ortodônticos, facilmente identificáveis, a acurácia da mensuração foi expressa por erros médios menores que 1,2% para as técnicas bidimensionais e menores que 0,6% para as tridimensionais. As medidas anatômicas foram significativamente mais variáveis, independente da técnica de mensuração. Assim, de acordo com os autores, tanto as técnicas bi quanto tridimensionais proveem medidas acuradas da anatomia mandibular. A medida da TCFC não foi influenciada de forma significativa pela orientação do crânio durante a aquisição da imagem.

Gribel et al. (2011) compararam a acurácia de medidas craniométricas feitas em cefalogramas laterais e em imagens de TCFC. Os autores utilizaram dez marcadores posicionados em pontos de referência craniométricos de 25 crânios secos com oclusões estabilizadas. Os escaneamentos em TCFC e as teleradiografias laterais convencionais foram realizados em cada crânio. As medidas craniométricas diretas foram comparadas com as da TCFC e com as cefalométricas utilizando-se análise de variância (ANOVA) de repetidas medidas. Todas as medidas foram repetidas com intervalo de um mês e as correlações intraclasse foram calculadas. Não houve diferença estatisticamente significante entre as medidas com a TCFC e as craniométricas diretas (diferença média: 0,1 mm). Todas as medidas cefalométricas foram diferentes estatisticamente das craniométricas diretas (diferença média de 5 mm). Variações significativas entre as mensurações foram notadas. Algumas medidas eram maiores no cefalograma lateral e, outras, menores, mas um padrão pode ser observado: as medidas do plano sagital mediano aumentaram uniformemente e as Co-Gn (côndilo-gônio) mudaram ligeiramente; a distância Co-A (côndilo-ponto A) foram sempre menores. Dessa maneira, os autores concluíram que as médias craniométricas com a TCFC são acuradas para análise cefalométrica e algoritmos matemáticos devem ser avaliados para corrigir distorções em valores 3D no futuro.

Kobayashi et al. (2004) avaliaram a acurácia da mensuração de distâncias em imagens produzidas por TCFC. Cinco mandíbulas de cadáveres foram examinadas por TC espiral e por TCFC. A distância vertical de um ponto de referência até o rebordo alveolar foi medida por um paquímetro num corte da mandíbula e a medida do erro nas imagens de TC foi calculada em porcentagens, baseada nos valores reais e nos valores das medidas obtidas pelas imagens de TC. Os erros de mensuração variaram de 0 a 1,11 mm (0% a 6.9%) na TC espiral e de 0,01 a 0,65 mm (0,1% a 5,2%) na TCFC, com erros de mensuração de 2,2% e 1,4%, respectivamente ($P < 0,0001$). Assim, os autores sugerem que a distância pode ser medida de forma acurada por meio da TCFC. O tamanho das imagens sólidas retangulares obtidas pela TCFC (30 mm de largura e 42,7 de extensão) é considerado adequado para a observação da estrutura óssea mandibular para a avaliação pré-operatória antes da colocação do implante, especialmente devido ao relativo pequeno tamanho das imagens que limita a exposição do paciente à radiação.

Gerlach et al. (2012) propuseram determinar a acurácia das imagens de reconstruções da TCFC quanto ao tamanho da superfície óssea e espessura da cortical. Utilizaram então dois crânios frescos congelados de cadáveres, os quais foram escaneados com o tomógrafo iCat. As mandíbulas foram seccionadas e digitalizadas para avaliação histométrica. As dimensões, como mensuradas nessas secções, foram comparadas com as medidas da TCFC na mesma região com o uso do software de planejamento 3D (Procera System NobelGuide). Para permitir uma comparação mais apurada dessas secções histológicas e as secções adquiridas com a TCFC (I-Cat), pontos de referência foram colocados nas mandíbulas. O teste t de Student foi feito para analisar os dados. As diferenças com o valor $P < 0,05$ foram consideradas significantes. A altura total e a profundidade do corpo mandibular, como mensuradas nas imagens por TCFC, foram maiores quando comparadas com os valores histológicos, com uma diferença máxima de 0,33 mm (Desvio Padrão $\pm 0,34$). Os valores das medidas da espessura da cortical foram significativamente maiores nas secções tomográficas ($P < 0.006$) com diferenças absolutas variando até ± 0.63 mm (DP ± 0.28) e diferenças relativas variando até 82.6%. Dessa forma, concluíram que as imagens da TCFC (iCat), visualizadas no software de planejamento Procera, tendem a superestimar a “realidade” anatômica ao avaliar a altura e profundidade ósseas. As espessuras corticais são representadas como mais

espessas do que na realidade. Assim, de acordo com os autores, deve-se estar ciente desse fenômeno de aumento de dimensões pelo tomógrafo.

Ballrick et al. (2008) propuseram a avaliação de imagens produzidas por um aparelho de tomografia computadorizada de feixe cônico (iCat) para mensurações e resolução espacial (isto é, a habilidade de separar dois objetos em pequena proximidade na imagem) para todas as medidas e em todas as dimensões. Para tal, os materiais e métodos utilizados foram um fantoma customizado contendo marcadores de metal crômio de 0,3 mm de diâmetro e separados aproximadamente 5 mm um do outro em três planos espaciais, o qual foi desenvolvido para análise de distorções e mensuração da acurácia. Esse fantoma foi escaneado no tomógrafo utilizando-se todas as 12 medidas comercialmente disponíveis. A distância entre os marcadores foi medida três vezes nas imagens em terceira dimensão usando-se o formato DICOM para leitura das aquisições de informações e também três vezes diretamente no fantoma com um paquímetro digital de ponta fina. Um fantoma com linhas pareadas foi utilizado para avaliar a resolução espacial. Trinta avaliadores analisaram as imagens e designaram uma resolução de 0,2 a 1,6 mm de acordo com a separação entre as linhas pareadas. Diante disso, os resultados obtidos foram que não houve diferenças estatísticas significativas entre as imagens tridimensionais para nenhuma das medidas informadas, em nenhuma dimensão, ou em imagens divididas por terços em termos de acurácia da mensuração. A comparação dessas mensurações em TCFC e diretamente no paquímetro digital mostraram que uma diferença estatisticamente significativa ($P < 0,01$). Entretanto, a diferença absoluta foi $< 0,1$ mm e provavelmente não é significativa clinicamente para muitas aplicações práticas. A pior resolução espacial encontrada foi 0,86 mm. A resolução espacial foi mais baixa em escâneres mais rápidos e de tamanhos de voxels maiores. Assim, concluíram que o aparelho de TCFC tem clinicamente mais medidas acuradas e resolução aceitável.

A confiabilidade e reprodutibilidade de mensurações mandibulares lineares com o uso de um tomógrafo computadorizado por feixe cônico e duas inclinações de objetos foram avaliadas por Tomasi et al. (2011). Eles utilizaram dez dimensões lineares entre pontos de referência anatômicos medidos em mandíbula seca. Essas medidas foram efetuadas com um paquímetro manual, três vezes, por três observadores. A mandíbula foi escaneada com um tomógrafo de feixe cônico Planmeca Promax 3D com sua base paralela, assim como inclinada 45° com o plano

horizontal. As medidas computadorizadas da dimensão linear foram realizadas por três observadores. As mensurações radiográficas, quatro vezes para cada mandíbula experimental, num total de 240 efetuadas. A reprodutibilidade foi avaliada através da comparação do desvio padrão (DP) e da estimativa do coeficiente de correlação intraclasse (ICC). O erro foi estimado como a diferença absoluta entre as mensurações radiográficas e a média daquelas com o paquímetro manual. Obtiveram como resultados que o desvio padrão médio para as medidas das radiografias foi 0,36 mm para as mandíbulas horizontalmente posicionadas e 0,48 mm para as mandíbulas inclinadas. O ICC (índice que avalia a confiabilidade interavaliadores) foi 0,996 mm, entre as sessões foi 0,990 mm e entre as medidas da TCFC e o paquímetro, 0,992. A medida absoluta da média geral de erro foi de 0,40 mm (desvio padrão 0,39 mm). A percentagem de erros que excedeu 1 mm foi 6,7%. Concluíram, portanto, que os resultados revelaram alta confiabilidade das mensurações efetuadas em imagens de TCFC, independentemente da posição do objeto, experiência do profissional avaliador e alta reprodutibilidade em avaliações repetidas nas mandíbulas.

Dave et al. (2013) também realizaram um trabalho comparando a acurácia diagnóstica da radiografia periapical convencional e a TCFC a fim de detectar defeitos ósseos periimplantares. Os implantes foram colocados em costelas bovinas frescas de sítios de variados tamanhos (cinco sem espaço periimplantar, cinco com 0,35 mm de espaço e cinco com 0,675 mm) e escaneados utilizando-se (i) radiografias periapicais convencionais realizadas com a técnica do paralelismo, (ii) TCFC 3D Accuitomo 80 e (iii) TCFC iCat. Cada uma das imagens foi aleatoriamente apresentada a nove examinadores em duas ocasiões. A confiança em diagnosticar a presença ou ausência de radiolucência periimplantar foi registrada numa escala de cinco pontos. A análise de curva ROC (Receiver Operating Characteristic) e o teste Kappa foram realizados. As radiografias periapicais digitais obtiveram melhor resultado diagnóstico para o defeito ósseo periimplantar quando esse espaço periimplantar era de 0,35mm ($P < 0.02$). Quando o mesmo aumentava para 0,675 mm não havia diferença significativa de acurácia diagnóstica entre os três métodos imaginológicos. A sensibilidade das radiografias periapicais (100) e do tomógrafo Accuitomo (97,8) foi melhor que para o iCat (64,4) ($P < 0,02$). As radiografias e o iCat tiveram melhores especificidades e valor previsto que o Accuitomo. O valor negativo previsto das radiografias periapicais foi significativamente melhor para o iCat. As

radiografias periapicais mostraram maior concordância intra e interexaminador que a TCFC. Dessa forma, os autores concluíram que, dentro das limitações do estudo, as radiografias periapicais são um método confiável e válido para a detecção circunferencial de defeitos ósseos periimplantares e atuaram melhor que a TCFC.

Lascale et al. (2004) realizaram a análise da acurácia de mensurações lineares obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico (CBTC-NewTom), levando-se em consideração, de acordo com os autores, que esse método é caracterizado pela rápida aquisição volumétrica da imagem com uma baixa dose de radiação no paciente. Diante disso, o NewTom é um exemplo de aparelho que se presta à obtenção de imagens dentais e maxilofaciais, particularmente com o intuito de planejamento cirúrgico e protético no campo da Odontologia. Para esse estudo, obtiveram treze mensurações em crânios secos (n=8) entre sítios anatômicos internos e externos usando um paquímetro. Essas foram consideradas as medidas reais. Em seguida os crânios secos foram submetidos aos exames imaginológicos da TCFC. As distâncias das medidas radiográficas dos mesmos sítios anatômicos nos crânios secos foram feitas através do software NewTom QR-DVT 9000, com secção de 2 mm dos cortes axiais e sagitais ou reconstruções coronais. Os dados foram comparados por teste-t de Student pareado. Os resultados mostraram que as mensurações reais sempre eram maiores que aquelas das imagens obtidas pela TCFC. Entretanto, essas diferenças só foram consideradas relevantes para medições de estruturas internas da base do crânio. Concluíram nesse estudo, portanto, que embora a imagem tomográfica subestime as reais distâncias entre os sítios craniais, as diferenças são significativas apenas para a base cranial e, além disso, é confiável para a mensuração linear de estruturas mais relacionadas à imagiologia dentomaxilofacial.

Marmulla et al. (2005) também trabalharam com o NewTom 9000 e verificaram sua acurácia geométrica. O objetivo foi determinar a acurácia geométrica dos tomogramas digitais a fim de avaliar sua facilidade de uso no planejamento de implantes. Utilizaram, para esse fim, um objeto com 216 pontos de mensuração cuja geometria era exatamente conhecida, e que foi exposto aos raios X através do tomógrafo de feixe cônico NewTom. Posteriormente, a geometria do volume da imagem do objeto foi comparada com o corpo original. Resultou-se dessa análise que, considerando todas as três coordenadas axiais (os três planos da imagem), a média dos desvios geométricos de $0,13 \pm 0,09$ mm com um máximo desvio de 0,03

mm foi determinada. Esses desvios geométricos estão abaixo do poder de resolução do tomógrafo. Dessa maneira, concluíram, as tomografias do NewTom 9000 apresentam imagens que são geometricamente corretas e, de um ponto de vista geométrico, adequado para o planejamento tridimensional de implantes dentários.

