CAIO CESAR CREMONINI

Influência de artefatos metálicos produzidos pela presença de implantes de titânio na análise das cristas ósseas periodontais adjacentes, em tomografia computadorizada de feixe cônico

São Paulo

2015

CAIO CESAR CREMONINI

Influência de artefatos metálicos produzidos pela presença de implantes de titânio na análise das cristas ósseas periodontais adjacentes, em tomografia computadorizada de feixe cônico

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas

Área de Concentração: Periodontia

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Pugliesi Alves de Lima

São Paulo

2015

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

Cremonini, Caio Cesar.

Influência de artefatos metálicos produzidos pela presença de implantes de titânio na análise das cristas ósseas periodontais adjacentes, em tomografia computadorizada de feixe cônico / Caio Cesar Cremonini ; orientador Luiz Pugliese Alves de Lima. -- São Paulo, 2015.

51 p. : fig., tab. ; 30 cm.

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

Versão corrigida.

1. Tomografia. 2. Implantes dentários. I. Lima, Luiz Pugliese Alves de. II. Título.

Cremonini CC. Influência de artefatos metálicos produzidos pela presença de implantes de titânio na análise das cristas ósseas periodontais adjacentes, em tomografia computadorizada de feixe cônico. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____Julgamento: _____

Gostaria de dedicar esse trabalho a todas as pessoas que amo e que me ajudaram direta/ ou indiretamente na construção desse trabalho. Não é possível concretizar esse sonho e objetivo de concluir o Doutorado sem o apoio honesto de pessoas que vibram com as suas realizações.

Dedico esse trabalho, em especial, para minha família: **Meus pais, Carolina Elizabeti Scanavez Cremonini e Fernando Cremonini**, principalmente pelo amor, apoio, educação e incentivo à dedicação aos estudos que os dois sempre tiveram por mim. Sem a orientação, força, alegria e garra de vocês, que foi transmitida diretamente para mim em toda a minha jornada de estudos ao longo da minha vida, ou indiretamente pelo exemplo de luta da história de vida de lutadores que vocês tiveram, eu não teria conseguido isso! Vocês são um exemplo para mim!

Aos Irmãos **Fernando Segundo Cremonini (Nando)** e **Thaís Cremonini**, pelo apoio e carinho. À **Ia (Ruth de Quadros)** (“in memoriam”), que teve um amor incondicional (e eu por ela!) e cuidado desde sempre por mim.

À minha namorada, **Beatriz Cione Adriano de Jesus**, pela paciência e carinho, bem como consolo, em praticamente todo meu tempo como aluno de pós-graduação *strictu sensu*. Obrigado!

Dedico a toda a minha grande família, tios, tias, sobrinha (**Maria Antônia**), primos, primas, que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os meus projetos de vida.

Aos meus amigos **Fagner Villas Boas, José Marcelo Vieira, Ariana Marinho, Eduardo Prado, Renato Sanchez, Wallace Barbosa, William Kurata, Emerson Lacerda, Jeferson Oliveira, Yuri Ferreira Júlio, Patrícia Guimarães, Tatiana Luppi, Paschoal Pippa, e primos Fábio Cremonini Boin e Cyro Scanavez**, pela enorme amizade e por estarem sempre presentes!

Ao Prof. **Luiz A. Lima**, meu orientador, por me ensinar durante 8 anos implantodontia e periodontia, transmitindo seus conhecimentos de clínica e na ciência.

Ao **Prof. Marcelo Cavalcanti**, pela sua disponibilidade e amizade, e conhecimento científico.

Ao **Prof. Cláudio Mendes Pannuti** por ser um exemplo de profissional, de ser humano e de como devemos agir para alcançarmos o sucesso na vida.

Ao professor **João Batista César Neto**, por ser um exemplo como professor, pesquisador, clínico e indivíduo.

A todos os professores da disciplina de Periodontia que me ajudaram desde a minha monitoria, estágio, especialização, mestrado e doutorado: **Profs Giuseppe A. Romito, Luciana Saraiva, Marinella Houlzhalsen, Marco Georgetti, Marina Conde, Koto Nakae, Francisco Pustigiloni, Cristina Villar, Cesário Duarte, Giorgio di Michelli.**

Contribuo toda a dedicação de todas as pessoas mencionadas com esse trabalho e em tudo que faço!

Dedico também para a FOU SP, faculdade que tanto amo e que me acolheu desde 2004, quando fui calouro! Dedico esse trabalho para contribuir com o seu acervo, como agradecimento a tudo que aprendi.

Dedico à profissão maravilhosa que somos privilegiados de ter escolhido – a **Odontologia!**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a **Deus**, primeiramente, pela oportunidade de ter escrito esse trabalho.

Agradeço ao meu orientador, **Luiz A. Lima** por toda dedicação e empenho na construção desse trabalho.

Ao professor **Marcelo Cavalcanti**, por sempre se disponibilizar e ter participação ativa no desenvolvimento e execução do trabalho.

Ao professor **Cláudio Mendes Pannuti**, por ter dedicação, disponibilidade em todos os momentos do trabalho, inclusive para fazer nova estatística nas vésperas da apresentação do trabalho em um congresso!

Agradeço ao **Dr. João de Andrade Garcez Filho**, por ter cedido seu material para nosso trabalho, tornando minha tese de doutorado possível de ser realizada.

Agradeço a minha colega de pós-graduação **Livia Tolentino**, por ter me ajudado prontamente todas as vezes que precisei nesse trabalho.

Agradeço meus colegas de pós-graduação **Henrique Fukushima, Ieda Abreu, Adriana Foz, Mariana Rabelo, Isabela Maria Porto, Mariana Guglielmetti, Giovani, Marcelo Sirolli, Henrique Bueno, Daniela Takahashi, Priscila Vivas, Michelle Rodrigues, Rodrigo Nahas Pinto, Rodrigo Santos, Osmar, Vanessa Túbero, Vanessa Almeida, Lucas Macedo, Ecinele Rosa Samuel Ferreira, Rogéria Gonçalves, Stefania Possamai, Ana Paula Benedete**, por toda a amizade e companhia nessa etapa da vida.

Às secretárias da disciplina de Periodontia, **Márcia e Marília**.

À secretária **Regina**, pela alegria e descontração.

À **Alessandra**, da pós-graduação. Às bibliotecárias **Glauci e Vânia** pela gentileza e atenção na correção da minha Tese.

Aos funcionários **Cesário e Amarildo**, pela gentileza durante todos esses anos.

À **CAPES**, pela bolsa de estudos.

À **Anne Solutions**, por gentilmente ceder o uso do software Imaging Studio®.

RESUMO

Cremonini CC. Influência de artefatos metálicos produzidos pela presença de implantes de titânio na análise das cristas ósseas periodontais adjacentes, em tomografia computadorizada de feixe cônico [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2015. Versão Corrigida

Objetivo: Avaliação da influência de artefatos metálicos nas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), causados por implantes dentários, nas estruturas periodontais dos dentes adjacentes a esse implante. **Materiais e Métodos:** 23 pacientes foram submetidos ao exame de TCFC antes e após a colocação do implante dentário. Foram realizadas medidas da espessura das corticais vestibulares (CV) por um observador calibrado ($ICC=0,95$), nos cortes parassagittais de imagens previamente obtidas. Foi calculada a frequência de graus de influência do artefato metálico causado pelo implante (leve, moderado e severo) para distância horizontal ao implante, espessura da CV, e distância vertical em relação à crista óssea vestibular (COV). **Resultados:** excluídos 5 pacientes, em 18 selecionados, examinou-se 24 implantes unitários na região posterior de mandíbula, sendo 24 dentes teste mesiais (D_{TM}) e 17 dentes teste distais (D_{TD}) a esses implantes. Houve associação entre distância vertical da COV e impossibilidade de se mensurar a espessura da CV para o D_{TM} e D_{TD} ($p<0,05$ para ambos). Não houve associação entre espessura da cortical vestibular e distância horizontal para a severidade de influência de artefatos ($p>0,05$ para ambos). Houve associação entre distância horizontal e nível de influência de artefatos em quaisquer estruturas periodontais adjacentes ao implante, para D_{TM} e D_{TD} somados ($p<0,05$). **Conclusão:** Os artefatos metálicos causados por implantes dentários podem influenciar a interpretação da imagem de TCFC em sítios periodontais adjacentes, e o grau de influência depende da distância horizontal do implante dentário a quaisquer estruturas periodontais, e quanto mais próximo da COV, maior influência do artefato na identificação e mensuração de estruturas na CV.

Palavras-chave: Artefato metálico. Medidas lineares. Tomografia computadorizada. Feixe cônico. Implantes dentários. Planejamento de implantes dentários.

