

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM PRÓTESE DENTÁRIA

RAFAEL PERDOMO FELIX

**A INFLUÊNCIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS EM IMAGENS DE RADIOGRAFIA  
PERIAPICAL, PANORÂMICA E  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

PORTO ALEGRE  
2015

**RAFAEL PERDOMO FELIX**

**A INFLUÊNCIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS EM IMAGENS DE  
RADIOGRAFIA PERIAPICAL, PANORÂMICA E  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de mestre pelo Programa de Pós Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia da PUCRS.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Ivete Bolzan Rockenbach

Co-orientadora: Prof. Dra. Rosemary Sadami Arai Shinkai

PORTO ALEGRE

2015

**RAFAEL PERDOMO FELIX**

**A INFLUÊNCIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS EM IMAGENS DE  
RADIOGRAFIA PERIAPICAL, PANORÂMICA E  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de mestre pelo Programa de Pós Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia da PUCRS.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dra. Maria Ivete Bolzan Rockenbach

Prof. Dr. Eduardo Rolim Teixeira

Prof. Dra. Célia Regina Winck Mahl

**RAFAEL PERDOMO FELIX**

**A INFLUÊNCIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS EM IMAGENS DE  
RADIOGRAFIA PERIAPICAL, PANORÂMICA E  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção de grau de mestre pelo Programa de Pós  
Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária,  
Faculdade de Odontologia da PUCRS.

Aprovada em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dra. Maria Ivete Bolzan Rockenbach

---

Prof. Dr. Eduardo Rolim Teixeira

---

Prof. Dra. Célia Regina Winck Mahl

Porto Alegre 2015

## **AGRADECIMENTOS**

Essa é uma parte difícil de se fazer, mas achei necessário pelo fato de algumas pessoas terem feito parte disso, parte dessa conquista.

Inicialmente, eu gostaria de agradecer à Faculdade de Odontologia da PUCRS por me aceitar novamente na casa após completar minha graduação e especialização, onde sempre me senti muito bem e em termos de conhecimento, estrutura, professores e experiência, na minha opinião, não há local melhor nacionalmente.

Minha orientadora Maria Ivete que me proporcionou um grande desafio na minha carreira que foi esse meu trabalho, além de sua atenção e dedicação sempre que eu precisei.

À Capes pela iniciativa financeira que sem ela ficaria muito difícil eu seguir meu caminho no mestrado.

À professora Rosemary Shinkai pelo apoio, pelo conhecimento e por sempre acreditar no meu potencial. Foste uma grande incentivadora nesta minha jornada.

À professora Helena Wilhelm de Oliveira, pela paciência e disponibilidade na aquisição e auxílio para a captação das imagens de tomografia utilizadas no estudo

À Clínica Odontológica Dr. Elísio Marques da Silva onde eu trabalho, que disponibilizou tempo e paciência para que eu pudesse seguir este meu sonho. À minha auxiliar Elisete que me ajudou muito, obrigado pela atenção e carinho que sempre tiveste comigo, grande parceira.

Aos meus pacientes que me entenderam quando eu não podia estar ali, ou precisava remanejar consultas, mas para um bem maior.

Por fim eu gostaria de começar agradecendo meus pais João Carlos e Josiane e meus irmãos Raisa e Rodrigo, minha fonte da vida, meus amigos, meu

porto seguro. Sou grato por tudo, amo demais. Faço isto por vocês

Meus sogros Caio e Lara e família Vidor que me acolheu, amo todos; realmente somos a grande família e grandes amigos.

Minha esposa Michele, tu és minha fonte de inspiração maior, lutamos juntos, perdemos juntos e venceremos sempre juntos. Contigo ao meu lado não há nada que nos impeça, obrigado pelo amor, isso tu sabes muito bem que sempre estará presente, te amo. Minha filha Isabella que é nossa princesa Bella, nosso tesouro que nos dá a alegria de voltar todos os dias para casa e ver aquela carinha risonha querendo tirar um sorriso do nosso rosto, Te amo demais filha.

Esta conquista é nossa, e não foi fácil, vocês sabem disso, pois acompanharam; mas finalizamos, porque nessa família ninguém foge da luta. Meu eterno muito obrigado a todos.

“ O impossível é só questão de opinião, e disso os loucos sabem...”

- Trecho da música “Só os loucos sabem” de Charlie Brown Jr.

## RESUMO

Os exames por imagem realizados em áreas que apresentam materiais metálicos, como implantes dentários, podem ter sua qualidade prejudicada devido à produção de artefatos metálicos gerados na região peri-implantar. Uma amostra de 21 implantes dentários, em 10 pacientes com próteses do tipo protocolo Branemark, foi avaliada com o objetivo de comparar as densidades radiográficas na região peri-implantar em exames de imagens de controle pós-operatório com radiografia periapical (técnica do paralelismo), radiografia panorâmica e tomografia computadorizada de feixe cônico. Os valores médios de densidade em áreas delimitadas próximas aos implantes dentários foram calculados e comparados, de acordo com suas localizações, e entre os exames de imagens utilizando o programa ImageJ. Os exames de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) apresentaram diferenças significativas entre as áreas medidas ( $p < 0,001$ ), enquanto que nas radiografias periapical ( $p = 0,430$ ) e panorâmica ( $p = 0,149$ ) não houve diferença significativa entre os valores médios de densidade nas mesmas áreas. Na comparação entre as áreas dos três exames, observou-se valores maiores naquelas próximas aos implantes em todos os exames: TCFC (127,88 e 120,71), panorâmica (106,51 e 106,09) e periapical (120,32). As áreas mais distantes e próximas aos implantes vizinhos mostraram valores significativamente diferentes nos dois cortes da TCFC quando comparados aos exames periapical e panorâmico. Sendo assim, foi possível confirmar a interferência dos implantes dentários na obtenção dos exames radiográficos e tomográficos, pela alteração dos valores médios de densidade radiográfica na região peri-implantar. Na comparação entre os três exames de imagem investigados, verificou-se que as imagens de TCFC sofreram a maior interferência dos implantes dentários, quando comparadas com as imagens radiográficas.

Palavras-chave: Artefatos. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Implantes Dentários. Radiografia Panorâmica. Radiografia Dentária Digital.

## ABSTRACT

Imaging exams performed in areas with the presence of metallic materials such as dental implants can decrease the accuracy of the exams due to metallic artifacts production generated in the peri-implant region. A sample of 21 dental implants placed in 10 patients with Branemark protocol prostheses was evaluated in the peri-implant area in image exams of the post-surgery control using periapical radiography (paralleling technique), panoramic radiography and cone-beam computed tomography (CBCT). The radiographic density of different areas bounded near the dental implants were calculated and compared considering their locations and the imaging exams using the software ImageJ. Regarding the different imaging exams, the CBCT showed significant differences between the measured areas ( $p < 0.001$ ), while in periapical ( $p = 0.430$ ) and panoramic ( $p = 0.149$ ) radiographs did not occur significant difference between the gray mean values in these areas. Comparing the areas in the three exams it was observed larger values next to the implants in all exams: CBCT (126.20 and 127.44) panoramic radiography (106.51 and 106.09) and periapical radiography (120.32). The more distant areas and the areas closest to neighboring implants had significant different values in the two reconstructed images of CBCT when compared to the panoramic and periapical radiographs. The interference of dental implants in acquiring radiographic and tomographic exams was confirmed by altered radiographic density mean values in the peri-implant area. Comparing the three exams it was noticed that the CBCT image showed the most significant interference of the dental implants.

Keywords: Artifacts. Cone Beam Computed Tomography. Dental Implants. Radiography Panoramic. Radiography, Dental, Digital.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> -Posicionador radiográfico Rinn XCP (A), individualização do posicionador com silicona de adição (B) e paciente posicionado para obtenção do exame periapical (C).....	29
<b>FIGURA 2</b> - Aparelho de raios X SOMMO (Gnatus, Ribeirão Preto, SP-Brasil).....	30
<b>FIGURA 3</b> - Sistema Digital Digora (Optime Soredex, Tuusula, Finlândia).....	31
<b>FIGURA 4</b> - Aparelho Panorâmico e Cefalométrico Digital Cranex® (Optime Soredex, Tuusula, Finlândia).....	31
<b>FIGURA 5</b> - Equipamento para Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico(CARESTREAM®,EUA).....	32
<b>FIGURA 6</b> - ImageJ (software livre).....	34
<b>FIGURA 7</b> - Desenho esquemático com as áreas delimitadas para análise.....	35
<b>FIGURA 8</b> - Áreas de mensuração delimitadas na radiografia periapical, em mesial e distal, e em diferentes distâncias do implante dentário.....	36
<b>FIGURA 9</b> - Calibração com o valor da plataforma protética na aba <i>Analyze-Set Scale</i> , com uma reta medida na cabeça do implante (4.1mm).....	37
<b>FIGURA 10</b> - Sequência e imagens das mensurações. (A) Imagem aberta no ImageJ. (B) Selecionando a ferramenta <i>Analyze</i> e a opção <i>tools</i> . (C) A seguir, selecionando a função <i>ROI Manager</i> . (D) E o comando <i>open</i> . (E) Imagem do implante dentário com as seis áreas delimitadas para mensuração. (F) Selecionando as áreas e o comando <i>Measure</i> na função <i>ROI Manager</i> . (G) Valores médios das densidades radiográficas para as áreas delimitadas.....	38
<b>Figura 11</b> - Sequência e imagens das mensurações nas tomografias. (A e B) Utilização do <i>plugin Bio-formats</i> . (C) Imagem aberta no programa ImageJ. (D e E) Comandos para normalização da imagem tomográfica. (F) Imagem normalizada. (G) Seleção da área na função <i>ROI Manager</i> . (H) Seleção do corte da imagem tomográfica no comando <i>Image-Stacks-Reslice</i> . (I) Seleção para visualização da imagem no plano sagital. (J) Abertura do corte selecionado. (K) Áreas demarcadas para realização das medidas.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre os valores médios de densidade radiográfica, nas diferentes áreas, em cada exame individualmente (comparação na coluna).....	44
Tabela 2- Comparação entre os valores médios de densidade radiográfica, nas áreas medidas nas imagens de TCFC, considerando dois diferentes cortes tomográficos (reta central X reta rebordo).....	44
Tabela 3: Comparação dos valores médios de densidade radiográfica em cada área entre os diferentes exames por imagem (comparação na linha).....	45

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

cm - centímetros

CBCT - Cone Beam Computed Tomography

CADIA - Computer-Assisted Densitometric Image Analysis

DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine

DSR- Digital subtraction radiography (Do inglês)- Subtração radiográfica digital

FOV - Field of View (Do inglês)- Campo de visão

µm – Micrômetro

kVp –Quilovoltagem/pico

mA - miliamperagem

mm - milímetros

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

MSCT - Multislice Computed Tomography

ROI - Region of Interest

s - segundos

TCFC - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

TCMD- Tomografia Computadorizada com multidetectores

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	27
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	27
4.3 PROCEDIMENTOS.....	28
4.3.1 Radiografias Periapicais.....	28
4.3.2 Radiografias Panorâmicas.....	31
4.3.3 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC).....	32
4.3.4 Mensurações.....	33
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>.....</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A odontologia vem se reestruturando consideravelmente com as inovações tecnológicas na aquisição de imagens tanto em termos de equipamentos como em relação às técnicas de obtenção das imagens.

Porém, exames realizados em áreas com a presença de materiais metálicos, como os implantes dentários, podem sofrer interferências e, conseqüentemente, diminuição da precisão dos mesmos. Segundo Schulze *et al.*, em estudo realizado para avaliação de exames de imagens com a presença de implantes dentários, as técnicas de imagem com a utilização de raios X estão sempre sujeitas à produção de artefatos. E em determinados casos, os artefatos metálicos podem interferir significativamente na qualidade da imagem de um exame realizado com tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) <sup>1</sup>.

O estudo de Abdoli *et al.* também mostra resultados semelhantes, em que a presença de objetos metálicos no campo de visão da aquisição de uma imagem de Tomografia Computadorizada (TC) pode conduzir à avaliação equivocada de anormalidades nas regiões correspondentes ao estudo. Implantes metálicos, tais como próteses de quadril, grampos cirúrgicos e restaurações dentárias são alguns dos corpos metálicos que induzem a este tipo de artefato e levam a uma discrepância entre as unidades Hounsfield e os coeficientes reais de atenuação. Artefatos ocorrem principalmente no controle pós-operatório dos implantes dentários, devido ao alto nível de ruído nas imagens adquiridas com TCFC. Inconsistências na sensibilidade de captura das energias atenuadas provenientes do feixe de raios X contribuem para imprecisões na estimativa da densidade óssea ao redor dos implantes, verificada por meio de valores dos níveis de cinza <sup>2</sup>.

Artefatos induzidos em imagens de TCFC foram descritos por Ohnesorge *et al.* como um fenômeno periférico, aparecendo como banda brilhante, próxima ao campo de visão (FOV) <sup>3</sup>. Katsumata *et al.* relataram ainda que os artefatos eram causados por saturação do sistema detector, tal como o intensificador de imagem, e podem aparecer como um defeito ou deformidade da imagem, quando a objeto a ser radiografado está localizado próximo da superfície corporal <sup>4</sup>.

Os artefatos reduzem consideravelmente a qualidade da imagem nos exames, resultando em perda importante de informações para o diagnóstico, especialmente nas regiões localizadas próximas à superfície do metal <sup>5</sup>. Entre os resultados

relacionados à indução dos artefatos estão as discrepâncias entre as condições físicas reais do objeto e a imagem adquirida, nas quais são considerados fatores como a composição técnica do scanner do tomógrafo de feixe cônico, a posição e o comportamento do objeto sob investigação, e o algoritmo matemático utilizado para a reconstrução em terceira dimensão (3D). Estudos demonstraram que, mesmo o titânio sendo um dos metais mais leves utilizados na odontologia, ele provoca endurecimento maciço do feixe de raios X nas quilovoltagens utilizadas em equipamentos de TCFC <sup>5</sup>. Porém, o aperfeiçoamento em unidades de processamento gráfico já tem reduzido drasticamente o tempo de ajustes computacionais, e é muito provável que, em um futuro próximo, os métodos de reconstrução sejam bastante aprimorados e, assim, ajudem a reduzir vários tipos de artefatos <sup>6</sup>.