Dreiseidler et al. (2012) avaliaram a influência potencial de diferentes tomógrafos de feixe cônico na transferência acurada do desenho de uma estrutura de implante para um sistema 'open-source' específico para a implantodontia (computer-aided implantology - CAI). Um total de 108 implantes em 18 modelos parcialmente edêntulos cirurgicamente guiados foram colocados utilizando-se um sistema CAI com três diferentes tomógrafos. Após o acompanhamento do TCFC e o procedimento de marcação, diferenças lineares horizontais, verticais e tridimensionais máximas, assim como divergências angulares entre os dados de planejamento virtual e os resultados cirúrgicos foram calculados. A análise de variância foi realizada para comprovar se as diferenças observadas entre os tomógrafos foram estatisticamente significantes. As médias das diferenças das medidas 3D observadas entre o planejamento virtual e os posicionamentos de implantes alcançados variou ao redor de 400µm (45%) na base do implante e cerca de 540µm (50%) no topo do implante, dependendo do tomógrafo aplicado. Os desvios verticais médios variaram entre 370µm (76%) na base do implante e 350µm (69%) na parte mais superior, enquanto os desvios dos eixos variaram cerca de 0,81° (40%) entre os três tomógrafos estudados. Exceto pelos desvios dos eixos e os desvios lineares horizontais na base do implante, as diferenças observadas alcançaram um nível significativo entre os tomógrafos. Dessa forma, os autores concluíram que, até agora, a influência dos diferentes tomógrafos estudados na acurácia da transferência dos sistemas CAI ainda não foi investigada. Os dados do presente estudo confirmam pela primeira vez, in vitro, a dependência sobre a dependência dos sistemas CAI no que diz respeito aos desvios dos eixos de 0,6 graus e desvios lineares de cerca de meio milímetro.

El-Beialy et al. (2011) propuseram-se determinar a acurácia e confiabilidade de mensurações obtidas de tomografias computadorizadas de feixe cônico. Entretanto, avaliaram diferentes orientações da cabeça. Os autores utilizaram fios de aço inoxidável, os quais foram fixados no crânio seco em diferentes lugares. O crânio foi escaneado através de uma TCFC na posição central e em cinco outras posições. Testes de confiabilidade intra e interobservadores foram feitos com seis

pontos de referência identificados em crânios virtuais em 3D por dois operadores. Dois métodos foram usados com a finalidade de determinar a acurácia dessas medidas no crânio virtual 3D escaneado em diferentes posições. No primeiro método, 12 distâncias lineares foram comparadas no crânio “físico” e no virtual, na posição de “centro” e nas outras previamente escaneadas. No segundo método, o registro de cada uma das cinco posições, centralmente, foi feito separadamente, e coordenadas dos outros 11 pontos de referência foram identificadas em cada diferente posição e comparadas com a centralizada. Os dados reunidos dos dois métodos foram comparados estatisticamente. Os valores dos coeficientes de correlação de concordância e de correlação de Pearson foram quase 0,9999 em todas as comparações, denotando, assim: 1) alta confiabilidade intra e interobservador; 2) uma alta concordância entre o crânio físico e as medidas da TCFC centralmente posicionadas; 3) alta concordância entre medidas da posição centralizada em relação àquelas obtidas de outros posicionamentos craniais diferentes; 4) os registros craniais nas diferentes posições mostraram alta concordância, com os mais altos valores entre as posições centralizada e não-centralizada, e a mais baixa com a posição “complexa” (uma conjunção de movimentos anteroposteriores, de lateralidade e para a esquerda do observador, ao redor do seu próprio eixo). Concluíram, dessa forma, que a acurácia e confiabilidade das mensurações em TCFC não são afetadas pela mudança da orientação da cabeça. Assim, o lábio superior e o queixo não devem ser requisitos absolutamente necessários durante a aquisição da imagem em TCFC se uma posição estável da cabeça é assegurada.

Leung et al. (2010) avaliaram a acurácia e confiabilidade da TCFC no diagnóstico de fenestrações e deiscências ósseas e para a mensuração de margens ósseas alveolares. Os autores utilizaram 13 mandíbulas secas humanas com 334 dentes, os quais foram escaneados com o tomógrafo citado anteriormente. As medidas foram feitas em cada dente no modo de reconstrução volumétrica da ponta da cúspide ou incisal até a junção cimento esmalte e da ponta da cúspide ou incisal até a margem do osso ao longo do longo eixo do dente. A acurácia das medidas da TCFC foi determinada por meio da comparação entre as médias, diferenças médias, diferenças médias absolutas e coeficientes de correlação de Pearson e as medidas diretas. A acurácia para a detecção dos defeitos ósseos foi determinada através da sensibilidade e especificidade. De acordo com os autores, os valores positivos e

negativos previstos também foram calculados. Dessa forma, as mensurações da TCFC mostraram desvios padrões de $0,1 \pm 0,5$ para a junção cimento esmalte e $0,2 \pm 1,0$ mm para a margem óssea. Os valores absolutos das diferenças médias foram $0,4 \pm 0,3$ mm para a junção cimento esmalte e $0,6 \pm 0,8$ mm para a margem óssea. A sensibilidade e a especificidade da TCFC para fenestrações foram ambas de 0,80, enquanto a especificidade para deiscências foi maior (0,95) e a sensibilidade menor (0,40). Os valores negativos previstos foram altos ($\geq 0,95$) e os positivos, baixos (deiscência, 0,50; fenestração, 0,25). A confiabilidade de todas as medidas foi alta ($r \geq 0,94$). Utilizando um tamanho de voxel de 0,38 mm a 2 mA, a altura do osso alveolar pela CTCF pode ser medida em uma acurácia de 0,6 mm, e as fenestrações radiculares podem ser identificadas com uma acurácia maior que as deiscências, segundo os autores.

Periago et al. (2008) realizaram uma investigação cujo objetivo foi comparar a acurácia de mensurações lineares feitas em TCFC derivadas de imagens volumétricas de superfície 3D e medidas realizadas diretamente em crânios humanos. Para essa investigação, 20 medidas ortodônticas lineares entre os pontos de referência anatômicos foram calculados por observadores utilizando-se um paquímetro digital. Os crânios foram reproduzidos através de TCFC e o software Dolphin 3D (versão 2.3) usado para gerar as reconstruções volumétricas 3D. As medidas lineares entre os pontos de referência foram computados por um único observador três vezes e comparadas com as dimensões anatômicas pelo teste *t* de Student ($P \leq 0,05$). O coeficiente de correlação intraclass (ICC), ou coeficiente de reprodutibilidade (R) linear absoluto, e a porcentagem de erro foram calculados. Os resultados obtidos foram que o ICC para a TCFC-3D ($0,975 \pm 0,016$) foi significativamente menor que para as imagens do crânio. A porcentagem média de erro das medidas para a TCFC-3D ($2,31\% \pm 2,11\%$) foi maior que para as repetições das medidas dos crânios ($0,63\% \pm 0,51\%$). Diferenças estatísticas entre a TCFC e as dimensões reais foram encontradas para todas as mensurações sagitais, exceto para os ponto Na-A e seis de 12 medidas bilaterais. A porcentagem média de diferença entre o crânio real e as medidas lineares baseadas nas imagens 3D foram 1,13% (desvio padrão $\pm 1,47\%$). 90% das diferenças médias foram menores que 2 mm, e 95% dos intervalos de confiança foram menores que 2 mm, exceto para os pontos Ba-ANS (3,32 mm) e Pog-Go^{esquerdo} (2,42 mm). Dessa forma, concluíram que enquanto muitas das medidas lineares entre os pontos de referência nas

reproduções volumétricas de superfície 3D, utilizando-se o software Dolphin 3D, e geradas pelo conjunto de dados da TCFC, podem ser estatisticamente e significativamente diferentes das dimensões anatômicas, a maioria pode ser considerada clinicamente acurada o suficiente para análises craniofaciais.

Hassan et al. (2009) avaliaram a acurácia de mensurações lineares em imagens 3D de TCFC em comparação com cortes em duas dimensões (2D) e projeções cefalométricas laterais (2D) e pósterio-anterior (PA), e investigaram a influência da posição da cabeça do paciente no tomógrafo a fim de mensurar a acurácia das medidas. Utilizaram, para esse fim, oito crânios humanos secos, os quais foram escaneados duas vezes através do tomógrafo computadorizado de feixe cônico NewTom numa posição ideal (plano de Frankfurt perpendicular ao plano horizontal) e numa posição rotacionada, e os dados resultantes foram usados para criar imagens 3D de superfície, cortes tomográficos 2D e projeções laterais e PA também em duas dimensões. Dessa maneira, dez medidas lineares foram definidas para as mensurações cefalométricas. Repetiram-se as mensurações físicas e radiográficas duas vezes por três observadores independentes e compararam-se usando medidas repetidas de análise de variância ($P=0,05$). As medidas radiográficas também foram comparadas entre as posições 'ideal' e 'rotacionada' escaneadas. Os valores das imagens 3D foram mais próximos das medidas físicas que dos cortes em 2D e das projeções das imagens 2D. Não se encontrou nenhuma diferença significativa entre as medidas da posição ideal e da rotacionada para as imagens tomográficas tridimensionais e os cortes tomográficos em duas dimensões. Uma diferença estatística mais relevante ($P<0,001$) foi observada entre as posições escaneadas em posição ideal e as projeções de imagens 2D. Os achados indicaram que as medidas baseadas em imagens de superfície de TCFC-3D foram acuradas e que pequenas variações na posição da cabeça do paciente não influenciaram a acurácia das medidas.

A acurácia das medidas lineares dos modelos de superfície derivados da TCFC de diferentes tamanhos de voxel foram avaliados por Damstra et al. (2010). Os objetivos desse estudo foram determinar a acurácia linear de modelos de superfície tridimensionais derivados de um tomógrafo dental de feixe cônico e software de representação volumétrica; e investigar a influência da resolução do voxel na linearidade dos modelos de superfície da TCFC. Com esse intuito, o método utilizado incluía marcadores de esferas de vidro fixados em dez mandíbulas

secas. As mandíbulas foram escaneadas com resoluções de voxel de tamanho 0,4 e 0,25 em três sessões. O padrão anatômico real foi estabelecido com seis medidas diretas do paquímetro digital. As superfícies dos modelos foram representadas por um programa de reprodução volumétrica, e as medidas da TCFC pela média de três dessas mensurações. Diante disso, os resultados foram que os coeficientes de correlação intraclasse entre as medidas físicas e das imagens de TCFC de 0,4 e 0,25 voxels foram mais que 0,99. Todas as medidas de TCFC foram acuradas. Não houve diferença entre a acurácia das medidas entre os grupos de 0,25 e 0,4 voxels. As menores diferenças detectáveis das medidas da TC foram, de acordo com os autores, mínimas, confirmando-se a acurácia do procedimento de se medirem as imagens da TCFC. Concluíram, assim, que as mensurações dos dados dos modelos de superfície 3D nos dois valores (0,25 e 0,4), feitas com o tomógrafo 3D eXam, foram acurados, comparando-se com as medidas diretas de paquímetros. Uma maior resolução do voxel não resultou em aumento da acurácia das medições dos modelos de superfície.

Panzarella et al. (2011) analisaram a acurácia de medidas lineares obtidas de imagens axiais e a influência do uso de diferentes protocolos em duas unidades de TCFC. Utilizaram um objeto cilíndrico consistindo de Nylon com marcadores radiopacos, os quais foram radiograficamente examinados submetendo-os aos diferentes protocolos do NewTom 3G e do iCat. As distâncias horizontal (A-B) e vertical (C-D) foram avaliadas por meio das imagens axiais e mensuradas utilizando-se um paquímetro digital, que consistiu no padrão ouro para os valores reais. Houve, de acordo com os autores, diferenças, considerando-se os protocolos de aquisição de cada unidade de TCFC. Quando esses protocolos (do iCat e NewTom 3G) foram analisados, tanto as distâncias A-B quanto as C-D apresentaram valores subestimados. Medidas de imagens axiais obtidas do NewTom 3G (6 polegadas – 0,16 mm e 9 polegadas – 0,25 mm) foram similares às aquelas obtidas do iCat (13 cm, 20 s, 0,3 mm; 13 cm, 20 s, 0,4 mm e 13 cm, 40 s, 0,25 mm). Concluíram, baseados nesses resultados, que o uso de diferentes protocolos de tomógrafos influenciam medidas lineares analisadas de imagens axiais. Distâncias lineares foram subestimadas em ambos os equipamentos. Os achados sugeriram que o melhor protocolo para o iCat seria 13 cm, 20 s, 0,3 mm, e para o NewTom 3G o uso de 6 ou 9 polegadas seria o recomendado.

Moreira et al. (2009) realizaram a análise de medidas lineares e angulares em imagens de TCFC 3D. Objetivaram, com essa análise, prover maiores evidências sobre a precisão e acurácia das medidas lineares e angulares obtidas pela TCFC 3D. O desenho do estudo consistiu em 15 crânios humanos secos, os quais foram submetidos ao escaneamento pela TC e, assim, as imagens tridimensionais foram geradas. As mensurações lineares e angulares basearam-se em pontos de referências anatômicos craniométricos convencionais, e foram identificadas na TCFC 3D por dois radiologistas, duas vezes cada, independentemente. Posteriormente, as mensurações físicas foram realizadas por um terceiro examinador, com o uso de um paquímetro digital e um goniômetro digital. Os resultados não demonstraram estatísticas significativas entre as análises intra e inter examinadores. No que diz respeito ao teste de acurácia, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas, também, na comparação entre as medidas físicas e lineares baseadas nas tomografias 3D e nas angulares, para ambos os examinadores ($P= 0,968$ e $0,915$, $P= 0,844$ e $0,700$, respectivamente).