ABSTRACT

Cremonini CC. Assessment of the influence of metallic artefacts caused by dental titanium implants in cone beam computed tomography images at periodontal adjacent structures [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2015. Versão Corrigida

Objective: The objective of this study was to evaluate the influence of metallic artifacts in CBCT (Cone beam computed tomography) images, caused by dental titanium implants, at adjacent periodontal structures. **Materials and Methods:** 23 patients were submitted a CBCT examination before and after the implant placement. Thickness Measurements of buccal cortical were performed by a calibrated observer (ICC=0.95), at parassagittal cross-sections of previously obtained images. The frequency of influence level (mild, moderate, severe) of the artifact was calculated for horizontal distance of the implant, buccal cortical thickness and vertical distance of the buccal alveolar crest. **Results:** 5 patients were excluded, and 18 selected, 24 unitary implants cases at posterior mandible were examined, 24 mesial test teeth (M_{TT}) and 17 Distal test teeth (D_{TT}) from the implants. There was an association between the vertical distance of the buccal alveolar crest and the impossibility to measure the thickness of buccal cortical for M_{TT} and D_{TT} ($p<0.05$ for both). There was no association between the thickness of buccal cortical and horizontal distance for the artifacts level of influence ($p>0.05$ for both). There was association between horizontal distance and the level of the artifact influence at any periodontal structure, for the sum of M_{TT} and D_{TT} ($p<0.05$). **Conclusion:** the metallic artifacts caused by dental implants can influence the CBCT image interpretation at periodontal adjacent sites, and the level of the influence depends on the horizontal distance of the dental implant at any periodontal structures, and the vertical distance from the buccal alveolar crest.

Keywords: Metallic artifacts. Linear measurements. Cone beam computed tomography. Dental implants. Dental implant planning.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1- Medida de altura, partindo da cortical superior da base da mandíbula, até a crista óssea vestibular. Foi utilizado um corte central de um D_{TM} . 29
- Figura 4.2-Medidas de espessuras da cortical vestibular, partindo de 1mm, 3mm, 5mm. Foi utilizado um corte distal de um D_{TM} 29
- Figura 4.3A e 4.3B – Imagem representativa de ausência de influência de artefato causada pelo implante, com cortes centrais de um D_{TD} . Observe que há uma restauração metálica, mas o artefato dessa não afeta a crista óssea 30
- Figura 4.4A e 4.4B – A seta indica a influência leve do artefato em corte distal de D_{TM} . Observe que há uma pequena influência do artefato causado pelo implante na crista óssea vestibular, afetando levemente a continuidade da cortical vestibular com a medular, mas a presença do artefato não interfere na medida linear. Corte mesial de D_{TD} 30
- Figura 4.5A e 4.5B – Imagem representativa da influência moderada do artefato. Imagem obtida pré-colocação (Figura 4.5A) e pós-colocação (Figura 4.5B) do implante no mesmo paciente. Observe na figura 5B que a identificação da crista óssea fica prejudicada na imagem, pela presença de hipodensidades na crista óssea e hiperdensidades que percorrem da crista óssea até a medular (setas). Corte Distal de um D_{TM} 31
- Figura 4.6A e 4.6B- Imagem representativa da influência severa do artefato. Imagem obtida pré-colocação (Figura 4.6A) e pós-colocação (Figura 4.6B) do implante. Observe na figura 6B que não é possível identificar a crista óssea, pela presença de hipodensidades (setas), que não denotam estrutura anatômica, bem como hiperdensidades que tangenciam a crista óssea. A imagem da crista óssea alveolar do elemento dental fica prejudicada pela presença do artefato. Corte Distal de um D_{TM} 31
- Figura 5.1A, 5.1B e 5.1C – As setas indicam a influência do artefato na cortical vestibular em imagens de TCFC obtidas após a colocação de implante, de acordo com a classificação, em diferentes casos: Figura 5.1A - leve – presença do artefato com hipodensidades, mas esse não impede a medida linear. Figura 5.1B – moderada – artefato interfere na identificação da crista óssea. Figura 5.1C – Severa – artefato interfere na continuidade da cortical e medular, prejudicando identificação de estruturas periodontais e crista óssea 34

Figura 5.2A e 5.2B- Imagem representativa da influência do artefato na cortical vestibular, impedindo a mensuração da espessura da cortical vestibular nos níveis distantes de 1mm, 3mm e 5mm da crista óssea vestibular. Observe as imagens pré-colocação (figura 5.2A) e pós-colocação do implante (Figura 5.2B). Note que na imagem pós-colocação observa-se a presença de hipodensidade e hiperdensidade na crista óssea, estendendo-se para a crista óssea vestibular (setas brancas), impedindo a mensuração desta e a interpretação entre cortical e medular óssea. Corte mesial de um D_{TD}. 35

Figura 5.3A e 5.3B- Imagem representativa do grupo de artefato severo com espessura de cortical vestibular de 1-2 mm. Observe as imagens pré-colocação (figura 5.3A) e pós-colocação do implante (Figura 5.3B). Note que na imagem pós-colocação observa-se a presença de hipodensidade e hiperdensidade na crista óssea até a cortical vestibular (setas brancas), impedindo a mensuração desta e a interpretação entre cortical e medular óssea. Há formato semelhante ao implante (setas), que está posicionado adjacientemente ao dente. Corte mesial de um D_{TD}. 37

Figura 5.4A, 5.4B - Imagem representativa do grupo de artefato leve, distante 3mm ou mais ao implante. Observe as imagens pré-colocação (figura 5.4A) e pós-colocação do implante (Figura 5.4B). Na imagem obtida após a colocação do implante observa-se a presença de hiperdensidade na crista óssea (seta vermelha), na região lingual ao dente, bem como sombras hipodensas com contornos levemente hiperdensos por lingual da tábua óssea lingual, com formato semelhante ao implante (seta branca). Corte distal de um D_{TM}. 40

Figura 5.5A e 5.5B: Imagem representativa da influência moderada do artefato no corte, que envolve o dente, posicionado a 2mm do implante. Observe-se a imagem pré-colocação (Figura 5.5A) e pós-colocação do implante (Figura 5.5B). Note que na imagem pós-colocação (setas brancas) observa-se a presença de hiperdensidade e hipodensidade na região cervical do dente bem como na crista óssea, impedindo a interpretação adequada dessas estruturas na crista óssea e localização desta. No entanto, é possível identificar a continuidade da cortical e medular. 40

Figura 5.6A e 5.6B - - Imagem representativa da influência severa do artefato no corte, que envolve o dente, posicionado a 1mm do implante. Observe-se a imagem pré-colocação (Figura 5.6A) e pós-colocação do implante (Figura 5.6B). Note que na imagem obtida após a colocação (setas brancas) observa-se a presença de hiperdensidade e hipodensidade na região cervical do dente, impedindo a interpretação adequada da crista óssea e da continuidade entre cortical e medular.....41

LISTA DE TABELAS

- Tabela 4.1 - Concordância Intra-examinador – Coeficiente de correlação intra-classe (ICC) 29
- Tabela 5.1 - Associação entre distância corono-apical (1, 3 ou 5mm da crista óssea) e influência do artefato impedindo medidas lineares na cortical vestibular, na face mesial e distal (artefatos moderados ou severos). D_{TM}: Dente teste mesial; D_{TD}: Dente teste distal 34
- Tabela 5.2 - Frequência dos diferentes graus de influência do artefato em diferentes espessuras da cortical vestibular (< 1 mm, 1-2 mm e > 2 mm) de acordo com classificação qualitativa (leve, moderada ou severa). D_{TM}: Dente teste mesial; D_{TD}: Dente teste distal 36
- Tabela 5.3 – Influência da distância mesio-distal do implante (1 mm, 2 mm, 3 mm) na frequência dos diferentes graus de influência do artefato de acordo com a classificação qualitativa (leve, moderada ou severa), na cortical vestibular 38
- Tabela 5.4– Influência da distância mesio-distal do implante (1 mm, 2 mm, 3 mm) na frequência dos diferentes graus de influência do artefato, de acordo com a classificação qualitativa (leve, moderada ou severa), em quaisquer das estruturas periodontais circunjacentes aos D_{TM} e D_{TD} próximos ao implante 39

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

COV	Crista óssea vestibular
CI	Correlação Intra-classe
CV	Cortical Vestibular
D _{TM}	Dente teste mesial
D _{TD}	Dente teste distal
D _{TT}	Distal test teeth
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
FOV	Field of View
IC	Intervalo de confiança
ICC	Índice de correlação intra-classe
K	kappa
Kv	Quilovolts
mA	miliampéres
Mm	Milímetro
M _{TT}	Mesial Test Teeth
R-x	Raios x
SLA	Sand-Blasted Large Grit Acid Etched
TC	Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadoriza de Feixe Cônico
TCMS	Tomografia Computadorizada Multislice

LISTA DE SÍMBOLOS

®	marca registrada
%	por cento
<	menor que
>	maior que

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
3 PROPOSIÇÃO	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
5 RESULTADOS.....	33
6 DISCUSSÃO	43
7 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXOS	51

1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) tornou-se uma das técnicas mais usadas no auxílio de diagnóstico e planejamento na implantodontia. A acurácia e precisão das imagens da TC para análise de estruturas ósseas maxilo-faciais facilitaram o planejamento para colocação de implantes dentários (1,2). A análise das imagens de TC previamente ao ato cirúrgico permite que o cirurgião identifique o formato do sítio ósseo que receberá a colocação do implante dentário, bem como consiga evitar lesões ao nervo alveolar inferior e ao seio maxilar no momento da osteotomia (3).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é uma técnica de TC que, apesar de apresentar uma menor resolução da imagem em relação à tomografia computadorizada multislice (TCMS) (4,5), promove mensurações precisas e com alta acurácia. Quando comparada à TCMS, a TCFC tem menor custo e produz menor quantidade de radiação, o que levou à sua adoção no planejamento para a colocação de implantes dentários (6,7).

