VANESSA CAMILLO DE ALMEIDA

**Acurácia e precisão de tomografia computadorizada de feixe cônico e de
radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos periodontais
interproximais em mandíbulas suínas**

São Paulo

2014

VANESSA CAMILLO DE ALMEIDA

**Acurácia e precisão de tomografia computadorizada de feixe cônico e de
radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos periodontais
interproximais em mandíbulas suínas**

Versão Original

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

Área de Concentração: Periodontia

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Mendes Pannuti

São Paulo

2014

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 da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Almeida, Vanessa Camillo de.

Acurácia e precisão de tomografia computadorizada de feixe cônico e de radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos periodontais interproximais em mandíbulas suínas / Vanessa Camillo de Almeida; orientador Cláudio Mendes Pannuti. -- São Paulo, 2015.

53 p. : il. : fig. tab., graf. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Periodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão original.

1. Doenças periodontais. 2. Mandíbula - defeitos. 3. Diagnóstico bucal. 4. Tomografia computadorizada por raios X. I. Pannuti, Cláudio Mendes. II. Título.

Almeida VC. Acurácia e precisão de tomografia computadorizada de feixe cônico e de radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos periodontais interproximais em mandíbulas suínas. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: / /2015

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Dedico este trabalho aos meus pais Nelson e Rosangela, meus irmãos Ricardo e Denis e meu namorado Flávio: por serem o apoio e a motivação para eu seguir sempre adiante, um passo de cada vez, trilhando meu caminho.

A família é o bem mais precioso que Deus me deu. Saibam que muito do que eu faço é para que se orgulhem de mim e vejam que toda a dedicação que vocês têm comigo, não é em vão. Amo vocês infinitamente e serei eternamente grata por estarem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

- A **Deus**, que me guia e me fortalece e que, com Sua graça, me deu tudo de mais precioso nessa vida: minha família e saúde para lutar por meus objetivos.
- A todos que compartilham comigo a alegria dos bons momentos da vida e me ajudam a manter a calma nas horas difíceis: meus pais **Nelson e Rosangela**, meus irmãos **Ricardo e Denis**, minhas cunhadas **Priscilia e Aline**, minha sobrinha **Helena**, meu namorado **Flávio**, meus avós **Pedro e Leila** e todas as minhas queridas **amigas** de infância.
- Ao meu orientador **Prof. Dr. Cláudio Mendes Pannuti** por ser meu exemplo de mestre desde a graduação. Obrigada por sua paciência, conversas, ensinamentos, conselhos, sapiência e generosidade em compartilhar seus conhecimentos. Sinto-me extremamente honrada em você ter acreditado no meu potencial e ter me possibilitado o privilégio de ser sua orientada.
- Aos professores da disciplina de Periodontia da FOU SP: **Profa. Dra. Cristina Cunha Villar, Prof. Dr. Giorgio De Micheli, Prof. Dr. Giuseppe Alexandre Romito, Prof. Dr. João Batista César Neto, Profa. Dra. Luciana Saraiva, Prof. Dr. Luiz Antônio Pugliesi Alves de Lima, Prof. Dr. Marco Antônio Paupério Georgetti, Profa. Dra. Marina Clemente Conde e Profa. Dra. Marinella Holzhausen Caldeira**, por todos os ensinamentos, conversas, seminários, críticas, elogios e por serem exemplos de professores, pesquisadores e equipe. Obrigada também por viabilizarem um programa de pós em que realmente se aprende Periodontia. Agradeço em especial ao **Prof. Dr. Cláudio Mendes Pannuti** e ao **Prof. Dr. Marco Antônio Paupério Georgetti**, que foram, respectivamente, meu professor de clínica e o professor responsável pela disciplina em 2008, quando eu estava na Graduação. Vocês despertaram em mim a paixão pela Periodontia e exerceram grande influência para eu estar aqui hoje. Obrigada!

- Aos colegas de pós-graduação **Daniela Yumie Takahashi, Débora Bizetto Massarente, Henrique Fukushima, Ieda Santos Abreu, Michelle De Franco Rodrigues, Priscila Vivas e Stefania Maria Bernardi Possamai** pelas risadas e angústias compartilhadas. Vocês tornaram o mestrado mais leve e divertido e nossas viagens a congressos foram inesquecíveis! Também aos colegas de turmas anteriores e aos recém-chegados, desejo muito sucesso e que nossos caminhos continuem cruzados.
- Ao **Prof. Dr. Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti** e seus orientados **Fernanda Salineiro, Otávio Shoiti Umetsubo e Lucas Rodrigues Pinheiro** por toda ajuda prestada, desde a metodologia para confecção das lesões até as avaliações das imagens.
- Ao **Prof. Dr. Fausto Medeiros Mendes** e à **Profa. Dra. Denise Takehana dos Santos** pelas excelentes observações compartilhadas no exame de qualificação. Ao Prof. Dr. Fausto, ainda, também quero agradecer por ter enriquecido este trabalho com seus conhecimentos estatísticos.
- Aos **professores da banca examinadora** por terem aceitado o convite e por enriquecerem esse trabalho com suas sugestões e críticas.

Às funcionárias do departamento de Estomatologia da FOU SP **Márcia Maria dos Santos, Marília Camargo Gomes, Maria Cecília Forte Muniz, Regina Maria da Conceição Santos e Iracema Mascarenhas Pires** pela organização e disposição em ajudar.

Aos **funcionários da FOU SP**, em especial **Sandra e Gilmara (CAPE)** e **Izilda e Janet (Clínica de Radiologia)**, pela organização das clínicas e agendamentos.

À **CAPES** e à **FAPESP**, pelo auxílio financeiro.

RESUMO

Almeida VC. Acurácia e precisão de tomografia computadorizada de feixe cônico e de radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos periodontais interproximais em mandíbulas suínas [dissertação] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2014. Versão original.

As tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) vêm ganhando espaço no cenário odontológico devido ao detalhamento das imagens, sem sobreposição de estruturas anatômicas. O objetivo do presente estudo foi comparar a acurácia e a precisão da tomografia computadorizada de feixe cônico e de radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos interproximais artificiais de diferentes tamanhos. Após cálculo amostral, foram adquiridas 20 mandíbulas suínas, nas quais foi empregada cera para simulação de tecido mole e proteção das faces interproximais dos dentes. Das 80 áreas experimentais (entre 1º e 2º pré-molares e entre 2º pré-molar e 1º molar), após aleatorização, foram criadas 60 lesões (20 com exposição ao ácido por 2 horas, 20 com exposição ao ácido por 4 horas e 20 com exposição ao ácido por 6 horas). Em 20 áreas não foram produzidas lesões (controles). As lesões foram criadas com ácido perclórico 70-72%, aplicado com bolinha de algodão. TCFC e radiografias periapicais foram realizadas e depois analisadas por dois radiologistas treinados. A presença de lesões na mandíbula seca foi considerada o padrão-ouro. Foi calculada a sensibilidade, a especificidade e a acurácia da tomografia e da radiografia periapical na detecção das lesões de diferentes tamanhos. A acurácia da TCFC variou de 0,688 a 0,775 e a da radiografia variou de 0,700 a 0,763. Além disso, o tamanho da lesão influenciou no resultado, sendo que lesões de 6h geraram menos resultados falso-negativos do que as lesões de 2h, em ambos os exames. A reprodutibilidade foi aferida pelo coeficiente kappa. A concordância interexaminador variou de ausente a razoável, enquanto a concordância intraexaminador variou de boa a muito boa. Concluímos que não houve diferença com relação à acurácia da TCFC e da radiografia periapical na detecção de defeitos ósseos interproximais artificiais em mandíbulas suínas.

Palavras-chave: Doenças periodontais. Diagnóstico. Tomografia computadorizada por raios X.

ABSTRACT

Almeida VC. Accuracy and precision of cone beam computed tomography and periapical radiographs in detecting interproximal alveolar bone lesions in pig mandibles [dissertation] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2014. Versão original.

Cone beam computed tomography (CBCT) has been considered an advance in dentistry imaging due to its high quality tridimensional images. The aim of this study was to evaluate accuracy and precision of CBCT and periapical radiographs in detecting artificial interproximal alveolar bone lesions of different sizes. After sample size calculation, 20 swine mandibles were acquired and had all soft tissue removed. Red wax was used for soft tissue simulation and to protect interproximal aspects of teeth. After randomization, sixty lesions were created (20 with 2 hour acid exposure, 20 with 4 hour acid exposure and 20 with 6 hour acid exposure) and in 20 areas (controls) no lesions were created, totalizing 80 experimental sites. Bone lesions were produced in experimental areas (between 1st and 2nd premolars and between 2nd premolar and 1st molar) with the use of a cotton pellet soaked in perchloric acid 70-72%. CBCT and periapical radiographs were taken and then analyzed by two trained radiologists. The presence of lesions in the dry mandible was considered the gold standard. Sensitivity, specificity and accuracy in detecting different-sized bone lesions were calculated for CBCT and periapical radiography. Accuracy of CBCT ranged from 0,688 a 0,775 and accuracy of periapical radiography ranged from 0,700 a 0,763. The size of lesion influenced results, since 6h-lesions presented less false-negative results than 2h-lesions, in both exams. Reproducibility was measured by kappa coefficient. Interexaminer concordance varied from none to fair, whereas intraexaminer concordance varied from moderate to substantial. Therefore, we concluded that there was no difference between CBCT and periapical radiography accuracy as regards to detection of artificial interproximal bone lesions in swine mandibles.