Liang et al. (2010) realizaram uma avaliação comparativa entre a TCFC e a TC multi-slice. O objetivo desse trabalho foi comparar a acurácia de modelos de reconstrução de superfície 3D entre cinco TCFC e a TCMS. A metodologia utilizada consistiu na utilização de uma mandíbula humana seca que foi escaneada com cinco TCFCs (NewTom 3G, Accuitomo 3D, iCat, Galileos, Scanora 3D) e um TCMS (Somaton Sensation 16). Um modelo ósseo de superfície 3D derivado de cada um dos seis sistemas foi criado (de acordo com o protocolo recomendado por cada um dos fabricantes). O modelo de referência (padrão ouro) foi obtido com um escâner a laser de alta resolução. Os modelos 3D dos cinco TCFC foram comparados com o padrão ouro utilizando-se um algoritmo rigidamente baseado nos registros dos pontos. A diferença média em relação ao padrão ouro, para a TCMS, que se obteve nos resultados foi 0,137 mm e para as TCFC foram 0,282, 0,165, 0,386 e 0,206 mm para o iCat, Accuitomo, NewTom, Scanora e Galileos, respectivamente. Concluíram, portanto, de acordo com os resultados, que a acurácia para os modelos de reconstrução é mais baixa, contudo aceitável, comparada à imagem multi-slice do padrão ouro.

Lund et al. (2009) avaliaram a acurácia e precisão de medidas lineares, a influência de diferentes posições do objeto nas imagens para a TCFC e o efeito de diferentes sistemas para reformatação e visualização dos tomogramas nos valores

das medidas. Os autores utilizaram um objeto consistindo de pequenas “plataformas” de Plexiglas com esferas metálicas, o qual foi escaneado em três posições através do tomógrafo Accuitomo. Os cortes foram reformatados pelo software i-Dixel e Sectra arquivo e comunicação de imagens (PACS) e reconstrução multiplanar (MPR). Dois observadores mediram 20 distâncias lineares nos planos axial, sagital e frontal. As medidas físicas das distâncias reais por meio de um paquímetro digital serviram como padrão ouro. Para as medidas realizadas no Accuitomo e na estação de trabalho Sectra PACS, as diferenças médias entre as repetidas medidas foram abaixo de 0,13 mm (desvio padrão - DP – 0,13 mm) e 0,21 mm (DP 0,18), respectivamente. As diferenças médias entre os dois observadores foram abaixo de 0,11 mm (DP 0,07 mm) e 0,15 mm (DP 0,09 mm). A diferença média entre o padrão ouro e a posição básica na utilização da estação de trabalho do Accuitomo foi de -0,08 mm (DP 0,21 mm) e, para uma posição rotacionada, -0,08 mm (DP 0,23 mm) e -0,09 mm (DP 0,20 mm). Para a mensuração realizada na reconstrução multiplanar dos cortes utilizando-se a estação de trabalho Sectra PACS, as diferenças médias foram -0,09 mm (DP 0,17 mm) para a posição padrão e -0,08 mm (DP 0,19 mm) e -0,13 mm (DP 0,15 mm) para as posições rotacionadas, respectivamente. A diferença média entre o padrão ouro e as posições padrão e rotacionada foi estatisticamente significativa, com $P=0,032$ e $P=0,002$. Os autores concluíram que esse estudo confirmou achados anteriores que indicavam que as medidas dos cortes realizados no Accuitomo mostram um alto nível de concordância com as medidas reais. E sugerem ainda a possibilidade de uma menor distorção com os cortes reformatados por meio do program Sectra PACS MPR.

Pinsky et al. (2006) realizaram um estudo in vitro com o propósito de estabelecer se as medidas lineares e as tridimensionais com TCFC, por meio de medidas volumétricas, são acuradas para a determinação dos tamanhos dos defeitos ósseos. A profundidade e o diâmetro de defeitos ósseos simulados em (i) blocos acrílicos e (ii) mandíbulas humanas foram cegamente medidos eletronicamente por cinco examinadores através da TCFC (iCat). As medidas lineares foram comparadas com dimensões predeterminadas no tomógrafo. Utilizando-se um software, a extração do volume foi realizada por outro examinador no fantoma acrílico e comparada com as dimensões desconhecidas. Os dados foram analisados por testes t pareados. Usando o bloco acrílico, a acurácia da média da largura foi -0,01mm (Erro Padrão $\pm 0,02$) e a diferença da altura média foi -0,03 mm

(EP -0,01 mm; $P > 0,05$). Para a mandíbula humana, a acurácia da média da largura foi -0,07 (EP $\pm 0,02$) e a acurácia da altura média foi -0,27 mm (EP $\pm 0,02$; $P < 0,01$). A acurácia do volume foi -6,9 mm³ (EP ± 4) para os cálculos automatizados e -2,3 mm³ (EP $\pm 2,6$) para as medidas manuais ($P < 0,001$). A TCFC tem o potencial de ser um método prático acurado, não-invasivo e confiável para determinar o tamanho e volume das lesões ósseas. Entretanto, segundo os autores, uma maior validação clínica levará a uma maior possibilidade de aplicações no diagnóstico oral e maxilofacial.

Loubele et al. (2006) avaliaram a qualidade dos modelos mandibulares gerados através da TCFC em comparação com modelos similares obtidos de tomógrafos multi-slice (TCMS). Três estudos de casos foram realizados envolvendo imagens de fantasmas de crânios antropomórficos e pacientes reais com três diferentes tomógrafos de feixe cônico (NewTom 9000 DVT, Accuitomo 3D e iCat) e dois tomógrafos multi-slice (Somatom VolumeZoom e Lightspeed). O osso foi segmentado da TCFC e das imagens multi-slice usando as diferenças do limiar global (*threshold*). As imagens de TCFC versus as diferenças de segmentações multi-slice foram avaliadas comparando-se as medidas da espessura óssea nos sítios correspondentes e identificando-se automaticamente como registro de imagem por TCFC ou multi-slice. Os resultados mostraram que houve uma diferença estatisticamente significativa entre as espessuras ósseas, variando de 0,05 a 0,47 mm (I-Cat) até 1,2 a 1,0 mm (3D Accuitomo, maxila posterior). Concluíram, portanto, que um método automatizado, reproduzível e observador independente foi desenvolvido para avaliar a qualidade dos modelos ósseos da TCFC utilizando a tomografia multi-slice como método de referência clinicamente estabelecido. O método de validação dos autores é geralmente aplicável em casos onde outro método geométrico de validação não esteja disponível.

Zhang et al. (2012) avaliaram e compararam a acurácia das medidas do espaço da articulação temporomandibular (ATM) no TCFC ProMax 3D utilizando dois diferentes protocolos de imagens. Os modelos de impressão do espaço da ATM foram feitos de acordo com a oclusão. 40 articulações foram escaneadas com o protocolo padrão e de medidas maiores do ProMax. Dois observadores mediram os espaços da ATM três vezes, nas imagens dos dois protocolos, e na versão impressa dos modelos. Um total de 120 imagens do tomógrafo foi mensurado. Não houve diferenças significativas entre as medidas reais da ATM e aquelas realizadas com os

dois protocolos de escaneamento ($P= 0,305$). As variações intra e interobservador não foram significantes. Assim, concluíram que os dois protocolos de escaneamento do TCFC ProMax foram confiáveis e similares para o registro do espaço da ATM.

Karamburoğlu et al. (2009) realizaram um estudo em que mensuraram a região do canal mandibular cujas imagens foram obtidas através de TCFC. O objetivo desse estudo foi avaliar a acurácia e reprodutibilidade das medidas de TCFC de distâncias específicas ao redor do canal mandibular, comparando-as com medidas diretas de paquímetros digitais. A metodologia envolveu seis espécimes de hemimandíbulas fixadas em formalina, as quais foram examinadas utilizando-se o TCFC Iluma. As imagens foram obtidas em 120 kVp, 3.8 mA e um voxel de 0,2 mm de tamanho, com um tempo de exposição de 40 segundos. Os espécimes foram cortados em seções, em sete locais, com lâmina de Lindemann, e um paquímetro digital foi usado para medir as seguintes distâncias tanto anterior quanto posteriormente, em cada peça seccionada: a largura da mandíbula, o comprimento, a maior distância, a menor distância, a distância vestibular e lingual. Essas mesmas distâncias foram medidas nas imagens de TCFC seccionadas correspondentes, através de um software de reconstrução. Todas as medidas tomográficas e aquelas com o paquímetro foram realizadas por dois observadores independentemente treinados, e repetidos após um intervalo de uma semana. O método Bland/Altman foi usado para calcular a confiabilidade intra e inter avaliadores. A correlação dos coeficientes intraclass (ICCs) dos efeitos duplo-aleatório foi calculada e as concordâncias entre as imagens derivadas da TCFC e aquelas do paquímetro digital foram calculadas pelo ICC para as seis distâncias e dois observadores. Os resultados obtidos foram que as medidas intra e interobservadores, para todas as distâncias, mostraram uma alta concordância. Os ICCs para a concordância intraobservador variaram de 0,86 a 0,97 para as mensurações das imagens de feixe cônico e 0,98 a 0,99 para as medidas com o paquímetro digital. Os ICCs entre observadores variaram de 0,84 a 0,97 para as medidas com TCFC e de 0,78 a 0,97 para aquelas com paquímetro. Os ICCs para TCFC e paquímetro digital variaram de 0,61 a 0,93 para o primeiro observador e de 0,4 a 0,95 para o segundo observador. Diante disso, concluíram que a acurácia das medidas da tomografia computadorizada feixe cônico de várias distâncias ao redor do canal mandibular foi comparável com aquela das mensurações obtidas com o paquímetro digital.

Maloney et al. (2011) realizaram um estudo anatômico de título “Medidas tomadas por TCFC e software odontológico SimPlant Materialize versus medidas da largura e altura da mandíbula posterior”. Esse estudo testou a hipótese de que mensurações verticais e horizontais utilizando-se a TCFC e o SimPlant 3D Pro na região posterior de mandíbulas secas são precisas, comparadas com aquelas diretas de paquímetros digitais. Os materiais e métodos envolveram 11 mandíbulas craniais. As medidas foram feitas na parte posterior do forame mental até 1 cm (ponto A) e 1,5 cm (ponto B) mais posteriormente. Fios de aço inoxidável de espessura 24-gauge foram posicionados 360º circunferencialmente ao redor da mandíbula nos pontos A e B. Foi realizado, para cada mandíbula, exame com TCFC. Os dados em extensão DICOM foram importados para o software SimPlant e, então, o nervo alveolar inferior foi desenhado. Os dados das medidas de TCFC e SimPlant foram comparados com o padrão ouro, o qual caracterizou-se pela medida anatômica direta realizada através do paquímetro digital para a determinação da acurácia da mensuração realizada em cada uma das formas. De acordo com os autores, a relevância clínica desse estudo reside no fato de que quando a TCFC e o SimPlant são usados como ferramentas clínicas, são altamente precisos na determinação da altura e largura do osso na região posterior da mandíbula, com uma acurácia geral dentre 0 a 1,99 mm 97 e 99% do tempo, respectivamente. A TCFC e o SimPlant são acurados entre 0 a 1,99 mm 98% das vezes em prever a largura do osso mandibular posterior. Dessa forma, os resultados mostram que essas duas ferramentas são apropriadas para avaliação da altura e largura do osso mandibular posterior, em comparação ao método anatômico. A TCFC, com ou sem o SimPlant, é uma ferramenta altamente acurada para o planejamento de implantes endosteais na região mandibular posterior. E, segundo os autores, além disso, mensurações entre os diferentes avaliadores são altamente confiáveis.

Hasegawa et al. (2012) avaliaram a acurácia de objetos dentários cerâmicos tridimensionais de modelo finito construídos diretamente de dois diferentes tomógrafos computadorizados de feixe cônico (TCFC). Foram escaneados um bloco de 10 x 10 x 20 mm e outro de 8 x 10 x 40 mm, de 8 mm de altura, sendo pequenos “degraus” de 1mm de altura de incremento. Todas as imagens de elemento finito (EF) 3D foram criadas das imagens escaneadas no tomógrafo. Em cada modelo EF 3D foram medidos os comprimentos X, Y e Z que correspondiam ao espécime original utilizando-se a função de mensuração entre dois pontos do software

Mechanical Finder. As medidas e o valor prático foram comparados com as respectivas imagens escaneadas e a acurácia das medidas reproduzidas foi checada. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tomógrafos Alphard-3030 no eixo Z e o ProMax 3D no eixo Y do bloco. Além disso, também não houve diferenças significativas observadas entre o Alphard-3030 no eixo Y e o ProMax 3D no eixo X comparados ao Alphard-3030 no eixo Z e o ProMax 3D no eixo Y para a altura. Os resultados sugeriram que as medidas das dimensões das imagens TCFC podem ser úteis em situações práticas em que tanto a boa reprodutibilidade quanto a acurácia dos modelos de elemento finito são requeridas.