Embora exista evidência de que ambas as técnicas sejam precisas e tenham acurácia, a presença do artefato metálico dentário na imagem de TC pode interferir na análise das imagens de TC (8–10). Quando escaneadas pela TC as restaurações metálicas, por possuírem um número atômico elevado, atenuam mais os feixes de raios-x (R-x) do que os tecidos moles e duros. Além disso, os fótons podem não ser detectados pelo aparelho de TC, o que pode prejudicar a localização de estruturas anatômicas. Isso causa buracos fotopênicos nos dados da projeção, que ficam dispostos nas imagens de TC como estrias de raios de sol (11), que emanam radialmente do sítio do objeto metálico. A severidade do artefato em forma de raios-de-sol está relacionada com o tamanho físico do objeto e sua composição (10,12). Na reconstrução das imagens, os artefatos metálicos dentários podem ser observados como áreas hipodensas circunscritas por áreas hiperdensas (beam hardening), que podem ser observadas próximo de qualquer tipo de metal, incluindo implantes de titânio e restaurações metálicas (11). A presença dos artefatos metálicos pode interferir na localização de estruturas anatômicas, como a crista óssea alveolar (9).

As medidas lineares das estruturas ósseas são importantes para avaliar a altura e espessura óssea previamente à colocação de implantes dentários. A tabela

óssea vestibular foi avaliada em outros estudos (7,13,14), e sua espessura e presença são fatores importantes para considerarmos um implante imediato, no caso de uma fratura dentária ou na impossibilidade de o dente ser restaurado.

Diversos trabalhos demonstraram que os artefatos metálicos dentários influenciam na precisão das imagens e sua resolução, assim como na sua mensuração e na identificação de regiões anatômicas nobres (2,9).

São necessários estudos que avaliem o diagnóstico de mensurações de cortical vestibular, e se a presença de artefatos metálicos causados por implantes podem interferir nessas mensurações e no diagnóstico de estruturas ósseas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e artefatos metálicos.

A TCFC é uma tecnologia amplamente utilizada no planejamento de implantes dentários. As imagens possuem boa qualidade para avaliação de tecidos de alta densidade (como tecido ósseo, por exemplo), e mensurações lineares para planejamento de implantes dentários podem ser realizadas em softwares apropriados para manipulação das imagens (6,9).

A TCFC possui a emissão dos feixes de R-x com volume limitado e com formato cônico. Os Raios-x são identificados por um intensificador de imagens ou um sensor plano juntamente com um sensor sólido, que rotaciona juntamente com a fonte de R-x ao redor do paciente. Varias projeções em sequência são obtidas e dados obtidos. Os dados são reconstruídos por um programa de computador associado ao equipamento, tornando a imagem tridimensional. Como o formato de emissão de R-x tem a forma de um cone, há menor resolução em relação a TCMS (4,5,12). Com o objetivo de diminuir o ruído da imagem e melhorar sua resolução em relação ao sistema de intensificador de imagem, foi desenvolvido o sistema de detectores planos para otimizar a resolução das imagens da TCFC (6).

É possível identificar artefatos nas imagens de TCFC. Os artefatos são induzidos pela discrepância entre o modelo matemático e o processo atual físico da imagem, e estão relacionados ao processo de reconstrução da imagem. Como a TCFC reconstrói o volume baseado em várias projeções 2D, adquiridos numa órbita circular, há perda de precisão se há maior distância do ângulo ao cone da emissão do R-X, pelo fato do voxel ser anisotrópico. Além disso, os artefatos podem ser causados por movimentos do paciente, métodos de aquisição de imagem e também por objetos metálicos presentes na cavidade bucal, oriundos de restaurações metálicas, próteses fixas, aparelhos ortodônticos e implantes dentários (9,12). Objetos metálicos durante um escaneamento pela TC absorvem mais os feixes de R-x de baixa energia, e isso impede que os feixes de R-x sejam interpretados pelos detectores do aparelho de tomografia computadorizada, sendo esse um aparelho de TCFC ou TCMS. Com isso, a projeção da imagem aparece com sombras nas áreas

adjacentes ao objeto metálico (endurecimento de feixe, ou “beam hardening”), e com estrias hiperdensas que tangenciam o mesmo (12). A imagem da TC fica prejudicada com a presença de estrias e sombras, o que pode interferir no planejamento de implantes dentários, mensuração de corticais adjacentes a implantes, diagnósticos de estruturas periodontais e identificação de lesões bucais, e consequentemente, induzir erros de diagnóstico (9,12,15,16).

O endurecimento de feixe, ou “beam hardening” é o artefato que envolve sombras hipodensas adjacentes a um objeto metálico, e ocorre porque baixos comprimentos de onda de espectros policromáticos são mais absorvidos pelo metal. Quanto mais denso o objeto metálico e maior número atômico, maior absorção dos feixes. Se o espectro de energia do R-x tiver menor energia que o observado no detector, há o endurecimento de feixe, que na leitura da imagem de TC é interpretado como estrias e sombras hipodensas que emanam radialmente do objeto metálico. É possível observar também artefatos em forma de estrias hiperdensas, que tangenciam o objeto metálico (9,12).

Materiais de densidades diferentes, mas com o mesmo tamanho físico, foram testadas por Katsumata et al., (11), para avaliação de artefatos metálicos. Em ordem crescente, foram utilizados modelos de densidade equivalente ao osso trabecular, osso cortical, alumínio, filtro de R-x resinoso e cobre. O modelo de cobre produziu mais artefatos pela sua densidade nas imagens de TCFC. Também havia maior presença de artefatos nas imagens quando o aparelho de TC era regulado com maior Kv. A posição do objeto também foi avaliada nesse estudo, sendo esses colocados dentro de um cilindro de água, e em uma situação o objeto era posicionado exatamente no centro do cilindro, outra situação posicionado na margem anterior, e na terceira situação, posicionado na margem lateral. Os artefatos apareciam de acordo com a posição dos objetos no cilindro, isto é, artefatos em forma de arco no lado frontal, quando o objeto era posicionado na posição frontal e em formato de arco no lado lateral, quando o objeto era posicionado na região lateral durante o escaneamento.

Trabalhos evidenciaram a influência de artefatos metálicos no diagnóstico de fraturas dentárias associadas à presença de pinos intra-radulares. Bueno et al., (17), para aprimorar o diagnóstico de perfurações radulares e presença de fístula no periodonto, recomendaram a utilização de cortes axiais com espessura menor para melhor acuidade no diagnóstico e diminuição da interferência dos artefatos

metálicos dentários causados pelos pinos intra-radiculares. Já Costa et al., (8), através da TCFC, identificaram alta precisão no diagnóstico de fraturas em dentes que não possuíam pinos intra-radiculares, havendo uma sensibilidade de 73-88%. No entanto, em dentes com pinos intra-radiculares, que apresentavam artefatos metálicos com hipodensidades e hiperdensidades nas suas adjacências, foi identificada uma sensibilidade de 55-70%. Com isso, os artefatos metálicos dentários nas imagens de TCFC afetaram a sensibilidade no diagnóstico de fraturas radiculares, além de afetar a especificidade, isto é, quando não havia fratura, o diagnóstico de verdadeiro negativo do examinador era prejudicado pela presença dos artefatos.

Schulze et al., (15), avaliaram a influência do artefato e como esse pode afetar estruturas adjacentes aos implantes, confeccionados de titânio puro, bem como a absorção dos objetos metálicos frente aos feixes de R-x policromáticos. Foi elucidado o meio geométrico e físico pelos quais a imagem de TCFC é adquirida. Foram comparados dois tipos de máquinas de TCFC e testados Kvs diferentes. Houve maior absorção das baixas-energias de R-x pelo metal (80kV: 99,7%; 110kV: 90,9%), e quando utilizadas altas energias, a absorção ocorreu marginalmente ao implante (80kV: 14,8%; 110kV 11,3%). Houve diminuição dos valores de escala de cinza ao redor das áreas afetadas pelos artefatos e maior ruído, comparados a uma região não afetada. Esses autores sugerem que a redução dos artefatos metálicos seja baseada na reconstrução matemática e na correção da obtenção física da imagem, e não no pós-processamento da imagem dos dados crus dos algoritmos já obtidos.

É importante sabermos que existem técnicas que podem reduzir a presença de artefatos na TCFC através do algoritmo de redução de artefato. Bechara et al., (18) aplicaram a técnica para detecção de fratura radicular em elementos dentários com tratamento endodôntico e com preenchimento de guta-percha em seu conduto, sendo esse um estudo *in vitro*. Apesar da utilização da técnica, ela reduziu o diagnóstico de fratura dos elementos dentários.

Estudos avaliaram a presença de artefatos causados por implantes dentários na TCFC. Um deles foi realizado por Kamburoglu et al., (19). Foram colocados 42 implantes em mandíbulas secas edêntulas, e em 22 desses implantes, foram confeccionados defeitos ósseos na tábua óssea vestibular. No outro grupo, foram confeccionados defeitos ósseos em 22 de 38 dentes presentes em mandíbulas

secas. O grupo controle foi composto por 20 implantes e 18 dentes, isto é, sem defeitos ósseos na tábua óssea vestibular. Foram examinados pela TCFC sem ou com leve, média ou alta redução de artefato. Constatou-se que existe maior dificuldade em se diagnosticar defeitos ósseos periimplantares na tábua óssea vestibular que defeitos ósseos periodontais, e não há diferença no diagnóstico com ou sem redução de artefatos..