A mensuração da densidade realizada em áreas com a presença de implantes dentários pode fornecer valores diferentes daqueles observados em áreas com a presença de dentes naturais ou apenas tecido ósseo. Sendo assim, Naitoh *et al.* avaliaram imagens adquiridas com radiografia panorâmica e com TCFC, comparando quatro tipos de localizações, isto é, área entre dentes naturais, área entre dente natural e implante dentário, área entre implantes dentários e, ainda a área posterior ao implante mais distal. Neste estudo, uma área retangular foi delimitada a olho nu pelo observador nas quatro diferentes localizações e, medidos os valores de pixels para estas áreas. As imagens foram comparadas e os resultados mostraram que os valores de pixels nos exames de TCFC na região entre dentes naturais vizinhos diferiram significativamente daqueles obtidos na área localizada entre os implantes dentários. Por outro lado, nas radiografias panorâmicas, não houve diferença significativa, quando foram comparadas as mesmas regiões, demonstrando assim a presença de artefatos metálicos relacionados aos implantes dentários nos exames de TCFC <sup>7</sup>.

De acordo com Angelopoulos e Aghaloo, o planejamento para um tratamento envolvendo implantes dentários deve basear-se na análise criteriosa do local escolhido para a colocação dos mesmos, o qual deve incluir a presença de um tecido ósseo estruturalmente sólido que possa favorecer o processo de osseointegração. As chances de sucesso da implantação são aumentadas quanto mais tecido ósseo estiver disponível para a fixação e para a distribuição de forças mastigatórias, sendo que o osso cortical é mais adequado para fornecer suporte

para os implantes. Ainda, segundo estudo realizado por estes autores, as estimativas precisas da altura e largura do osso alveolar são obrigatórias para a escolha do tamanho apropriado do implante e para determinar o grau de angulação do rebordo alveolar desdentado. Sendo assim, a tomografia computadorizada é o exame que pode fornecer todos os itens necessários para um planejamento ideal de tratamento com implantes dentários<sup>8</sup>.

Portanto, devido a importância dos exames por imagem no planejamento e no acompanhamento de tratamentos realizados com implantes dentários e da necessidade de exames com a máxima precisão e fidelidade, justifica-se a realização de pesquisas que objetivem verificar a influência da presença de implantes dentários nas imagens de exames intrabucais e extrabucais que utilizam radiação ionizante.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Beledelli e Souza realizaram uma revisão de literatura sobre artefatos em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico e descreveram os diferentes tipos de artefatos que podem ser vistos nestes exames, enfatizando que, de acordo com Stoppie *et al.*, cada um destes tipos possui um fator determinante para o seu aparecimento<sup>9,10</sup>. Os artefatos nas imagens possuem diferentes formas como; por exemplo, em anel, que são causados por defeitos como não haver calibração do detector de imagem e, que ocorrem no plano axial, como imagens circulares claras. Artefatos de movimento ocorrem pelo desalinhamento entre feixe de raios X, objeto e detector, fazendo com que a reconstrução não corresponda à imagem do objeto. Artefatos resultantes de materiais muito densos também são chamados de artefatos por endurecimento do feixe, uma vez que sua energia média aumenta, resultando em uma imagem mais brilhante dos limites do objeto metálico e a formação de faixas claras e brilhantes na imagem. Outro artefato decorrente do endurecimento do feixe são faixas escuras entre os objetos metálicos. Artefatos de ruído ocorrem na TCFC devido à atenuação do feixe de raios X de forma inconstante, pois a quilovoltagem e miliamperagem utilizadas nestes aparelhos são baixas. O artefato de espalhamento, que aparece em forma de linhas ou raios claros, é gerado pela difração de fótons que alteram seu trajeto, após se encontrar com a matéria. Quanto menor o FOV utilizado, maior será a probabilidade de que estes artefatos ocorram. O artefato de extinção é aquele em que o sensor não recebe fótons no momento da aquisição da imagem, gerando estrias ou faixas escuras e que ocorre quando o material em que o feixe de raios X incide, é muito absorvente. E, por fim, os artefatos de efeito do feixe cônico que são causados pela divergência do feixe de raios X, reduzindo a quantidade de informações das estruturas periféricas e aumentando as informações daquelas estruturas que são projetadas no centro do detector<sup>9</sup>.

Essa formação de artefatos é influenciada por determinados fatores, dentre os quais, o principal, segundo estudo de Li *et al.*, foi a angulação entre o eixo do implante de titânio e a fonte de raios X dos aparelhos de microtomografia computadorizada (micro-TC). O segundo fator identificado pelos investigadores foi a distância medida a partir da superfície do implante, e que pode ocorrer devido ao feixe de raios X ser menos obstruído pelo metal com o aumento da distância a partir

da superfície do implante <sup>11</sup>. Rebaudi et al. sugeriram que a medição de tecido ósseo adjacente ao implante deve ser feita a partir de 45 $\mu$ m, pois o osso peri-implantar imediatamente adjacente é geralmente de maior significado. De acordo com estudo realizado por estes autores, os artefatos causados pelo titânio nas imagens de micro-TC não prejudicaram significativamente a interpretação das imagens em distâncias menores que 45 $\mu$ m, ainda assim sugerem que as medidas realizadas nesta zona devem ser interpretadas com cautela <sup>12</sup>. Além disso, a microtomografia é um método de avaliação destinado a pequenos espécimes, não sendo empregada em estudos clínicos <sup>12</sup>.

Em uma revisão da literatura, Schulze *et al.* também destacaram alguns dos fatores que com maior frequência comprometem as imagens tomográficas. Entre estes estão, o FOV restrito, em que o campo de visão é apenas uma pequena parte da estrutura que está sendo atravessada pelo feixe de raios X, sendo assim a imagem da região de interesse é circundada por tecidos que não são reconstruídos, resultando em erros no volume reconstruído. Outros fatores estão relacionados ao endurecimento do feixe de raios X e ao custo de detectores maiores necessários para a aquisição de grandes volumes <sup>6</sup>. Os autores enfatizam que, embora existam diferentes causas para a formação dos artefatos, muitos destes fatores geram imagens com aparência semelhante, visualizados frequentemente como faixas, linhas e sombras. Porém, ressaltaram também que muitos esforços e pesquisas estão sendo realizadas e as inovações computacionais de algoritmos matemáticos poderão reduzir diversos tipos de artefatos nas imagens de TCFC <sup>6</sup>.

Os artefatos possuem imagens em diferentes níveis que estão relacionados ao corpo do implante, mais especificamente a parte inferior, de acordo com estudo realizado por Stoppie *et al.* O alcance e a escala de artefatos foram significativamente mais largos e maiores nesta região do que aqueles observados na parte superior e média do implante, o que ocorreu, provavelmente, devido ao desenho do implante, que tem na parte final inferior, uma forma irregular <sup>10</sup>. Considerando as limitações do estudo, os autores sugeriram que os erros de interpretação relacionados aos artefatos causados por implantes de titânio durante a realização de microtomografias computadorizadas poderiam ser minimizados com as seguintes medidas: colocar o eixo do implante paralelo ao centro do feixe de raios X; analisar a parte inferior do implante, que é irregular, com cautela; interpretar, também com cautela as imagens nas distâncias inferiores a 45  $\mu$ m, medidas a partir

da superfície do implante e; finalmente, examinar o implante para definir a importância do artefato na linha de base <sup>10,12</sup>.

Como mencionado anteriormente, na presença de objetos altamente atenuantes, que possuem um elevado número atômico, algumas faixas escuras e claras aparecem nas imagens reconstruídas de TC, o que é referido como sendo artefatos metálicos, gerados a partir de um inadequado número de fótons que atingem os detectores. Por sua vez, o tamanho e a intensidade do artefato metálico variam de acordo com a energia dos fótons incidentes e a detecção do feixe de raios X realizada pelo detector de imagem no equipamento tomográfico. Esses artefatos encobrem imagens de estruturas anatômicas e de alterações patológicas, fornecendo imagens inadequadas para o diagnóstico. De acordo com os resultados de um estudo realizado por Chindasombatjaroen *et al.*, em que foram analisados artefatos de quatro grupos de estruturas metálicas, sendo elas, liga de ouro, alumínio, titânio e cromo-cobalto e, no qual também foram comparados dois tipos de exames tomográficos: TCFC (tomografia computadorizada com feixe cônico) e TCMD (tomografia computadorizada com multidetectores). Houve maior indução de artefatos na TCMD quando esta foi comparada a TCFC, resultado que foi associado a forma de aquisição das imagens tomográficas. A liga de ouro foi a estrutura metálica que produziu mais artefatos na imagem, resultado atribuído ao seu maior número atômico <sup>13</sup>.

Por outro lado, outras estruturas como, por exemplo, tecido ósseo e resina, em uma mesma amostra, também podem gerar uma substancial dificuldade na obtenção de imagens de ótima qualidade para uma análise adequada, devido as diferentes atenuações, em relação ao feixe de raios X <sup>14</sup>.

Katsumata *et al.* realizaram um estudo com o objetivo de verificar a diferença de densidades entre a face lingual e a vestibular em uma mandíbula submetida a um exame de TCFC. Os autores observaram que houve diferença significativa entre as densidades dessas faces, que está relacionada à presença de artefatos e, no caso estudado, são provenientes das estruturas circundantes como músculo, língua e tecidos moles em geral <sup>4</sup>. Os artefatos tornam-se piores quando o FOV é menor, isto é, mais restrito, pois as estruturas que ficam fora do FOV acabam gerando artefatos e, quanto mais estruturas fora do campo de visão, mais artefatos nas imagens <sup>15</sup>.

O FOV restrito realmente prejudica o exame de TCFC como foi observado no estudo realizado por de Nardi *et al.*, no qual foram estudados diferentes tamanhos

de FOV's, idades diferentes e arcos distintos, relacionando-os aos artefatos. Para o FOV houve maior indução na formação de artefatos para os mais restritos devido à influência de volumes de outros objetos fora do campo de visão; em relação à idade, os pacientes com sessenta anos ou mais apresentaram mais artefatos de movimento, pois por possuírem problemas motores não conseguem ficar completamente imóveis no momento da aquisição do exame e assim geram este tipo de artefato; e, na mandíbula, ocorreu a maior influência por endurecimento do feixe de raios X, e também existe maior probabilidade de haver a movimentação da mandíbula durante o exame tomográfico quando esta é comparada à maxila <sup>16</sup>.

Makins também relatou fatores que contribuem, devido às suas características, para o efeito de formação de artefatos. Dentre os quais foram destacados: o endurecimento do feixe de raios X, gerado pelo elevado número atômico dos objetos, principalmente dos implantes dentários; problemas no detector de imagens, que geram artefatos radiopacos em forma de anel; problemas relacionados à movimentação do paciente durante o exame tomográfico, que geram artefatos em forma de estrias radiopacas e imagens sugestivas de duplicidade de um mesmo objeto; e, por fim, problemas no componente que mede a energia do raio-x incidente, localizado dentro do detector de imagens, e que se não estiver funcionando adequadamente, existe uma grande probabilidade de haver a presença de artefatos nas imagens da TCFC <sup>17</sup>.

Na formação da imagem gerada pela TCFC, com a presença de implantes dentários, de acordo com Schulze *et al.*, o sensor acaba registrando uma energia média aumentada, pois apenas os raios X de maior intensidade penetram no implante, resultado em uma imagem final que possui intensidade maior na área do implante do que nas demais estruturas presentes no local, ou no campo de visão, e que apresentarão valores de cinza menores ou tons mais escuros. Em um estudo, os autores citados utilizaram feixes de raios X com diferentes intensidades e demonstraram que os raios de baixa intensidade acabam sendo completamente absorvidos pelo implante dentário, enquanto que os raios de alta intensidade são parcialmente absorvidos, ocorrendo o efeito de endurecimento do feixe, e gerando imagens diferentes das estruturas originais <sup>18</sup>.

Outro fator importante a ser lembrado e considerado são as características da imagem gerada pelos equipamentos de TCFC, pois as imagens adquiridas podem ser diferentes em relação aos critérios de imagem como brilho e contraste. De

acordo com Leung, um limite nos valores de pixels dentro da região de interesse (ROI) é geralmente definido como o responsável por pequenos erros no alinhamento da imagem e na normalização do contraste. Segundo o autor, o contraste não uniforme e as diferenças de brilho com o par radiográfico do mesmo local é, muitas vezes, um problema encontrado em imagens médicas. Assim, estas alterações prejudicam a interpretação da imagem tomográfica e comprometem características importantes<sup>19</sup>.

Meyer *et al.*, ao realizarem estudos sobre o método de normalização de imagens prejudicadas pelos artefatos metálicos, constataram que os equipamentos odontológicos existentes para TCFC não possuem um software adequado que possa reduzir esses artefatos e, conseqüentemente, a imagem dos implantes dentários permanece sendo um problema quando da avaliação de exames de TCFC<sup>20</sup>.

A correção dos níveis de cinza em exames de imagens diferentes, de acordo com Ruttimann *et al.*, deve ser realizada não parametricamente, usando a função da densidade cumulativa, que mostrou eficácia na correção em exposições com feixes de raios X diferentes<sup>21</sup>. Utilizando este método Woo *et al.* conseguiram comparar imagens de radiografia periapical sem diferenças nas ROIs selecionadas e por meio do *Computer-Assisted Densitometric Image Analysis* (CADIA) analisaram mudanças no osso alveolar<sup>22</sup>. Assim como no estudo de Christgau *et al.* que utilizou a subtração radiográfica digital (DSR) na análise de pequenas mudanças de espessura do tecido ósseo e obteve resultados muito mais precisos em níveis de cinza comparados à radiografia convencional<sup>23</sup>.