Kim MK et al. (2012) determinaram se as imagens de reconstrução 3D de crânios, criadas por TCFC de FOV de pequena dimensão (*Stitching*), são tão acuradas quanto as imagens simples obtidas utilizando-se TC multi-slice (MDCT). Dez crânios foram escaneados através de um escâner óptico 3D, multi-slice e TCFC. As imagens em TCFC em três diferentes níveis do crânio foram manualmente superpostas e montadas (*stitched*). As imagens de reconstrução em TCFC em cada nível foram alinhadas e fundidas com a ajuda de um software e então comparadas com a imagem de referência nominal obtida do escâner óptico 3D por meio da determinação dos erros de posição. As imagens multi-slice também foram comparadas e as diferenças nos erros médios para os três tipos de imagens comparados com os dados de imagem referência foram avaliados. Não houve diferenças significativas entre as imagens multi-slice e as manualmente criadas da TCFC (teste de Wilcoxon, $P=0,017$). Por outro lado, houve diferenças significativas entre as imagens multi-slice e as imagens de TCFC alinhadas pelo software ($P=0,005$). A montagem (*stitching*) das imagens de TCFC seccionadas em diferentes níveis podem proporcionar detalhes anatômicos acurados de regiões orais e maxilofaciais.

Primo et al. (2012) avaliaram a acurácia de protótipos produzidos utilizando-se tomografia computadorizada feixe cônico e helicoidal. Os objetivos foram estimar e quantificar o erro dimensional dos protótipos produzidos por aqueles tipos de tomografia (TCFC e helicoidal). Pequenos parafusos foram inseridos em um crânio seco em diferentes pontos do terço médio da face. O crânio foi escaneado com o tomógrafo helicoidal (LightSpeed16) e pixel de tamanho 0,3 mm. Com o tomógrafo de feixe cônico utilizou-se o iCat 3D com voxels de 0,25 e 0,4 mm. Os protótipos foram reproduzidos pelo equipamento ZPrinter 310. Tanto o crânio seco (padrão

ouro) quanto os protótipos foram medidos com o sistema de mensuração coordenado Mitutoyo 3D de três eixos perpendiculares (X, Y e Z). O protótipo produzido dos dados do tomógrafo helicoidal apresentou um erro dimensional médio de 0,62%; os dois modelos produzidos com as imagens de TCFC renderam erros de 0,74% com voxels de tamanho 0,25 e 0,82% com voxel de 0,40 mm. Não foram observadas diferenças significativas em erros dimensionais através dos protótipos ($p=0,767$; teste não-paramétrico de Friedman). Os protótipos produzidos com os dados do TCFC, de voxels 0,25 e 0,4 mm, e o produzido com os dados do tomógrafo helicoidal, de pixel de tamanho 0,3 mm, mostraram erros dimensionais aceitáveis e podem, portanto, ser usados na fabricação de protótipos na Odontologia.

Rangel et al. (2013) propuseram um novo método para integrar modelos dentários digitais em tomografias computadorizadas de feixe cônico. Modelos de gesso de 10 pacientes foram aleatoriamente selecionados e cinco marcadores de titânio foram colados nas áreas mais superiores e inferiores dos modelos, os quais foram escaneados e as impressões feitas com moldeiras e alginato. Essas impressões também foram escaneadas. Medições lineares foram realizadas em três modelos, a fim de avaliar a acurácia e reprodutibilidade. Além disso, o alinhamento dos modelos de gesso escaneados e das impressões escaneadas foi feito para avaliar a correspondência do procedimento. Os resultados mostram que todos os erros de mensuração foram menores que 0,2 mm, e que 81% deles são menores que 0,1 mm. A correspondência dos escaneamentos dos modelos e dos escaneamentos das impressões mostram uma média de erro entre as duas superfícies do arco superior de 0,14 mm. E para o arco inferior, 0,18 mm. O tempo necessário para reconstruir os escaneamentos para um modelo digital, onde as impressões estariam integradas ao escaneamento dos pacientes, é de aproximadamente 15 minutos, com pequena variação entre os pacientes. Em conclusão, os autores estabeleceram que esse novo método é confiável para integrar os modelos dentários digitais aos escaneamentos da TCFC. E no que diz respeito à exposição à radiação, deformação de tecido mole e processamento digital dos dados, de acordo com os autores, representa uma melhoria comparada aos métodos publicados anteriormente.

Whyms et al. (2013) investigaram o efeito de parâmetros de escaneamento em TCFC e tomografia multi-slice e técnicas de reconstrução de volume 3D na acurácia de medidas lineares, angulares e volumétricas da mandíbula. Uma ampla

gama de parâmetros aceitáveis pode aumentar a disponibilidade de estudos para análises retrospectivas, de acordo com os autores. Assim, nesse estudo, utilizaram três mandíbulas humanas e um fantoma, os quais foram escaneados usando 18 combinações de espessura de corte, campo de visão (FOV) e reconstrução algorítmica, e três diferentes segmentações baseadas na ferramenta *threshold*. As medidas dos modelos de reconstrução de TC 3D e os espécimes foram comparados. As mensurações lineares e angulares foram acuradas, sem restrições de parâmetros de escaneamento ou técnica de reconstrução de volume. As medidas de volume foram acuradas com uma espessura de corte de 1,25 mm, mas não para 2,5 mm. As medidas de superfície de área foram consideradas aumentadas. Logo, as medidas volumétricas mandibulares dos modelos de TC 3D, angulares e lineares, podem ser seguramente obtidas de uma variedade de parâmetros e técnicas de reconstrução volumétrica. A espessura do corte é o fator primário que afeta essas medidas de volume. Esses estudos, portanto, também se aplicam à reconstrução 3D com o uso de TCFC.

Engelbrecht et al. (2013) compararam a acurácia de medidas lineares e angulares entre pontos de referência anatômicos e cefalométricos em modelos de superfície derivados de TCFC 3D, com dois diferentes protocolos. Imagens de TCFC foram feitas a partir de cabeças de cadáver e modelos de superfície 3D criados de mandíbulas usando dois protocolos de segmentação distintos. Um escâner de superfície a laser de alta resolução foi usado para criar modelos 3D de mandíbulas maceradas. 20 medidas lineares de 15 pontos de referência anatômicos e cefalométricos entre a imagem de superfície a laser e os modelos 3D gerados de dois protocolos de segmentação diferentes (segmentação comercial – CS - e segmentação médica – DS) foram mensurados. A concordância interobservador para todas as medidas das três técnicas foi excelente (coeficiente de correlação intraclass 0,97-1,00). Os resultados para ambos os grupos foram acurados, mas apenas para as medidas no côndilo e face lingual da mandíbula; as medidas no grupo do protocolo CS foi levemente mais acurado que as do grupo DS. Os modelos de superfície produzidos pela TCFC foram muito acurados mas levemente inferiores à realidade quando os métodos baseados no protocolo *threshold* foram usados. As diferenças no processo de segmentação resultaram em diferenças clínicas significativas entre as mensurações. De acordo com os autores, deve-se ter cautela no que diz respeito a conclusões sobre as medidas e comparações feitas de

diferentes segmentações, especialmente na região condilar e face lingual da mandíbula.

Van Vlijmen et al. (2011) compararam medidas em modelos 3D de crânios humanos derivados de dois diferentes tipos de TCFC, e avaliaram se o hardware usado pode influenciar o desempenho das medidas realizadas. Imagens de TCFC de 40 crânios humanos secos foram realizadas com os tomógrafos iCat e Iluma. Das imagens de TCFC, os modelos 3D foram construídos. Um operador identificou 19 pontos de referência cinco vezes em ambos os lados dos modelos tridimensionais, com um intervalo de tempo de uma semana. A confiabilidade intra-observador foi alta para a maioria das medidas. Houve uma diferença estatística e clinicamente relevante para algumas medidas entre os modelos 3D construídos do mesmo crânio, dos dois diferentes tomógrafos. Os autores concluíram que o hardware utilizado para o escaneamento pode influenciar as medidas efetuadas. Isso significa que se deve ter cautela na interpretação de medidas feitas em modelos 3D derivados de diferentes tomógrafos.

Timock et al. (2011) investigaram a acurácia e confiabilidade de medidas de altura e espessura do osso alveolar vestibular derivadas de imagens de TCFC, por meio de comparações com mensurações diretas. 12 cabeças embalsamadas (cinco mulheres, sete homens; idade média: 77 anos) foram escaneadas com um tomógrafo iCat, de voxel 0,3 mm. As medidas de altura e espessura do osso alveolar vestibular de 65 dentes foram realizadas em cortes radiográficos padronizados e comparadas com medidas diretas feitas por dissecação. Todas as medidas se repetiram três vezes por dois examinadores independentes para a confiabilidade intra e interexaminador. As médias das medidas foram comparadas com testes bicaudais. A concordância entre as medidas diretas e de TCFC foram avaliadas pelo coeficiente de correlação de concordância, coeficientes de correlação de Pearson e gráficos de Bland-Altman. A confiabilidade intraexaminador foi tão alta quanto as correlações interexaminadores, para todas as medidas ($\geq 0,97$), exceto para a espessura do osso vestibular em TCFC (0,90). As medidas de TCFC não diferiram significativamente das diretas, e não houve padrão de sub ou sobre estimativa. As diferenças médias absolutas foram 0,30 mm na altura do osso vestibular e 0,13 mm na espessura do osso, com 95% de concordância de $-0,77$ a $0,81$ mm, e $-0,32$ a $0,38$ mm, respectivamente. A concordância entre os dois métodos foi mais alta para as medidas da altura do osso vestibular do que a espessura, como demonstrado

pelos coeficientes de correlação de concordância de 0,98 e 0,86, respectivamente. Os autores concluíram que, para o protocolo usado nesse estudo, a TCFC pode ser usada para avaliar quantitativamente a altura e espessura do osso vestibular, com alta precisão e acurácia. Comparando-se os dois conjuntos de medidas do TCFC, a altura do osso vestibular teve maior confiabilidade e acordo com as medidas diretas do que as medidas de espessura ósseas vestibulares.

Oz et al. (2011) compararam medidas lineares e angulares realizadas em imagens convencionais (2D) cefalométricas e de TCFC geradas de cefalogramas e derivadas de um programa de reconstrução volumétrica 3D in vivo. Um pré-tratamento cefalométrico digital de radiografias de 11 pacientes e suas imagens de TCFC correspondentes foram aleatoriamente selecionadas. As radiografias cefalométricas digitais foram traçadas utilizando-se o Vista Dent OC e manualmente. A TCFC e o software MaxilimH foram usados para gerar cefalogramas do conjunto de dados que foram conectados às representações de superfície 3D de tecido duro. No total, 16 pontos de referência cefalométricos foram identificados e 18 mais usados (11 lineares e sete angulares) foram realizados por dois observadores independentes. A confiabilidade intraobservador avaliada calculando-se os coeficientes de correlação intraclass (ICC), a interexaminador através do teste t de Student e análise de variância (ANOVA). Os testes Mann-Whitney U e Kruskal-Wallis H também foram usados para comparar os três métodos ($P < 0,05$). Os resultados não demonstraram diferença estatística significativa entre as análises interobservador para os cefalogramas gerados por TCFC ($P < 0,05$), exceto para o ponto Gônio-Mento (Go-Me) e uma pobre reprodutibilidade para Go-Me e Sella-Násio (S-N) em imagens geradas de TCFC e para Articular-Gônio (Ar-Go) no método de traçado manual ($p < 0,05$). Não foi encontrada diferença significativa para as medidas realizadas com o Vista Dent OC. Assim, descobriram que as medidas das imagens geradas por TCFC e pelo software MaxilimH foram similares às imagens convencionais. Logo, devido à alta exposição de radiação, os exames de TCFC devem ser realizados apenas quando a informação for imprescindível para o aprimoramento dos resultados do tratamento.