Key-words: Periodontal diseases. Diagnosis. Tomography, X-ray computed.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1 - Mandíbula suína com cera utilidade para simulação de tecido mole e para proteção das faces proximais dos dentes adjacentes às áreas experimentais34
- Figura 4.2 - Bolinha de algodão embebida em ácido perclórico 70-72% posicionada na crista óssea entre o primeiro e o segundo pré-molares inferiores esquerdos35
- Figura 4.3 - Posicionamento da mandíbula no tomógrafo, com linhas orientadoras36
- Figura 4.4 - Tomada da radiografia periapical, com posicionador fixado à mandíbula por fita crepe37
- Figura 4.5 - Radiografias periapicais com lesões ósseas: M1/PM2 direitos: lesão de 6 horas; PM2/PM1 direitos: controle; PM1/PM2 esquerdos: lesão de 4 horas; PM2/M1 esquerdos: lesão de 2 horas.....39
- Figura 4.6 - TCFC de lesão de 6 horas entre PM2/M1, com formação de cratera ..39

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Estudos conduzidos com banco de dados	21
Quadro 2.2 - Estudos conduzidos com cadáveres humanos	22
Quadro 2.3 - Estudos conduzidos com mandíbulas suínas	25
Quadro 2.4 - Estudos conduzidos em pacientes com periodontite crônica	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Exemplo de gabarito mostrando presença ou ausência de lesão	35
Tabela 5.1 - Análise da sensibilidade, da especificidade e da acurácia das duas técnicas (TCFC e radiografia) em cada observação dos dois examinadores.....	39
Tabela 5.2 - Reprodutibilidade inter e intra-examinador.....	40
Tabela 5.3 - Classificação de força de concordância segundo coeficiente Kappa (Landis & Koch, 1977).....	41
Tabela 5.4 - Sensibilidade em função do tempo de formação da lesão (tamanho da lesão)	42
Tabela 5.5 - Associação das variáveis estudadas e a ocorrência de resultados falso-positivos e falso-negativos	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μSv	Unidade de dose equivalente referente a micro Sievert
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Unidade de medida referente a centímetro
FOV	Field of view (campo de visão)
h	Unidade de tempo referente a hora
ICB	Instituto de Ciências Biomédicas
JCE	Junção cimento-esmalte
k	Coeficiente kappa
kV	Unidade de medida de tensão elétrica referente a quilovolt
M1	Primeiro molar
M2	Segundo molar
mA	Unidade de medida de intensidade de corrente elétrica referente a miliAmpère
mAs	Unidade de medida de intensidade de corrente elétrica por tempo referente a miliAmpère por segundo
min	Unidade de tempo referente a minuto
mm	Unidade de medida referente a milímetro
MPR	Multiplanar Reconstruction (Reconstrução multiplanar)
Nº	Número
PM1	Primeiro pré-molar
PM2	Segundo pré-molar
ROC	Receiver operating characteristic (característica de operação do receptor)
s	Unidade de tempo referente a segundo
TC	Tomografia computadorizada
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico
TCMS	Tomografia computadorizada multislice

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
3 PROPOSIÇÃO	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 Preparo das mandíbulas suínas e confecção das lesões.....	31
4.2 Tomografias computadorizadas de feixe cônico	33
4.3 Radiografias periapicais	34
4.4 Análise das imagens	35
4.5 Análise estatística	37
5 RESULTADOS.....	39
6 DISCUSSÃO	44
7 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXO	53

1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) é um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço (Parks, 2000). Devido às limitações das radiografias convencionais, as imagens tridimensionais começaram a atrair grande interesse dos odontólogos (Scarfe; Farman, 2008; Cavalcanti, 2012).

Existem dois tipos principais de tomografias computadorizadas: a tomografia computadorizada (TC) *fanbeam*, a qual atualmente utiliza a tecnologia *multislice* (TCMS), e de feixe cônico (TCFC) ou *cone beam*. A TC *fanbeam* apresenta algumas vantagens sobre as radiografias convencionais, tais como maior nitidez e detalhamento da imagem. Porém, seu uso é hoje muito restrito na prática odontológica à elevada dose de radiação (Scarfe; Farman, 2008; Cremonini et al., 2011). Por sua vez, a tomografia computadorizada de feixe cônico está associada à considerável redução da dose de radiação (Scarfe et al., 2006; Tomasi et al., 2011).

A TCFC vem sendo amplamente utilizada na odontologia (Cavalcanti, 2012), com destaque para as especialidades de implantodontia (Cremonini et al., 2011; Tomasi et al., 2011), cirurgia (Tomasi et al., 2011; Santos Jr. et al., 2013; Gaia et al., 2014), endodontia (Costa et al., 2014) e ortodontia (De Vos et al., 2009). Mais recentemente, estudos conduzidos com banco de dados (de Faria Vasconcelos et al., 2012), cadáveres humanos (Mengel et al., 2005; Misch et al., 2006; Vandenberghe et al., 2007; Mol; Balasundaram, 2008; Vandenberghe et al., 2008; Noujeim et al., 2009; Ising et al., 2012; Fleiner et al., 2013), mandíbulas suínas (Mengel et al., 2005; Umetsubo et al., 2012; Braun et al., 2014) e em pacientes com periodontite crônica (Walter et al., 2010; Feijó et al., 2012; Qiao et al., 2014) têm avaliado a utilização da TCFC no diagnóstico e planejamento do tratamento periodontal. Estes estudos mostraram que a TCFC apresenta desempenho superior às radiografias periapicais na detecção de crateras ósseas, deiscências, fenestrações e lesões de furca. Porém, a superioridade da TCFC em relação à radiografia periapical na detecção de defeitos de 1 e 2 paredes e na avaliação de perda óssea horizontal permanece controversa.

A maioria desses estudos foi conduzida em mandíbulas humanas e muitos utilizaram brocas para a confecção dos defeitos ósseos periodontais. A utilização da broca produz lesões grandes e bem delimitadas, que pouco se assemelham à

realidade. Por isso, dois estudos recentes utilizaram ácido perclórico para simular defeitos ósseos (Sogur et al., 2009; Umetsubo et al., 2012), pois o ácido permeia o tecido ósseo e proporciona desmineralização mais irregular. O tamanho da lesão resultante pode ser controlado de acordo com o tempo de exposição ao ácido, produzindo desde lesões incipientes até lesões extensas. Sogur et al. (2009) utilizaram o ácido para criar lesões periapicais e Umetsubo et al. (2012) produziram lesões de furca. Até o momento, nenhum estudo utilizou ácido perclórico para criação de defeitos ósseos interproximais.

Alguns autores acreditam que a TCFC parece ser uma técnica promissora na detecção de lesões periodontais iniciais (Noujeim et al., 2009). No entanto, há pouca informação na literatura científica sobre a acurácia de TCFC em lesões incipientes. O diagnóstico precoce de perda óssea periodontal poderia influenciar nas instruções de higiene bucal do paciente, bem como no seu controle e manutenção.

É importante que novos estudos sejam conduzidos, com o objetivo de verificar a acurácia da TCFC em defeitos infra-ósseos periodontais de diferentes tamanhos, comparando diretamente com a acurácia da radiografia convencional na detecção destes defeitos. Nós testamos a hipótese de que para defeitos incipientes haveria uma diferença significativa a favor da acurácia de TCFC, e que esta diferença diminuiria de acordo com o aumento do tamanho do defeito.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizada uma busca na base de dados MEDLINE/PubMed, em Março de 2014, utilizando as seguintes palavras-chave: “cone beam CT AND bone loss and periodontal”, “cone beam CT AND accuracy and periodontal” e “tomography and accuracy AND periodontology”. Os dados desta revisão encontram-se publicados na revista Periodontia (Almeida et al., 2014).

A partir dos artigos selecionados, foi realizada busca manual nas referências. A busca foi realizada por um único revisor. Dois revisores foram responsáveis pela leitura e avaliação dos artigos. Os artigos eram considerados elegíveis para inclusão se preenchessem os seguintes critérios de inclusão:

1. Estar publicado na língua inglesa;
2. Avaliar desempenho ou acurácia de tomografia computadorizada por feixe cônico na detecção de perda óssea alveolar, defeitos ósseos periodontais, deiscências/fenestrações, crateras ou lesões de furca.

Os seguintes critérios de exclusão foram considerados:

1. Relatos de caso;
2. Artigos relacionados às áreas de endodontia, ortodontia e implantodontia;
3. Avaliação de desempenho ou acurácia da TCFC em lesões periapicais, fraturas radiculares, localização de forame mandibular, ou quaisquer mensurações que não as consideradas nos critérios de inclusão.

Quatorze artigos preencheram os critérios de elegibilidade. Destes, 1 utilizou exames imagenológicos de pacientes em banco de dados (quadro 2.1), 8 fizeram uso de cadáveres humanos (quadro 2.2), 3 empregaram mandíbulas suínas (quadro 2.3) e 3 recrutaram pacientes com periodontite crônica que seriam submetidos ao tratamento cirúrgico (quadro 2.4). Um dos estudos foi conduzido tanto em mandíbulas suínas quanto em cadáveres humanos e, por isso, tem seus resultados relatados nos quadros 2.2 e 2.3. A maioria dos trabalhos (10) foi desenvolvida *in vitro*, o que evidencia a fase inicial da pesquisa sobre o uso da TCFC como método de auxílio de diagnóstico em Periodontia.

No estudo de de Faria Vasconcelos et al. (2012) (quadro 2.1) foram utilizadas imagens (tomografias e radiografias periapicais) de banco de dados de clínica

radiológica particular, cuja amostra consistiu em 39 dentes com defeitos ósseos periodontais de 11 pacientes, ambos gêneros, com idade entre 39 e 66 anos. Foram realizadas três medidas para cada sítio: altura da crista óssea, profundidade e largura do defeito, observadas por três examinadores. Não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas da profundidade e largura do defeito para ambas as técnicas. Já com relação à altura óssea, foi verificada diferença estatisticamente significativa entre as medidas observadas na TCFC e na radiografia periapical. Entretanto, como não havia padrão-ouro, não se pode afirmar qual técnica apresentou melhor acurácia. Mesmo assim, pode-se apontar a possibilidade de avaliação tridimensional de defeitos combinados como uma vantagem da TCFC.