Uma importante ferramenta para a análise do osso alveolar é o exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) que se tornou uma alternativa como exame de imagem em Odontologia, proporcionando uma visão tridimensional das estruturas anatômicas do paciente e aumentando o potencial dos exames de imagem no diagnóstico e planejamento dos tratamentos<sup>8</sup>.

Conforme Abramovitch e Rice, a imagem tomográfica é formada por incidência de um feixe de raios X cônico que faz a varredura do paciente num percurso circular em torno do eixo vertical da cabeça<sup>24</sup>. É essencial lembrar que a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é diferente de uma tomografia computadorizada (TC) convencional ou *multislice* (múltiplas fatias), e que a principal diferença se dá em relação ao processo de aquisição da imagem, que na TCFC

ocorre com a obtenção dos dados da imagem, em uma única varredura, a partir de todo o volume escaneado, ao contrário da TC que ocorre com várias fatias ou cortes obtidos a partir do escaneamento do paciente e com os quais se faz a reconstrução do volume total. De acordo com Mischkowski *et al.*, na comparação da TCFC e TC os artefatos metálicos influenciaram mais o exame de TC, porém, tais problemas com artefatos são bem locais ao anteparo que o originou e não se estendem ao volume total da aquisição <sup>25</sup>.

Na comparação entre os dois exames: TCFC e MSCT (tomografia computadorizada *multislice*), o estudo de Esmaeili *et al.* mostrou uma maior qualidade de imagem nos exames com implantes dentários na TCFC. Apesar da alta energia de kVp (quilovoltagem) apresentada pelos dois equipamentos, o escâner do tomógrafo de feixe cônico apresentou uma resolução espacial maior. E a região de canino, na mandíbula, foi a que apresentou maior influência dos artefatos quando comparada a região de pré-molares e molares, devido ao seu posicionamento em uma área mais circunferencial <sup>26</sup>.

A introdução da TCFC na Odontologia está intimamente ligada a um novo paradigma de diagnóstico bucomaxilofacial e aos fundamentos de aquisição de dados que também a denominam de tomografia volumétrica. A densidade e outras características do tecido ósseo alveolar podem ser avaliadas com uma TCFC. Exame em que também são avaliados itens como: espessura e integridade do tecido ósseo alveolar, continuidade da crista alveolar, integridade dos limites ósseos em estruturas anatômicas proximais e ainda, arquitetura do osso alveolar <sup>8</sup>.

No acompanhamento de casos com implantes dentários, os exames de imagem, de acordo com De Smet *et al.*, são uma das ferramentas primordiais para observação e controle da região peri-implantar. As radiografias intrabucais como a periapical, com a técnica do paralelismo, e obtidas pelo método digital, são as mais indicadas, porém pela dificuldade de colocação do receptor de imagens na cavidade bucal, em alguns casos, opta-se pelos exames de imagens extrabucais como a radiografia panorâmica e a TCFC. Uma vez que a radiografia panorâmica gera uma imagem bidimensional e o objetivo é a visualização da osseointegração do implante em todas as suas faces, a TCFC possui a vantagem de fornecer uma imagem tridimensional. No estudo realizado pelos autores citados anteriormente, para avaliar a acurácia e confiabilidade dos métodos radiográficos, comparando os três exames de imagem e incluindo os métodos convencionais e digitais, em termos de

reprodutibilidade de medidas, a radiografia periapical digital, com a técnica do paralelismo, foi a que apresentou resultados mais próximos dos reais, mesmo tendo entre os exames a TCFC<sup>27</sup>.

Na radiografia periapical, a imagem resultante possui uma maior precisão, quando é utilizada a técnica do paralelismo<sup>8</sup>. O princípio fundamental desta técnica é o posicionamento do filme radiográfico (ou receptor de imagem) paralelo ao longo eixo dos dentes e, do raio central do feixe de raios X perpendicular aos dentes (ou implantes) e ao filme (ou receptor de imagem). Esta orientação minimiza a distorção geométrica e pode ser conseguida usando-se dispositivos de contenção e posicionamento dos receptores de imagem. Além disso, nesta técnica, a manutenção da fonte de raios X bastante distante do objeto a ser radiografado, em uma distância de 40 cm, resulta em redução adicional da distorção geométrica e aumenta a definição da imagem radiográfica<sup>8,28,29</sup>.

Na relação dos exames por imagens que são usados para o diagnóstico em implantodontia também foi analisada a radiografia panorâmica, que é uma técnica bastante utilizada, indicada para avaliar o tecido ósseo alveolar, os dentes restantes, a localização de estruturas anatômicas (canal mandibular, seio maxilar, fossa nasal) e, também, para o diagnóstico de determinadas patologias ósseas. Esta radiografia oferece uma cobertura maior da região bucomaxilofacial, se comparada às incidências intrabucais, e ainda, permite a comparação com as estruturas contralaterais. As radiografias panorâmicas na implantodontia são apropriadas para a avaliação preliminar da altura da crista óssea, dos limiões de qualidade e densidade óssea e; ainda, para a avaliação das corticais do canal mandibular, seio maxilar e fossa nasal, porém é imprescindível que, na obtenção da imagem radiográfica, não ocorram erros de posicionamento do paciente<sup>8</sup>.

As radiografias panorâmicas digitais, quando comparadas às convencionais, possuem uma maior precisão em relação a sua magnificação que já é esperada na imagem da panorâmica. Esta radiografia ainda é muito utilizada para planejamento de tratamentos com implantes dentários e para análise de estruturas da cavidade bucal<sup>30</sup>. De acordo com o estudo de Park, as radiografias panorâmicas digitais apresentaram maiores problemas em relação à magnificação das estruturas na região de pré-molares inferiores e, na região anterior superior, o problema são as imagens com sobreposição de estruturas que dificultam a correta visualização da região e do local para colocação dos implantes dentários<sup>30</sup>.

O estudo de De Bruyn *et al.* avaliou radiograficamente a região peri-implantar e comparou os três exames de imagem mais utilizados: radiografia periapical, panorâmica e TCFC. Conforme este estudo, a radiografia periapical possui indicações para a análise da região dos implantes como: avaliação da adaptação da prótese sobre implante, visualização de reabsorções ósseas e de fraturas, entre outras; a radiografia panorâmica convencional, por sua vez, pode ter problemas relacionados à qualidade do filme e da imagem final após o processamento radiográfico. A forma das arcadas dificulta a obtenção da imagem na panorâmica e, assim como ocorre com a radiografia periapical, o fato de gerarem imagens bidimensionais não favorece a realização de uma análise mais detalhada, como acontece com a imagem de TCFC, que possui mais detalhes e oferece mais opções de visualização da região de interesse, como também uma maior precisão <sup>31</sup>. Contudo, ainda de acordo com o estudo de De Bruyn *et al.*, na comparação entre a radiografia periapical e a TCFC, para a avaliação da crista óssea próxima ao implante, a radiografia periapical mostrou maior precisão, uma vez que a presença do implante dentário gera artefatos nas imagens de TCFC que prejudicam sua interpretação <sup>31</sup>.

Em relação à dose de radiação, a radiografia panorâmica é a mais indicada quando for necessário fazer mais de cinco radiografias periapicais para avaliar um caso. A dose de radiação é maior na TCFC do que nas duas radiografias citadas, mas é o exame mais indicado para avaliação do volume ósseo. Enquanto que as radiografias intra-orais são os exames padrão para estudos científicos de avaliação da exposição às radiações <sup>31</sup>.

De acordo com o estudo acima descrito, as radiografias periapicais e panorâmicas não diferem significativamente na avaliação da região peri-implantar como exame de rotina. Porém, há uma diferença entre os exames convencionais e os digitais, na qual a vantagem dos digitais é a visualização e a manipulação das imagens na tela do computador onde estas podem ser superiores às imagens convencionais devido aos recursos que poderão ser utilizados, diferente do que ocorre com as radiografias convencionais que são visualizadas em negatoscópios e que podem ter imagens distorcidas ao serem vistas em negatoscópios que tenham problemas relacionados à iluminação <sup>31</sup>.

Watanabe *et al.* compararam dois tipos de exames radiográficos, periapical e panorâmico, em imagens digitalizadas, para avaliação do padrão ósseo trabecular

na mandíbula. Conforme os autores, em termos de avaliação da região peri-implantar os dois exames sem equivalem, uma vez que possuem o mesmo tipo de processamento e as mesmas características negativas em relação à sobreposição de imagens. Mas a obtenção das radiografias com o método digital fornece uma imagem com maior nitidez, que facilita o diagnóstico e a manipulação da imagem, auxiliando em uma análise mais profunda dos tecidos ósseos, que não inclui apenas altura e espessura, mas também sua qualidade. Uma diferença associada aos exames e, relatada pelos autores, foi a direção do feixe de raios X incidente em relação ao tecido ósseo e processo alveolar, que na radiografia periapical ocorre da face vestibular para a face lingual e na panorâmica se dá no sentido oposto, e que, segundo os autores explica os resultados encontrados que mostraram diferenças significativas entre as duas técnicas. As radiografias panorâmicas tem uma resolução muito menor que a das radiografias periapicais, e dessa forma não mostram as estruturas ósseas mais finas que são observadas nas radiografias periapicais, e que fornecem mais detalhes sobre o padrão do trabeculado ósseo <sup>32</sup>.

Na avaliação da reprodutibilidade dos exames de imagem, em um estudo de Gamba *et al.* foi comparada a precisão de medições realizadas nos arcos dentários em modelos de gesso e nas imagens de TCFC. As medições realizadas em exames de pacientes que possuíam restaurações metálicas mostraram diferenças significativas entre os modelos e os exames tomográficos. A maioria das medidas dos arcos na TCFC foi influenciada negativamente pela presença das restaurações metálicas, resultando em um aumento significativo dos valores. Segundo os autores, as estrias provenientes das restaurações metálicas devem ter induzido às medições incorretas <sup>33</sup>.

Vários fatores devem ser considerados em relação à solicitação dos exames no diagnóstico por imagens utilizadas em implantodontia. Conforme Tyndall e Brooks, na seleção dos exames adequados para a avaliação dos locais para colocação dos implantes, a escolha da melhor técnica, radiográfica ou tomográfica, deve basear-se em uma distorção mínima, considerando os fatores relacionados ao paciente, ao feixe de raios X e ao receptor de imagens. Além disso, devem ser considerados critérios como: a dose de radiação para o paciente e o custo dos exames para cada caso <sup>34</sup>.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a influência dos implantes metálicos na densidade radiográfica da área peri-implantar em imagens de radiografias periapicais, obtidas pela técnica do paralelismo, em radiografias panorâmicas e, também, em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Medir a densidade radiográfica em imagens radiográficas periapicais, obtidas pela técnica do paralelismo, em radiografias panorâmicas e em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico obtidas, em diferentes regiões localizadas próximas a área de colocação dos implantes dentários.

Comparar a densidade radiográfica medida na área peri-implantar entre os diferentes exames por imagem: radiografias periapicais, radiografias panorâmicas e tomografia computadorizada de feixe cônico.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O presente estudo insere-se em uma análise quantitativa, com uma abordagem do tipo comparativa e relacional, entre os exames de imagens: radiografia periapical, radiografia panorâmica e tomografia computadorizada de feixe cônico, considerando a indução de artefatos na obtenção de imagens obtidas em regiões com a presença de implantes dentários metálicos.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Este projeto de pesquisa é uma extensão do projeto: “INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DE REVESTIMENTO ESTÉTICO E DA FORÇA DE MORDIDA NA FALHA DE PRÓTESES TOTAIS FIXAS IMPLANTOSSUPOORTADAS”, já aprovado pelo CEP-PUCRS (Of. CEP 1296/08) e registrado no SISNEP (CAAE - 0348.0.002.000-08). A adição da parte de avaliação radiográfica foi submetida à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) para modificação do projeto original.

Uma amostra consecutiva de 10 pacientes (N=21 implantes dentários) que necessitavam de tratamento reabilitador com implantes em maxilas e ou mandíbulas totalmente edêntulas, com próteses fixas do tipo protocolo Branemark, foi acompanhada na Faculdade de Odontologia da PUCRS, nas Clínicas de Especialização em Implantodontia, Especialização em Prótese Dentária e nas disciplinas de Prótese sobre Implantes da graduação (Próteses V e VI). Os pacientes selecionados deveriam preencher os seguintes critérios de elegibilidade e aceitar participar do estudo.

- 1) Critérios de inclusão: Pacientes em tratamento protético para reabilitação de maxila e/ou mandíbula edêntula por prótese fixa total implantossuportada (tipo protocolo Branemark) com infraestrutura metálica, cobertura de resina e dentes artificiais de resina;
- 2) Critérios de exclusão: Carga imediata, osso tipo IV, uso de biomateriais, problemas anteriores de falha de osseointegração na região de interesse, tabagismo (acima de 10 cigarros por dia), diabetes tipo 2 sem controle, problemas transoperatórios, próteses cimentadas.

### **Protocolo Cirúrgico/Protético:**

Todos os implantes foram colocados nas clínicas de especialização em implantodontia ou cirurgia bucomaxilofacial da PUCRS. Os pacientes foram avaliados com exames radiográficos e tomográficos pré-operatórios além de confecção e prova dos guias cirúrgico/protéticos. Após, foi prescrita medicação previa padrão e início da cirurgia, com anestesia infiltrativa, incisão e rebatimento do retalho e sequência de osteotomias conforme determinação dos fabricantes para cada marca comercial de implantes utilizados com a colocação de 6 a 8 implantes para maxila e 4 a 6 implantes para mandíbula, dependendo do planejamento prévio e disponibilidade de cada paciente.