Kim G et al. (2012) também avaliaram a acurácia e a confiabilidade das medidas de comprimento em TC no software OsiriX. Imagens de TC 3D foram feitas de 14 joelhos congelados de porcos com cinco cavidades trans ósseas na porção metafiseal do fêmur. Os comprimentos entre os orifícios em túnel foram medidos

com o paquímetro digital Mitutoyo Digimatic para estabelecer o padrão ouro, e com o programa OsiriX em modo de reformatação multiplanar para comparação. Todas as medidas foram registradas por um observador principal (repetição 1, ensaio 1) e por um secundário (repetição 2, ensaio 1) e repetidas uma vez por cada observador (ensaio 2). As diferenças médias entre o OsiriX e as medidas reais foram menos que 0,1 mm em ambas as replicações, e as diferenças máximas menores que 0,3 mm. Não houve diferenças significativas entre as replicações e as medidas reais ($P=0,544$ e $0,622$ para as replicações 1 e 2, respectivamente). Os coeficientes de correlação intraclass (ICC) foram muito altos entre os experimentos e entre as replicações (ICC=0,998 e 0,999, respectivamente). Para as análises cinemáticas dos joelhos, os comprimentos das medidas de TC 3D com o programa OsiriX podem ser usados como alternativas para as medidas reais, com menos que 0,3 mm de acurácia e alta confiabilidade.

Zhang et al. (2013) investigaram e compararam a acurácia da detecção de defeitos ósseos na superfície condilar da articulação tempomandibular (ATM) em imagens de TCFC feitas com protocolos de visualização padronizados e ampliados, no mesmo tomógrafo. 21 crânios humanos com 42 ATMs foram escaneados com protocolos de visualização padrão e ampliado do tomógrafo Promax 3D. Sete observadores avaliaram todas as imagens para a presença e ausência de defeitos na superfície do côndilo. Usando o exame macroscópico dos defeitos macroscópicos dos defeitos condilares como padrão ouro, a análise de curva ROC foi realizada. Os resultados revelaram que, dos 42 côndilos, 18 estavam normais e 24 tinham um defeito na superfície. Áreas abaixo das curvas ROC para o maior protocolo e o grupo de protocolo padrão de imagens de TCFC foram 0,739 e 0,720, respectivamente, e não foi observada diferença significativa entre os dois grupos de imagens ($p=0.902$). Nem a variabilidade intra nem a interobservador foi significativa. Assim, concluíram que os dois protocolos de imagem fornecidos pelo TCFC Promax 3D foram confiáveis e comparáveis com a detecção dos defeitos condilares reais.

Waltrick et al. (2013) tiveram como objetivo verificar a acurácia de medidas lineares, e analisaram a visibilidade do canal mandibular nas imagens de TCFC obtidas com diferentes tamanhos de voxel. Doze hemimandíbulas secas foram escaneadas com voxel de 0,2; 0,3 e 0,4 mm, e 108 imagens de TCFC foram geradas, sobre as quais dois examinadores realizaram 648 mensurações lineares e avaliaram a visibilidade do canal mandibular. A média global $\pm$ DP do erro entre as

medidas das imagens e diretas foi $0,23 \text{ mm} \pm 0,20 \text{ mm}$. As medidas de TCFC subestimaram as medidas diretas em 390 dos casos (60,2%). Todas as medidas dos erros encontradas foram $< 1 \text{ mm}$. Houve uma diferença estatisticamente significativa ($P=0,0001$ e $P=0,0028$) entre os dois examinadores apenas quando se mediu a largura em dois sítios posteriores. E houve uma diferença estatisticamente significativa ($P=0,0242$) entre os tamanhos dos voxels somente para um dos examinadores, para a medida de altura. Foi possível visualizar o canal mandibular em todas as 108 imagens avaliadas. As imagens de TCFC transversais são adequadas para as medidas lineares na região posterior da mandíbula e proveem uma visualização adequada do canal da mandíbula com voxels de 0,2; 0,3 ou 0,4 mm. Um voxel de 0,3 mm, segundo os autores, é um bom “acordo” entre a qualidade de imagem e uma baixa dose de radiação.

Wood et al. (2013) investigaram o impacto de fatores responsáveis pela falta de acurácia de medidas de imagens do osso alveolar em TCFC, tais como o software, presença ou ausência de tecidos moles, tamanho do voxel do escaneamento, e em regiões dos maxilares em medidas da altura do osso alveolar vestibular em porcos com a idade equivalente a adolescentes humanos. Marcações de cavidades, feitas apicalmente às raízes de molares maxilares e mandibulares com brocas, e fissuras de referência na oclusal de molares, numa direção mesiodistal, foram criadas em seis cabeças de porcos (12 para cada maxilar), seguidas por TCFCs de voxels 0,4 e 0,2 mm, sob as condições de presença e ausência de tecido mole. Em seguida, secções vestibulo-linguais biselando os marcadores foram feitas, nas quais as altura e espessura foram mensuradas. Um observador cegado, usando o traçador cefalométrico Dolphin e o software OsiriX, coletou, independentemente, a altura do osso alveolar das imagens de TCFC. Diferenças entre as medidas da TCFC e as físicas foram calculadas. As diferenças médias e o limite de concordância ($LDC \pm 1,96 \text{ DP}$) para cada maxilar, tamanho de voxel, tecido mole e condição de software foram representadas. Cada medida foi avaliada para a falta de acurácia clínica utilizando-se dois critérios (diferenças absolutas entre as medidas físicas e de TCFC $\geq 1 \text{ mm}$, ou $\geq 0,5 \text{ mm}$), e as interações entre tecido mole e fatores do tamanho do voxel para cada maxilar e o software foram avaliadas por testes qui-quadrados. De maneira geral, as diferenças médias entre as mensurações da TCFC e físicas para cada maxilar, tamanho de voxel e condição do software foram próximas a zero. Com todas essas condições

mantidas iguais, a acurácia das medidas maxilares de TCFC foi inferior (limite maior de variações de concordância e frequências mais altas de falta de acurácia clínica) às medidas mandibulares. A espessura física da crista óssea alveolar foi menor que 1 mm e significativamente mais delgada que as correspondentes mandibulares. Para cada condição de maxilar e do software, a acurácia das medidas de imagens de TCFC com presença de tecido mole de 0,2 mm era superior (limite menor que as variações de concordância e frequências mais baixas de falta de acurácia clínica) a aquelas de 0,4 mm de presença de tecido mole, 0,4 mm de ausência de tecido mole e 0,2 mm de ausência de imagens de tecido mole. Todas mostraram acurácias similares. Qualitativamente, as imagens com ausência de tecido demonstraram maior brilho de esmalte e contornos de superfície de osso alveolar do que as imagens com presença de tecido mole. Diante desses resultados, os autores concluíram que, em uma idade adolescente, a altura do osso alveolar vestibular medido da região maxilar molar, baseada em imagens de TCFC de voxel de 0,4 mm, pode ter medidas relativamente grandes e frequentemente inacuradas, possivelmente em razão de sua finura. Utilizando-se um voxel de 0,2 mm nos escaneamentos, a acurácia das medidas pode ser melhorada, mas apenas se os tecidos faciais e gengivais se mantiverem intactos em excesso.

Varghese et al. (2010) avaliaram a acurácia de medidas lineares em imagens de reconstrução de TC espiral de crânios secos humanos, em três planos, comparando essas imagens com medidas diretas craniais para, posteriormente, compará-las com medidas realizadas em telerradiografias digitais. Utilizando-se um tomógrafo espiral Siemens Sensation, as imagens de TC dos seis crânios humanos foram importadas para o software de imagem Mimics e as medidas realizadas foram comparadas às medidas diretas com o paquímetro digital Mitutoyo. As medidas também foram comparadas àquelas realizadas nas telerradiografias laterais e frontais do aparelho Planmeca. As médias das 15 medidas foram comparadas através do teste t de Student pareado. Como resultado, as medidas da TC não mostraram uma diferença significativa das diretas de crânio ($P < 0,05$) em todos os três planos, exceto para duas mensurações sagitais medianas no plano anteroposterior. As medidas cefalométricas foram comparadas às medidas diretas do crânio para as sagitais medianas no plano anteroposterior, mas mostraram uma diferença significativa quando as medidas bilaterais foram consideradas. A cefalometria também mostrou uma diferença significativa no plano transversal, das

medidas diretas e da TC; entretanto, as medidas cefalométricas não mostraram uma diferença significativa entre as craniais e da TC, para a maioria dos parâmetros no plano vertical. Assim, os autores concluíram que as medidas lineares na TC espiral foram comparáveis às medidas anatômicas, e mais confiáveis que as cefalométricas. Essas foram mais aceitáveis para as medidas sagitais medianas do que no plano anteroposterior, mas mostraram uma variação significativa das medidas anatômicas e da TC, para a maioria dos outros parâmetros.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar a acurácia de medidas em imagens obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico em altura e largura de rebordos mandibulares posteriores reabsorvidos variando-se os protocolos de aquisição e comparar com as mensurações realizadas diretamente nos espécimes com paquímetro digital.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Amostras

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo (Anexo B), 10 mandíbulas secas selecionadas apenas com o critério de serem desdentadas totais e com os processos de remodelação e reabsorção ocorridos, provenientes do Departamento de Anatomia da Universidade Metropolitana de Santos (UniMeS) (Anexo A), devidamente documentadas e com autorização, foram fixadas e estabilizadas no delineador protético (Bio-Art B2 - Bio-Art® Equipamentos Odontológicos Ltda. – São Carlos – SP), através de uma lâmina de cera utilidade (Figura 4.1). Essas mandíbulas receberam quatro marcações nas regiões posteriores, sendo duas em cada hemimandíbula, com lapiseira e grafite 0,5mm (Figura 4.2). As marcações abrangeram todo o contorno, da base ao limite mais superior da crista alveolar, e foram realizadas com o auxílio de um delineador protético com o objetivo de simular o paralelismo alcançado nos escaneamentos realizados com o tomógrafo computadorizado por feixe cônico.

As marcações paralelas, de 10 mm entre si, foram comprovadas medindo-se essa distância com um paquímetro digital. Sobre as marcações foram fixados fios ortodônticos (Fio Ortodôntico Duro Elástico CrNi - Redondo Ø0,30mm - . 012" – Morelli® – Sorocaba - SP) com éster de cianocrilato (Loctite® 495™ Super Bonder® Instant Adhesive - Düsseldorf – Alemanha) em regiões previamente determinadas para as mensurações. Após a colocação dos fios ortodônticos foram feitos pequenos desgastes (fendas) com pontas diamantadas (FG 1011 HL - Pdx Point Diamond Ind. Com. Ferram. Odontológ. Ltda – Terra Preta – SP) e caneta de alta rotação (Silent MRS 400 – Dabi Atlante® - Ribeirão Preto – SP), sem irrigação, nas quatro extremidades da extensão dos fios ortodônticos circundando a base das mandíbulas, a fim de padronizar a região de aferição para a mensuração, tanto nas imagens de tomógrafo quanto nas medidas reais.

Figura 4.1 – Modelo de uso de paralelômetro (delineador protético) em mandíbula artificial

Figura 4.2 – Simulação de delineamento com lápis de ponta preta em mandíbula de plástico fixa em lâmina de cera utilidade

4.1.2 Escaneamentos

Todos os espécimes foram submetidos a escaneamentos com tomógrafo computadorizado de feixe cônico (TCFC) Gendex GXCB-500 (Gendex Dental Systems, Hatfield, PA, USA). Os protocolos de aquisição para TCFC incluíram variação no tamanho do voxel de 0,125mm e 0,25mm, com tempo de aquisição de 23s, regime de trabalho de 90-120 kVp e 3-8 mA, sensor Flat Panel de Silício Amorfo com área de 13cm x 13cm, volume de aquisição cilíndrico, 360 graus de rotação, 14 bits de profundidade de cinza (16.384 tons) e field of view (FOV) de 8cm de altura X 14cm de diâmetro, de acordo com o protocolo de trabalho da clínica de radiologia odontológica IsoOrthoGraphic – São Paulo – SP, onde foram realizadas as aquisições das imagens. As imagens axiais foram reformatadas com 0,3mm de espessura. O parâmetro de posicionamento foi o plano basal da mandíbula.

4.1.3 Aferições

As imagens axiais geradas foram salvas em formato DICOM (digital imaging and communication in medicine) e exportadas para o software de planejamento Xoran (Xoran Technologies® Inc, Ann Harbor, MI, USA) (Figura 4.3). Utilizou-se o corte axial para demarcar o arco de referência para obtenção das reconstruções panorâmicas e transaxiais de cada uma das mandíbulas (Figuras 4.4 e 4.5). Sobre as imagens transaxiais foram obtidas as medidas lineares utilizadas no presente estudo. Dentre os cortes parassagittais (ou transaxiais), foram selecionados para as aferições aqueles em que fosse possível observar as marcações no fio ortodôntico com os espaços equivalentes às quatro fendas realizadas previamente ao escaneamento (Figuras 4.6 e 4.7).