Os estudos conduzidos com cadáveres humanos estão sumarizados no quadro 2.2. Dos estudos que utilizaram mandíbulas humanas, Misch et al. (2006) e Noujeim et al. (2009) compararam o desempenho de TCFC e radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos periodontais. No primeiro estudo, foram utilizadas duas mandíbulas humanas secas, sobre as quais foram criados alguns tipos de defeitos ósseos, com o uso de brocas. Três examinadores fizeram duas observações cada e constataram que TCFC, radiografias periapicais e sondagem apresentaram resultados muito semelhantes. No entanto, a TCFC permitiu a observação do defeito em todas as direções, o que não ocorreu com as periapicais, onde foi impossível mensurar os defeitos criados no centro da vestibular e da lingual. Noujeim et al. (2009) utilizaram onze hemimandíbulas humanas, sobre as quais foram confeccionadas lesões com auxílio de broca nas interproximais de dentes posteriores, totalizando 163 sítios, dos quais 65 eram controles, 50 tinham lesões pequenas e 48 receberam lesões maiores. Dez examinadores apontaram presença ou ausência das lesões, relatando grau de certeza de 0 a 5. Os resultados evidenciaram a elevada acurácia da TCFC em comparação às radiografias periapicais, embora lesões maiores tenham sido mais facilmente detectadas com ambas as técnicas do que as lesões menores.

Outros estudos utilizaram não somente mandíbulas, mas crânios humanos (quadro 2.2). Vandenberghe et al. (2007) avaliaram, através de radiografias intraorais digitais e de TCFC, 30 sítios (perda óssea vestibular, lingual, mesial, distal, crateras ósseas e lesões de furca) em 2 crânios humanos adultos. Em 2008, os mesmos autores compararam TCFC e radiografias periapicais digitais na detecção dos mesmos tipos de defeitos. Entretanto, para este trabalho foi utilizado um crânio adulto seco com simulação de tecido mole e um crânio humano adulto preservado em formol.

Em ambos os estudos, as observações dos examinadores permitiram apontar a superioridade da TCFC na descrição da morfologia de crateras e lesões de furca, embora não tenha sido relatada diferença estatisticamente significativa entre as modalidades radiográficas com relação à perda óssea horizontal.

Também utilizando crânios humanos adultos, Mol e Balasundaram (2008) avaliaram a eficácia diagnóstica da TCFC em relação a radiografias periapicais e interproximais, através da comparação de medidas lineares da altura óssea e da capacidade em se determinar presença ou ausência de perda óssea. As imagens foram avaliadas por 6 examinadores e os resultados obtidos mostraram que a TCFC foi apenas ligeiramente melhor do que as radiografias intraorais na detecção de perda óssea na região anterior, apresentando acurácia significativamente maior apenas em dentes posteriores.

Ising et al. (2012) empregaram 4 crânios formolizados a fim de validar o uso de imagens tridimensionais para quantificar altura de deiscências ósseas. Para isso, utilizando brocas, foram confeccionadas deiscências na vestibular de alguns dentes. A distância da junção cimento-esmalte até a base da deiscência deveria ser medida na tomografia e comparada com a medida real, realizada com paquímetro digital. Não houve comparação com técnicas radiográficas bidimensionais, mas os resultados encontrados mostraram que tanto as imagens bidimensionais geradas pela TCFC quanto as imagens tridimensionais possibilitaram medir as deiscências com alto nível de precisão. Fleiner et al. (2013) também utilizaram um crânio humano em seu estudo, porém este não apresentava tecido mole ou substitutos. Três examinadores mediram na TCFC as distâncias da junção cimento-esmalte até a crista óssea em seis sítios de cada dente. Essas medidas foram comparadas com medições reais realizadas sobre o crânio seco, com auxílio de sonda periodontal manual. Assim como no estudo anterior, não foram feitas comparações entre TCFC e técnicas radiográficas bidimensionais. Mesmo assim, os autores puderam concluir que a técnica empregada mostrou-se precisa e acurada para detecção do nível ósseo periodontal circunferencial.

Mengel et al. (2005) foram os únicos a comparar medidas de diversos tipos de defeitos em radiografias periapicais, panorâmicas, tomografias computadorizadas e tomografias digitais volumétricas com cortes histológicos. O estudo foi conduzido tanto em sete mandíbulas humanas quanto em seis mandíbulas suínas e revelou a

superioridade das tomografias em produzir medidas fiéis às encontradas histologicamente.

Diferentemente dos estudos conduzidos com cadáveres humanos previamente citados que, na maioria, criaram as lesões ósseas mecanicamente, através do uso de brocas, Umetsubo et al. (2012) criaram, quimicamente, os defeitos ósseos (quadro 2.3). Para isso, foi empregado o ácido perclórico na região de furca dos segundos molares de 15 mandíbulas suínas. Após 2 horas de exposição ao ácido, foram criadas 30 lesões incipientes. Outros 30 sítios foram incluídos como controles, totalizando 60 sítios para avaliação. As TCFC foram avaliadas por dois examinadores que tinham como objetivo detectar onde havia ou não lesão. Após cálculo de sensibilidade e especificidade, os resultados revelaram elevada acurácia e moderada reprodutibilidade para TCFC.

Diferentemente dos trabalhos anteriores, Braun et al. (2014) não utilizaram mandíbulas inteiras, mas sim segmentos com cinco dentes suínos mandibulares e tecido mole presente (quadro 2.3). Diversos tipos de defeitos foram criados com brocas: defeitos de 1, 2 ou 3 paredes; lesões de furca grau I a III; deiscências e fenestrações. TCFC e radiografias periapicais digitais dos segmentos foram avaliadas por quinze cirurgiões-dentistas sem experiência na observação de tomografias, que deveriam afirmar presença ou ausência das lesões. Surpreendentemente, apesar da inexperiência dos examinadores, a TCFC apresentou melhores resultados para todos os tipos de defeitos criados em comparação com o diagnóstico baseado nas periapicais digitais.

As TCFC também já foram testadas em estudos com humanos (quadro 2.4). Walter et al. (2010) realizaram estudo com 14 pacientes com periodontite crônica, que foram submetidos à terapia periodontal inicial (orientação de higiene bucal, raspagem e alisamento radicular, remoção de fatores predisponentes e programa periodontal de suporte a cada 3 ou 4 meses), seguida de indicação cirúrgica nos sítios que apresentassem PCS ≥ 6 mm ou aumento da lesão de furca inicial. Foram feitas TCFC de todos os 25 molares superiores indicados para cirurgia, as quais foram comparadas com o momento trans-cirúrgico. Tal comparação revelou grande correspondência entre imagem e situação real. Com isso, os autores concluíram que a TCFC possibilita estimar e classificar o grau de envolvimento da furca com exatidão, bem como analisar a anatomia radicular, o que propicia diagnóstico preciso e consequente plano de tratamento bem elaborado. Similarmente, Qiao et al. (2014) conduziram estudo com

15 pacientes com periodontite crônica que, após terapia inicial, ainda apresentavam pelo menos um molar superior com PCS ≥ 6 mm e lesão de furca avançada, definida como perda horizontal inter-radicular de grau 2 ou 3. Foram feitas avaliações pré-cirúrgicas das furcas dos 20 dentes incluídos, bem como TCFC. Comparando-se os achados nas TCFC com o momento intra-operatório, 82,4% dos dados obtidos com as imagens foram confirmados, revelando um elevado grau de acurácia. Além disso, tendo em vista outras mensurações realizadas, não foram encontradas diferenças estatísticas entre TCFC e trans-cirúrgico para comprimento do tronco da raiz e largura da entrada da furca. Em contrapartida, foram encontradas diferenças estatísticas entre TCFC e trans-cirúrgico para perda óssea horizontal e perda óssea vertical na área da furca. Com isso, a conclusão seguiu-se muito parecida com o trabalho anterior, evidenciando o benefício do uso da TCFC para se chegar ao diagnóstico e prognóstico mais preciso, o que possibilitará elaborar o plano de tratamento mais adequado.

Feijó et al. (2012) em estudo que também comparou avaliações trans-cirúrgicas com tomografias, incluíram 8 molares superiores de pacientes com periodontite crônica severa, que necessitavam de intervenção cirúrgica. Foram realizadas três medidas da junção cimento-esmalte até a crista óssea em cada face dentária (mesial, distal, vestibular e palatina) na TCFC e durante o ato cirúrgico com auxílio de sonda periodontal milimetrada. Comparando-se as mensurações, assim como nos estudos anteriores, pode-se verificar a eficácia da TCFC em reproduzir as medidas verificadas clinicamente, neste caso, da altura do nível ósseo alveolar em perdas horizontais.

Autores/ano	Objetivo	Tipo de defeito	Padrão ouro	Tipo de medida do defeito	Resultados
de Faria Vasconcelos et al. (2012)	Comparar radiografias periapicais com TCFC na detecção e localização de perda óssea alveolar através de medidas lineares de altura, profundidade e largura de defeitos.	Defeitos ósseos já existentes.	Não.	Lineares: altura da crista óssea (medida da junção cimento-esmalte até a crista óssea), profundidade do defeito (distância da junção cimento-esmalte até o fundo do defeito) e largura do defeito (medida do ponto mais alto da crista óssea até a raiz do dente adjacente ao defeito).	Apenas as medidas da altura óssea apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas. TCFC tem como vantagem a observação tridimensional do defeito.