Na confecção das próteses, conforme o planejamento do caso eram utilizadas próteses provisórias, se os implantes instalados obtivessem estabilidade primária de 40 N.cm (Newtons) ou mais, caso contrário aguardava-se o período de cicatrização de 3 a 4 meses para mandíbula e 5 a 6 meses para maxila, até nova cirurgia de reabertura dos implantes e confecção de próteses provisórias.

## **4.3 PROCEDIMENTOS**

### **4.3.1 Radiografias Periapicais**

- Individualização do Posicionador

As radiografias periapicais foram obtidas pela técnica do paralelismo com a utilização de um suporte porta-filmes especial para esta técnica (Rinn XCP, Dentsply, EUA). Estes suportes possuem um dispositivo para o ajuste do receptor de imagens (filme radiográfico ou placa de fósforo), que resulta na melhora do paralelismo entre a área a ser radiografada e o receptor.

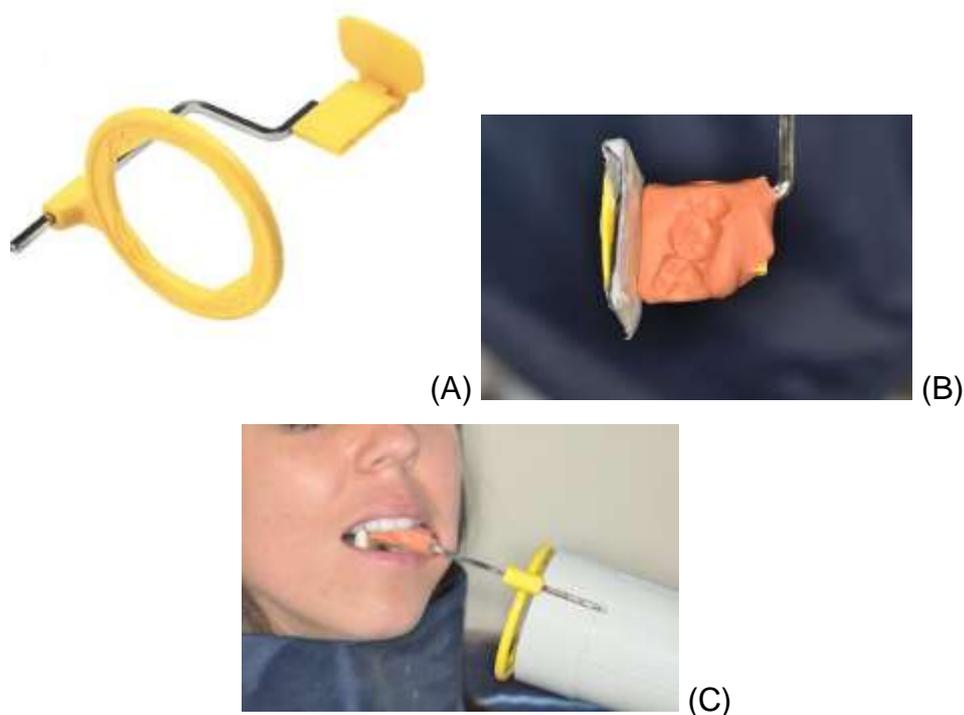
Foi realizada a individualização do suporte para cada região a ser radiografada, aumentando assim, o grau de precisão do exame. Para isso, primeiramente era selecionado o bloco de mordida adequado para a região posterior a ser radiografada, onde eram criadas retenções, para melhorar a fixação do material de individualização. Após, adaptava-se a placa de fósforo do sistema digital e a haste metálica do suporte e, em seguida, o conjunto era provado na boca do paciente em máxima intercuspidação habitual (MIH).

Posteriormente, preparava-se meia porção de silicona de adição (3M ESPE), a qual era adaptada no bloco de mordida, de modo a penetrar nas retenções criadas

e englobar a haste metálica e também a região de interesse para o exame radiográfico, com o paciente novamente ocluindo em MIH, até a presa final do material. Removido o conjunto da boca, eram cortados os excessos de material, porém, sem comprometer a resistência ou endentações que determinam o posicionamento ideal da peça. Em seguida, era colocado o anel localizador, que possibilita a determinação dos ângulos verticais e horizontais e a localização do ponto de incidência do raio central do feixe de raios X, para a realização da exposição radiográfica (Figura 1)<sup>29</sup>.

Subsequentemente, o cilindro era posicionado paralelo ao anel localizador, respeitando-se a distância de 40 centímetros (cm) entre o foco e o receptor de imagem (placa de fósforo).

**Figura 1** - Posicionador radiográfico Rinn XCP (A), individualização do posicionador com silicona de adição (B) e paciente posicionado para obtenção do exame periapical (C).



Fonte: Camargo (2014)<sup>35</sup>

- Exposição Radiográfica

Os tempos de exposição foram selecionados levando em consideração os fatores elétricos do aparelho de raios X, a área a ser radiografada e o receptor de imagem utilizado. Para a proteção dos pacientes em relação à radiação ionizante também foram utilizados avental e protetor de tireoide plumbíferos.

- Aquisição das Imagens

O aparelho de raios X utilizado foi o SOMMO (Gnatus, Ribeirão Preto, SP-Brasil) com fatores elétricos de exposição de 70 kVp, 7mA e filtração total em alumínio de 3,22mm (Figura 2).

Para a realização da técnica do paralelismo, utilizou-se um prolongador do cilindro localizador, mantendo a distância foco-receptor em 40cm.

Como receptores de imagem foram usadas placas de fósforo fotossensíveis (tamanho n° 2) do sistema digital Digora (Optime, Soredex, Tuusula, Finlândia).

**Figura 2** - Aparelho de raios X SOMMO (Gnatus, Ribeirão Preto, SP-Brasil).



Fonte: [http://odontoprimegnatus.com.br/index.php?pg=pro&pro\\_id=0063](http://odontoprimegnatus.com.br/index.php?pg=pro&pro_id=0063)

### Processamento das imagens

O processamento das imagens radiográficas periapicais foi realizado por meio de um escâner a laser próprio do Sistema Digital Digora (Optime Soredex, Tuusula, Finlândia), utilizando-se o software Scanora 5.1.(Figura 3).

**Figura 3** - Escâner do Sistema Digital Digora (Optime Soredex, Tuusula, Finlândia)



Fonte: <http://www.mwdental.com/equipment/x-ray/digital/digital-x-ray-phosphorus-plate-system/digora-optime-chairside-digital-x-ray.html>

#### 4.3.2 Radiografias Panorâmicas

As radiografias panorâmicas foram realizadas com o aparelho de raios X do Sistema Digital de Imagem Cranex® D digital X-ray (Soredex, Tuusula, Finlândia). Este aparelho utiliza como receptor de imagem um sensor CCD (Dispositivo Acoplado de Carga) e o software Scanora® 5.1 para aquisição, processamento, visualização, análise e armazenamento das imagens.

Os fatores elétricos para a exposição foram determinados de acordo com as especificações do aparelho de raios X e de acordo com as características individuais de cada paciente a ser radiografado.

**Figura 4** - Aparelho Panorâmico e Cefalométrico Digital Cranex® (Optime Soredex, Tuusula, Finlândia).



Fonte: <http://www.burkhardt-dental.com/soredex-cranexr-d-3-d-upgradeable-ceph-ability>

As radiografias extrabucais (panorâmicas), assim como as radiografias intrabucais (periapicais) foram realizados no Serviço Central de Radiologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

#### 4.3.3 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC)

As tomografias computadorizadas foram adquiridas em um Serviço de Radiologia Odontológica externo à Faculdade de Odontologia da PUCRS (FACIEM 3D, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil). As imagens foram obtidas após a instalação da prótese. O custeio dos exames foi de responsabilidade exclusiva dos pesquisadores.

As imagens foram adquiridas em um equipamento de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, marca CARESTREAM®, modelo 9500, voxel 200 $\mu$ , pertencente à clínica FACIEM 3D (Porto Alegre - RS, Brasil). Foram utilizados os protocolos de aquisição do referido serviço de Radiologia, devidamente adaptados para o propósito do trabalho de pesquisa. Com as especificações para a maxila de 90kVp e 10mA e mandíbula de 85kVp e 12mA, e o FOV selecionado de acordo com a arcada, maxila ou mandíbula.

**Figura 5** - Equipamento para Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (CARESTREAM®, EUA).



Fonte: [http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/REL/REL\[18837-1-2\]](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/REL/REL[18837-1-2]).

A aquisição das imagens foi determinada de acordo com a quantidade de implantes e disposição geométrica nas regiões anatômicas, considerando que para

um mesmo paciente poderiam ser realizadas aquisições em regiões da mandíbula e da maxila. Os parâmetros de exposição (kVp e mA) foram dimensionados de acordo com as características anatômicas da região a ser analisada (espessura e densidade), prevalecendo sempre os princípios de proteção radiológica, minimizando os índices de exposição aos raios X, mantendo a melhor qualidade de imagem possível para o diagnóstico.

As imagens foram armazenadas no formato *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) e, posteriormente, reconstruídas no *software CARESTREAM® Dental Imaging Software®*, da empresa *CARESTREAM®*. Com a utilização deste *software* é possível o processamento tridimensional da imagem, permitindo também estabelecer os níveis de cinza apropriados para visualização do resultado da atenuação do feixe de raios X.

A imagem gerada na tomografia é composta por diferentes níveis de cinza, originados dos processos de atenuação do feixe de raios X na estrutura anatômica exposta. De acordo com o sistema de aquisição, as imagens poderão ser analisadas em 16 *bits* (65536 níveis de cinza) ou, convertidas em 8 *bits* (256 níveis de cinza) para delineamento dos processamentos de reconstrução em 3D. A análise com a utilização dos níveis de cinza (tanto em 16 *bits*, como em 8 *bits*) possibilita a criação de uma escala de ajuste e processamento em função do processo de atenuação do feixe de raios X decorrente da absorção pelas estruturas expostas no momento da aquisição da imagem. Desta forma, valores menores na escala de níveis de cinza representam menor atenuação do feixe de raios X no momento da exposição e valores maiores de níveis de cinza são decorrentes dos processos de absorção da estrutura anatômica exposta. Assim, na aquisição da imagem, quanto maior for a densidade da estrutura, maiores serão as atenuações do feixe de raios X e, maiores serão os valores dos pixels nas imagens nos planos de visualização da estrutura.

Todos os exames de TCFC, radiografias periapicais e panorâmicas foram realizados como controle dos casos com implantes dentários em um mesmo período de acompanhamento e relacionados a outras pesquisas na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

#### 4.3.4 Mensurações

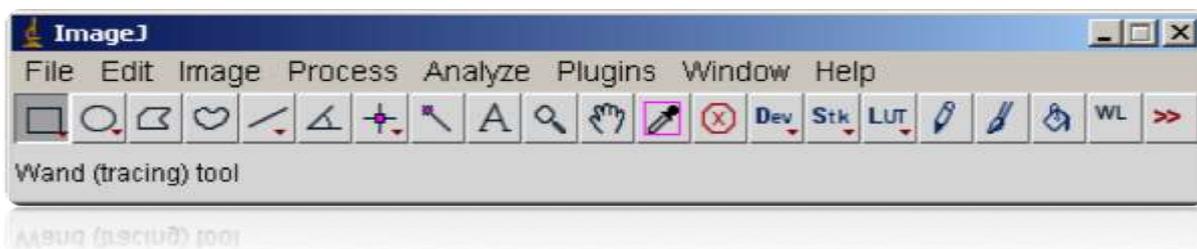
A análise e as medidas realizadas nos exames por imagens foram feitas em ambiente com iluminação controlada, utilizando um monitor com características

físicas de acordo com as necessidades de visualização. As medidas foram refeitas com um intervalo de 1 (um) mês.

O avaliador foi calibrado objetivando a padronização da análise em todos os exames avaliados.

Nos processos de análise e mensuração, foi utilizado o programa ImageJ, (software livre), desenvolvido no *National Institute of Mental Health – USA*, com a linguagem de programação Java. As mensurações foram realizadas no plano de visualização linear, de acordo com a característica da imagem gerada <sup>36</sup>.

**Figura 6** - Barra de ferramentas do programa ImageJ (software livre).

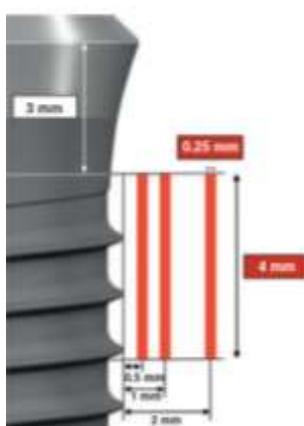


Fonte: IMAGEJ User Guide <sup>36</sup>

A área a ser analisada foi delimitada e padronizada para todas as imagens (periapicais, panorâmicas e tomografias). A densidade radiográfica, em níveis de cinza, foi medida nas imagens radiográficas e tomográficas considerando-se uma área mesial e outra distal, localizadas abaixo da cabeça do implante dentário. As medidas foram realizadas em uma área determinada como a figura geométrica de um retângulo, sendo a base do mesmo de 0,25 milímetros (mm) e a altura de 4mm. Na base delimitada por 0,25mm foram feitas três (3) diferentes medidas, sendo elas, imediatamente após o implante, isto é a 0,5mm; após a 1mm e a 2mm distantes do implante. As medições foram realizadas iniciando-se a 3mm abaixo da cabeça do implante, tendo a área retangular uma altura de 4 mm nas três medidas citadas anteriormente, conforme metodologia descrita por Benic *et al.* <sup>14</sup> (Figura 7). Nas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico, a área medida correspondeu àquelas determinadas para os outros exames radiográficos. Desta forma, no plano sagital das imagens tomográficas foi selecionado um corte correspondente à espessura total da maxila ou da mandíbula na área a ser analisada (da cortical externa à cortical interna). Para uma análise adicional e complementar, nas imagens tomográficas as medidas também foram realizadas em cortes sagitais de diferentes posições, denominados reta rebordo, quando o corte

abrangia uma reta passando pelo centro do implante mais distal em direção ao rebordo; e reta central, quando a reta passava pelos centros dos dois implantes localizados mais para distal.