Utilizando-se as ferramentas do software, com o filtro de visualização Sharpen 3x3, os examinadores realizaram três medidas lineares nas maiores distâncias em altura – abrangendo da base inferior da mandíbula ao limite mais superior da crista óssea alveolar -, largura total do rebordo mandibular, da face lingual à vestibular, e a distância entre o teto do canal mandibular e crista do rebordo, com a ferramenta de régua do programa (Figura 4.8). Foram realizadas duas medidas cegadas intraexaminador e duas independentes interexaminadores, por dois observadores, pós-graduandos – um do Programa de Mestrado e outro do Doutorado em Diagnóstico Bucal. Os quatro espaços entre o fio circunjacente (previamente desgastados com ponta diamantada) foram considerados referência para a aferição. As medidas da altura total (AT) foram feitas posicionando-se o cursor da régua no espaço mais superior (referente à crista óssea do rebordo) e prolongando-se a linha ao espaço mais inferior (ou vice-versa); as medidas da largura total (LT) foram tomadas posicionando-se o cursor de um espaço lateral ao outro (face vestibular à lingual ou vice-versa). Para a altura do teto (do canal) ao espaço mais superior, o cursor foi posicionado no contorno mais externo da imagem do canal à fenda mais superior dos espaços entre o fio ortodôntico do corte anatômico.

Figura 4.3 - Software de planejamento Xoran após utilização da ferramenta de reconstrução multiplanar e arco de referência demarcado

Figura 4.4 – Arco de referência gerado com a ferramenta de corte transaxial do software Xoran

PROTOCOLO DE ESTUDO PARA IMPLANTES

Figura 4.5 – Programa Xoran após a realização do corte transaxial e geração de imagem de reconstrução panorâmica

Figura 4.6 – Corte Transaxial em close

Figura 4.7 – Close de imagem de reconstrução panorâmica

Figura 4.8 – Cortes parassagitais. Em destaque, corte selecionado para aferição das três medidas requisitadas nesse estudo (Altura Total, Largura Total, Altura do Teto à Crista óssea)

4.1.4 Seccionamentos

Após as aquisições das imagens no tomógrafo, seguiu-se o processo de seccionamento das mandíbulas para a mensuração do padrão ouro. Os espécimes foram seccionados próximo às quatro linhas demarcadas pelos fios ortodônticos utilizando-se uma cortadeira metálica de baixa velocidade (EXTEC[®] Labcut 1010 - Low Speed Diamond Saw – Enfield – CT – USA), com o disco Buehler[®] - IsoMet Wafering Blades 15 HC, Metal Matrix Composite, PCBs, Bone, Ti, TSC – Lake Bluff – IL), 11-10066 76mm X 0.2mm, sob constante irrigação, rotação, em geral, de 500 rpm (limite da máquina), obtendo-se cortes transversais do longo eixo da base da mandíbula (Figuras 4.9 e 4.10). Posteriormente, estes foram polidos com uma máquina de polimento (EcoMet[®] 3000 Grinder-Polisher Buehler[®] – Lake Bluff – IL – USA) até que se alcançasse a exata posição dos fios, com as devidas marcações metálicas (Figura 4.11), para a mensuração correspondente àquela mesma dos cortes parassagitais tomográficos. Todos os cortes foram realizados no Laboratório do Departamento de Biomaterias e Biologia Oral da Faculdade de Odontologia - Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – SP.

Alcançando-se exatamente a superfície requisitada para a aferição direta dos espécimes após o corte e polimentos realizados (Figuras 4.12 e 4.13), utilizou-se para as mensurações o paquímetro digital ABSOLUTE (Mitutoyo[®] Série 500-144 repetitividade 0,01mm – Suzano - SP), seguindo da mesma maneira, como já descrito anteriormente, para as maiores distâncias em largura, altura, e distância do teto do canal mandibular ao limite mais superior da crista do rebordo (Figura 4.14).

Figura 4.9 – Cortadeira metálica utilizada para seccionamento dos fragmentos mandibulares

Figura 4.10 – Corte aproximado do limite da marcação dos fios ortodônticos na máquina de cortar metais EXTEC® Labcut 1010

Figura 4.11 – Polimento de um dos fragmentos mandibulares até a superfície precisa do fio ortodôntico, com a máquina EcoMet 3000

Figura 4.12 – Fragmentos mandibulares em sequência prévios ao polimento

Figura 4.13 - Imagem aproximada do fragmento mandibular para polimento na exata superfície do fio ortodôntico no equipamento EcoMet® 3000 Grinder-Polisher Buehler®

Figura 4.14 – Corte e polimento finais para a mensuração do padrão ouro

4.1.5 Análise Estatística

Os dados foram trabalhados no programa STATA 12.0. Os indicadores descritivos foram média, desvio padrão, diferença absoluta e diferença em módulo. Para testar a confiabilidade e relação das variáveis foi realizado o ICC Correlação Intra Classe. Para verificar a diferenças de média foram realizados o teste T e test t Pareado.

5 RESULTADOS

As medidas realizadas no estudo foram nomeadas com as siglas: AT (altura total), LT (largura total) e ATC (altura do teto do canal mandibular). Os cortes tomográficos foram realizados sobre os marcadores metálicos 1,2,7 e 8, localizados nas regiões posteriores das mandíbulas. Os voxels de 0,125mm e 0,25mm foram discriminados.

Assim, a citação atc125 representa a AT, corte 1, com voxel de 0,25mm; a citação ltc7125 representa a LT, corte 7 com voxel de 0,125mm.

De maneira análoga, as demais medidas foram inseridas nas tabelas 5.1 a 5.4 para análise.

Os resultados expressos por meio da tabela 5.1 com os valores médios (mean) e desvios padrão (SD) permitiram avaliar as diferenças inter examinadores para cada medida.

Tabela 5.1 - Diferença de médias segundo os examinadores 1 e 2

Variable	Obs	Ex1		Ex2		Diff		p
		Mean	SD	Mean	SD	absoluto	módulo	
atc125	10.00	18.97	2.25	18.80	2.44	0.17	0.17	0.88
atc225	10.00	20.24	3.28	20.20	3.27	0.04	0.04	0.98
atc725	10.00	20.04	3.52	19.87	3.44	0.16	0.16	0.92
atc825	10.00	19.04	3.41	18.96	3.51	0.08	0.08	0.99
atc1125	10.00	18.57	2.36	18.84	2.43	-0.27	0.27	0.80
atc2125	10.00	19.92	3.24	21.48	3.94	-1.55	1.55	0.35
atc7125	10.00	19.52	3.39	20.73	3.53	-1.21	1.21	0.44
atc8125	10.00	18.88	3.68	18.86	3.20	0.02	0.02	0.99
ltc125	10.00	12.25	1.84	12.39	1.95	-0.14	0.14	0.87
ltc225	10.00	11.10	1.58	11.24	1.84	-0.14	0.14	0.85
ltc725	10.00	11.43	1.89	11.06	2.02	0.37	0.37	0.68
ltc825	10.00	12.69	2.45	12.60	2.09	0.09	0.09	0.93
ltc1125	10.00	12.07	1.68	12.52	1.91	-0.45	0.45	0.58
ltc2125	10.00	10.95	1.41	11.23	1.82	-0.27	0.27	0.71
ltc7125	10.00	11.13	1.81	10.74	2.15	0.39	0.39	0.66
ltc8125	10.00	12.32	2.12	12.78	1.98	-0.46	0.46	0.62
atcc125	10.00	8.08	2.41	8.24	2.31	-0.17	0.17	0.87
Atcc725	10.00	9.26	2.97	9.13	2.61	0.13	0.13	0.91
Atcc725	10.00	9.25	3.12	9.43	2.97	-0.18	0.18	0.89
atcc825	10.00	8.70	3.32	8.57	2.99	0.13	0.13	0.92
atcc1125	10.00	7.83	2.32	8.49	2.02	-0.66	0.66	0.50
atcc2125	10.00	8.78	2.86	9.02	2.68	-0.24	0.24	0.84
atcc7125	10.00	8.74	3.02	9.40	2.98	-0.66	0.66	0.63
atcc8125	10.00	8.71	3.22	8.74	2.72	-0.04	0.04	0.97

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os dois examinadores. Desta forma, na tabela 5.2, foi escolhido o examinador 1 para comparação entre as medidas obtidas por meio das tomografias e as medidas encontradas diretamente pelo uso do paquímetro (padrão ouro).

Tabela 5.2 - Diferença de médias segundo a comparação das medidas encontradas pelo examinador 1 e as obtidas pelo paquímetro digital (real)

Variable	Obs	Ex1		Real		Diff		p
		Mean	SD	Mean	SD	Absoluta	Módulo	
atc125	10.00	18.97	2.25	18.83	2.26	0.15	0.15	0.93
atc225	10.00	20.24	3.28	20.24	2.89	0.00	0.00	1.00
atc725	10.00	20.04	3.52	19.77	3.37	0.27	0.27	0.85
atc825	10.00	19.04	3.41	18.80	3.41	0.24	0.24	0.75
atc1125	10.00	18.57	2.36	18.83	2.26	-0.25	0.25	0.78
atc2125	10.00	19.92	3.24	20.24	2.89	-0.32	0.32	0.62
atc7125	10.00	19.52	3.39	19.77	3.37	-0.25	0.25	0.77
atc8125	10.00	18.88	3.68	18.80	3.41	0.08	0.08	0.97
ltc125	10.00	12.25	1.84	12.20	1.95	0.05	0.05	0.98
ltc225	10.00	11.10	1.58	11.20	1.58	-0.10	0.10	0.93
ltc725	10.00	11.43	1.89	11.07	2.15	0.36	0.36	0.65
ltc825	10.00	12.69	2.45	12.88	2.22	-0.19	0.19	0.88
ltc1125	10.00	12.07	1.68	12.20	1.95	-0.13	0.13	0.90
ltc2125	10.00	10.95	1.41	10.80	1.41	0.16	0.16	0.93
ltc7125	10.00	11.13	1.81	11.07	2.15	0.05	0.05	0.99
ltc8125	10.00	12.32	2.12	12.88	2.22	-0.57	0.57	0.55
atcc125	10.00	8.08	2.41	8.20	2.21	-0.12	0.12	0.92
Atcc725	10.00	9.26	2.97	9.32	2.80	-0.06	0.06	0.91
Atcc725	10.00	9.25	3.12	8.99	3.19	0.26	0.26	0.88
atcc825	10.00	8.70	3.32	8.70	3.05	0.01	0.01	0.99
atcc1125	10.00	7.83	2.32	8.20	2.21	-0.37	0.37	0.76
atcc2125	10.00	8.78	2.86	9.32	2.80	-0.53	0.53	0.58
atcc7125	10.00	8.74	3.02	8.99	3.19	-0.25	0.25	0.83
atcc8125	10.00	8.71	3.22	8.70	3.05	0.01	0.01	0.99

Tabela 5.3 - Diferença das médias para cada medida estudada em função do tamanho do voxel

Variable	Obs	25		125		Diff		p
		Mean	SD	Mean	SD	Absoluta	Módulo	
AT	80	19.51	3.08	19.59	3.26	-0.08	0.08	0.86
LT	80	11.84	1.99	11.71	1.93	0.12	0.12	0.68
ATC	80	8.83	2.77	8.71	2.66	0.11	0.11	0.78

Tabela 5.4 - Confiabilidade das medidas utilizando o ICC

	ICC	IC 95%
Ex1 x Ex2	0.995	0.988-0.997
Ex1m1xEx2m2	0.997	0.994-0.998
Ex x real	0.998	0.997-0.999
AT25xAT125	0.949	0.918-0.966
LT25xLT125	0.980	0.969-0.987
ATC25xATC125	0.966	0.948-0.978

A confiabilidade das medidas utilizando ICC foi aplicada para avaliar:

- Ex1 X Ex2 (examinador 1 x examinador 2)
- Ex1m1 x Ex2m2 (examinador 1, momento 1 X examinador 2, momento 2)
- AT25 x AT125 (AT com voxels de 0,25mm x 0,125mm)
- LT 25 x LT125 (LT com voxels de 0,25mm x 0,125mm)
- ATC25 x ATC125 (ATC com voxels de 0,25mm x 0,125mm)

6 DISCUSSÃO

No presente, indubitavelmente, a TCFC vem se mostrando uma ferramenta útil em muitas áreas da Odontologia como um método adequado de diagnóstico e planejamento de tratamento frente a outros tipos de equipamentos de imagem 3D, como a Tomografia Computadorizada MultiSlice e Ressonância Magnética. As vantagens dessa tecnologia são menores custos, imagens 3D de regiões do complexo maxilofacial, facilidade de operação, escaneamentos relativamente rápidos, baixa exposição de radiação e a eliminação de raios-x através da colimação quando comparada aos equipamentos de TC convencionais. Essas configurações (mA, kVp, tempo de exposição, etc.) determinam a dose de radiação e influenciam diretamente a qualidade da imagem (Ballrick et al., 2008).

O uso da TCFC inclui planejamento de implantes dentários, imagens da articulação temporomandibular, localização do canal mandibular, estudo de dentições mistas, planejamento de dispositivos ortodônticos de ancoragens temporárias, cefalometria em imagens de reconstrução, segmentação de regiões de interesse para ortodontia, identificação e localização de lesões patológicas benignas e malignas, fendas palatinas, trauma e fraturas relacionadas, avaliação de problemas endodônticos, localização de dentes supranumerários, avaliação de altura e volume de rebordos alveolares, avaliação do crescimento e desenvolvimento do complexo craniofacial, análise das vias aéreas e estudo do desenvolvimento de guias cirúrgicos e stents, defeitos de periimplantite, planejamentos pré-cirúrgicos de cirurgias ortognáticas (Ballrick et al., 2008; Moreira et al., 2009; Maloney et al., 2011; Golubovic et al., 2012; Rangel et al., 2013).