Quadro 2.1 – Estudos conduzidos com banco de dados

Autores/ano	Objetivo	Tipo de defeito	Padrão ouro	Tipo de medida do defeito	Resultados
Mengel et al. (2005)	Investigar acurácia e qualidade com que defeitos periodontais são representados em radiografias intraorais, panorâmicas, tomografias computadorizadas e tomografias digitais volumétricas em comparação a espécimes histológicos.	Defeitos criados com brocas esféricas e cilíndricas: defeitos de 2 ou 3 paredes; lesões de furca grau I a III; deiscências e fenestrações.	Medidas no exame histológico.	Lineares: variando de acordo com o tipo de defeito e técnica (histológico ou imagens).	Tomografias digitais volumétricas (0.19 ± 0.11 mm) e tomografias computadorizadas (0.16 ± 0.10 mm) foram os exames imagenológicos mais fiéis aos achados histológicos, porém as tomografias volumétricas apresentaram melhor qualidade de imagens.
Misch et al. (2006)	Avaliar acurácia da TCFC versus sondagem e radiografia periapical.	2 mandíbulas secas com perda óssea horizontal de mais de 20% Defeitos: vestibular, lingual e interproximal de pré-molar e molar, com broca fazendo sulcos de vários tamanhos.	Moldagem dos sulcos e transferência para blocos de acrílico, medidos com paquímetro eletrônico.	6 sítios marcados por guta-percha, medidos com sonda periodontal sobre as marcações e sobre a radiografia periapical e pelo software na TCFC. Medidas: JCE à base do defeito, JCE à crista óssea adjacente ao defeito e profundidade do defeito.	TCFC apresentou acurácia semelhante às outras técnicas, tendo como vantagem a avaliação tridimensional do defeito. Média de todos os defeitos: Sonda periodontal: $0,34 \pm 1,50$ Radiografia periapical: $0,27 \pm 1,26$ TCFC: $0,41 \pm 1,19$.

Quadro 2.2 – Estudos conduzidos com cadáveres humanos

Continuação

Vandenberghe et al. (2007)	Validar uso de radiografias intraorais digitais e TCFC na determinação de perda óssea alveolar e defeitos ósseos.	Defeitos ósseos já existentes.	Medida sobre tecido ósseo com paquímetro digital.	30 sítios em 19 dentes: mesial, centro e distal de cada dente, profundidade de crateras ósseas e furca.	TCFC apresentou melhores resultados que radiografia digital na avaliação de crateras e lesões de furca.
Mol e Balasundaram (2008)	Verificar eficácia diagnóstica de aparelho de TCFC específico na detecção de perda óssea alveolar e verificar acurácia de medidas de altura óssea, comparando com radiografias periapicais e interproximais.	Defeitos ósseos já existentes.	Medida direta sobre tecido ósseo com paquímetro digital.	Lineares e presença/ausência de perda óssea (ponto de corte de 3mm).	TCFC foi ligeiramente melhor para medidas lineares de altura óssea em região anterior e apresentou acurácia significativamente maior para detecção de perda óssea em dentes posteriores. (Média de 0,74 para TCFC e de 0,48 para exame periapical da boca toda).
Vandenberghe et al. (2008)	Explorar valor diagnóstico de radiografias intraorais digitais e TCFC na determinação de perda óssea periodontal, crateras infraósseas e lesões de furca.	Defeitos ósseos já existentes.	Medida direta sobre tecido ósseo com paquímetro digital.	Altura óssea de 43 sítios e, em 11 dentes, foram verificadas crateras e lesões de furca (0, 1, 2 ou 3).	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para medidas lineares entre TCFC e radiografia periapical digital. TCFC foi superior para lesões de furca e crateras.

Continua

Conclusão

Noujeim et al. (2009)	Verificar acurácia da TCFC na detecção de perda óssea periodontal.	Defeitos criados com broca na interproximal de dentes posteriores (163 sítios: 65 controles, 50 lesões pequenas, 48 lesões maiores).	Presença/ausência de lesão na mandíbula seca.	Presença/ausência, com grau de certeza de 0 a 5 em 3 experimentos: 1) Todas as lesões 2) Somente lesões grandes 3) Somente lesões pequenas.	TCFC apresentou melhor acurácia na detecção das lesões do que radiografias periapicais convencionais nos 3 experimentos: 1) 0,731 periapical x 0,817 TCFC 2) 0,783 periapical x 0,864 TCFC 3) 0,678 periapical x 0,770 TCFC.
Ising et al. (2012)	Validar uso de imagens tridimensionais para quantificar altura de deiscências.	Defeitos criados com brocas, na face vestibular, simulando deiscências.	Medida sobre osso com paquímetro digital.	De uma marca posicionada sobre a JCE até base da deiscência.	Imagens 2D da TCFC e reconstrução 3D possibilitaram medir deiscências com alto nível de precisão.
Fleiner et al. (2013)	Desenvolver nova abordagem para medidas radiográficas circunferenciais do nível ósseo periodontal usando TCFC.	Defeitos ósseos já existentes.	Medida com sonda manual, da JCE à crista óssea alveolar.	Lineares: da JCE até a crista óssea nas faces: mesiovestibular, centrovestibular, distovestibular, mesiolingual, centrolingual e distolingual. E lesão de furca.	TCFC mostrou-se precisa para ser usada na verificação do nível ósseo periodontal circunferencial. Precisão variou de 0,36 a 0,69 mm em relação ao padrão-ouro. 100% das lesões de furca foram detectadas na TCFC.

Quadro 2.2 – Estudos conduzidos com cadáveres humanos

Autores/ano	Objetivo	Tipo de defeito	Padrão ouro	Tipo de medida do defeito	Resultados
Mengel et al. (2005)	Investigar acurácia e qualidade com que defeitos periodontais são representados em radiografias intraorais, panorâmicas, tomografias computadorizadas e tomografias digitais volumétricas em comparação a espécimes histológicos.	Defeitos criados com brocas esféricas e cilíndricas: defeitos de 2 ou 3 paredes; lesões de furca grau I a III; deiscências e fenestrações.	Medidas no exame histológico.	Lineares: variando de acordo com o tipo de defeito e técnica (histológico ou imagens).	Tomografias digitais volumétricas (0.19 ± 0.11 mm) e tomografias computadorizadas (0.16 ± 0.10 mm) foram os exames imagenológicos mais fiéis aos achados histológicos, porém as tomografias volumétricas apresentaram melhor qualidade de imagens.
Umetsubo et al. (2012)	Testar reprodutibilidade, sensibilidade e especificidade da TCFC em detectar lesões de furca incipientes.	Defeitos criados com ácido perclórico na região de furca.	Presença/ausência de lesão na mandíbula.	Não foram feitas medidas: presença/ausência de lesão de furca.	Elevada acurácia (78 a 88%) e moderada reprodutibilidade da TCFC na detecção de lesões de furca.
Braun et al. (2014)	Comparar valor diagnóstico de imagens de defeitos periodontais usando radiografias periapicais digitais e TCFC.	Defeitos criados com brocas: 1, 2 ou 3 paredes; lesões de furca grau I a III; deiscências e fenestrações.	Presença/ausência de lesão na mandíbula.	Não foram feitas medidas: presença/ausência.	TCFC mostrou melhores resultados para todos os tipos de defeitos criados, apesar da inexperiência dos examinadores.

Quadro 2.3 – Estudos conduzidos com mandíbulas suínas

Autores/ano	Objetivo	Tipo de defeito (metodologia do defeito)	Padrão ouro	Tipo de medida (onde e como)	Resultados
Walter et al. (2010)	Comparar avaliação intra-operatória de envolvimento de furca com dados observados na TCFC.	Defeitos já existentes (lesões de furca).	Momento intra-operatório.	Sem medidas. Comparação entre grau de furca determinado nas tomografias e lesões reais observadas clinicamente.	84% dos dados obtidos pela TCFC foram confirmados durante cirurgia.
Feijó et al. (2012)	Verificar acurácia da TCFC em medidas de defeitos ósseos horizontais.	Defeitos já existentes.	Medida com sonda manual no trans-cirúrgico.	Lineares: da JEC até a crista óssea em 3 pontos de cada face (vestibular, mesial, distal e lingual).	Não houve diferença estatística entre medidas reais ($5,86 \pm 1,98$) e TCFC ($6,11 \pm 2,32$).
Qiao et al. (2014)	Verificar acurácia de TCFC em detectar lesão de furca em molares superiores.	Defeitos já existentes (lesões de furca).	Momento intra-operatório.	Grau de furca e outras medidas da área de furca.	82,4% dos dados da TCFC foram confirmados. Sem diferença estatística para comprimento do tronco da raiz e largura da entrada da furca e com diferença para perda óssea horizontal e vertical na área da furca.

Quadro 2.4 – Estudos conduzidos em pacientes com periodontite crônica

Dos quatorze artigos analisados, oito tinham como objetivo avaliar “acurácia” de TCFC (Mengel et al., 2005; Misch et al., 2006; Mol; Balasundaram 2008; Noujeim et al., 2009; Walter et al., 2010; Feijó et al., 2012; Fleiner et al., 2013; Qiao et al., 2014). Entretanto, destes, apenas cinco realmente calcularam este valor (Mol; Balasundaram, 2008; Noujeim et al., 2009; Walter et al., 2010; Umetsubo et al., 2012; Qiao et al., 2014). Para se calcular a acurácia de uma técnica, os resultados obtidos são comparados com a presença real da condição estudada, chegando-se a uma quantidade total de acertos. Para isso, é necessário haver um padrão-ouro, que servirá de base de comparação para este cálculo. Por conta disso, o estudo de de Faria Vasconcelos et al. (2012), embora apresente diferença estatística entre TCFC e radiografias periapicais, não permite afirmar qual técnica foi superior na detecção de defeitos ósseos. Mengel et al. (2005), Misch et al. (2006), Feijó et al. (2012) e Fleiner et al. (2013) utilizaram o termo “acurácia” como sinônimo de “precisão” ou para expressar a correlação entre os valores observados e o padrão ouro, avaliando o desempenho da TCFC através de médias e desvios-padrão.