**Figura 7** - Desenho esquemático com as áreas delimitadas para análise.

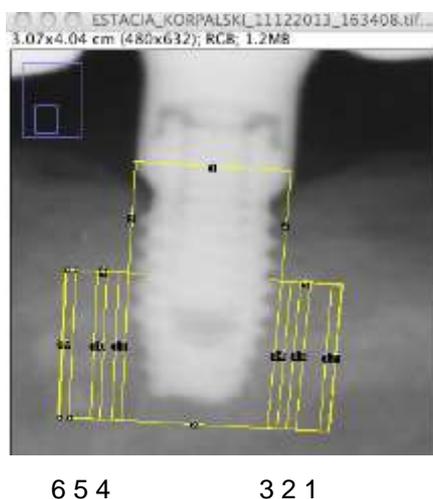


Fonte: Benic GI *et al.* (2013) <sup>14</sup>.

Os valores médios dos níveis de cinza da área delimitada foram calculados e comparados, de acordo com a localização destas áreas em um mesmo exame, e entre os diferentes exames de imagens radiográficas e tomográficas.

As áreas de mensuração foram numeradas de 1 a 6 (Figura 8), de acordo com a seguinte ordem: números 1, 2 e 3 localizadas em distal do implante, sendo que a área número 1 estava a 2mm do implante, a área número 2 a 1mm e a número 3 a 0,5mm do implante dentário, enquanto que as áreas números 4, 5 e 6 estavam localizadas por mesial do implante, e, da mesma forma, a área número 4 estava a 0,5mm do implante, a área número 5 a 1mm e, por fim, a número 6 a 2mm do implante.

**Figura 8** - Áreas de mensuração delimitadas na radiografia periapical, em mesial e distal, e em diferentes distâncias do implante dentário.



Fonte: O Autor (2015)

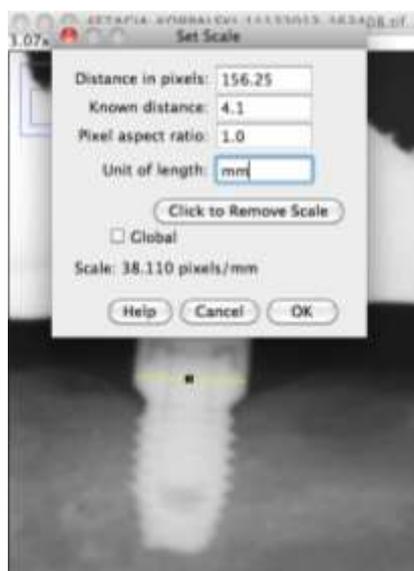
As imagens de TCFC e as radiografias panorâmicas e periapicais possuem diferentes resoluções de contraste, assim para padronização e para que fosse possível fazer a comparação da densidade radiográfica entre as diferentes imagens, foi realizada a redução do tamanho dos arquivos nas imagens tomográficas e, desta forma todas as imagens analisadas possuíam 8 bits, isto é com 256 diferentes possibilidades de tons de cinza, onde o valor zero corresponde ao mais radiolúcido e o valor 255, ao mais radiopaco. De acordo com Naitoh <sup>7</sup>, as imagens em 8 bits possuem menos detalhes que as imagens em 16 bits, no entanto esta é a maneira recomendada para comparar os diferentes exames, pois apenas a TCFC é adquirida em 16 bits, enquanto as demais imagens radiográficas (panorâmicas e periapicais) possuem 8 bits.

Outro procedimento realizado nas imagens tomográficas, para que fosse possível comparar as imagens de TCFC com as imagens radiográficas, foi a

normalização. As imagens tomográficas podem possuir diferenças em relação a brilho e contraste que, de acordo com Leung <sup>19</sup>, afetam a interpretação e características importantes. O software ImageJ, utilizado neste estudo, possui uma ferramenta que torna possível a normalização da imagem tomográfica para a padronização do estudo, evitando, assim, o ajuste manual de brilho e contraste e um viés de aferição <sup>36</sup>.

Para uma padronização e precisão das áreas a serem mensuradas foi realizada a calibração das medidas, em milímetros, em cada uma das imagens individualmente. Como referência horizontal para calibração do software foi utilizado o diâmetro da plataforma protética, fornecido pelo fabricante, sendo este valor de 4.1mm (Figura 9).

**Figura 9** - Calibração com o valor da plataforma protética na aba *Analyze-Set Scale*, com uma reta medida na cabeça do implante (4.1mm).

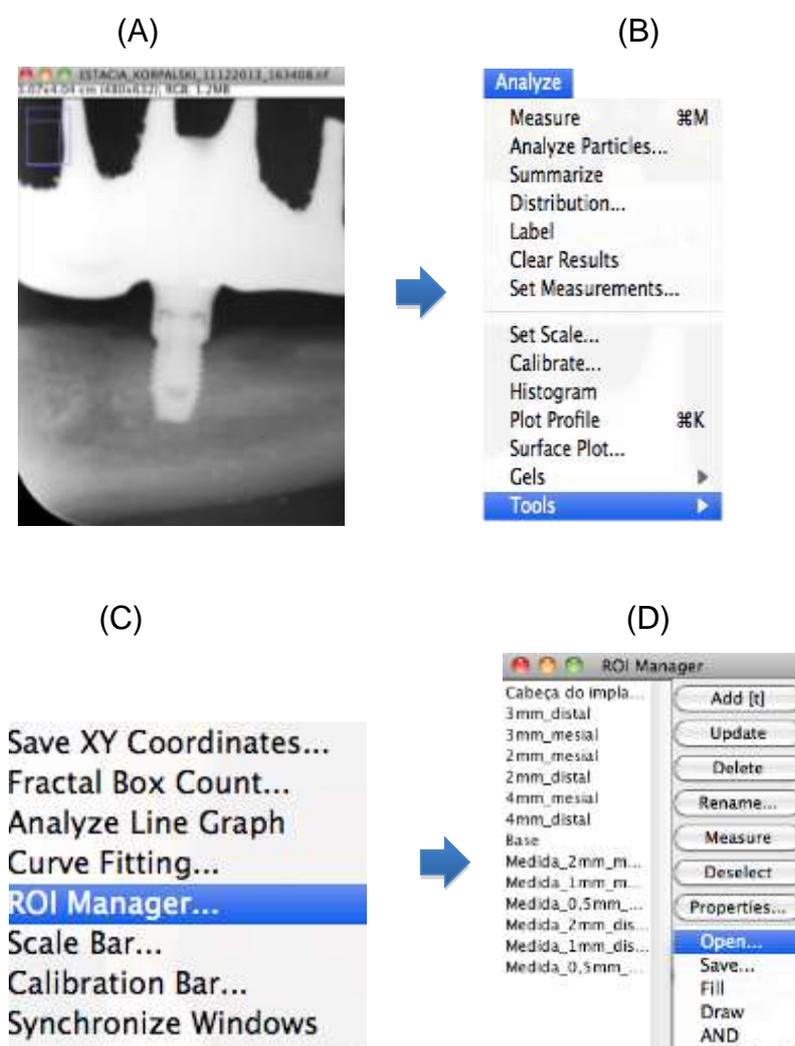


Fonte: Fonte: O Autor (2015)

A sequência e as imagens que mostram como foram realizadas as medidas de densidade estão ilustradas na Figura 10. Inicialmente com a imagem aberta no programa ImageJ (A), utilizava-se a ferramenta *Analyze* (B) e, posteriormente as funções *tools* e *Roi Manager* (C), para abrir as áreas de mensuração (D) que haviam sido delimitadas e salvas, após a calibração da imagem, conforme está ilustrado nas figuras 8 e 9. Desta forma, estando a imagem aberta, com as seis áreas demarcadas (E), selecionava-se essas áreas (F) e utilizando o comando *Measure* da

função *ROI Manager* (F) obtinha-se os valores médios da densidade radiográfica para cada uma das regiões delimitadas na imagem, como está exemplificado na Figura 10(G).

**Figura 10** - Sequência e imagens das mensurações nas radiografias. (A) Imagem aberta no ImageJ. (B) Selecionando a ferramenta *Analyze* e a opção *tools*. (C) A seguir, selecionando a função *ROI Manager*. (D) E o comando *open*. (E) Imagem do implante dentário com as seis áreas delimitadas para mensuração. (F) Selecionando as áreas e o comando *Measure* na função *ROI Manager*. (G) Valores médios das densidades radiográficas para as áreas delimitadas.





(G)

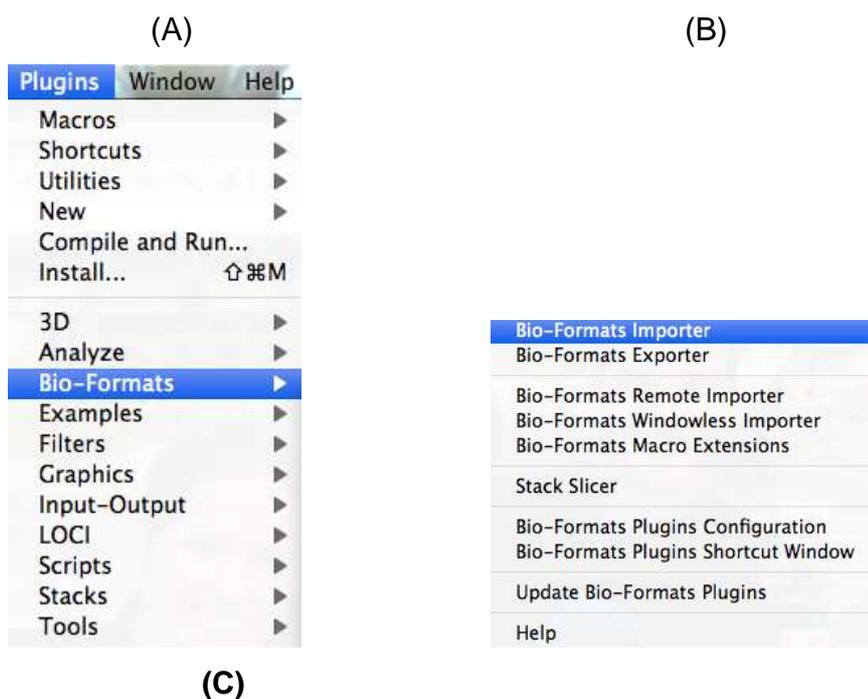
Results				
	Area	Mean	Slice	
1	0.010	127.383	1	
2	0.010	131.379	1	
3	0.010	131.500	1	
4	0.010	124.863	1	
5	0.010	127.048	1	
6	0.010	130.264	1	

Fonte: O Autor (2015).

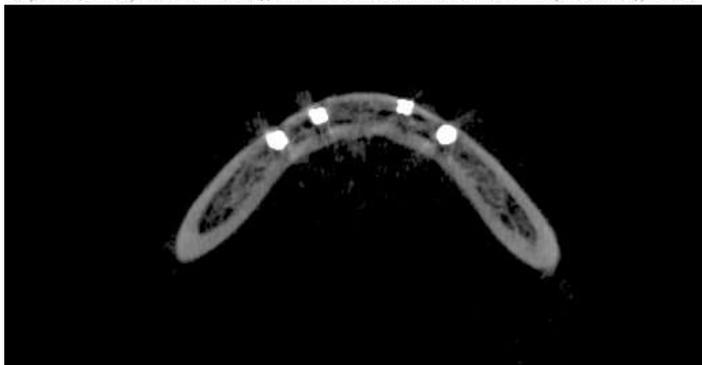
Nas imagens de TCFC foram necessários alguns comandos adicionais e diferentes daqueles realizados nas imagens radiográficas (Figura 11). Por tratar-se de imagens no formato DICOM, foi necessário fazer o download do *Plugin Bioformats adapter* (A e B) <sup>36</sup>, que tornou possível a abertura das imagens tomográficas no programa ImageJ (C). Antes de iniciar a mensuração era preciso

padronizar as imagens tomográficas utilizando o comando Process-Enhance Contrast (D) e normalizar essas imagens em todos os cortes (E), para obter uma imagem com os mesmos parâmetros em relação a brilho e contraste (F). Após a abertura da imagem normalizada eram feitas as retas “central” (traçada no centro dos 2 (dois) últimos implantes posteriores) ou “rebordo” (traçada passando pelo centro do último implante e acompanhando o rebordo oclusal) na imagem vista no plano axial (G) para determinar o corte tomográfico a ser analisado. Após, utilizava-se o comando *Image-Stacks-Reslice* (H) para visualizar esse corte da imagem no plano sagital (I), de maneira semelhante às radiografias panorâmica e periapical (J) e, assim, realizar as mensurações nas mesmas áreas correspondentes (K).

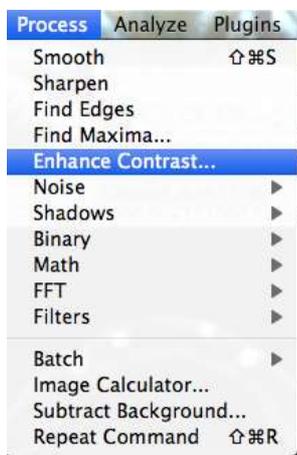
**Figura 11** - Sequência e imagens das mensurações nas tomografias. (A e B) Utilização do *plugin Bio-formats*. (C) Imagem aberta no programa ImageJ. (D e E) Comandos para normalização da imagem tomográfica. (F) Imagem normalizada. (G) Seleção da área na função *ROI Manager*. (H) Seleção do corte da imagem tomográfica no comando *Image-Stacks-Reslice*. (I) Seleção para visualização da imagem no plano sagital. (J) Abertura do corte selecionado. (K) Áreas demarcadas para realização das medidas.