Benic et al., (20), avaliaram implantes colocados em 10 modelos de acrílico. Os valores de escala cinza foram marcados nas distâncias de 0,5 mm, 1mm e 2mm em relação ao implante. Os artefatos estiveram presentes e alteraram os valores de escala cinza independente da posição do implante. Quando comparamos a escala de cinza do modelo teste com o controle, os valores de escala cinza são aumentados nas regiões vestibulares e linguais ao implante, e a diminuição de grau de escala cinza está no longo eixo do corpo da mandíbula dos modelos teste. Há diminuição da intensidade do artefato quanto mais distante esse está da superfície do implante. Em concordância, Sancho-Puchades et al., (21) encontraram maior influência do artefato em implantes de ZiO_3 .

2.2 Medidas Lineares na TCFC e sua utilização para avaliação de sítios candidatos a receber implantes dentários, medidas periodontais e periimplantares.

Loubele et al., (22) avaliaram a espessura do osso mandibular, utilizando 25 mandíbulas secas, com o objetivo de validar a técnica de TCFC e de TCMS, e 1 mandíbula fixada por formol para a análise qualitativa. Foi utilizado um paquímetro digital como padrão-ouro, para a mensuração direta nas mandíbulas, as quais foram comparadas diretamente às mensurações realizadas nas imagens de TC, que foram selecionadas para avaliação (regiões de caninos e pré-molares), através de análises inter e intra-observador. Foi identificado que na mandíbula as medidas médias foram 0,23 mm maiores na TCFC e 0,34 mm na TCMS. A TCFC foi significante melhor para delineamento de lâmina dura e espaço periodontal em relação à TCMS. E a TCMS foi significativamente melhor que a TCFC na análise do osso cortical e gengiva em relação a TCFC.

Suomalainen et al., (23) utilizaram uma mandíbula seca para realizar escaneamentos tomográficos com TCFC e TCMS, e avaliação da qualidade das

imagens e medidas lineares. A mandíbula foi imersa em uma solução de sacarose para o escaneamento pela TC, com o objetivo de simular os tecidos moles. Regiões de segundos molares (desdentada) e segundos pré-molares (dentada) foram utilizadas, e bráquetes ortodônticos foram posicionados como marcadores hiperdensos na face vestibular e na crista óssea do corte da peça de mandíbula utilizada, com o objetivo de padronizar as medidas nas imagens de TC e as medidas realizadas diretamente na mandíbula, que foi o padrão ouro. Dois observadores realizaram as medidas. A mandíbula foi seccionada em cortes de 4mm de espessura, que continham os bráquetes, e as doses de radiação foram comparadas em relação às medidas lineares. A média de EM (erro de medida) foi de 6,5%. Verificou-se que não houve correlação entre a dose de radiação e o EM ($r = -0,159$, $P = 0,008$). A TCFC da amostra embebida em solução de sacarose foi o melhor método em relação ao EM. O modelo de miliamperagem e quilovoltagem, tempo de rotação e fator campo como variáveis independentes influenciaram 5,3% do EM.

A TCFC também foi utilizada para avaliação de estruturas periodontais. Misch et al., (24), utilizaram 2 mandíbulas secas com 20% de perda óssea já existente. Foram criados defeitos ósseos tri-dimensionais e de diâmetros variados, nas regiões de pré-molares e molares. As mandíbulas foram submetidas a escaneamento com TCFC e radiografias periapicais. Foram realizadas 3 medidas lineares nas imagens de tomografia, nas radiografias periapicais e com uma sonda periodontal, sendo elas: distância da junção cimento-esmalte até a base do defeito ósseo; comprimento da junção cimento-esmalte até a crista óssea alveolar adjacente ao defeito ósseo; largura do defeito. Para mensuração direta do defeito ósseo como referência padrão, foi utilizado um paquímetro digital. Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) nas medidas interproximais, quando comparamos as medidas obtidas pela sonda periodontal e paquímetro digital, mas não há diferença significativa entre TC e radiografia periapical. Todos os defeitos ósseos foram identificados e medidos quando a TCFC foi identificada. Defeitos ósseos nas faces livres não puderam ser identificados pelas radiografias periapicais. A TCFC tem vantagem em relação à radiografia periapical pois todos os defeitos ósseos podem ser quantificados e detectados. Esses achados são semelhantes com os propostos por Vanderbergue et al., (25), que avaliaram em cadáveres que defeitos ósseos em forma de cratera e envoltimentos de furca são 100% detectáveis com a imagem de TCFC.

Trabalhos também avaliaram espessura de tábua óssea vestibular (7,13,14), cortical vestibular (26) e tecido ósseo em áreas periimplantares (27,28) e medidas lineares intra-bucais (29). Todas essas avaliações utilizando-se imagens da TCFC são importantes, se considerarmos uma avaliação periodontal e planejamento de um implante imediato (9,13,14,24,26).

Januário et al., (7) avaliaram 250 pacientes e suas tomografias, e fizeram medidas de espessuras da tábua óssea vestibular partindo de 1 mm, 3 mm e 5 mm, utilizando a TCFC. Selecionaram a região de interesse de cada dente os quais foram avaliados de canino a canino superiores. Observou-se que 85% dos sítios tinham espessura da tábua óssea vestibular < 1mm e que de 40-60% tinham sítios espessura < 0,5mm. Não houve diferença estatística entre espessura da tábua óssea vestibular e idade do paciente. Zekry et al., (13), utilizaram as mesmas medidas de espessura de tábua óssea vestibular e regiões avaliadas, usando a TCFC, e avaliaram 3618 dentes de 200 pacientes. Entretanto, foram encontradas diferenças estatísticas em todos os níveis de acordo com a idade, e há tendência estatística de aumento da distância entre crista óssea vestibular e junção esmalte-cimento, que variou de 0,4mm a 4mm de distância quanto mais idoso era o paciente. A região anterior apresentou uma espessura média de 0,9 mm de tábua óssea vestibular, e essa aumentou quanto mais posterior era o dente. Uma alta frequência de deiscências foram encontradas na região anterior e posterior, respectivamente (9,9% a 51,6% e 3,1% a 53,6%).

Vera et al., (14) também realizaram essas mensurações de espessura de tábua óssea vestibular em 43 pacientes, e foram avaliados dentes anteriores de maxila e pré-molares, no entanto, as medidas foram realizadas partindo de 1mm da crista óssea vestibular, metade da raiz e 1mm da região apical. A mediana da espessura da tábua óssea vestibular, partindo de 1mm da crista óssea vestibular, foi de 1,13 mm na região de pré-molar e 0,83 mm na região anterior de maxila. Na metade da altura da raiz, 1,03 mm em pré-molares e 0,70 mm em dentes anteriores de maxila. A espessura da tábua óssea vestibular distante de 1mm da porção apical da raiz foi similar para os dois dentes, com 0,88mm de espessura. Esses dados são importantes para garantir a longevidade de tratamentos com implantes dentários, principalmente a espessura da tábua óssea vestibular. Os dados desses três estudos (7,13,14), se levarmos em consideração a espessura da tábua óssea vestibular partindo de 1mm da crista óssea vestibular, são convergentes.

Ozdemir et al., (26) também avaliaram a espessura da tábua óssea vestibular, mas de 156 pacientes com biótipo facial diferente, usando a TCFC. Avaliaram cortes tomográficos de regiões centrais do dente em questão, e proximais, entre um elemento dentário e outro. Foi constatado que indivíduos braquicefálicos possuem maior espessura da tábua óssea vestibular em relação a indivíduos mesofaciais e dólico faciais.

2.3 Medidas lineares e artefatos metálicos na TCFC

Ravazi et al., (27) avaliaram a espessura de corticais ao redor de 10 implantes, que foram instalados em costelas bovinas. Foi realizado o escaneamento em uma plataforma de acrílico e utilizaram-se dois aparelhos de TCFC: i-Cat NG e o Accuitomo 3D60. Foram realizadas as medidas da espessura corticais partindo de 3mm, 6mm e 9mm da crista óssea, e medida de altura, partindo da porção inicial do implante para a crista óssea, utilizando um software de TC para realização dessas medidas. As mandíbulas foram seccionadas e blocos de resina, contendo cortes longitudinais que envolviam o implante, foram confeccionados, para avaliação do padrão ouro, e as mesmas medidas que foram realizadas nos softwares de tomografia, foram realizadas colocando-se os blocos de resina no microscópio óptico. Houve diferenças significantes nas mensurações horizontais e verticais ($p < 0,001$), e a espessura do osso cortical variou de 0,3 a 3,7 mm. Em relação ao padrão ouro para as medidas de 3mm, 6mm e 9mm, houve subestimação das medidas em 68%, 28% e 18%, respectivamente, para o i-CAT NG®. E 23%, 5% e 6% para o Accuitomo 3D60®. Há melhor resolução da imagem quando se utiliza o Accuitomo 3D60® para analisar estruturas ósseas finas ao redor de implantes em comparação ao i-CAT NG®.