Dos estudos que realizaram medidas lineares para avaliar nível ósseo alveolar, Vandenberghe et al. (2007, 2008) não observaram superioridade da TCFC em relação a outras técnicas. Mol e Balasundaram (2008) encontraram superioridade da TCFC em relação a exame periapical da boca toda para medidas lineares de altura óssea apenas em dentes da região posterior. Em contrapartida, Fleiner et al. (2013) e Feijó et al. (2012) notaram elevada precisão da TCFC na medição de alturas ósseas, embora não tenham apresentado a real acurácia da TCFC e nem comparado com técnicas intraorais. Portanto, a acurácia da TCFC e sua superioridade em relação a radiografias periapicais na detecção e mensuração de perda óssea horizontal ainda parecem controversas.

Mengel et al. (2005), Misch et al. (2006) e Braun et al. (2014) avaliaram o desempenho da TCFC na detecção de defeitos com 1, 2, 3 paredes. Os primeiros não observaram maior acurácia para TCFC em relação a técnicas intraorais, embora apontem como vantagem da TCFC a possibilidade de mensurar defeitos no sentido vestibulo-lingual. Já Braun et al. (2014) relataram que a TCFC foi 21% mais acurada que radiografias periapicais na detecção de defeitos infra-ósseos.

Analizando crateras ósseas, Vandenberghe et al. (2007, 2008) e Noujeim et al. (2009) foram unânimes em relatar resultados superiores com TCFC em relação a radiografias periapicais. Porém, os primeiros não apresentaram valores de acurácia.

Já Noujeim et al. (2009) obtiveram acurácia média da TCFC de 0,817, sendo que a acurácia foi maior na detecção de lesões grandes (0,864) e menor nas lesões pequenas (0,770).

Todos os estudos que avaliaram desempenho ou acurácia de TCFC em lesões de furca apresentaram bons resultados. Mengel et al. (2005), Vandenberghe et al. (2007, 2008) e Braun et al. (2014) compararam desempenho diagnóstico de TCFC com radiografias periapicais em lesões de furca e apontaram a superioridade da primeira técnica. Walter et al. (2010), Umetsubo et al. (2012), Fleiner et al. (2013) e Qiao et al. (2014) não fizeram comparações com técnicas intraorais. Walter et al. (2010), Umetsubo et al. (2012), e Qiao et al. (2014) obtiveram elevados valores de acurácia para TCFC na detecção de lesões de furca: 84%, 78 a 88% e 82,4%, respectivamente. Baseando-se nesses estudos, a acurácia de TCFC encontrada para lesões de furca é, em média, de aproximadamente 83%.

Nas avaliações de deiscências (Mengel et al., 2005; Ising et al., 2012; Braun et al., 2014) e fenestrações (Mengel et al., 2005; Braun et al., 2014) houve unanimidade com relação à superioridade da TCFC. Braun et al. (2014) encontraram acurácia 25% maior para TCFC na detecção de deiscências e 33% maior na detecção de fenestrações, em comparação a radiografias periapicais.

A revisão da literatura permite observar que a TCFC apresenta desempenho superior às radiografias periapicais na detecção de crateras, deiscências, fenestrações e lesões de furca. Já quando se observam defeitos interproximais, como perda óssea horizontal e defeitos de 1 ou 2 paredes, os resultados ainda são controversos. É importante lembrar que a maior riqueza da imagem da TCFC está diretamente relacionada à dose de radiação. Dependendo do aparelho de TCFC e do FOV (*Field of View*) utilizado, a dose de radiação varia entre 29 e 477 μSv , muito menor do que os aproximadamente 2000 μSv gerados em uma aquisição da região maxilofacial pela tomografia *fanbeam* (Scarfe; Farman, 2008). Uma radiografia periapical apresenta uma dose de radiação de cerca de 5 μSv (Ngan et al., 2003). Assim sendo, quando comparada às radiografias convencionais, a dose de radiação da TCFC apresenta-se similar à do exame periapical da boca toda (Hatcher; Aboudara, 2004) ou equivalente ao exame de cinco radiografias periapicais usando a película de D-Speed (Kodak) (Mah et al., 2003). Portanto, o uso da TCFC na periodontia parece apresentar boa relação risco-benefício, uma vez que no exame periodontal são necessárias radiografias periapicais da boca toda, o que produz uma

dose de radiação similar à da TCFC. Ademais, além de fornecer maior detalhamento da imagem, a TCFC permite observação tridimensional dos defeitos ósseos; que são importantes informações imagenológicas para a formulação do correto diagnóstico e tratamento periodontal. Entretanto, os princípios de radioproteção devem sempre ser levados em consideração e a utilização da TCFC deve ser limitada a situações em que ela possibilite diagnóstico não conseguido com técnicas que não envolvam exposição à radiação ou exposição em menor dose.

3 PROPOSIÇÃO

Comparar acurácia e precisão da tomografia computadorizada de feixe cônico com acurácia e precisão de radiografias periapicais na detecção de defeitos ósseos periodontais, interproximais, artificiais, de diferentes tamanhos, em mandíbulas suínas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Uso de Animais (protocolo CEP-ICB nº 072/2012) e foi considerado isento de análise.

Para o cálculo do tamanho da amostra, foi considerada uma curva ROC de 0,9 comparada com uma curva ROC de 0,75. Utilizando erro alfa de 5% e erro beta de 20%, seriam necessárias 75 áreas experimentais. Para compensar possíveis perdas, foram utilizadas 80 áreas experimentais (20 mandíbulas suínas).

4.1 Preparo das mandíbulas suínas e confecção das lesões

As 20 mandíbulas suínas foram adquiridas de frigorífico, mediante autorização do médico veterinário responsável. Estas mandíbulas foram preparadas por técnico responsável, que realizou a excisão de todo o tecido mole e higienização, para maior longevidade da peça.

Para simulação do tecido mole, foram posicionadas placas de cera utilidade envolvendo base, corpo e processo alveolar vestibular e lingual da mandíbula (Kamburoglu et al., 2013), que foram cuidadosamente plastificadas com auxílio de lamparina para a perfeita adaptação da cera sobre o tecido ósseo. Uma pequena porção de cera derretida também foi aplicada sobre as faces proximais dos dentes adjacentes às áreas experimentais, a fim de proteger o esmalte das coroas contra desmineralização pelo ácido utilizado na confecção das lesões ósseas. Lesões em esmalte poderiam induzir os examinadores a detectar as áreas testes sem realmente observar perda óssea periodontal.

Figura 4.1 – Mandíbula suína com cera utilidade para simulação de tecido mole e para proteção das faces proximais dos dentes adjacentes às áreas experimentais

Cada mandíbula suína apresenta 4 pré-molares (PM1 e PM2, esquerdos e direitos) e 4 molares (M1 e M2, esquerdos e direitos). As áreas experimentais foram a região interproximal entre os PM1 e PM2, e entre PM2 e M1, totalizando 4 áreas experimentais por mandíbula e 80 áreas experimentais no total. Foram criadas 60 lesões:

- 20 com exposição ao ácido por 2 horas, formando lesões de aproximadamente 0,5 mm de profundidade
- 20 com exposição ao ácido por 4 horas, formando lesões de aproximadamente 1 mm de profundidade
- 20 com exposição ao ácido por 6 horas, formando lesões de aproximadamente 2 mm de profundidade

Os tempos de exposição ao ácido foram determinados previamente em estudos piloto. Em 20 áreas experimentais não foram produzidas lesões (controles). Os tempos de exposição ao ácido para cada área experimental foram definidos através de sequência aleatória gerada por software (<http://www.random.org/>).

O mesmo pesquisador (VCA) que fez a simulação do tecido mole também confeccionou as lesões ósseas. Para tanto foi utilizado o ácido perclórico 70-72% (Sogur et al., 2009; Umetsubo et al., 2012). Uma bolinha de algodão embebida no ácido foi colocada sobre a superfície óssea e trocada de hora em hora até atingir tempos experimentais pré-definidos (2, 4 e 6 horas), com o objetivo de produzir lesões padronizadas, variando desde lesões incipientes até lesões mais extensas.

Figura 4.2 – Bolinha de algodão embebida em ácido perclórico 70-72% posicionada na crista óssea entre o primeiro e o segundo pré-molares inferiores esquerdos.

4.2 Tomografias computadorizadas de feixe cônico

Em posse das mandíbulas secas preparadas com a simulação de tecido mole e áreas experimentais simulando lesões periodontais, o mesmo pesquisador realizou aquisições de imagens, utilizando o tomógrafo Planmeca ProMax 3D Max, adquirido através do projeto FAPESP intitulado “Aquisição de aparelho de tomografia computadorizada de superalta resolução para avaliação e mensuração de estruturas ósseas e dentais em imagens tridimensionais em pesquisas clínicas na odontologia” (processo nº 2009/53982-0) e instalado no Centro de Atendimento a Pacientes Especiais da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (CAPE – FOU SP). As mandíbulas foram posicionadas sobre suporte que possibilitou o paralelismo entre o plano oclusal e o solo. Conjuntamente, as linhas orientadoras do aparelho possibilitaram que a mandíbula fosse posicionada de maneira similar à que ocorre clinicamente.

Figura 4.3 – Posicionamento da mandíbula no tomógrafo, com linhas orientadoras

As imagens foram geradas através do software Planmeca Romexis 3D Explorer. As aquisições foram feitas pelo mesmo operador, utilizando condições padronizadas e o mesmo protocolo: modo adulto operando em 96 kV, 11 mA, voxel de 0,1 mm, FOV da região de pré-molares mandibulares (5 x 5,5 cm), com tempo de exposição de 12s, gerando 133 mAs, em alta resolução. Este protocolo deve gerar uma dose efetiva de menos de 122 μ Sv (Pauwels et al., 2012).