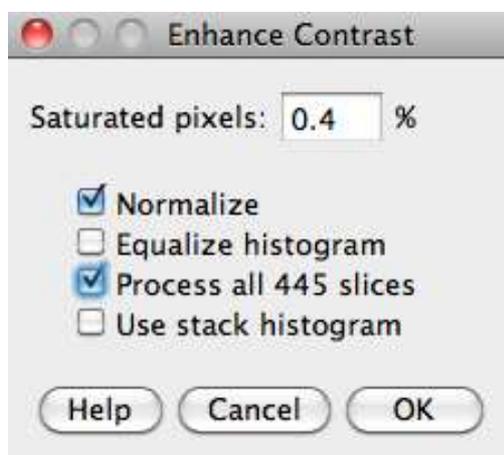
.39/445 (z:139/445 - Series 0); 151000.00x151000.00 microns (755x755); 16-bit



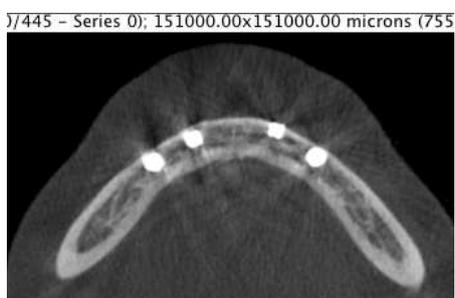
(D)



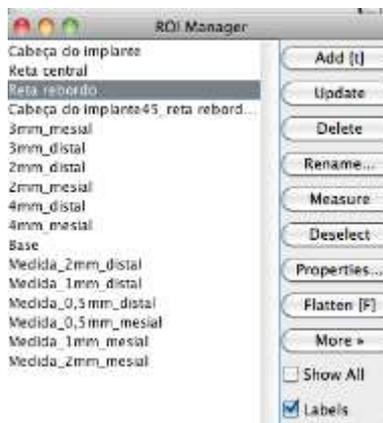
(E)



(F)

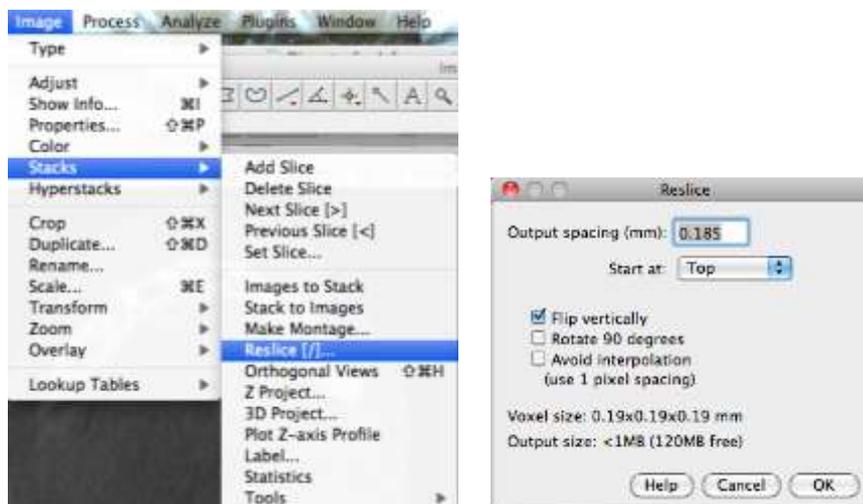


(G)



(H)

(I)



(J)



(K)



Fonte: O Autor (2015).

Após as mensurações, os valores médios da densidade radiográfica (tons de cinza) obtidos nas seis áreas delimitadas foram comparados em um mesmo exame de imagem, considerando os lados mesial e distal e a proximidade ou afastamento em relação ao implante dentário. Sendo assim, as áreas 1, 2 e 3 correspondiam ao lado distal do implante, enquanto que as áreas 4, 5 e 6 correspondiam ao lado mesial. Quanto à distância do implante foram comparadas as áreas 3 e 4, mais próximas ao implante, com as áreas 1 e 6, mais distantes do implante dentário e com as áreas a uma distância intermediária, 2 e 5.

Da mesma forma, as comparações entre as diferentes áreas foram feitas considerando os diferentes exames, ou seja, as áreas das imagens nos exames

tomográficos comparadas com as áreas das imagens na radiografia periapical e na radiografia panorâmica e, também, as áreas medidas nas radiografias periapicais com as áreas medidas nas radiografias panorâmicas.

## 5. RESULTADOS

Para a seleção final dos pacientes a fazer parte da amostra desse estudo, era necessário que o mesmo possuísse os três exames de imagem, isto é, radiografia periapical, radiografia panorâmica e tomografia computadorizada de feixe cônico, e que as imagens dos diferentes exames estivessem em condições adequadas para mensuração. Alguns pacientes possuíam próteses fixas do tipo protocolo Branemark em ambas as arcadas, superior e inferior, outros em apenas uma delas. No total foram utilizados exames de 5 (cinco) maxilas e 7 (sete) mandíbulas, sendo que em alguns casos o paciente possuía os três exames de boa qualidade em apenas um dos lados de uma arcada.

Sendo assim, para as medidas dos valores médios de densidade radiográfica em cada área nas diferentes técnicas, os resultados mostraram diferenças significativas apenas no exame de TCFC, onde os valores em pixels, na escala de cinzas, tiveram diferença maior entre as áreas medidas nesta técnica (Tabela 1).

Na análise de variância complementada pelo teste de Tukey observa-se que não houve diferença significativa entre as diferentes áreas (1 a 6) para a técnica periapical ( $p=0,430$ ), havendo pequena variação entre os valores médios obtidos nas seis áreas. Também não houve diferença significativa nos valores de cinza para a densidade medida nas seis áreas analisadas na radiografia panorâmica ( $p=0,149$ ), no entanto, observa-se que os menores valores encontrados foram àqueles medidos nas áreas mais distantes do implante e que os valores médios de densidade vão decrescendo à medida que se afastam dos implantes.

Por outro lado, nos exames de tomografia computadorizada em ambos os cortes (central ao implante e acompanhando o rebordo) houve diferença significativa entre os valores de diferentes áreas ( $p<0,001$ ). No corte realizado central ao implante, observa-se diferença significativa entre as áreas mais próximas ao implante (3 e 4) e as demais áreas, sendo que os maiores valores foram encontrados nas áreas mais próximas do implante. No corte tomográfico que acompanha o rebordo observa-se que as áreas mais distantes (1 e 6) não diferiram entre si, no entanto houve diferença significativa entre as demais áreas. Em ambos os cortes, observa-se que os maiores valores de densidade, medidos pela intensidade de pixels ou em tons de cinza, estão nas áreas mais próximas dos implantes, e que estes vão decrescendo à medida que se afastam dos mesmos.

**Tabela 1 - Comparação entre os valores médios de densidade radiográfica, nas diferentes áreas, em cada exame individualmente (comparação na coluna).**

Área	EXAME POR IMAGEM							
	Periapical		Panorâmica		Tomo reta central		Tomo reta rebordo	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	112,38 <sup>A</sup>	29,60	98,36 <sup>A</sup>	21,47	81,97 <sup>B</sup>	36,32	81,09 <sup>C</sup>	32,31
2	115,86 <sup>A</sup>	30,10	100,43 <sup>A</sup>	22,07	90,66 <sup>B</sup>	45,21	91,74 <sup>BC</sup>	38,33
3	120,32 <sup>A</sup>	32,11	106,51 <sup>A</sup>	21,82	126,20 <sup>A</sup>	48,52	127,88 <sup>A</sup>	39,04
4	114,89 <sup>A</sup>	35,64	106,09 <sup>A</sup>	26,64	127,44 <sup>A</sup>	66,77	120,71 <sup>AB</sup>	54,36
5	113,94 <sup>A</sup>	35,59	100,37 <sup>A</sup>	28,89	78,30 <sup>B</sup>	49,27	75,49 <sup>C</sup>	52,75
6	115,18 <sup>A</sup>	38,01	99,74 <sup>A</sup>	30,27	72,96 <sup>B</sup>	44,70	79,83 <sup>C</sup>	41,91
P	0,430		0,149		<0,001		<0,001	

Para cada técnica, médias seguidas de letras distintas diferem significativamente através da Análise de Variância, utilizando o delineamento em blocos casualizados, complementada pelo Teste de comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

DP: desvio padrão

Tomo reta central : Reta que tangencia o centro dos dois últimos implantes da prótese.

Tomo reta rebordo: Reta que passa no centro do último implante e tangencia o rebordo alveolar.

Outra análise realizada no presente estudo foi em relação ao corte visualizado no exame de TCFC, onde foram feitas medidas nas imagens obtidas com reconstrução a partir de diferentes retas traçadas de acordo com a localização dos implantes e do rebordo. A reta central tangenciava o centro dos dois implantes mais posteriores e a reta rebordo foi traçada passando pelo centro do último implante e acompanhando o rebordo oclusal do paciente (Figura 11-G,H,I)(Tabela 2).

**Tabela 2 - Comparação entre os valores médios de densidade radiográfica, nas áreas medidas nas imagens de TCFC, considerando dois diferentes cortes tomográficos (reta central X reta rebordo).**

Área	EXAME POR IMAGEM				p
	Tomo reta central		Tomo reta rebordo		
	Média	DP	Média	DP	
1	81,97	36,32	81,09	32,31	0,881
2	90,66	45,21	91,74	38,33	0,906
3	126,20	48,52	127,88	39,04	0,864
4	127,44	66,77	120,71	54,36	0,471
5	78,30	49,27	75,49	52,75	0,642
6	72,96	44,70	79,83	41,91	0,327

p= nível mínimo de significância do Teste T

DP: desvio padrão

Tomo reta central : Reta que tangencia o centro dos dois últimos implantes da prótese.

Tomo reta rebordo: Reta que passa no centro do último implante e tangencia o rebordo alveolar.

Como observa-se na Tabela 2, não houve diferenças significativas na comparação entre as áreas medidas nos dois cortes tomográficos realizados nos exames de TCFC, mostrando que os valores médios de intensidade de pixels pouco diferiram, principalmente quando as áreas medidas estão localizadas em distal do implante.

Portanto, na comparação dos dois diferentes cortes feitos nas imagens tomográficas, utilizando o teste T, observa-se que não houve diferença significativa entre as medidas das seis áreas. Porém, os maiores valores de densidade foram verificados nas áreas mais próximas ao implante (3 e 4), seguidas pelas áreas (2 e 1) localizadas em distal do implante.

Outra comparação feita nesse estudo foi entre cada área medida nos diferentes exames, ou seja, a medida da área 1 realizada na radiografia periapical, foi comparada com a medida da área 1 na radiografia panorâmica e com a medida da área 1 na TCFC. Essa comparação foi realizada para todas as seis áreas (Tabela 3).

**Tabela 3 - Comparação dos valores médios de densidade radiográfica em cada área entre os diferentes exames por imagem (comparação na linha).**

Área	EXAME POR IMAGEM						p
	Periapical		Panorâmica		Tomo reta central		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
1	112,38 <sup>A</sup>	29,60	98,36 <sup>AB</sup>	21,47	81,97 <sup>B</sup>	36,32	0,007
2	115,86 <sup>A</sup>	30,10	100,43 <sup>A</sup>	22,07	90,66 <sup>A</sup>	45,21	0,056
3	120,32 <sup>A</sup>	32,11	106,51 <sup>A</sup>	21,82	126,20 <sup>A</sup>	48,52	0,163
4	114,89 <sup>A</sup>	35,64	106,09 <sup>A</sup>	26,64	127,44 <sup>A</sup>	66,77	0,267
5	113,94 <sup>A</sup>	35,59	100,37 <sup>AB</sup>	28,89	78,30 <sup>B</sup>	49,27	0,004
6	115,18 <sup>A</sup>	38,01	99,74 <sup>A</sup>	30,27	72,96 <sup>B</sup>	44,70	<0,001

Para cada medida, médias seguidas de letras distintas diferem significativamente através da Análise de Variância, utilizando o delineamento em blocos casualizados, complementada pelo Teste de comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

DP: desvio padrão

Tomo reta central : Reta feita tangenciando o centro os dois últimos implantes da prótese.

Na tabela 3 pode-se observar que houve diferença significativa entre os valores obtidos nas áreas 1 (distal e afastada do implante) e as áreas 5 e 6 (em mesial e também mais afastadas do implante) comparadas entre os diferentes exames, com diferença acentuada entre as imagens radiográficas (periapical e panorâmica) e tomográficas na área 6, que é a área mais próxima do penúltimo implante da prótese.

Portanto, na comparação entre os exames, em cada uma das áreas, observa-se que não houve diferença entre as áreas mais centrais (próximas ao implante) e onde estão os maiores valores de densidade. No entanto, nas áreas localizadas próximas a outro implante, houve diferença significativa quando se compara as radiografias com as tomografias.

## 6. DISCUSSÃO

Os exames por imagem, de controle de casos envolvendo implantes dentários, deveriam fornecer imagens com detalhe e nitidez das estruturas, que possibilitassem a avaliação com máxima precisão do tecido ósseo, da adaptação de próteses fixas nos implantes e da osseointegração dos mesmos, além de mostrar alterações nas referidas estruturas que poderão ocorrer ao longo do tempo.