Gamba et al., (30) avaliaram medidas lineares de arcos dentários, na presença de restaurações metálicas, nas imagens de TCFC. Foi realizada a materialização das arcadas dos pacientes para realização de medidas, como do perímetro do arco e distância inter-canino. Foi encontrado que não há diferença estatisticamente significante entre as medidas lineares obtidas nas imagens com e sem artefatos metálicos.

Cremonini et al., (9), avaliaram em mandíbulas secas as medidas lineares de regiões candidatas a receberem um implante dentário, em área adjacente a uma restauração metálica, por meio de TCFC e TCMS. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas realizadas nas imagens de TC obtidas previamente e após a colocação da restauração metálica, tanto para TCFC quanto para TCMS. Entretanto, a presença do artefato interferiu na localização da crista óssea alveolar.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de artefatos metálicos nas imagens de TCFC na cortical vestibular, crista óssea e estruturas periodontais, causados por implantes dentários adjacentes a essas regiões.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi previamente aprovado pelo comitê de ética da FOUSP, com o protocolo número 107/11.

Foi utilizado um banco de dados contendo imagens de pacientes tratados com implantes dentários. Cada paciente foi submetido duas vezes ao exame de TCFC, sendo que a primeira aquisição foi realizada para o planejamento da cirurgia de colocação de implantes, e o segundo escaneamento foi realizado de 5 a 12 dias após a colocação do implante. A média de tempo entre o primeiro e segundo escaneamento foi de 21,1 dias. Foram utilizados Implantes Straumann® (Straumann AG, Basel, Suíça) Tissue level de superfície SLA, com 4.1mm Ø e comprimento adequado para a situação clínica. Foi utilizado o tomógrafo i-CAT para aquisição das imagens de TCFC (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA), com os seguintes dados de escaneamento: 0,25 de tamanho de voxel, 20 s de escaneamento, com um campo de visão de 12 cm (FOV), 120 Kv, e 18,45 mA. Após o processamento da imagem, cortes parassagittais da mandíbula foram obtidos pelo programa de computador Imaging Studio® (Anne Solutions, São Paulo, Brazil). O intervalo entre cortes obtido no pós-processamento da imagem foi de 1 mm, com 1mm de espessura de corte.

Os critérios de inclusão foram que os pacientes tivessem uma região edêntula ao lado de um dente mesial, ou um dente mesial e distal adjacente a ela.. O paciente deveria ser sistemicamente saudável. Os implantes deveriam ser posicionados/planejados na região posterior da mandíbula. Nenhuma manobra de aumento ósseo deveria ser realizada antes ou durante a cirurgia do implante. Um paciente poderia ter 1 implante por lado de mandíbula, sendo considerado como amostra no trabalho o próprio implante.

Os critérios de exclusão foram: o dente ou dentes adjacentes ao implante planejado/colocado não poderiam ter um pino intra-radicular ou uma restauração metálica extensa. Casos onde lesões intra-ósseas, e reconstruções ósseas com enxertos também foram excluídos.

Vinte e três pacientes realizaram o exame com a TCFC antes e após a colocação do implante. Depois das imagens obtidas e pacientes selecionados, as imagens puderam ser manipuladas e mensuradas no programa de computador Imaging Studio software® (Anne Solutions, São Paulo, Brazil - version 4.3) em sua

respectiva região de interesse. Primeiramente, uma reconstrução coronal panorâmica foi obtida para guiar o posicionamento dos cortes parassagitais, que também eram orientados pelo corte axial. Através deste, foi obtida a reconstrução multiplanar, e assim selecionados os cortes parassagitais, que continham os tecidos duros periodontais e também dentes adjacentes à região candidata a receber o implante. Os mesmos cortes, que eram os primeiros que envolviam a raiz mais próxima do dente adjacente, foram obtidos após a colocação do implante, com o objetivo de comparar a imagem obtida previamente e após a colocação dos implantes. As regiões das duas imagens foram consideradas correspondentes, baseado nas estruturas anatômicas, número de cortes parassagitais que envolviam a região de interesse e o dente, e pelo uso da medida linear da crista óssea vestibular até a cortical interna da base da mandíbula como referência.

Medidas foram realizadas usando-se uma ferramenta do programa de computador chamada “measure”. “Print screens” foram obtidos das imagens em ambos os escaneamentos e posicionados lado a lado, com o objetivo de comparação (Figura 4.1 e 4.2):

1. Altura da crista óssea alveolar vestibular, partindo do ponto mais inferior da cortical interna da base da mandíbula.
2. Espessura da cortical vestibular, partindo de 1 mm, 3 mm, e 5 mm da crista óssea vestibular.

O ponto mais inferior da cortical interna da base da mandíbula foi utilizado como referencial fixo para padronização da medida 1. Essa medida foi essencial para padronização do início da medida que partia de 1 mm de espessura da crista óssea, principalmente nas imagens do segundo escaneamento (com artefato), pois a presença desse impediria a localização da crista óssea. Para calibração e concordância intra-observador foi calculado o coeficiente de correlação intra-classe para medida de altura e espessura (Tabela 4.1), realizando-se as medidas acima em duplicata em 5 pacientes. Foi encontrada concordância 0,98 (IC 95% de 0,96 a 0,99) para Altura 0,95 (IC 95% – de 0,93 a 0,97) para espessura. Além disso, essas medidas foram realizadas nos cortes mesiais, centrais e distais que continham o elemento dentário, tanto nos dentes mesiais, quanto nos distais (se houvesse) ao implante.

Um “score” foi empregado para descrever o grau de influência do artefato causado pelo implante nas imagens de TC, em cada corte parassagital. O score foi aplicado pelo mesmo observador, também calibrado para esta avaliação ($k=0,83$, $p=0,003$) (Figura 4.3A e 4.3B, Figura 4.4A e 4.4B, Figura 4.5A e 4.5B, Figura 4.6A e 4.6B):

- 1) Ausência de interferência: presença do artefato, localizado lingualmente ao rebordo alveolar, produzido pelo implante na imagem de TCFC, com áreas hipodensas, que não afeta as estruturas ósseas nem dentárias, ou este não está presente.
- 2) Interferência leve – o artefato interfere na interpretação da imagem das estruturas ósseas com a presença de estrias hipodensas ou hiperdensas, mas há continuidade entre a cortical e a medular na crista óssea.
- 3) Interferência Moderada: Interferência do artefato com estrias hipodensas e hiperdensas. Não é possível identificar a crista óssea, mas é possível identificar limite entre cortical e medular.
- 4) Interferência Severa: Interferência do artefato com estrias hipodensas e hiperdensas. É impossível identificar a crista óssea e não há continuidade da cortical e medular.

Análise Estatística

As variáveis foram analisadas de maneira descritiva. Foi analisado se a mensuração da cortical vestibular no sentido corono-apical, nas distâncias de 1mm, 3mm e 5 mm, poderia ou não ser realizada na tomografia após a colocação do implante (distância vertical)_. Foi utilizada a classificação qualitativa, nos graus leve, moderada ou severa para as análises que se seguem: cálculo da frequência dos diferentes graus de Influência do artefato em diferentes espessuras da cortical vestibular (< 1 mm, 1-2 mm e > 2 mm); análise da influência da distância mesio-distal do implante – distância horizontal (1 mm, 2 mm, 3 mm) na frequência dos diferentes graus de influência do artefato na cortical vestibular; e cálculo da influência da distância mesio-distal do implante – distância horizontal (1 mm, 2 mm, 3 mm) na frequência dos diferentes graus de influência do artefato, em quaisquer das estruturas periodontais circunjacentes aos D_{TM} e D_{TD} próximos ao implante. Foi

utilizado o teste qui-quadrado de associação do grau de influência do artefato e o teste de fisher, quando apropriado.

Tabela 4.1 – Concordância Intra-examinador – Coeficiente de correlação intra-classe (ICC)

	ICC (95% CI)	p
Altura	0,98 (0,96 a 0,99)	< 0,0001
Espessura	0,95 (0,93 a 0,97)	< 0,0001

Figura 4.1

Figura 4.1 – Medida de altura, partindo da cortical superior da base da mandíbula, até a crista óssea vestibular. Foi utilizado um corte central de um D_{TM}

Figura 4.2

Figura 4.2- Medidas de espessuras da cortical vestibular, partindo de 1mm, 3mm, 5mm. Foi utilizado um corte distal de um D_{TM}

Figura 4.3A

Figura 4.3B

Figura 4.3A e 4.3B – Imagem representativa de ausência de influência de artefato causada pelo implante, com cortes centrais de um D_{TD} . Observe que há uma restauração metálica, mas essa não afeta a crista óssea

Figura 4.4A

Figura 4.4B

Figura 4.4A e 4.4B – A seta indica a influência leve do artefato em corte distal de D_{TM} . Observe que há uma pequena influência do artefato causado pelo implante na crista óssea vestibular, afetando levemente a continuidade da cortical vestibular com a medular, mas a presença do artefato não interfere na medida linear. Corte mesial de D_{TD}

Figura 4.5A

Figura 4.5B

Figura 4.5A e 4.5B – Imagem representativa da influência moderada do artefato. Imagem obtida pré-colocação (Figura 4.5A) e pós-colocação (Figura 4.5B) do implante no mesmo paciente. Observe na figura 4.5B que a identificação da crista óssea fica prejudicada na imagem, pela presença de hipodensidades na crista óssea e hiperdensidades que percorrem da crista óssea até a medular (setas). Corte Distal de um D_{TM}