4.3 Radiografias periapicais

Imediatamente após, também foram realizadas radiografias periapicais das mesmas mandíbulas, pelo mesmo pesquisador, no mesmo aparelho, operando em 60kV/7mA, película intraoral Kodak Ultraspeed com tempo de exposição de 0,32 segundos. Esse tempo é menor que o utilizado clinicamente, para compensar a ausência de tecido mole. As radiografias foram obtidas pela técnica do paralelismo, acoplando o posicionador à peça com auxílio de fita crepe. O processamento da imagem durou 30s, seguido de fixação por 10 min, lavagem com água corrente por 20 min e secagem em estufa.

Finalizadas essas três etapas, o pesquisador (VCA) não teve mais contato com as imagens, que foram enviadas a dois examinadores (LRP e FS), cegos para o padrão ouro.

Figura 4.4 – Tomada da radiografia periapical, com posicionador fixado à mandíbula por fita crepe

4.4 Análise das imagens

Uma tabela de gabarito relacionando a presença ou ausência de lesão em cada um dos 80 sítios experimentais foi confeccionada. Um exemplo de gabarito pode ser encontrado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Exemplo de gabarito mostrando presença ou ausência de lesão

Mandíbula	Lado	Sítio	Tempo	Tomografia	Periapical	Sim/não
1	Direito	PM1/PM2	0	1	1,22	0
1	Direito	PM2/M1	6	22	1,22	1
1	Esquerdo	PM1/PM2	4	39	39,19	1
1	Esquerdo	PM2/M1	2	19	39,19	1

Como os 80 sítios foram randomizados para definição dos tempos de exposição ao ácido, cada sítio recebeu um número de 1 a 80. No exemplo acima, na mandíbula

1 temos os sítios 1, 22, 39 e 19, que dão nome aos arquivos de tomografia relacionados. A radiografia periapical abrangia tanto a lesão criada entre os pré-molares quanto a lesão entre o 2º pré-molar e o 1º molar. Portanto, cada periapical recebeu dois números (no exemplo: 1 com 22 e 39 com 19). Os examinadores receberam as imagens segundo sequência aleatória, de modo que os mesmos avaliassem sítios independentes, sem saber quais faziam parte de uma mesma mandíbula. Isso foi feito porque, caso soubessem que a sequência de 1 a 4 pertencia à mesma mandíbula, saberiam que nesta sequência haveria um sítio controle, uma lesão de 2 horas, uma de 4 h e uma de 6 h, e poderiam tentar acertar por eliminação. A presença de lesões na mandíbula seca foi considerada o padrão-ouro.

Cada examinador recebeu quatro tabelas: uma para a primeira observação das tomografias, outra para a segunda observação das tomografias, uma para a primeira observação das radiografias periapicais e outra para a segunda observação das radiografias periapicais. Nestas tabelas, dois radiologistas experientes e treinados (através de avaliações de imagens geradas em estudos pilotos) deveriam preencher 0 para ausência de lesão, ou 1 para presença de lesão, para cada imagem observada.

As radiografias periapicais foram observadas diretamente em negatoscópio em sala escura. A TCFC gerou imagens que foram salvas em formato DICOM standard (versão 3.0), analisadas utilizando o Software OsiriX Imaging DICOM viewer para MacOS, versão 5.6, 32 bits (Pixmeo, Genebra, Suíça), instalado em estação de trabalho independente iMac OS X v.10.6.8 (Apple Inc., Cupertino, CA), localizada no Laboratório de Imagem em 3D da FOUSP (www.labi3d.com.br). O protocolo utilizado para análise das imagens foi o 3D Orthogonal MPR. A reprodutibilidade das avaliações foi feita por meio de duas observações separadas por intervalo de 1 semana. A reprodutibilidade intra e inter- examinadores foi aferida pelo coeficiente Kappa.

Figura 4.5 – Radiografias periapicais com lesões ósseas: M1/PM2 direitos: lesão de 6 horas; PM2/PM1 direitos: controle; PM1/PM2 esquerdos: lesão de 4 horas; PM2/M1 esquerdos: lesão de 2 horas

Figura 4.6 - TCFC de lesão de 6 horas entre PM2/M1, com formação de cratera

4.5 Análise estatística

Foi calculada a sensibilidade, a especificidade e a acurácia (porcentagem total de acertos) da tomografia e da radiografia periapical na detecção das lesões de diferentes tamanhos, considerando três diferentes limiares de detecção:

- Lesão formada por 2 horas (sítio sem lesão foi considerado um sítio sadio, e lesões formadas por 2, 4 e 6 horas foram consideradas afetadas);
- Lesão formada por 4 horas (sítios sem lesões e sítios com lesões de 2 horas foram considerados sadios e lesões de 4 e 6 horas foram os sítios afetados);
- Lesão formada por 6 horas (sítios sem lesão e com lesões de 2 e 4 horas foram considerados como sadios e sítios afetados foram as lesões de 6 horas).

A porcentagem de acertos em cada tipo de sítio (sem lesões, com lesões de 2, 4 e 6 horas) também foi calculada para cada método. Para comparação dos parâmetros entre os dois diferentes métodos foi utilizado o teste de McNemar, considerando um nível de significância de 5%.

Uma análise de regressão logística de multinível foi também realizada. Essa abordagem foi selecionada, pois vários exames foram realizados nos diversos sítios. Dessa forma, os dados se apresentaram em dois níveis, sendo o primeiro nível os exames realizados em cada sítio e o segundo nível, o próprio sítio em questão. Inicialmente, foram realizadas análises univariadas e depois múltiplas. Foram calculados os valores de Odds Ratio e respectivos intervalos de confiança a 95%.

Dois desfechos dicotômicos foram considerados nas análises de forma separada. A primeira foi a ocorrência de resultados falso-positivos, tendo como referência os resultados verdadeiro-negativos. Ambos os resultados são diretamente relacionados à especificidade do método. O outro desfecho foi a ocorrência de resultados falso-negativos, tendo os resultados verdadeiro-positivos como referência (relacionados à sensibilidade do método). As variáveis explanatórias consideradas foram o método (TCFC e radiografia), o examinador (examinador 1 e 2) e a ordem do exame (primeira vez ou segunda vez). Também, para o desfecho de resultados falso-negativos, o tempo de formação da lesão foi outra variável explanatória.

Para construção do modelo múltiplo, variáveis com valor de $p < 0,20$ na análise univariada foram testadas no modelo múltiplo, mas só foram retidas no modelo final caso apresentassem valores de p menor que 5%. O software estatístico para realização das análises foi o MLwin 2.10 (Centre for Multilevel Modeling, University of Bristol, Bristol, Reino Unido).

5 RESULTADOS

A tabela 5.1 mostra que a radiografia periapical e a TCFC tiveram desempenhos similares, tanto para sensibilidade quanto para especificidade e para acurácia. Quanto à sensibilidade, a TCFC variou de 0,733 a 0,833 e a radiografia mostrou variação de 0,717 a 0,868. Com relação à especificidade, a TCFC variou de 0,350 a 0,800, enquanto a especificidade da radiografia variou de 0,350 a 0,650. A acurácia da TCFC variou de 0,688 a 0,775 e a da radiografia variou de 0,700 a 0,763.

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os métodos apenas na primeira observação do examinador 1, quando a TCFC mostrou-se mais sensível do que a radiografia periapical.

Tabela 5.1 – Análise da sensibilidade, da especificidade e da acurácia das duas técnicas (TCFC e radiografia) em cada observação dos dois examinadores

Métodos	Sensibilidade (95% IC)	Especificidade (95% IC)	Acurácia (95% IC)
Examinador 1 – 1ª observação			
TCFC	0,800 (0,677 - 0,892)	0,350 (0,154 - 0,592)	0,688 (0,587 - 0,790)
Radiografia	0,783 (0,658 - 0,879)	0,450 (0,231 - 0,685)	0,700 (0,600 - 0,800)
Examinador 2 – 1ª observação			
TCFC	0,767 (0,640 - 0,866)	0,800 (0,563 - 0,943)	0,775 (0,684 - 0,867)
Radiografia	0,717 (0,586 - 0,825)	0,650 (0,408 - 0,846)	0,700 (0,600 - 0,800)
Examinador 1 – 2ª observação			
TCFC	0,833 (0,715 - 0,917)	0,350 (0,154 - 0,592)	0,712 (0,613 - 0,881)
Radiografia	0,868 (0,754 - 0,929)	0,350 (0,154 - 0,592)	0,739 (0,643 - 0,835)
Examinador 2 – 2ª observação			
TCFC	0,733 (0,603 - 0,839)	0,800 (0,563 - 0,943)	0,750 (0,655 - 0,845)
Radiografia	0,817 (0,696 - 0,905)	0,600 (0,361 - 0,809)	0,763 (0,670 - 0,856)

95% IC = intervalo de confiança a 95%

* Diferença estatisticamente significativa entre os métodos de TCFC e radiografia ($p < 0,05$) calculado pelo teste de McNemar

A tabela 5.2 apresenta a reprodutibilidade inter e intraexaminador. Considerando a classificação de força de concordância segundo o coeficiente Kappa (tabela 5.3), não houve concordância interexaminador na 1ª observação de radiografias e na 2ª observação, a concordância foi ruim. Já nas observações das

TCFC, a reprodutibilidade interexaminador variou de ruim (2ª observação) a razoável (1ª observação). O examinador 1 apresentou boa reprodutibilidade intraexaminador tanto para TCFC quanto para radiografia. O examinador 2 mostrou reprodutibilidade muito boa tanto para TCFC quanto para radiografia.