Entre os exames mais utilizados para este controle estão as radiografias periapicais e panorâmicas e a tomografia computadorizada de feixe cônico. As radiografias intrabucais, como a periapical pela técnica do paralelismo, são as mais indicadas, porém pela dificuldade de colocação do filme radiográfico ou receptor de imagem, em alguns casos, opta-se pelos exames de imagens extrabucais como a radiografia panorâmica e a TCFC<sup>27</sup>. A radiografia panorâmica é muito utilizada para o planejamento do tratamento com implantes dentários e na análise das estruturas anatômica da cavidade bucal e região maxilomandibular<sup>30</sup>. Enquanto que, a TCFC fornece mais detalhes e oferece mais opções de visualização e localização da região de interesse, com uma maior precisão<sup>31</sup>. Por sua vez, as radiografias periapicais e panorâmicas fornecem imagens bidimensionais, não permitindo uma visualização completa da área, devido à sobreposição de estruturas, e a TCFC, na presença de objetos metálicos, como os implantes dentários, geram imagens com a formação de artefatos que podem comprometer significativamente sua análise e o diagnóstico.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar a influência dos implantes dentários na densidade radiográfica da área peri-implantar em imagens de radiografias periapicais digitais, obtidas pela técnica do paralelismo, radiografias panorâmicas digitais e tomografias computadorizadas de feixe cônico.

Conforme Naitoh *et al.*, os valores de pixels obtidos em imagens de TCFC não são valores absolutos, como ocorre com as unidades Hounsfield, obtidas nas tomografias computadorizadas *multislice*, por isso os valores de pixels não podem ser usados para avaliação dos artefatos metálicos. Assim, estes autores utilizaram as médias dos valores de pixels em áreas determinadas para a comparação entre tomografias de feixe cônico e radiografias panorâmicas, quanto à presença de implantes metálicos e seus artefatos<sup>7</sup>. Esta metodologia também foi utilizada para o presente estudo.

Quando foram comparadas áreas localizadas em diferentes distâncias dos implantes dentários nos exames radiográficos (radiografia periapical e panorâmica) e na tomografia computadorizada (TCFC), os resultados mostraram diferenças significativas nos valores médios de densidade radiográfica apenas nos exames de TCFC. Na análise de variância complementada pelo teste de Tukey não houve diferença significativa entre as diferentes áreas para a técnica periapical e também não houve diferença significativa nos valores de densidade medida nas seis áreas analisadas na radiografia panorâmica.

Naitoh *et al.* também avaliaram imagens de radiografia panorâmica e de TCFC, comparando quatro diferentes localizações e medindo a densidade para estas áreas. Os resultados mostraram que os valores médios de pixels nos exames de TCFC na região entre dentes naturais vizinhos diferiram significativamente daqueles obtidos na área localizada entre os implantes dentários. Por outro lado, nas radiografias panorâmicas, não houve diferença significativa, quando foram comparadas as mesmas regiões, demonstrando assim a presença de artefatos metálicos relacionados aos implantes dentários nos exames de TCFC. De acordo com estes autores, os resultados obtidos na região posterior aos implantes dentários nas radiografias panorâmicas, que foram significativamente superiores àqueles obtidos entre os dentes vizinhos, foram influenciados por uma cortical óssea mais espessa na região posterior, além do número atômico do implante ( $Z=22$ ) elevado. Na radiografia panorâmica as estruturas anatômicas tridimensionais são projetadas em um plano bidimensional, desta forma, o osso esponjoso é sobreposto pelo osso cortical vestibular e lingual<sup>7</sup>.

Os menores valores de densidade observados neste estudo nas áreas medidas nas radiografias panorâmicas poderiam ser explicados pelo princípio de obtenção das imagens nestas radiografias que, assim como nas técnicas tomográficas, apenas as estruturas que estão dentro da área de corte ou focal estarão evidentes na imagem final com detalhe necessário para uma correta interpretação, enquanto que aquelas localizadas fora da área focal não aparecerão na imagem<sup>28</sup>. Na radiografia panorâmica a secção ou área de foco é projetada para ter uma forma correspondente aos arcos maxilares<sup>31</sup>.

Os valores superiores de densidade radiográfica nas áreas próximas aos implantes dentários encontrados nos exames de TCFC, também foram observados nos estudos de Schulze *et al.*<sup>1</sup> e Benic *et al.*<sup>14</sup>. Da mesma forma como foi realizado

no presente estudo, Benic *et al.* mediram a atenuação do feixe de raios X, expressa como valores de cinza em diferentes áreas ao redor do implante e calcularam a média destes valores para cada região de interesse (ROI). Os resultados mostraram valores aumentados nos níveis de cinza nas faces vestibular e lingual. Schulze *et al.*<sup>1</sup> encontraram uma redução dos valores de cinza de cerca de 50% nas regiões interproximais adjacentes aos implantes. Em ambos os estudos, o grau de redução dos valores diminuiu com o aumento da distância a partir da superfície do implante. De acordo com Benic *et al.*, a presença de artefatos foi demonstrada no estudo pelos valores de cinza alterados, e sempre presentes na proximidade dos implantes de titânio em exames de TCFC<sup>14</sup>.

Conforme Schulze *et al.*, materiais muito densos, como os implantes dentários, geram artefatos relacionado ao efeito de endurecimento do feixe de raios X, pois apenas os raios X de maior intensidade penetram no implante, originando uma imagem final que possui intensidade maior na área do implante comparada as demais estruturas presentes no local, resultando em faixas claras e brilhantes na imagem. As faixas escuras são o outro tipo de artefato relacionado ao endurecimento do feixe e podem ser visualizados entre dois implantes. Em um estudo, estes autores utilizaram feixes de raios X com diferentes intensidades e demonstraram que os raios X de baixa intensidade acabam sendo completamente absorvidos pelo implante dentário, enquanto que os raios X de alta intensidade são parcialmente absorvidos, o que explica o efeito de endurecimento do feixe<sup>6</sup>.

As faixas claras geradas pela presença de restaurações metálicas nos dentes posteriores, conforme Gamba *et al.*, devem ter induzido aos erros nas medidas realizadas nos arcos dentários. De acordo com os resultados de estudo dos mesmos autores, a maioria das medidas dos arcos realizadas nas imagens de TCFC mostrou um aumento significativo da média dos valores, sendo negativamente influenciada pela presença destas restaurações<sup>33</sup>.

Os maiores valores médios de densidade radiográfica observados nas medidas 3 e 4, quando estas são comparadas as demais, estão relacionados a proximidade destas áreas do implante dentário, que possui uma radiopacidade metálica e maior que o tecido ósseo. De acordo com Abramovitch *et al.*, os valores das medidas realizadas na TCFC mostram maior alteração nesta técnica, quando comparada às demais, devido à energia do feixe usada na tomografia, que tem maior intensidade que a das demais técnicas, e que, por sua vez, gera mais

artefatos na imagem. Além disso, o FOV mais restrito, também utilizado na TCFC, contribui para estes artefatos<sup>24</sup>.

Na comparação entre as imagens tomográficas, não houve diferença significativa entre os valores médios das áreas medidas nos dois diferentes cortes, isto é, imagens reconstruídas a partir de retas traçadas considerando a localização do implante dentário e do rebordo alveolar (reta central e reta rebordo). Este resultado pode ser justificado com base no estudo de Schulze *et al.*, que analisaram o feixe de raios X incidente que atinge o implante dentário nas imagens de TCFC e concluíram que qualquer medida, em qualquer ponto, realizada próxima a este sofre a interferência do implante metálico. As diferenças nas médias dos valores de cinza nas áreas localizadas entre os implantes e aquelas que estão afastadas são consideravelmente diferentes. Conforme estes autores, qualquer técnica de imagem operando com um feixe de raios X policromático e com um tipo de simplificado de retroprojeção para a reconstrução de imagens em 3D, como ocorre com a TCFC, não pode ser um método confiável para investigar a interface osso-implante.<sup>1</sup>

Na análise de variância complementada pelo teste de Tukey observa-se que não houve diferença significativa entre as diferentes áreas (1 a 6) para a técnica periapical ( $p=0,430$ ), havendo pequena variação entre os valores médios obtidos nas seis áreas. Também não houve diferença significativa nos valores de cinza para a densidade medida nas seis áreas analisadas na radiografia panorâmica ( $p=0,149$ ), no entanto, observa-se que os menores valores encontrados foram àqueles medidos nas áreas mais distantes do implante e que os valores médios de densidade vão decrescendo à medida que se afastam dos implantes.

O valor do diagnóstico feito com radiografias intrabucais pode ser limitado por suas distorções geométricas e superposições anatômicas<sup>14,34</sup>. Para minimizar estas distorções, na radiografia periapical, utiliza-se a técnica do paralelismo, que preconiza a utilização do receptor de imagem paralelo ao objeto radiografado e, além disso, a fonte de raios X distante do objeto a ser radiografado, em uma distância de 40 cm, resultando em uma imagem radiográfica com menor distorção e maior definição<sup>28,29</sup>. Fatores estes considerados para a realização de radiografias periapicais, com a técnica do paralelismo, nas imagens intrabucais de acompanhamento dos tratamentos com implantes dentários utilizadas neste estudo.

De acordo com os resultados do presente trabalho, as áreas 5 e 6, que são aquelas mais próximas do implante vizinho, mostraram uma pequena diferença e

inversão em relação aos valores médios dos níveis de cinza na radiografia periapical quando comparadas às mesmas áreas na panorâmica e na TCFC (reta central), que diminuem seus valores a medida que se afastam do implante, enquanto que na periapical, os valores diminuíram na área 5 e aumentaram novamente na área 6, o que também foi observado no outro corte de TCFC (reta rebordo). Tal fato poderia ser explicado pela posição e localização do implante dentário no rebordo alveolar, pois, em alguns casos, a inclinação do implante pode não permitir um correto paralelismo com o receptor de imagem e, isto pode ser observado pela visualização das espiras do implante na imagem radiográfica que não possuem a mesma nitidez. Assim, o posicionamento do implante dentro do rebordo está relacionado com as áreas a serem medidas e assim com os valores médios de densidade obtidos nas diferentes distâncias a partir do implante.

Os resultados do presente estudo mostraram que na presença de implantes dentários os valores médios de densidade radiográfica variam de acordo com a distância da área medida a partir dos implantes. Estes valores diferiram significativamente nas imagens de TCFC, corroborando com estudos anteriores que também demonstraram a presença de artefatos nas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico pelos valores de cinza alterados, e sempre presentes na proximidade dos implantes dentários.

A radiografia periapical com a técnica do paralelismo, utilizada neste trabalho, possui alguns aspectos negativos como a necessidade de aparelho de raios X e posicionadores específicos e adequados para esta técnica e a dificuldade para o posicionamento do filme ou receptor de imagem no local a ser radiografado. No entanto, é uma importante ferramenta para o acompanhamento radiográfico dos tratamentos com implantes dentários, pela baixa dose de radiação para o paciente, pela confiabilidade das medidas e pelo menor custo quando comparada aos exames de radiografia panorâmica e TCFC <sup>8</sup>.

Apesar de suas limitações na presença de implantes dentários, a TCFC tem valor na avaliação do tecido ósseo adjacente aos implantes e pode fornecer dados importantes em relação ao que ocorre após a colocação dos mesmos<sup>14</sup>. Porém, é importante que o profissional que examinar estas imagens esteja ciente de que nas imagens de TCFC os artefatos estarão sempre presentes e próximos aos implantes. E assim, a identificação de regiões afetadas pelos artefatos com elevados valores de cinza pode diminuir o risco de diagnóstico falso positivo de defeitos ósseos peri-

implantares<sup>33</sup>. O que também foi observado no ocorrido no presente estudo, em que os maiores valores de tons de cinza foram encontrados próximos aos implantes dentários nos exames de TCFC.

Tyndall e Brooks enfatizaram que na ausência de sintomas clínicos ou outras complicações pós-operatórias, a TCFC não tem indicação para o acompanhamento do tratamento com implantes dentários, uma vez que não há benefício direto para o paciente, em função da alta dose de radiação recebida, quando este exame é comparado com as imagens radiográficas bidimensionais. Além disso, este exame não é confiável para a avaliação das regiões adjacentes a superfície metálica do implante dentário<sup>34</sup>.

Portanto, a TCFC não deve ser indicada como o exame de primeira escolha no acompanhamento de tratamentos com implantes dentários por ter comprovadamente a interferência de artefatos a partir de objetos metálicos, e por submeter o paciente a uma maior dose de radiação quando comparada aos outros exames radiográficos. No entanto, o acompanhamento sempre deverá ser feito clinicamente e individualmente, e em determinados casos, uma associação de exames poderá ser necessária para um melhor diagnóstico.

## 7. CONCLUSÕES

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, foi possível confirmar a hipótese de que a presença de implantes dentários interfere na obtenção dos exames radiográficos e tomográficos, pela alteração dos valores médios de densidade radiográfica verificados nas regiões próximas aos implantes dentários.

Na comparação entre as seis áreas avaliadas, considerando cada exame de imagem individualmente, verificou-se que diferenças significativas ocorreram apenas nos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico.

Nos exames de TCFC, as áreas 3 e 4, mais próximas aos implantes dentários, diferiram significativamente das demais áreas, apresentando os maiores valores em tons de cinza.

Assim, na comparação entre os três exames de imagem investigados no presente estudo observou-se que a maior interferência dos implantes dentários ocorreu nas imagens de TCFC, quando essas foram comparadas às imagens radiográficas periapicais e panorâmicas.

**REFERÊNCIAS\***

1. Schulze RK, Berndt D, d'Hoedt B. On cone-beam computed tomography artifacts induced by titanium implants. *Clin oral implants res.* 2010;21(1):100-7.
2. Abdoli M, Ay MR, Ahmadian A, Zaidi H. A virtual sinogram method to reduce dental metallic implant artefacts in computed tomography-based attenuation correction for PET. *Nucl med commun.* 2010;31(1):22-31.
3. Ohnesorge B, Flohr T; Schwarz K, Heiken JP; Bae KT. Efficient correction for CT image artifacts caused by objects extending outside the scan field of view. *Med hys.* 2000;27(1):39-46.
4. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Arijji E; Langlais RP. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Dec;104(6):829-36.
5. Limbert G, van Lierde C, Muraru OL, Walboomers XF, Frank M, Hansson S. Trabecular bone strains around a dental implant and associated micromotions--a micro-CT-based three-dimensional finite element study. *J biomech.* 2010;43(7):1251-61.
6. Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40(5):265-73.
7. Naitoh M, Saburi K, Gotoh K, Kurita K, Arijji E. Metal artifacts from posterior mandibular implants as seen in CBCT. *Implant Dent.* 2013;22(2):151-4.
8. Angelopoulos C, Aghaloo T. Imaging technology in implant diagnosis. *Dent Clin North Am.* 2011;55(1):141-58.
9. Beledelli R, Souza PHC. What they are and how artifacts on Cone beam CT images are formed. *Revista ABRO.* 2012;13(1):3.
10. Stoppie N, van der Waerden JP, Jansen JA, Duyck J, Wevers M, Naert IE. Validation of microfocus computed tomography in the evaluation of bone implant specimens. *Clin Implant Dent R.* 2005;7(2):87-94.
11. Li Y, Chen Y, Luo L, Zhang P, Zhang Q. Fast CT metal artefacts correction based on derivative and region-based filling. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2011;55(6):535-41.