Figura 4.6A

Figura 4.6B

Figura 4.6A e 4.6B- Imagem representativa da influência severa do artefato. Imagem obtida pré-colocação (Figura 4.6A) e pós-colocação (Figura 6B) do implante. Observe na figura 4.6B que não é possível identificar a crista óssea vestibular, pela presença de hipodensidades (setas), que não denotam estrutura anatômica, bem como hiperdensidades que tangenciam a crista óssea. A imagem da crista óssea alveolar do elemento dental fica prejudicada pela presença do artefato. Corte Distal de um D_{TM}

5 RESULTADOS

Inicialmente 23 pacientes e 31 implantes unitários foram selecionados de banco de dados com exames tomográficos. Cinco pacientes com 7 implantes foram excluídos, sendo 2 implantes por baixa qualidade das imagens de tomografia; 3 implantes por possuírem dentes adjacentes com restaurações metálicas extensas e pinos intra-radiculares metálicos; 2 implantes por haver biomaterial ao redor destes no escaneamento após a colocação dos implantes. Além disso, dentro dessa seleção, 7 dentes testes distais não puderam ser mensurados, e também foram excluídos – sendo 3 por possuírem restaurações metálicas extensas; e 4 pelo fato de não haver dente teste distal ou este ser terceiro molar. Assim, foram analisados 24 implantes unitários e seus respectivos dentes adjacentes mesiais (24 D_{TM}) e distais (17 D_{TD}).

As figuras 5.1A, 5.1B e 5.1C mostram os diferentes graus de influência do artefato (leve, moderada e severa) nas imagens obtidas após a colocação do implante. Fica evidente a presença de áreas hipodensas e estrias hiperdensas (artefato metálico) produzidas pelo implante na crista óssea, limitando a visualização de estruturas periodontais e dentárias.

Os resultados abaixo foram calculados baseados na região mais próxima do dente ao implante (corte distal do dente mesial ao implante, corte mesial do dente distal ao implante). A espessura de cortical vestibular foi mensurada, no sentido corono-apical, nos níveis de 1mm, 3mm e 5mm. De acordo com a tabela 5.1, pode-se observar associação entre a proximidade da COV e impossibilidade de mensuração da cortical vestibular para do D_{TM} e D_{TD} ($p \leq 0,05$ para ambos). Observou-se que artefatos moderados ou severos impediram, em 100% dos casos, a mensuração da cortical a 1mm de distância apical em relação à crista óssea vestibular, nos D_{TM} e D_{TD} . Este efeito se estendeu para 54,54% dos D_{TM} na distância de 3mm, e 45,45% na distância de 5mm apical à crista óssea vestibular (Figura 5.2A e 5.2B).

A tabela 5.2 descreve o grau de influência dos artefatos em relação à espessura da cortical vestibular nos D_{TM} e nos D_{TD} . Nos D_{TM} , 16 de 24 dentes (66,66%) sofreram influência do artefato na CV. Inicialmente, observamos que 8 D_{TM} da amostra apresentaram a espessura da cortical vestibular <1 mm; 7 D_{TM} apresentaram espessura entre 1-2mm; e 1 caso apenas apresentava espessura

>2mm. Nos D_{TD} , 4 de 17 (23,52%) casos sofreram influência do artefato, sendo 2 com espessura de até 1mm e 2 com espessura de 1-2 mm. Não houve associação significativa entre a espessura da cortical vestibular e grau de influência do artefato causado pelo implante dentário no D_{TM} ($p=0,18$), D_{TD} ($p=0,50$) e a somatória de D_{TM} e D_{TD} ($p=0,50$). Apesar de não haver associação estatística, podemos contabilizar que 7 dos 15 casos sofreram influência severa do artefato (Figura 5.3A e 5.3B). Foram encontradas influências severas do artefato somente em casos onde a espessura da CV era < 2mm.

A tabela 5.3 descreve a frequência dos diferentes graus de influência do artefato em relação à distância méso-distal (horizontal) do implante ao dente adjacente na cortical vestibular. Para análise das distâncias entre os implantes dentários já instalados e os dentes adjacentes, e sua relação com a influência do artefato à CV, os dentes foram separados em grupos distantes de 1mm, 2mm e 3mm ou mais ao dente adjacente. Não houve associação entre a distância mesio-distal do implante e o grau de influência do artefato para D_{TM} ($p=0,47$), D_{TD} ($p=0,13$) e a somatória de D_{TM} e D_{TD} ($p=0,23$).

A tabela 5.4 descreve a influência do artefato causado pelo implante dentário nas imagens de estruturas ósseas posicionadas adjacientemente aos implantes, em quaisquer estruturas periodontais. Os dentes foram separados em grupos distantes de 1mm, 2mm e ≥ 3 mm de distância mesio-distal do implante dentário já instalado, e observou-se a frequência do grau de influência. Foram avaliados 24 D_{TM} e 17 D_{TD} . Houve ausência do artefato em 1 caso nos D_{TM} (2,4%) e em 2 casos nos D_{TD} (4,8%). Não houve associação significativa entre distância do implante e grau de influência do artefato para o D_{TM} ($p=0,14$) e D_{TD} ($p=0,13$). Entretanto, houve associação significativa entre distância e o grau de influência do artefato quando os D_{TM} e D_{TD} foram somados ($p<0,05$). (Figura 5.4A e 5.4B, 5.5A e 5.5B, 5.6A e 5.6B).

Figura 5.1A Figura 5.1B Figura 5.1C

Figura 5.1A, 5.1 B e 5.1 C – As setas indicam a influência do artefato na cortical vestibular em imagens de TCFC obtidas após a colocação de implante, de acordo com a classificação, em diferentes casos: Figura 5.1A - leve – presença do artefato com hipodensidades, mas esse não impede a medida linear. Figura 5.1B – moderada – artefato interfere na identificação da crista óssea. Figura 5.1C – Severa – artefato interfere na continuidade da cortical e medular, prejudicando identificação de estruturas periodontais e crista óssea

Tabela 5.1 - Associação entre distância corono-apical (1, 3 ou 5mm da crista óssea) e influência do artefato impedindo medidas lineares na cortical vestibular, na face mesial e distal (artefatos moderados ou severos). D_{TM}: Dente teste mesial; D_{TD}: Dente teste distal

D _{TM}				
Influência impede leitura da crista óssea vestibular				
		Não	Sim	p-valor (qui-quadrado)
Localização	1mm	0 (0,0%)	11 (100%)	0,015*
	3mm	5 (45,5%)	6 (54,5%)	
	5mm	6 (54,5%)	5 (45,5%)	
D _{TD}				
		Não	Sim	p-valor (qui-quadrado)
Localização	1mm	0 (0%)	4 (100%)	0,05*
	3mm	3 (75%%)	1 (25%)	
	5mm	3 (75%%)	1 (25%)	

* associação significativa ao nível alfa de 5%

Figura 5.2A

Figura 5.2B

Figura 5.2A e 5.2B- Imagem representativa da influência do artefato na cortical vestibular, impedindo a mensuração da espessura da cortical vestibular nos níveis distantes de 1mm, 3mm e 5mm da crista óssea vestibular. Observe as imagens pré-colocação (figura 5.2A) e pós-colocação do implante (Figura 5.2B). Note que na imagem pós-colocação observa-se a presença de hipodensidade e hiperdensidade na crista óssea, estendendo-se para a crista óssea vestibular (setas brancas), impedindo a mensuração desta e a interpretação entre cortical e medular. Corte mesial de um D_{TD}

Tabela 5.2 – Frequência dos diferentes graus de influência do artefato em diferentes espessuras da cortical vestibular (< 1 mm, 1-2 mm e > 2 mm) de acordo com classificação qualitativa (leve, moderada ou severa). D_{TM}: Dente teste mesial; D_{TD}: Dente teste distal

		D_{TM}			p-valor (qui-quadrado)
		Até 1mm	1-2mm	> 2mm	
Influência	Leve	2 (25%)	1 (14,3%)	1 (100%)	0,18
	Moderada	4 (50%)	1 (14,3%)	0 (0%)	
	Severa	2 (25%)	5 (71,4%)	0 (0%)	
	Total	8 (100%)	7 (100%)	1 (100%)	
		D_{TD}			p-valor (Fisher)
		Até 1mm	1-2mm	> 2mm	
Influência	Leve	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0,50
	Moderada	0 (0%)	1 (50%)	0 (0%)	
	Severa	2 (100%)	1 (50%)	0 (0%)	
	Total	2 (100%)	2 (100%)	0 (0%)	
		D_{TM} + D_{TD}			p-valor (qui-quadrado)
		Até 1mm	1-2mm	> 2mm	
Influência	Leve	2 (20%)	1 (11,1%)	1 (100%)	0,50
	Moderada	4 (40%)	2 (22,2%)	0 (0%)	
	Severa	4 (40%)	6 (66,6%)	0 (0%)	
	Total	10 (100%)	9 (100%)	1 (100%)

Figura 5.3A

Figura 5.3B

Figura 5.3A e 5.3B- Imagem representativa do grupo de artefato severo com espessura de cortical vestibular de 1-2 mm. Observe as imagens pré-colocação (figura 5.3A) e pós-colocação do implante (Figura 5.3B). Note que na imagem pós-colocação observa-se a presença de hipodensidade e hiperdensidade na crista óssea até a cortical vestibular (setas brancas), impedindo a mensuração desta e a interpretação entre cortical e medular. Há formato semelhante ao implante (setas), que está posicionado adjacientemente ao dente. Corte mesial de um D_{TD}.