Tabela 5.2 – Reprodutibilidade inter e intra-examinador

Métodos	Valor de Kappa (95% IC)	
	TCFC	Radiografia
Interexaminador		
1ª observação	0,396 (0,191 a 0,601)	-0,014 (-0,227 a 0,199)
2ª observação	0,068 (-0,134 a 0,270)	0,027 (-0,190 a 0,244)
Intra-examinador		
Examinador 1	0,427 (0,192 a 0,662)	0,521 (0,305 a 0,737)
Examinador 2	0,632 (0,457 a 0,806)	0,748 (0,597 a 0,900)
95% IC = intervalo de confiança a 95%		

Tabela 5.3 - Classificação de força de concordância segundo coeficiente Kappa (Landis; Koch, 1977)

Menor que 0	Sem concordância
0,00 - 0,20	Ruim
0,21 - 0,40	Razoável
0,41 - 0,60	Boa
0,61 - 0,80	Muito boa
0,81 - 1,00	Excelente

Quando analisamos a quantidade de acertos em função do tempo de exposição ao ácido, podemos notar que quanto maior a lesão, maior o número de respostas

certas, tanto nas tomografias quanto nas radiografias periapicais (tabela 5.4). Apenas a primeira observação do examinador 2 apresentou uma diferença estatisticamente significativa em favor da TCFC para lesões de 6 horas. Em todas as outras observações, não houve diferença estatística entre TCFC e radiografia para nenhum dos tempos, o que representa desempenhos similares com ambas as técnicas, independentemente do examinador (tabela 5.4).

Tabela 5.4 - Sensibilidade em função do tempo de formação da lesão (tamanho da lesão)

Tempo de formação da lesão	Taxa de acertos no diagnóstico		p
	N (%)		
	TCFC	Radiografia	
Examinador 1 – 1ª observação			
2 horas	14 (70)	14 (70)	1,000
4 horas	15 (75)	15 (75)	1,000
6 horas	19 (95)	18 (90)	1,000
Examinador 2 – 1ª observação			
2 horas	9 (45)	15 (75)	0,313
4 horas	17 (85)	14 (70)	0,508
6 horas	20 (100)	14 (70)	0,031*
Examinador 1 – 2ª observação			
2 horas	17 (85)	15 (75)	0,289
4 horas	15 (75)	16 (80)	1,000
6 horas	18 (90)	20 (100)	0,500
Examinador 2 – 2ª observação			
2 horas	11 (55)	15 (75)	0,289
4 horas	15 (75)	17 (85)	0,727
6 horas	18 (90)	17 (85)	1,000
* associação significativa entre método e taxa de acerto, calculado pelo teste de McNemar			

A análise multinível mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre TCFC e radiografia com relação à taxa de resultados falso-positivos e falso-negativos (tabela 5.5).

Com relação aos examinadores, o segundo proporcionou significativamente menos resultados falso-positivos do que o primeiro, ou seja: apresentou maior especificidade. Não houve diferença estatística para resultados falso-negativos. A ordem das observações também não influenciou os resultados (tabela 5.5).

Houve relação estatisticamente significativa entre o tempo para formação da lesão e a sensibilidade apenas para lesões de 6h comparadas com as de 2h. Isto significa que as lesões de 6h geraram menos resultados falso-negativos (maior sensibilidade) do que as lesões de 2h (tabela 5.5).

Tabela 5.5 - Associação das variáveis estudadas e a ocorrência de resultados falso-positivos e falso negativos

Variáveis	Resultados Falso-positivos		Resultados Falso-negativos	
	OR bruto (95% IC)	OR ajustado (95% IC)	OR bruto (95% IC)	OR ajustado (95% IC)
Método (ref.: TCFC)				
Radiografia	1,29 (0,69 a 2,40)	**	0,99 (0,92 a 1,07)	**
Examinador (ref.: examinador 1)				
Examinador 2	0,24 * (0,12 a 0,47)	0,24 * (0,12 a 0,47)	1,42 (0,91 a 2,21)	**
Ordem do exame (ref.: primeira)				
Segunda	1,16 (0,62 a 2,17)	**	0,78 (0,50 a 1,21)	**
Tempo para formação da lesão (ref.: 2 horas)				
4 horas	-	-	0,64 (0,39 a 1,06)	0,64 (0,39 a 1,06)
6 horas	-	-	0,24 * (0,13 a 0,45)	0,24 * (0,13 a 0,45)

95 % IC = Intervalo de confiança a 95%

* associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$), calculado pelo teste de Wald

** variável não incluída no modelo múltiplo

6 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar a acurácia e a precisão da tomografia computadorizada de feixe cônico com a acurácia e a precisão de radiografias periapicais, na detecção de defeitos ósseos periodontais interproximais de diferentes tamanhos criados com ácido perclórico em mandíbulas suínas. Os resultados mostraram que a TCFC não foi superior à técnica convencional (radiografias periapicais) na detecção de defeitos ósseos interproximais incipientes. Além disso, a sensibilidade dos exames, tanto TCFC quanto radiografias, foi maior para lesões maiores (6 horas de exposição).

Devido à utilização do ácido perclórico na confecção das lesões ósseas, o padrão obtido variou de perda óssea horizontal a crateras ósseas. No presente estudo a acurácia da TCFC variou de 0,688 a 0,775. Estes valores são compatíveis com os de Mol e Balasundaram (2008), que analisaram acurácia de TCFC e radiografias periapicais na detecção de perda óssea horizontal e encontraram superioridade da TCFC apenas em dentes posteriores (0,74 para TCFC versus 0,48 para radiografias periapicais). Esses autores não encontraram diferença significativa entre TCFC e radiografias periapicais quando realizaram medidas da altura óssea na interproximal de dentes anteriores. Vandenberghe et al. (2007) utilizaram voxel de 0,4 mm para observar e medir perda horizontal natural em mandíbulas humanas e não encontraram diferença estatisticamente significativa entre TCFC e radiografias periapicais. Já no estudo de 2008 do mesmo grupo (Vandenberghe et al., 2008) a TCFC foi mais acurada que as radiografias periapicais quando se utilizou o voxel de 0,4 mm, mas não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre TCFC e radiografias quando se utilizou a reconstrução panorâmica de 5,2 mm. Baseando-se em medidas de altura óssea em defeitos já existentes, Fleiner et al. (2013), em mandíbulas humanas, e Feijó et al. (2012), em pacientes com periodontite crônica, afirmam que a TCFC foi acurada, comparando apenas com o padrão-ouro, sem fazerem comparações com radiografias periapicais. Estes trabalhos, assim como o nosso, mostram que a TCFC é acurada para detectar perda óssea horizontal, mas não permitem afirmar que ela é sempre superior às radiografias periapicais. Misch et al. (2006) avaliaram defeitos infraósseos e também afirmam que a TCFC é tão confiável quanto as radiografias periapicais.

O valor de acurácia da TCFC que encontramos também é compatível com o de 0,770 encontrado por Noujeim et al. (2009) na detecção de defeitos pequenos (1 a 3 mm), criados com broca na interproximal de dentes posteriores. Além disso, a avaliação de defeitos maiores (3 a 6 mm) proporcionou maior acurácia, tanto de TCFC quanto de radiografias periapicais, o que vai ao encontro dos nossos resultados, em que foi encontrada maior taxa de acertos nas lesões de 6h em relação às de 2h. Quando os autores avaliaram defeitos maiores (3 a 6 mm), a acurácia da TCFC aumentou para 0,864. Entretanto, os autores apontam a natureza artificial dos defeitos periodontais criados por broca como uma limitação do estudo. Kamburoglu et al. (2013) também ponderam que cavidades criadas por broca são bem delimitadas, o que pode aumentar a habilidade de detecção dos observadores. Umetsubo et al. (2012) apontam ainda que lesões criadas por broca simulam estágios mais avançados da doença periodontal, o que poderia ser detectado por sondagem periodontal ou radiografias intraorais. Em contrapartida, eles afirmam que lesões iniciais são mais difíceis de serem diagnosticadas, independentemente do método utilizado. Nós acreditamos que a utilização do ácido nos permitiu reproduzir com mais fidelidade o que seria o estágio inicial da doença.

A análise da literatura aponta que a TCFC apresenta alta acurácia na detecção de lesões de furca. Walter et al. (2010), Umetsubo et al. (2012), Fleiner et al. (2013) e Qiao et al. (2014) encontraram acurácia para TCFC de respectivamente: 84%, 78-88%, 100% e 82,4%. Entretanto, nenhum deles fez comparações com radiografias periapicais. Mengel et al. (2005) e Braun et al. (2014) também encontraram bons resultados com TCFC na análise de lesões de furca e apontaram sua superioridade em relação a radiografias periapicais. Vandenberghe et al. (2007, 2008) também mostraram que a TCFC apresentou resultados superiores ao de radiografias periapicais digitais na avaliação de crateras ósseas e lesões de furca, mas não em medições lineares da altura óssea. A TCFC parece ser mais vantajosa que as técnicas convencionais na detecção de defeitos em áreas vestibulares e linguais, uma vez que a radiografia não permite avaliar adequadamente essas áreas, devido a sobreposição de imagens.

Corroborando com esta afirmação, todos os estudos que avaliaram deiscências (Mengel et al., 2005; Ising et al., 2012; Braun et al., 2014) e fenestrações (Mengel et al., 2005; Braun et al., 2014) apontam resultados positivos para TCFC. Mengel et al. (2005) utilizaram TCFC e radiografias periapicais na tentativa de mensurar defeitos

do tipo deiscências e fenestrações, mas somente conseguiram realizar tais medidas com a TCFC. Braun et al. (2014) encontrou acurácia de TCFC 25% maior do que periapicais para deiscências e 33% maior que periapicais para fenestrações. Já Ising et al. (2012) encontraram bons resultados com TCFC, mas não compararam com radiografias periapicais. Essas observações nos mostram que a acurácia de TCFC varia de acordo com o tipo de lesão óssea a ser observada, sendo superior na análise de lesões de furca ou perdas ósseas vestibulares e linguais, mas semelhante à acurácia de radiografias periapicais na avaliação de perda óssea horizontal.