O constante desenvolvimento da TCFC e suas aplicações para colocação de implante endosteal tem levantado uma necessidade de se determinar a acurácia dessas imagens na verificação das altura e largura do osso alveolar mandibular acima do canal mandibular, levando em consideração o nervo alveolar inferior. Os implantodontistas podem ter acesso a imagens 3D de TCFC de pacientes, com fins de tratamento de implantes, com uma dose mais baixa de radiação, superioridade e maiores detalhes de dentes e tecidos duros em um custo-benefício mais acessível que da tomografia convencional (Maloney et al., 2011).

Dentre os vários parâmetros dos tomógrafos por feixe cônico que possibilitam a aquisição de uma imagem de alta qualidade diagnóstica, consideram-se os diferentes tipos de sensores, tamanhos de campos de visualização (FOV), resoluções espaciais e software. Quanto ao FOV, o de menor dimensão é recomendado em casos onde se requer uma alta resolução (canais acessórios, fraturas radiculares, fenestração óssea e altura óssea). Um FOV mediano é mais adequado para cirurgia oral, avaliação da ATM, estudos de lesões ósseas e implantodontia. Em casos nos quais são necessárias uma análise facial completa, um FOV mais amplo é o mais recomendado.

Com a evolução da TCFC, o sensor flat panel tornou-se o mais usado em razão de sua alta resolução, pois produz menos ruído, não é sensível a campos magnéticos e não é necessária uma calibração constante (Panzarella et al., 2011). O tamanho do voxel constitui um dos parâmetros mais importantes da imagem tomográfica. Ele é determinado pelo tamanho de cada pixel no receptor de imagem, gerando voxels isotrópicos (onde altura, largura e profundidade são iguais) que resultam em imagens de alta clareza, aumentando a capacidade de reprodução de detalhes de tecido duro, como a lâmina dura. Teoricamente, menores voxels produzem melhores imagens mas outros fatores como a calibração diária, a qualidade do sensor, a projeção do aparelho, estabilidade do paciente e software influenciam a clareza final alcançada (Panzarella et al., 2011).

Damstra et al. (2010) corroboram essa afirmação. Segundo os autores, um fator que poderia possivelmente influenciar a acurácia de modelos de superfície, e, conseqüentemente, os demais tipos de imagens geradas pelo TCFC seria a resolução do voxel. O volume é composto de voxels, os quais são pequenos cubos arranjados um ao lado do outro. Cada voxel é um valor (brilho ou escala de cinza) que representa a densidade da estrutura correspondente. A redução da resolução do voxel pode resultar em imagem de baixa qualidade, mais ruído, artefatos e menor detalhe de imagem anatômica. Primo et al. (2012) verificaram que uma alta resolução dos voxels não teve efeitos significantes nas medidas dos protótipos produzidos por dados da TCFC. Combinado-se as vantagens de uma resolução mais baixa, um tempo menor de escaneamento e exposição aos raios-x e menor possibilidade de movimentação do paciente, os autores sugerem que deva ser dada preferência para resoluções mais baixas. Inversamente, as medidas obtidas com voxels de tamanhos menores devem ser interpretadas com precaução, já que a

capacidade diagnóstica das imagens de TCFC parecem ser influenciadas por esse parâmetro. Assim, concluem que as resoluções dos voxels devem ser definidas individualmente para cada caso, dependendo das indicações e características de cada paciente e o plano de tratamento. No que diz respeito a outro aspecto que pode ter influência na qualidade final da imagem tomográfica, os autores relacionaram o voxel com o tempo de escaneamento. E afirmaram que a resolução espacial é mais baixa em tempos de escaneamento mais rápidos e voxels maiores. Uma maior resolução espacial e do voxel resulta geralmente em imagens mais “planas” pelo aumento da taxa de sinal e da taxa de ruído, com menos artefatos das restaurações metálicas. Entretanto, uma maior resolução do voxel é conseguida com um maior tempo de escaneamento, expondo-se o paciente a uma alta dose de radiação e aumentando-se o risco de movimentação do paciente durante o procedimento. Os autores sugerem mais estudos sobre esse elemento de imagem, tendo em vista que o resultado pode ser clinicamente relevante.

El-Beialy et al. (2011) avaliaram acurácia e confiabilidade ressaltando a orientação da cabeça, o que, clinicamente, é importante devido ao posicionamento e movimentação do paciente durante o escaneamento. Se a cabeça do paciente está estável durante o procedimento, a posição espacial da cabeça no foco pela TCFC não vai afetar o resultado. No entanto, quando o paciente se movimenta inesperadamente, como pode acontecer com crianças, ainda que por um tempo curto, os autores sugerem que se use o descanso de testa como o único posicionador durante o atendimento. Concluíram, assim, que a acurácia e confiabilidade das medidas da TCFC não são afetadas por mudanças na orientação craniana. Não houve diferença nas medidas durante o escaneamento do crânio em diferentes orientações.

Kamburoğlu et al. (2009) expuseram que procedimentos cirúrgicos como cirurgias de terceiros molares, colocação de implantes, osteotomias e reparos de fratura que envolvam estruturas adjacentes ao canal mandibular exigem um conhecimento exato do curso intraósseo do canal e do feixe vasculonervoso a fim de se evitar um alto risco de injúria a essa estrutura anatômica e consequente dano severo ao paciente, temporário ou em definitivo. Em particular, distâncias entre o canal mandibular e implantes dentários ou próteses são tão pequenas que devem ser precedidas por avaliações pré-operatórias que incluam medidas precisas com erro de menos de 1 ou 2 mm. Antes que os implantes sejam colocados na

mandíbula, o profissional deve obter todas as medidas possíveis da área circunjacente ao canal mandibular. Em auxílio ao clínico a TCFC é uma ferramenta adequada de avaliações pré e pós operatórias e de verificação da condição de implantação óssea do pino propriamente dito.

Loubele et al. (2006) afirmaram que para um planejamento bem sucedido de cirurgia óssea é importante que a acurácia geométrica dos modelos ósseos seja conhecida. A acurácia da segmentação óssea já foi estudada extensivamente para a TCMS. Mesmo que existam diversos estudos até o momento sobre acurácia e confiabilidade de imagens tomográficas é necessário que se investiguem cada vez mais parâmetros e configurações dos diversos fatores que compõem todo o processo de geração de imagem volumétrica com os objetivos, como já explicitados anteriormente, de diagnóstico, planejamento e acompanhamento pós-procedimento clínico. Para fins de pesquisa, em geral, diferentes metodologias em imagens podem ser empregadas com esse propósito: uso de fantasmas (Lund et al., 2009), estudos cadavéricos em crânios ou mandíbulas humanas secas (Ludlow et al., 2007), imagens de reconstruções de superfície 3D (Periago et al., 2008; Oz et al., 2011), modelos de plástico fundido (Kim et al., 2012), fantasmas e modelos de elementos finitos (Marmulla et al., 2005; Hasegawa et al., 2012), maxilares ou outros ossos de animais, como porco e cachorros (Kim G et al., 2012; Wood et al., 2013), articulações temporomandibulares (Zhang et al., 2013). Cada método tem seu próprio critério entre uma “verdade” já conhecida e suas medidas através de uma modalidade e fator produtor de imagem. Na prática, estabelecer um parâmetro de mensuração geométrico 3D com suficiente acurácia de detalhe não é tão simples e direto para objetos anatômicos de formas complexas e, algumas vezes, muito difícil para imagens clínicas de pacientes adquiridas in vivo. Os autores afirmam que, enquanto estudos em fantoma permitem um acesso direto a objetos sob estudos de caracterização geométrica, suas validades para a imagem in vivo são questionáveis.

O estudo com a utilização de fantasmas infere medidas previamente conhecidas e calibradas. Panzarella et al. (2011), ao contrário de Loubele et al. (2006), afirmam que essa condição permite uma comparação dimensional adequada e, enquanto apresenta o estabelecimento de comparações puras como vantajosas, também permite parâmetros de alta reprodutibilidade e não envolve a exposição de tecidos vivos. De uma maneira geral, esse método não reproduz

fenômenos físicos como atenuação da radiação, radiação dispersa e ruído, que ocorre em estudos antropométricos (Kobayashi et al., 2004; Strateman et al., 2008).

O presente estudo investigou o uso de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) e avaliou variáveis que podem interferir na qualidade da imagem tomográfica, comparando voxels de diferentes tamanhos em região de rebordo alveolar mandibular posterior. Tendo em vista a importância dessa região anatômica devido a presença do nervo alveolar inferior, torna-se crucial uma avaliação apurada da acurácia e confiabilidade de exames imaginológicos que proporcionem uma visualização o mais fiel possível da área de estudo e para a especialidade odontológica fim, com ênfase, especificamente, na localização e morfologia do canal mandibular (Waltrik et al., 2013).

A localização do canal e a estimativa de distâncias ao seu redor mediante imagens de TCFC em mandíbulas cadavéricas representam um substituto adequado na aplicação clínica. A performance do observador, a seleção de pontos de referência, a sensibilidade do mouse e limitações do software são fatores importantes na mensuração das distâncias (Kamburoglu et al., 2009).

A confiabilidade de medidas em TCFC foi observada anteriormente por Baumgaertel et al. (2009), Al-Ekrish e Ekran (2011), Tomasi et al. (2011), Golubovic et al. (2012), o que corrobora nossos achados no presente estudo. Em contrapartida, Gerlach et al. (2012) discordam da confiabilidade das medidas obtidas em TCFC com crânios de cadáveres frescos congelados. Acreditamos que a falta da acurácia pode ter sido causada pela presença de tecido mole e a metodologia aplicada com o uso de software diferente ao sugerido pelo fabricante do TCFC.

Isso foi discutido por Wood et al. (2013) que investigaram o impacto de fatores responsáveis pela falta de acurácia de medidas em imagens do osso alveolar em TCFC, tais como o software, presença ou ausência de tecidos moles, tamanho do voxel do escaneamento, e em regiões dos maxilares em medidas da altura do osso alveolar vestibular em porcos com a idade equivalente a adolescentes humanos. Nos demais estudos foram utilizados crânios secos.

Timock et al. (2011) utilizaram cabeças embalsamadas e voxel de 0,30mm para realização de medidas de altura e espessura em regiões posteriores de mandíbula. Os ICCs para ambas as medidas foram altos, porém, encontraram maior acurácia para as medidas de altura do que espessura. Observamos que para ambas as medidas (altura e espessura) a acurácia foi alta, não havendo diferenças

perceptíveis entre as medidas avaliadas. Damstra et al. (2010) verificaram que o uso de voxels de 0,40mm e 0,25mm não apresentava diferenças estatisticamente significantes. Ao reduzirmos o tamanho do voxel no nosso estudo, aumentando a resolução da imagem, comprovamos que esta redução não gerou repercussão do ponto de vista do diagnóstico e capacidade de realizar medidas lineares nas regiões posteriores de mandíbulas atrésicas.

Karamburoğlu et al. (2009) utilizaram voxel de 0,20mm e paquímetro digital encontrando alto ICC, a exemplo do nosso estudo. Acreditamos que deva ser mantido o voxel de 0,25mm como padrão para instalação de implantes, não havendo necessidade de voxels menores. Embora Panzarella et al. (2011) tenham verificado diferenças de acurácia de medidas lineares entre os tamanhos de voxels 0,25mm; 0,30mm e 0,40mm, devemos salientar que estas foram observadas em imagens axiais, sendo que para planejamento em implantodontia devemos utilizar as imagens transaxiais adotadas no presente estudo.

O presente trabalho vai ao encontro dos achados de Waltrick et al. (2013) no qual, além de verificarem a acurácia com voxels de 0,20mm; 0,30mm e 0,40mm consideraram a capacidade de identificação do canal mandibular. O fato da acurácia do nosso estudo demonstrar alto ICC denota que a capacidade de se obter a medida ATC esteve diretamente relacionada com a adequada qualidade da imagem do canal mandibular. Podemos considerar válida a possibilidade de novos estudos visando avaliar a influência na acurácia de medidas lineares com o uso de outros softwares. Segundo Wood et al. (2013) este seria um fator de interferência, o que concordamos.

Diante dos achados parece-nos lícito acreditar que os tamanhos dos voxels utilizados não interferem com a fidelidade dimensional da mandíbula nas reconstruções bidimensionais (imagens transaxiais) comumente aplicadas ao planejamento em Implantodontia. Novos estudos poderiam levar em conta as interferências das reconstruções multiplanares, aplicação de filtros e softwares de manipulação nesta área de pesquisa.