Tabela 5.3 – Influência da distância mesio-distal do implante (1 mm, 2 mm, 3 mm) na frequência dos diferentes graus de influência do artefato acorde classificação qualitativa (leve, moderada ou severa), na cortical vestibular

D_{TM}					p-valor (qui-quadrado)
		1mm	2mm	3mm	
Influência	Leve	1 (33,3%)	2 (40%)	1 (12,5%)	0,47
	Moderada	0 (0%)	1 (20%)	4 (50%)	
	Severa	2 (66,7%)	2 (40%)	3 (37,5%)	
	Total	3 (100%)	5 (100%)	8 (100%)	
D_{TD}					p-valor (qui-quadrado)
		1mm	2mm	3mm	
Influência	Leve	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0,13
	Moderada	1 (100%)	1 (100%)	0 (0%)	
	Severa	0 (0%)	0 (0%)	2 (100%)	
	Total	1 (100%)	1 (100%)	2 (100%)	
D_{TM} + D_{TD}					p-valor (qui-quadrado)
		1mm	2mm	3mm	
Influência	Leve	1 (25%)	2 (33,3%)	1 (10%)	0,23
	Moderada	1 (25%)	2 (33,3%)	4 (40%)	
	Severa	2 (50%)	2 (33,3%)	5 (50%)	
	Total	4 (100%)	6 (100%)	10 (100%)	

Tabela 5.4— Influência da distância mesio-distal do implante (1 mm, 2 mm, 3 mm) na frequência dos diferentes graus de influência do artefato, acorde classificação qualitativa (leve, moderada ou severa), em quaisquer das estruturas periodontais circunjacentes aos D_{TM} e D_{TD} próximos ao implante

D_{TM}					p-valor (qui-quadrado)
		1mm	2mm	3mm	
Influência	Leve	1 (14,3%)	2 (22,2%)	5 (71,4%)	0,14
	Moderada	3 (42,9%)	5 (55,6%)	1 (14,3%)	
	Severa	3 (42,9%)	2 (22,2%)	1 (14,3%)	
	Total	7 (100%)	9 (100%)	7 (100%)	
D_{TD}					p-valor (qui-quadrado)
		1mm	2mm	3mm	
Influência	Leve	0 (0%)	2 (66,7%)	7 (63,6%)	0,13
	Moderada	0 (0%)	1 (33,3%)	0 (0%)	
	Severa	1 (100%)	0 (0%)	4 (36,4%)	
	Total	1 (100%)	3 (100%)	11 (100%)	
$D_{TM} + D_{TD}$					p-valor (qui-quadrado)
		1mm	2mm	3mm	
Influência	Leve	1 (12,5%)	4 (33,3%)	12 (66,6%)	0,004*
	Moderada	3 (37,5%)	6 (50%)	1 (5,5%)	
	Severa	4 (50%)	2 (16,7%)	5 (27,7%)	
	Total	8 (100%)	12 (100%)	18 (100%)	

* associação significativa ao nível alfa = 5%

Figura 5.4A

Figura 5.4B

Figura 5.4A, 5.4B - Imagem representativa do grupo de artefato leve, distante 3mm ou mais ao implante. Observe as imagens pré-colocação (figura 5.4A) e pós-colocação do implante (Figura 5.4B). Na imagem obtida após a colocação do implante observa-se a presença de hiperdensidade na crista óssea (seta vermelha), na região lingual ao dente, bem como sombras hipodensas com contornos levemente hiperdensos por lingual da tábua óssea lingual, com formato semelhante ao implante (seta branca). Corte distal de um D_{TM}

Figura 5.5A

Figura 5.5B

Figura 5.5A e 5.5B: Imagem representativa da influência moderada do artefato no corte, que envolve o dente, posicionado a 2mm do implante. Observa-se a imagem pré-colocação (Figura 5.5A) e pós-colocação do implante (Figura 5.5B). Na imagem obtida após a colocação do implante (setas brancas) observa-se a presença de hiperdensidade e hipodensidade na região cervical do dente, impedindo a interpretação adequada dessas estruturas na crista óssea e localização desta. No entanto, é possível identificar a continuidade da cortical e medular

Figura 5.6A

Figura 5.6B

Figura 5.6A e 5.6B - Imagem representativa da influência severa do artefato no corte, que envolve o dente, posicionado a 1mm do implante. Observa-se a imagem pré-colocação (Figura 6.5A) e pós-colocação do implante (Figura 6.5B). Note que na imagem obtida após a colocação (setas brancas) observa-se a presença de hiperdensidade e hipodensidade na região cervical do dente, impedindo a interpretação adequada da crista óssea e da continuidade entre cortical e medular

6 DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a influência de artefatos metálicos causados por implantes dentários nas estruturas ósseas periodontais dos dentes adjacentes a estes implantes. Pela interpretação dos resultados, e baseados na descrição das imagens que foram realizadas no estudo, podemos dizer que os artefatos metálicos podem afetar, na maioria dos casos, a interpretação de estruturas periodontais dos dentes adjacentes a esse implante.

Pelos resultados do presente estudo, apesar de não haver associação entre distância e espessura da cortical vestibular e presença do artefato, podemos observar que 5 de 7 casos com espessuras de cortical entre 1-2 mm sofreram influência severa do artefato. É importante sabermos que, apesar de não haver associação estatística, houve a influência do artefato na interpretação das imagens. E essa espessura entre 1-2 mm corresponde à espessura da cortical vestibular da maior parte dos molares e pré-molares, que é de 1,74 mm para região interproximal de pré-molares e 1,94 mm para região de molares (26). Ainda mais significativa deverá ser a influência do artefato em regiões estéticas onde se observa que na maior parte dos casos reportados a espessura da tábua óssea vestibular é menor que 1mm (7,14). Mesmo assim, devemos ter cuidado com essa comparação, já que essa espessura de cortical evidenciada por Ozdemir et al., (26) avaliou a cortical do espaço interproximal, o que difere do presente estudo, que avaliou a cortical vestibular na distal e mesial que envolvem os dentes adjacentes ao espaço edêntulo.

De acordo com o distanciamento corono-apical da crista óssea vestibular, , 100% dos casos que sofreram influência na cortical vestibular estavam a 1mm (influência moderada ou severa) da crista óssea vestibular. Houve uma influência maior do artefato nas regiões adjacentes à plataforma do implante. Sabe-se através da literatura que o artefato percorre o longo eixo do implante, tangenciando a borda deste, o que pôde ser observado em estudos anteriores (12,15,20).

Até hoje muitos estudos identificaram a repercussão dos artefatos metálicos nas imagens de TCFC(8,9,12,15,30,31), mas não havia sido descrita uma análise qualitativa e quantitativa dos artefatos em estudos clínicos. Sancho-Puchades et al. (21), avaliaram qualitativamente a presença de artefatos através da interpretação de escala de tons de cinza, e identificaram, *in vitro*, maior intensidade dos artefatos

metálicos na imagem de TCFC nos implantes de ZrO_2 . Benic et al., (20) avaliaram, *in vitro*, o efeito do artefato metálico causado por implantes de titânio na avaliação qualitativa das imagens produzidas por TCFC. Ficaram demonstradas maiores alterações na escala de cinza quanto menor a distância do implante, maiores alterações nas faces vestibular e lingual ao implante, além de alterações à distância no longo eixo do corpo mandibular. Esses resultados estão de acordo com o presente estudo, que demonstrou haver maior influência do artefato metálico causado pelo implante dentário quanto menor a distância desse à estrutura anatômica adjacente.

Na descrição das imagens no presente estudo, identificamos área hipodensas e hiperdensas que impedem a identificação da crista óssea e a interferência do artefato entre cortical e medular nos cortes parassagittais adjacentes aos implantes, o que é reforçado pelos achados de Sancho-Puchades et al., (21), que identificaram valores negativos de tons de cinza, produzidos na imagem de TCFC, nas faces mesial e distal aos implantes. Um ponto importante é que o artefato influenciou a interpretação da imagem na área proximal de menor distância do dente adjacente ao implante, o que pode interferir num diagnóstico periodontal, ou avaliação pré-operatória para a colocação um implante imediato (32) num sítio adjacente a um implante já instalado. Além disso, Benic et al., (20) reportaram a diferença do padrão do artefato em área posterior e anterior de mandíbula, tendo características de valor de cinza negativa (mais hipodenso) nas áreas de caninos, pré-molares e molares, assim como valores positivos nos ângulos mesiais e distais por vestibular e lingual (20). Com isso, sugerimos que um novo estudo seja realizado com os mesmos padrões deste presente estudo, mas analisando a área anterior de mandíbula/maxila.

Com relação aos artefatos metálicos, um aspecto que deve ser considerado é o número atômico do metal constituinte do implante, que tem um papel importante na absorção dos raios-x nos detectores de TCFC, favorecendo o aparecimento do “beam hardening” na imagem, prejudicando a interpretação da imagem nas estruturas anatômicas adjacentes (19).