\* Sistema de citação autor data e formato de referências conforma Vancouver.

12. Rebaudi A, Koller B, Laib A, Trisi P. Microcomputed tomographic analysis of the peri-implant bone. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2004;24(4):316-25.
13. Chindasombatjaroen J, Kakimoto N, Shimamoto H, Murakami S, Furukawa S. Correlation between pixel values in a cone-beam computed tomographic scanner and the computed tomographic values in a multidetector row computed tomographic scanner. *J comput assist tomogr*. 2011;35(5):662-5.
14. Benic GI, Sancho-Puchades M, Jung RE, Deyhle H, Hammerle CH. In vitro assessment of artifacts induced by titanium dental implants in cone beam computed tomography. *Clin oral impl res*. 2013;24(4):378-83.
15. White SC, Pharoah MJ. Cone- beam computed tomography. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 6th ed. 2009; pp. 235–7.
16. Nardi C, Borri C, Regini F, Calistri L, Castellani A, Lorini C, Colagrande S. Metal and motion artifacts by cone beam computed tomography (CBCT) in dental and maxillofacial study. *Radiol Med*. 2015.
17. Makins SR. Artifacts interfering with interpretation of cone beam computed tomography images. *Dent Clin North Am*. 2014; 58(3):485-95.
18. Schulze D, Heiland M, Blake F, Rother U, Schmelzle R. Evaluation of quality of reformatted images from two cone-beam computed tomographic systems. *J Craniomaxillofac Surg*. 2005;33:19–23.
19. Leung C-C. A robust generalized fuzzy operator approach to film contrast correction in digital subtraction radiography. *Med Biol Eng Comput*. 2006;44: 95–104.
20. Meyer E, Raupach R, Lell M, Schmidt B, Kachelriess M. Normalized metal artifact reduction (NMAR) in computed tomography. *Med Phys*. 2010;37(10):5482-93.
21. Ruttimann UE, Webber R. L., Schmidt E. A robust digital method for film contrast correction in subtraction radiography. *J Periodontal Res*. 1986 21, 486–495.
22. Woo BM, Zee KY, Chan FH, Corbet EF. In vitro calibration and validation of a digital subtraction radiography system using scanned images. *J Clin Periodontol*. 2003;30(2):114-8.
23. Christgau M, Hiller KA, Schmalz G, Kolbeck C, Wenzel A. Quantitative digital subtraction radiography for the determination of small changes in bone thickness. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998, 85, 462–472.
24. Abramovitch K, Rice DD. Basic principles of cone beam computed tomography. *Dent Clin North Am*. 2014;58(3):463-84.

25. Mischkowski RA, Scherer P, Ritter L, Neugebauer J, Keeve E, Zoller JE. Diagnostic quality of multiplanar reformations obtained with a newly developed cone beam device for maxillofacial imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2008, 37:1–9.
26. Esmaeili F, Johari M, Haddadi P. Beam hardening artifacts by dental implants: Comparison of cone-beam and 64-slice computed tomography scanners. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013;10(3):376-81.
27. De Smet E, Jacobs R, Gijbels F, Naert I. The accuracy and reliability of radiographic methods for the assessment of marginal bone level around oral implants. *Dentomaxillofac Radiol*. 2002;31(3):176-81.
28. Freitas A, Rosa E, Souza I. *Radiologia odontológica*. 6. ed. São Paulo: Artes médicas 2004. p. 833
29. Danza M, Tortora P, Quaranta A, Perrotti V, Voza I, Piattelli A. Randomised study for the 1-year crestal bone maintenance around modified diameter implants with different loading protocols: a radiographic evaluation. *Clin Oral Investig*. 2010;14(4):417-26.
30. Park JB. The evaluation of digital panoramic radiographs taken for implant dentistry in the daily practice. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010;15(4):e663-6.
31. De Bruyn H, Vandeweghe S, Ruyffelaert C, Cosyn J, Sennerby L. Radiographic evaluation of modern oral implants with emphasis on crestal bone level and relevance to peri-implant health. *Periodontol 2000*. 2013;62(1):256-70.
32. Watanabe PCA, De Faria LML, Issa JPM, Monteiro SAC, Tiossi R. Morphodigital evaluation of the trabecular bone pattern in the mandible using digitized panoramic and periapical radiographs. *Minerva Stomatol*. 2009;58(3):73-80.
33. Gamba TO, Oliveira ML, Flores IL, Cruz AD, Almeida SM, Haiter-Neto F, Lopes SL. Influence of cone-beam computed tomography image artifacts on the determination of dental arch measurements. *Angle Orthod*. 2014;84(2):274-8.
34. Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;89(5):630-7.
35. Camargo BA. Perda óssea marginal em implantes distais em próteses fixas implantossuportadas: Desenvolvimento metodológico para estudo prospectivo radiográfico [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2014.

36. ImageJ 1.48v. Wayne Rasband. National Institutes of Health, USA.  
<http://imagej.nih.gov/ij/plugins/index.html>

## ANEXOS



*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

---

Porto Alegre 30 de abril de 2014

**O Projeto de: Dissertação**

**Protocolado sob n°:** 0032/14

**Intitulado:** Artefatos de implantes dentários avaliados em radiografia periapical, panorâmica e tomografia computadorizada de feixe cônico.

**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Maria Ivete Bolzan Rockenbach

**Pesquisadores Associados:** Rafael Perdomo Felix; Rosemary Sadami Arai Shinkai

**Nível:** Dissertação / Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em *Trinta de Abril de Dois Mil e Quatorze*

*Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP/PUCRS.*

**Profa. Dra. Luciane Macedo Menezes**  
Coordenadora da Comissão Científica e de Ética da  
Faculdade de Odontologia da PUCRS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Artefatos de Implantes Dentários Avaliados em Radiografia Periapical, Panorâmica e Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

**Pesquisador:** Maria Ivete Bolzan Rockenbach

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 33675114.8.0000.5336

**Instituição Proponente:** UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 783.336

**Data da Relatoria:** 03/10/2014

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de Mestrado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia.

O presente estudo refere-se a uma análise quantitativa, com uma abordagem do tipo comparativa e relacional, entre os exames de imagens: radiografia periapical, radiografia panorâmica e tomografia computadorizada de feixe cônico, considerando a indução de artefatos na obtenção de imagens obtidas em regiões com a presença de implantes dentários metálicos.

#### Objetivo da Pesquisa:

A presente pesquisa tem por objetivo analisar a influência dos implantes metálicos na densidade radiográfica da área peri-implantar em imagens de radiografias periapicais, obtidas pela técnica do paralelismo, em radiografias panorâmicas e, também, em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

##### Riscos

- Não há riscos aos pacientes, pois as imagens serão analisadas em radiografias do arquivo dos pacientes, que já foram solicitadas e realizadas para planejamento e tratamento dos mesmos.

##### Benefícios

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505

Bairro: Partenon

CEP: 91.619-900

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3320-3345

Fax: (51)3320-3345

E-mail: cep@pucrs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 783.336

- A análise das imagens radiográficas e tomográficas poderão auxiliar no controle clínico dos seus implantes dentários.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Este projeto de pesquisa é uma extensão do projeto: "INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DE REVESTIMENTO ESTÉTICO E DA FORÇA DE MORDIDA NA FALHA DE PRÓTESES TOTAIS FIXAS IMPLANTOSSUPOORTADAS", já aprovado pelo CEP-PUCRS (Of. CEP 1296/08) e registrado no SISNEP (CAAE - 0348.0.002.000-08). A adição da parte de avaliação radiográfica foi submetida à aprovação pelo (Comitê de Ética em Pesquisa) CEP para modificação do projeto original.

Uma amostra consecutiva de 13 pacientes (N=32 implantes dentários) que necessitavam de tratamento reabilitador com implantes em maxilas e ou mandíbulas totalmente edêntulas, com próteses fixas do tipo protocolo Branemark, foi acompanhada na Faculdade de Odontologia da PUCRS.

As análises serão realizadas em radiografias periapicais, panorâmicas e tomografia computadorizada de feixe cônico. A análise e as medidas realizadas nos exames por imagens serão feitas em ambiente com iluminação controlada, utilizando um monitor de visualização calibrado e com características físicas de acordo com as necessidades de visualização.

A área a ser analisada será delimitada e padronizada para todos os exames, com escalas de cinza pré-estabelecidas para cada exame. A densidade óptica será medida nas imagens radiográficas e tomográficas determinando-se uma área mesial e outra distal, localizadas no terço cervical e médio do implante dentário. As medidas serão realizadas em uma área determinada como a figura geométrica de um retângulo, sendo a base do mesmo de 2,5mm e a altura de 4mm. Na base delimitada por 2,5mm serão feitas três (3) medidas diferentes, imediatamente após o implante; que são 0,5mm; 1mm e 2mm. A medição será feita iniciando a 3mm abaixo da cabeça do implante até 7mm. Nas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico, a área a ser medida será aquela correspondente aos outros exames radiográficos. No plano sagital das imagens tomográficas será selecionado um corte correspondente à espessura total da maxila ou da mandíbula na área a ser analisada

(da cortical externa à cortical interna). Para uma análise adicional e complementar, nas imagens tomográficas as medidas também serão realizadas em cortes sagitais com diferentes espessuras. Os valores de pixels da área delimitada serão calculados e comparados, de acordo com suas localizações, entre os exames de imagens.

Para cada imagem dos diferentes sítios ósseos, nas três diferentes técnicas, será extraído um vetor

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505

Bairro: Partenon

CEP: 90.619-900

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3320-3345

Fax: (51)3320-3345

E-mail: cep@pucrs.br

Continuação do Parecer: 783.336

- A análise das imagens radiográficas e tomográficas poderão auxiliar no controle clínico dos seus implantes dentários.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Este projeto de pesquisa é uma extensão do projeto: "INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DE REVESTIMENTO ESTÉTICO E DA FORÇA DE MORDIDA NA FALHA DE PRÓTESES TOTAIS FIXAS IMPLANTOSSUPOORTADAS", já aprovado pelo CEP-PUCRS (Of. CEP 1296/08) e registrado no SISNEP (CAAE - 0348.0.002.000-08). A adição da parte de avaliação radiográfica foi submetida à aprovação pelo (Comitê de Ética em Pesquisa) CEP para modificação do projeto original.

Uma amostra consecutiva de 13 pacientes (N=32 implantes dentários) que necessitavam de tratamento reabilitador com implantes em maxilas e ou mandíbulas totalmente edêntulas, com próteses fixas do tipo protocolo Branemark, foi acompanhada na Faculdade de Odontologia da PUCRS.

As análises serão realizadas em radiografias periapicais, panorâmicas e tomografia computadorizada de feixe cônico. A análise e as medidas realizadas nos exames por imagens serão feitas em ambiente com iluminação controlada, utilizando um monitor de visualização calibrado e com características físicas de acordo com as necessidades de visualização.

A área a ser analisada será delimitada e padronizada para todos os exames, com escalas de cinza pré-estabelecidas para cada exame. A densidade óptica será medida nas imagens radiográficas e tomográficas determinando-se uma área mesial e outra distal, localizadas no terço cervical e médio do implante dentário. As medidas serão realizadas em uma área determinada como a figura geométrica de um retângulo, sendo a base do mesmo de 2,5mm e a altura de 4mm. Na base delimitada por 2,5mm serão feitas três (3) medidas diferentes, imediatamente após o implante, que são 0,5mm; 1mm e 2mm. A medição será feita iniciando a 3mm abaixo da cabeça do implante até 7mm. Nas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico, a área a ser medida será aquela correspondente aos outros exames radiográficos. No plano sagital das imagens tomográficas será selecionado um corte correspondente à espessura total da maxila ou da mandíbula na área a ser analisada (da cortical externa à cortical interna). Para uma análise adicional e complementar, nas imagens tomográficas as medidas também serão realizadas em cortes sagitais com diferentes espessuras. Os valores de pixels da área delimitada serão calculados e comparados, de acordo com suas localizações, entre os exames de imagens.

Para cada imagem dos diferentes sítios ósseos, nas três diferentes técnicas, será extraído um vetor

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505

Bairro: Partenon

CEP: 90.619-900

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3320-3345

Fax: (51)3320-3345

E-mail: cep@puccrs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 763.336

de características. Dentre as características que compõem o vetor estão: a média dos níveis de cinza, desvio padrão dos níveis de cinza, coeficiente de variação, contraste, correlação e entropia. Nos processos de análise e mensuração, serão utilizados recursos de processamento de imagem digital para facilitar a visualização. O programa utilizado será o ImageJ, (software livre). As mensurações serão realizadas no plano de visualização linear, de acordo com a característica da imagem gerada. Em cada sessão as medidas serão repetidas e serão novamente realizadas com um intervalo de um mês.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os documentos foram apresentados de forma completa.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

PORTO ALEGRE, 08 de Setembro de 2014

---

Assinado por:  
Rodolfo Herberto Schneider  
(Coordenador)

Endereço: Av Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505  
Bairro: Partenon CEP: 90.619-900  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@pucrs.br