Embora tenhamos nos esforçado em produzir lesões ósseas que gerassem imagens realísticas, somente um estudo desenvolvido em pacientes poderá mostrar resultados aplicáveis à prática clínica. Um exemplo disto é que muitos pacientes poderão ser portadores de coroas protéticas ou implantes, que podem gerar artefatos e influenciar na qualidade da imagem e, consequentemente, na acurácia do diagnóstico. Ademais, em situações clínicas, a movimentação do paciente (“motion artifacts”) também pode alterar a qualidade da imagem (Tyndall; Rathore 2008).

Além da acurácia, outros fatores devem ser levados em consideração na escolha do exame. Em primeiro lugar, deve-se considerar a relação risco-benefício ao paciente e os princípios de radioproteção devem ser sempre seguidos. O Princípio da Justificação estabelece que a exposição de um paciente às radiações ionizantes estaria justificada somente após esgotadas todas as possibilidades de diagnóstico clínico ou com outro método sem radiação. Havendo necessidade de um exame imagenológico, deve ser considerado o Princípio da Otimização, que afirma que as exposições devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente exeqüíveis (ALARA: *As Low As Reasonably Achievable*). Neste sentido, é importante frisar que a dose de radiação da TCFC varia de acordo o padrão de aplicação e com a especificação técnica selecionada durante o uso (FoV, tempo de exposição, quilovoltagem e miliamperagem) (Katsumata et al., 2009). Assim, a dose de radiação da TCFC pode variar entre 29 e 477 μSv , enquanto uma aquisição da região maxilofacial pela tomografia *fanbeam* gera aproximadamente 2000 μSv (Scarfe; Farman, 2008). Por sua vez, uma radiografia periapical apresenta uma dose de radiação de cerca de 5 μSv (Ngan et al., 2003). Sendo assim, a dose de radiação da TCFC é similar ao exame periapical de boca toda (Hatcher; Aboudara, 2004), equivalente ao exame de cinco radiografias periapicais usando a película de D-Speed

(Kodak) (Mah et al., 2003) ou aproximadamente 3 a 7 vezes a dose de radiação da radiografia panorâmica (Ludlow et al., 2006), dependendo da regulagem utilizada.

Embora a TCFC apresente uma boa relação risco-benefício, o custo deste exame é superior ao de exames intraorais, muitas vezes não sendo coberto por convênios odontológicos. Ademais, enquanto a maioria dos clínicos possui um aparelho de raios-X em seus consultórios, o paciente deverá ser encaminhado à clínica radiológica para realização da tomografia, na maioria dos casos. Além disso, por ser uma técnica relativamente nova, o treinamento dos observadores para maximizar a leitura e a interpretação das imagens de TCFC se faz necessário (Noujeim et al., 2009).

Os resultados de nosso estudo mostram que o uso de TCFC não fornece benefícios adicionais às técnicas convencionais na detecção de lesões interproximais incipientes, e por isso seu uso não é justificado nestes casos. Sua utilização deve ser limitada a situações na qual o exame seja solicitado com outro objetivo (por exemplo, para planejamento de implantes), nas quais o diagnóstico precoce de lesões ósseas periodontais pode ser um achado casual. Já em casos específicos, como o de lesões de furca (Mengel et al., 2005; Vandenberghe et al., 2007, 2008; Walter et al., 2010; Umetsubo et al., 2012; Fleiner et al., 2013; Braun et al., 2014; Qiao et al., 2014), planejamento de cirurgias periodontais regenerativas (de Faria Vasconcelos et al., 2012) ou necessidade de cirurgias de reentrada após procedimentos regenerativos (Grimard et al., 2009), a TCFC pode ser uma importante ferramenta diagnóstica.

7 CONCLUSÕES

Concluimos que não houve diferença na acurácia da TCFC e da radiografia periapical na detecção de defeitos ósseos interproximais artificiais em mandíbulas suínas. Adicionalmente, observamos que o tamanho da lesão influenciou a sensibilidade dos dois exames.

REFERÊNCIAS¹

- Almeida VC, Saraiva L, Pinto RCNC, César-Neto JB, Romito GA, Pannuti CM. Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de defeitos ósseos periodontais e perda óssea alveolar. *Rev Periodontia*. 2014;24:47-56.
- Braun X, Ritter L, Jervøe-Storm PM, Frentzen M. Diagnostic accuracy of CBCT for periodontal lesions. *Clin Oral Investig*. 2014 May;18(4):1229-36.
- Cavalcanti MG. Cone beam computed tomographic imaging: perspective, challenges, and the impact of near-trend future applications. *J Craniofac Surg*. 2012 Jan;23(1):279-82.
- Cremonini CC, Dumas M, Pannuti CM, César-Neto JB, Cavalcanti MPG, Lima LA. Assessment of linear measurements of bone for implant sites in the presence of metallic artefacts using cone beam computed tomography and multislice computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40:845-50.
- Costa FF, Pinheiro LR, Umetsubo OS, Santos O Jr, Gaia BF, Cavalcanti MG. Influence of Cone-beam Computed Tomographic Scan Mode for Detection of Horizontal Root Fracture. *J Endod*. 2014;40:1472-6.
- de Faria Vasconcelos K, Evangelista KM, Rodrigues CD, Estrela C, de Sousa TO, Silva MA. Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012 Jan;41(1):64-9.
- De Vos W, Casselman J, Swennen GRJ: Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009;38:609-25.
- Feijó CV, Lucena JG, Kurita LM, Pereira SL. Evaluation of cone beam computed tomography in the detection of horizontal periodontal bone defects: an in vivo study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012 Oct;32(5):e162-8.
- Fleiner J, Hannig C, Schulze D, Stricker A, Jacobs R. Digital method for quantification of circumferential periodontal bone level using cone beam CT. *Clin Oral Investig*. 2013 Mar;17(2):389-96.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Gaia BF, Pinheiro LR, Umetsubo OS, Costa FF, Cavalcanti MGP: Validity of three-dimensional computed tomography measurements for Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014;43:197–203.

Grimard BA, Hoidal MJ, Mills MP, Mellonig JT, Nummikoski PV, Mealey BL. Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy. *J Periodontol*. 2009;80:48–55.

Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;125(4):512-5.

Ising N, Kim KB, Araujo E, Buschang P. Evaluation of dehiscences using cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012 Jan;82(1):122-30.

Kamburoglu K, Kolsuz E, Murat S, Eren H, Yüksel S, Paksoy CS. Assessment of buccal marginal alveolar peri-implant and periodontal defects using a cone beam CT system with and without the application of metal artefact reduction mode. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013;42(8):20130176.

Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Aiji E, et al. Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam computerized tomographic scanning of maxillofacial region: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;107:420-5.

Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-74.

Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006;35:219-26.

Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 2003;96(4):508-13.

Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles. *J Periodontol*. 2005;76(5):665-73.

Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol*. 2006;77:1261-6.

Mol A, Balasundaram A. In vitro cone beam computed tomography imaging of periodontal bone. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008 Sep;37(6):319-24.

Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J*. 2003;19(2):67-75.

Noujeim M, Prihoda TJ, Langlais R, Nummikoski P. Evaluation of high-resolution cone beam computed tomography in the detection of simulated interradicular bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009;38:156–62.

Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. SEDENTEXCT Project Consortium. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol*. 2012;81:267–71.

Parks ET. Computed tomography applications for dentistry. *Dent Clin North Am*. 2000;44 (2):371-94.

Qiao J, Wang S, Duan J, Zhang Y, Qiu Y, Sun C, Liu D. The accuracy of cone-beam computed tomography in assessing maxillary molar furcation involvement. *J Clin Periodontol*. 2014;41(3):269–74.

Santos O Jr, Pinheiro LR, Umetsubo OS, Sales MA, Cavalcanti MG. Assessment of open source software for CBCT in detecting additional mental foramina. *Braz Oral Res*. 2013 Mar-Apr;27(2):128-35.

Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*. 2008 Oct;52(4):707-30.

Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*. 2006;72(1):75-80.

Sogur E, Baksi BG, Gröndahl H-G, Lomcali G, Sem BH. Detectability of chemically induced periapical lesions by limited cone beam computed tomography, intra-oral digital and conventional film radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009;38:458–64.

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;40:244-50.

Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: Caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am*. 2008;52:825–41.

Umetsubo OS, Gaia BF, Costa FF, Cavalcanti MG. Detection of simulated incipient furcation involvement by CBCT: an in vitro study using pig mandibles. *Braz Oral Res*. 2012 Jul-Aug;26(4):341-7.

Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT images for assessing periodontal breakdown. *Radiol Endod*. 2007;104:395-401.

Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Detection of periodontal bone loss using digital intraoral and cone beam computed tomography images: an in vitro assessment of bony and/or infrabony defects. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37:252–60.

Walter C, Weiger R, Zitzmann NU. Accuracy of three-dimensional imaging in assessing maxillary molar furcation involvement. *J Clin Periodontol*. 2010;37:436-41.

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Uso de Animais – ICB – USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS

Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
Av. Prof. Lineu Prestes, 2415 - CEP. 05508-000 São Paulo, SP - Brasil
Telefone : (55) (11) 3091-7733 - telefax : (55) (11) 3091-8405
e-mail: cep@ich.usp.br

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO DE ISENÇÃO

Certificamos que o Protocolo CEP-ICB Nº 072/2012 referente ao projeto intitulado: *"Acurácia de medidas de defeitos periodontais artificiais e interferência de artefatos metálicos em tomografia computadorizada de feixe cônico"* sob a responsabilidade de execução dos autores **Prof. Dr. Cláudio Mendes Pannuti** os alunos **Otávio Shoiti Umetsubo**, **Vanessa Camillo de Almeida** e o pesquisador **Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti**, foi analisado em 27.08.2012 e considerado isento de análise da CEUA por utilizar mandíbulas suínas, disponíveis no Laboratório do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia da USP.

São Paulo, 04 de setembro de 2012.

Prof. Dr. WOTHAN TAVARES DE LIMA
Coordenador da CEUA-ICB/USP