Do ponto de vista do padrão geométrico, o artefato metálico na TCFC pôde ser descrito por estudos anteriores (15,20,21). Schulze et al., (12), utilizaram o aparelho i-Cat com regulagens de 110kv e 80kv, e concluíram que a menor Kv e menor dose de radiação fazem com que os feixes de R-x de menor energia sejam

mais absorvidos pelo objeto metálico durante o exame da TC, causando maior artefato nas imagens. Utilizamos no nosso estudo 120Kv, o que já é responsável por menor aparecimento de artefatos metálicos na imagem e, mesmo assim, obtivemos influência severa do artefato metálico em uma porcentagem expressiva da amostra. Outra alternativa que promove menor influência do artefato metálico é a utilização de menor tamanho de voxel, aumentando a resolução da imagem que, no entanto, apresenta menor área de interesse escaneada na imagem pelo menor FOV (6x6 cm) (27).

Existem limitações no presente estudo. Primeiramente, utilizamos um modelo com pacientes, que difere de um estudo *in vitro*, que utiliza um modelo anatômico que pode ser escaneado inúmeras vezes por diferentes aparelhos, com o intuito de se promover a análise comparativa do padrão geométrico do artefato metálico e sua influência nas estruturas adjacentes (12,20,21,23,27). Outra limitação está relacionada ao posicionamento e comprimento dos implantes, que podem explicar, pelo menos parcialmente, a maior influência do artefato na cortical vestibular nas situações apresentadas.

Sabemos que a TCFC é um exame de excelência para avaliação pré-operatória na implantodontia, pois é reproduzível, confiável, e tem precisão submilimétrica (1,33,34), mas devemos saber também que apresenta limitações, como demonstramos no nosso estudo, e isso pode interferir em um diagnóstico mais preciso. Alguns estudos testaram a redução dos artefatos metálicos nas imagens de TC por meio da utilização de filtros (18,35). Essa seria uma alternativa viável para melhorar a qualidade de imagem, tanto nas reconstruções multiplanares, quanto na obtenção de cortes parassagittais no pós-processamento. No entanto, a utilização desses filtros pode não ser viável para todo scanner e para toda situação clínica em que exista uma grande quantidade de restaurações metálicas e implantes dentários que estejam adjacentes à região de interesse. Além disso, os filtros podem não ser tão eficazes quando artefatos severos influenciam a interpretação de estruturas ósseas (19).

Mais estudos são necessários para avaliar a influência do artefato metálico na região anterior de maxila e mandíbula e na região posterior de maxila. Devem ser investigadas alternativas confiáveis e tecnologicamente viáveis para se obter a redução da influência dos artefatos metálicos na interpretação e análise qualitativa e quantitativa das imagens tomográficas obtidas pela TCFC.

7 CONCLUSÃO

Os artefatos metálicos causados por implantes dentários podem influenciar a interpretação da imagem em estruturas ósseas periodontais adjacentes, e o grau de influência depende da distância horizontal do implante dentário a quaisquer estruturas periodontais. Quanto mais próximo da crista óssea vestibular, maior influência do artefato na identificação e mensuração da cortical vestibular.

REFERÊNCIAS¹

1. Cavalcanti MG, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Validation of spiral computed tomography for dental implants. *Dentomaxillofac Radiol*. 1998 Nov;27(6):329–33.
2. Loubele M, Van Assche N, Carpentier K, Maes F, Jacobs R, van Steenberghe D, et al. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Apr;105(4):512–8.
3. Vannier MW, Hildebolt CF, Conover G, Knapp RH, Yokoyama-Crothers N, Wang G. Three-dimensional dental imaging by spiral CT. A progress report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997 Nov;84(5):561–70.
4. 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.
5. Loubele M, Maes F, Jacobs R, van Steenberghe D, White SC, Suetens P. Comparative study of image quality for MSCT and CBCT scanners for dentomaxillofacial radiology applications. *Radiat Prot Dosimetry*. 2008 Jan;129(1-3):222–6.
6. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. *Dentomaxillofac Radiol*. 2004 Sep;33(5):285–90.
7. Januário AL, Duarte WR, Barriviera M, Mesti JC, Araújo MG, Lindhe J. Dimension of the facial bone wall in the anterior maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Oct;22(10):1168–71.
8. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Cavalcanti MGP. Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. *J Endod*. 2011 Oct;37(10):1456–9.
9. Cremonini CC, Dumas M, Pannuti CM, Neto JBC, Cavalcanti MGP, 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(8):845–50.
10. Perrella A, Lopes PML, Rocha RG, Fenyo-pereira M, Cavalcanti MGP. Influence of dental metallic artifact from multislice CT in the assessment of simulated mandibular lesions. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(2):149–54.

¹ De acordo o estilo Vancouver

11. Katsumata A, Hirukawa A, Noujeim M, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, et al. Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 May;101(5):652–7.
12. Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 Jul;40(5):265–73.
13. Zekry A, Wang R, Chau ACM, Lang NP. Facial alveolar bone wall width - a cone-beam computed tomography study in Asians. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Feb;25(2):194–206.
14. Vera C, De Kok IJ, Reinhold D, Limpiphipatanakorn P, Yap AKW, Tyndall D, et al. Evaluation of buccal alveolar bone dimension of maxillary anterior and premolar teeth: a cone beam computed tomography investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(6):1514–9.
15. Schulze RKW, Berndt D, d'Hoedt B. On cone-beam computed tomography artifacts induced by titanium implants. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Jan;21(1):100–7.
16. Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop.* 2005 Nov;66(6):434–44.
17. Bueno MR, Estrela C, De Figueiredo JAP, Azevedo BC. Map-reading strategy to diagnose root perforations near metallic intracanal posts by using cone beam computed tomography. *J Endod.* 2011 Jan;37(1):85–90.
18. Bechara B, Alex McMahan C, Moore WS, Noujeim M, Teixeira FB, Geha H. Cone beam CT scans with and without artefact reduction in root fracture detection of endodontically treated teeth. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013 Jan;42(5):20120245.
19. 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 Jan;42(8):20130176.
20. Benic GI, Sancho-Puchades M, Jung RE, Deyhle H, Hämmerle CHF. In vitro assessment of artifacts induced by titanium dental implants in cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Apr;24(4):378–83.
21. Sancho-Puchades M, Hämmerle CH, Benic GI. In vitro assessment of artifacts induced by titanium, titanium-zirconium and zirconium dioxide implants in cone-beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Jul; 8:1–7.
22. Loubele M, Gurrero ME, Jacobs R, Suetens P, van Steenbergue D. A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone

- characteristics with cone-beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(3):446–54.
23. Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008 Jan;37(1):10–7.
 24. Misch K a, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol.* 2006 Jul;77(7):1261–6.
 25. 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 Jul;37(5):252–60.
 26. Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop. American Association of Orthodontists;* 2013 Feb;143(2):190–6.
 27. Razavi T, Palmer RM, Davies J, Wilson R, Palmer PJ. Accuracy of measuring the cortical bone thickness adjacent to dental implants using cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Jul;21(7):718–25.
 28. Miyamoto Y, Obama T. Dental cone beam computed tomography analyses of postoperative labial bone thickness in maxillary anterior implants: comparing immediate and delayed implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011 Jun;31(3):215–25.
 29. Patcas R, Markic G, Müller L, Ullrich O, Peltomäki T, Kellenberger CJ, et al. Accuracy of linear intraoral measurements using cone beam CT and multidetector CT: a tale of two CTs. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012 Dec;41(8):637–44.
 30. Gamba TO, Oliveira ML, Flores IL, Cruz AD, Almeida SM, Haiter-Neto F, et al. Influence of cone-beam computed tomography image artifacts on the determination of dental arch measurements. *Angle Orthod.* 2014 Mar;84(2):274–8.
 31. Shiratori LN, Marotti J, Yamanouchi J, Chilvarquer I, Contin I, Tortamano-Neto P. Measurement of buccal bone volume of dental implants by means of cone-beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Jul;23(7):797–804.
 32. Hämmerle CHF, Chen ST, Wilson Jr TG. Group 1 Consensus Statement Consensus Statements and Recommended Clinical Procedures Regarding the Placement of Implants in Extraction Sockets. *Int J Oral Maxillofac Impls.* 2004;19:26–9.

33. Cavalcanti MGP, Ruprecht a, Vannier MW. 3D volume rendering using multislice CT for dental implants. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002 Jul;31(4):218–23.
34. Cavalcanti MGP, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Accurate linear measurements in the anterior maxilla using orthoradially reformatted spiral computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999; 28: 137–40.
35. Naranjo V, Lloréns R, Alcañiz M, López-Mir F. Metal artifact reduction in dental CT images using polar mathematical morphology. *Comput Methods Programs Biomed.* 2011 Apr;102(1):64–74.

ANEXO A- Parecer do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER DE APROVAÇÃO
Protocolo 107/11
CAAE 0129.0.017.000-11

Com base em parecer de relator, o Comitê de Ética em Pesquisa **APROVOU** o protocolo de pesquisa "**Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico para avaliação de estruturas perimplantes e periodontais adjacentes a implantes dentários**", de responsabilidade da pesquisadora Lívia de Souza Tolentino, sob orientação do Prof. Dr. Luiz Antônio Alves de Lima.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 13 de dezembro de 2011.

Profa. Dra. Marcia Turolla Wanderley
Coordenadora do CEP-FOUSP

27