7 CONCLUSÕES

A acurácia de medidas em imagens obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em altura e largura de rebordos mandibulares posteriores reabsorvidos foi similar para os voxels de 0,125mm e 0,25mm.

Pela similaridade dos valores encontrados podemos afirmar que o uso de voxel menor (0,125mm) ou maior (0,25mm) não representou fator de interferência nas medidas de altura e espessura ósseas destinadas à colocação de implantes.

As mensurações realizadas diretamente nos espécimes com paquímetro digital e as medidas encontradas com os voxels de 0,125mm e 0,25mm não apresentaram diferenças estatisticamente significantes, demonstrando a acurácia da TCFC para o planejamento cirúrgico.

REFERÊNCIAS¹

Al-Ekrish AA, Ekram M. A comparative study of the accuracy and reliability of multidetector computed tomography and cone beam computed tomography in the assessment of dental implant site dimensions. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011 Feb;40(2):67-75. doi: 10.1259/dmfr/27546065.

Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Oct;134(4):573-82. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.11.025.

Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Jul;136(1):19-25; discussion 25-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.09.016.

Damstra J, Fourie Z, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Jan;137(1):16.e1-6; discussion 16-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.06.016.

Dave M, Davies J, Wilson R, Palmer R. A comparison of cone beam computed tomography and conventional periapical radiography at detecting peri-implant bone defects. *Clin Oral Implants Res*. 2013 Jun;24(6):671-8. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02473.x. Epub 2012 Mar 27.

Dreiseidler T, Tandon D, Kreppel M, Neugebauer J, Mischkowski RA, Zinser MJ, Zöller JE. CBCT device dependency on the transfer accuracy from computer-aided implantology procedures. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Sep;23(9):1089-97. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02272.x. Epub 2012 Jun 11.

Engelbrecht WP, Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, Ren Y. The influence of the segmentation process on 3D measurements from cone beam tomography-derived surface models. *Clin Oral Investig*. 2013 Jan 31. doi: 10.1007/s00784-012-0881-3.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

El-Beialy AR, Fayed MS, El-Bialy AM, Mostafa YA. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography measurements: Influence of head orientation. *Am J*

Orthod Dentofacial Orthop. 2011 Aug;140(2):157-65. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.03.030.

Gerlach NL, Meijer GJ, Maal TJ, Mulder J, Rangel FA, Borstlap WA, Bergé SJ. Reproducibility of 3 different tracing methods based on cone beam computed tomography in determining the anatomical position of the mandibular canal. J Oral Maxillofac Surg. 2010 Apr;68(4):811-7. doi: 10.1016/j.joms.2009.09.059. Epub 2009 Dec 29.

Gerlach NL, Meijer GJ, Borstlap WA, Bronkhorst EM, Bergé SJ, Maal TJ. Accuracy of bone surface size and cortical layer thickness measurements using cone beam computerized tomography. Clin Oral Implants Res. 2012 Apr 2. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02459.x.

Golubovic V, Mihatovic I, Becker J, Schwarz F. Accuracy of cone-beam computed tomography to assess the configuration and extent of ligature-induced peri-implantitis defects. A pilot study. Oral Maxillofac Surg. 2012 Dec;16(4):349-54. doi: 10.1007/s10006-012-0320-2. Epub 2012 Apr 4.

Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara JA Jr, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometric and 3D measurements on CBCT scans. Angle Orthod. 2011 Jan;81(1):26-35. doi:10.2319/032210-166.1.

Hasegawa A, Shinya A, Lassila LV, Yokoyama D, Nakasone Y, Vallittu PK, Shinya A. Accuracy of three-dimensional finite element modeling using two different dental cone beam computed tomography systems. Odontology. 2012 Jun 23. doi: 10.1007/s10266-012-0076-z.

Hassan B, van der Stelt P, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. Eur J Orthod. 2009 Apr;31(2):129-34. doi: 10.1093/ejo/cjn088.

Kamburoğlu K, Kiliç C, Ozen T, Yüksel SP. Measurements of mandibular canal region obtained by cone-beam computed tomography: a cadaveric study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009 Feb;107(2):e34-42. doi: 10.1016/j.tripleo.2008.10.012.

Kim G, Jung HJ, Lee HJ, Lee JS, Koo S, Chang SH. Accuracy and reliability of length measurements on three-dimensional computed tomography using open-source OsiriX software. *J Digit Imaging*. 2012 Aug;25(4):486-91. doi: 10.1007/s10278-012-9458-6.

Kim MK, Kang SH, Lee EH, Lee SH, Park W. Accuracy and validity of stitching sectional cone beam computed tomographic images. *J Craniofac Surg*. 2012 Jul;23(4):1071-6. doi: 10.1097/SCS.0b013e31824e2c85.

Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 Mar-Apr;19(2):228-31.

Lascaia CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol*. 2004 Sep;33(5):291-4.

Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Apr;137(4 Suppl):S109-19. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.07.013.

Liang X, Lambrechts I, Sun Y, Denis K, Hassan B, Li L, Pauwels R, Jacobs R. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT). Part II: On 3D model accuracy. *Eur J Radiol*. 2010 Aug;75(2):270-4. doi: 10.1016/j.ejrad.2009.04.016. Epub 2009 May 6.

Loubele M, Maes F, Schutyser F, Marchal G, Jacobs R, Suetens P. Assessment of bone segmentation quality of cone-beam CT versus multislice spiral CT: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006 Aug;102(2):225-34. Epub 2006 Apr 21.

Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007 Apr;103(4):534-42. Epub 2006 Aug 4.

Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Accuracy and precision of linear measurements in cone beam computed tomography Accuitomo[®] tomograms obtained with different reconstruction techniques. *Dentomaxillofac Radiol* 2009 Sep;38(6):379-86. doi: 10.1259/dmfr/15022357.

Maloney K, Bastidas J, Freeman K, Olson TR, Kraut RA. Cone beam computed tomography and simPlant materialize dental software versus direct measurement of the width and height of the posterior mandible: an anatomic study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Jul;69(7):1923-9. doi: 10.1016/j.joms.2011.01.003. Epub 2011 Apr 15.

Marmulla R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005 Jan;34(1):28-31.

Moreira CR, Sales MA, Lopes PM, Cavalcanti MG. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod.* 2009 Sep;108(3):430-6. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.01.032.

Oz U, Orhan K, Abe N. Comparison of linear and angular measurements using two-dimensional conventional methods and three-dimensional cone beam CT images reconstructed from a volumetric rendering program in vivo. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 Dec;40(8):492-500. doi: 10.1259/dmfr/15644321.

Panzarella FK, Junqueira JL, Oliveira LB, de Araújo NS, Costa C. Accuracy assessment of the axial images obtained from cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 Sep;40(6):369-78. doi: 10.1259/dmfr/88722046.

Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod.* 2008 May;78(3):387-95. doi: 10.2319/122106-52.1.

Pinsky HM, Dyda S, Pinsky RW, Misch KA, Sarment DP. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006 Nov;35(6):410-6.

Primo BT, Presotto AC, de Oliveira HW, Gassen HT, Miguens AS Jr, Silva AN Jr, Hernandez PA. Accuracy assessment of prototypes produced using multi-slice and cone-beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012 Oct;41(10):1291-5. doi: 10.1016/j.ijom.2012.04.013.

Rangel FA, Maal TJ, Bronkhorst EM, Breuning KH, Schols JG, Bergé SJ, Kuijpers-Jagtman AM. Accuracy and Reliability of a Novel Method for Fusion of Digital Dental

Casts and cone beam tomography scans. PLoS One. 2013;8(3):e59130. doi: 10.1371/journal.pone.0059130.

Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher DC. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. Dentomaxillofac Radiol. 2008 Feb;37(2):80-93. doi: 10.1259/dmfr/31349994.

Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL, Covell DA Jr. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011 Nov;140(5):734-44. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.06.021.

Tomasi C, Bressan E, Corazza B, Mazzoleni S, Stellini E, Lith A. Reliability and reproducibility of linear mandible measurements with the use of a cone-beam computed tomography and two object inclinations. Dentomaxillofac Radiol. 2011 May;40(4):244-50. doi: 10.1259/dmfr/1742330.

Varghese S, Kailasam V, Padmanabhan S, Vikraman B, Chithranjan A. Evaluation of the accuracy of linear measurements on spiral computed tomography-derived three-dimensional images and its comparison with digital cephalometric radiography. Dentomaxillofac Radiol. 2010 May;39(4):216-23. doi: 10.1259/dmfr/30048377.

van Vlijmen OJ, Rangel FA, Bergé SJ, Bronkhorst EM, Becking AG, Kuijpers-Jagtman AM. Measurements on 3D models of human skulls derived from two different cone beam CT scanners. Clin Oral Investig. 2011 Oct;15(5):721-7. doi: 10.1007/s00784-010-0440-8.

Waltrick KB, Nunes de Abreu Junior MJ, Corrêa M, Zastrow MD, Dutra VD. Accuracy of linear measurements and visibility of the mandibular canal of cone-beam computed tomography images with different voxel sizes: an in vitro study. J Periodontol. 2013 Jan;84(1):68-77. doi: 10.1902/jop.2012.110524.

Whyms BJ, Vorperian HK, Gentry LR, Schimek EM, Bersu ET, Chung MK. The effect of computed tomographic scanner parameters and 3-dimensional volume rendering techniques on the accuracy of linear, angular, and volumetric measurements of the mandible. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2013 May;115(5):682-91. doi: 10.1016/j.oooo.2013.02.008.

Wood R, Sun Z, Chaudhry J, Tee BC, Kim DG, Leblebicioglu B, England G. Factors affecting the accuracy of buccal alveolar bone height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Mar;143(3):353-63. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.10.019.

Zhang ZL, Cheng JG, Li G, Zhang JZ, Zhang ZY, Ma XC. Measurement accuracy of temporomandibular joint space in Promax 3-dimensional cone-beam computerized tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012 Jul;114(1):112-7. doi: 10.1016/j.oooo.2011.11.020.

Zhang ZL, Cheng JG, Li G, Shi XQ, Zhang JZ, Zhang ZY, Ma XC. Detection accuracy of condylar bony defects in Promax 3D cone beam CT images scanned with different protocols. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013 May;42(5):20120241. doi: 10.1259/dmfr.20120241.

Anexo – Autorização para utilização de mandíbulas

UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS
CAMPUS BANDEIRANTE I, II, III E IV

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Autorização

Autorizo a utilização de 10 (dez) mandíbulas secas provenientes do laboratório de anatomia da Faculdade de Odontologia da Universidade Metropolitana de Santos (UNIMES) para uso dos pesquisadores Jorge de Sá Barbosa e Renata de Saldanha da Gama, para pesquisas de "Acurácia de tomografia de feixe cônico utilizando variados protocolos de aquisição com diferentes *softwares* de análise de imagens". Declaro ainda conhecer a metodologia a ser empregada, baseada na análise tomográfica das amostras e verificação da acurácia através de secções mandibulares, sendo que as mesmas retornarão à Instituição após a pesquisa para continuarem a ser objetos de estudo. Os pesquisadores se comprometeram em manter a identidade das amostras em sigilo. A pesquisa será realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da FOU SP.

Sem mais para o momento.

Santos, 17 de fevereiro de 2012

Atenciosamente,

Prof. Dr. Tadeu Pimpão Fagundes
Responsável pelo Laboratório de Anatomia da UNIMES

Anexo – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo - FOU SP

PROJETO DE PESQUISA

Título: Acurácia de medidas lineares em região posterior de mandíbula obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico através de diferentes protocolos de aquisição.

Pesquisador: Renata de Saldanha da Gama

Versão: 1

Instituição: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

CAAE: 01173412.0.0000.0075

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 9356

Data da Relatoria: 28/03/2012

Apresentação do Projeto:

O projeto "acurácia de medidas lineares em região posterior de mandíbula obtidas por tomografia computadorizada de feixe cônico através de diferentes protocolos de aquisição", é bem apresentado. A Introdução está clara e leva a uma proposta coerente. O resumo, a hipótese, o objetivo e a metodologia também estão claros e coerentes.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa possui apenas um objetivo primário, avaliar a acurácia das imagens obtidas por tomógrafo computadorizado de mandíbulas humanas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos envolvidos, pois serão analisadas mandíbulas secas provenientes do acervo do Departamento de Anatomia da Universidade Metropolitana de Santos. Existe, anexo ao trabalho, o termo de permissão para o uso das mandíbulas para esta pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é muito objetiva, de maneira clara vai analisar as técnicas utilizadas em tomadas radiográficas computadorizadas, com a finalidade de análise do volume ósseo da mandíbula, importante para inúmeros procedimentos clínicos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE não se aplica a este trabalho. O termo de autorização para o uso das mandíbulas para esta pesquisa está dentro das normas.

Recomendações:

Recomendo que se aprove o a pesquisa, da maneira que está apresentada.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há inadequação na pesquisa.

SAO PAULO, 28 de Março de 2012

Assinado por:

Marcia Turolla Wanderley