



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**RICARDO MANOEL TÂNGARI DE ARAÚJO E MEIRA**

**INFLUÊNCIA DA MILIAMPERAGEM SOBRE A QUALIDADE DO DIAGNÓSTICO  
DAS FRATURAS RADICULARES POR MEIO DE TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO – ESTUDO IN VITRO**

**Araraquara**

**2016**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**RICARDO MANOEL TÂNGARI DE ARAÚJO E MEIRA**

**INFLUÊNCIA DA MILIAMPERAGEM SOBRE A QUALIDADE DO DIAGNÓSTICO  
DAS FRATURAS RADICULARES POR MEIO DE TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO – ESTUDO IN VITRO.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Diagnóstico e Cirurgia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

**Orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni**

**Araraquara**

**2016**

Meira, Ricardo Manoel Tângari de Araújo e

Influência da miliamperagem sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico: estudo in vitro / Ricardo Manoel Tângari de Araújo e Meira.-- Araraquara: [s.n.], 2016.

67f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico 2. Fraturas dos dentes 3. Diagnóstico por imagem I. Título

**RICARDO MANOEL TÂNGARI DE ARAÚJO E MEIRA**

**INFLUÊNCIA DA MILIAMPERAGEM SOBRE A QUALIDADE DO DIAGNÓSTICO  
DAS FRATURAS RADICULARES POR MEIO DE TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO – ESTUDO *IN VITRO*.**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre

**Comissão julgadora**

Presidente e orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

2º Examinador: Profa. Dra. Andréa Gonçalves

3º Examinador: Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira

Araraquara, 28 de abril de 2016.

## **DADOS CURRICULARES**

### **RICARDO MANOEL TÂNGARI DE ARAÚJO E MEIRA**

**Nascimento:** 24/02/1986 – Diamantina – Minas Gerais.

**Filiação:** Manoel de Araújo Meira e Sônia Tângari.

**2005/2010:** Graduação em Odontologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Diamantina/MG.

**2011:** Aperfeiçoamento em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial – Instituto de Estudos da Saúde Sérgio Feitosa (IES) – Belo Horizonte/MG.

**2012/2013:** Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia – FOP/UNICAMP – Piracicaba/SP.

**2014/2016:** Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - Área de Diagnóstico e Cirurgia, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

# *Dedicatória*

Em primeiro lugar a **Deus**, por me conceder saúde, proteção e iluminar meus caminhos nos momentos de maiores dificuldades.

Aos meus amados pais, **Manoel de Araújo Meira** e **Sônia Tângari**, por terem proporcionado o suporte necessário para que eu pudesse chegar até aqui e por sempre acreditarem em mim, minha sincera gratidão a vocês. Às minhas irmãs, **Leticia, Graziela, Viviane, Camila e Larissa** por estarem sempre ao meu lado, acreditando no meu potencial e torcendo pelo meu sucesso.

À minha noiva, **Maria Tereza Gomes Tavares**, que esteve ao meu lado nessa longa jornada, compartilhando os momentos de felicidade e angústia. Você é um exemplo a ser seguido, de companheirismo, determinação, sucesso e independência. Obrigado por tudo!

A minha querida sogra, **Suely Gomes Tavares**, que sempre me incentivou a seguir a carreira acadêmica.

Aos meus familiares, que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho, motivando-me sempre a continuar seguindo meus objetivos.

A todos que fizeram parte de minha formação, saibam que estarão guardados para sempre em meus pensamentos.

# *Agradecimentos*

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à Faculdade de Odontologia de Araraquara, representadas pelo Digníssimo Reitor **Júlio Cezar Durigan** e pela Digníssima Diretora **Andréia Affonso Barreto Montandon**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, representado pelo coordenador Prof. Dr. **Osmir Batista de Oliveira Júnior** e pela vice-coordenadora Profa. Dra. **Lídia Parsekian Martins**.

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Guilherme Monteiro Tosoni**, por toda dedicação, paciência e seriedade com que conduziu este estudo. Você me ajudou a pensar de forma científica e ser crítico sobre o meu próprio trabalho. Lições essas que me fez um profissional melhor, levarei para o resto da minha vida. Obrigado pelas oportunidades oferecidas e por ter contribuído para a minha formação. Minha eterna gratidão e respeito.

Aos professores da Disciplina de Radiologia do Departamento de Diagnóstico e Cirurgia: Prof. Dr. **Marcelo Gonçalves**, Profa. Dra. **Andréa Gonçalves** e Profa. Dra. **Daniela Brait Silva Ladeira** pelo conhecimento e experiência transmitidos, pelo acolhimento, oportunidades e confiança. Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas pelos conhecimentos e experiências compartilhados.

À Profa. Dra. **Lívia Nordi Dovigo**, por ter contribuído de forma excepcional no desenvolvimento do trabalho. Com sua paciência, dedicação e sabedoria, consegui compreender um pouco mais sobre o universo estatístico.

Ao Prof. Dr. **Matheus Lima de Oliveira**, pela receptividade, convívio e aprendizado no primeiro ano de estágio de docência na disciplina de Radiologia I. Obrigado pelo conhecimento transmitido.

Aos colegas, **José Ricardo Vancetto**, **Delise Pellizzaro Contreras** e **Derik Barbosa** pela amizade, ensinamentos e conselhos. Vocês contribuíram de forma essencial para desenvolvimento desse trabalho. Muito obrigado!

A todos meus queridos amigos que a Pós-Graduação me concedeu. Muito obrigado, de coração, pela convivência sempre alegre e agradável, pelo companheirismo e pela amizade durante esses dois anos. Muito sucesso e realizações a cada um de vocês!

Aos meus amigos e parceiros, Dr. **Guilherme De Leon** e Dr. **Rodrigo Vaz**, que abriram os caminhos para que eu pudesse colocar em prática todo o meu conhecimento. Vocês são exemplo de profissionais. Obrigado por tudo!

Aos técnicos em Radiologia, **Marcos Dimas Olivi** e **Edneide Alves Ferreira**, pelo carinho, amizade e convivência. Obrigado pela paciência e por não medirem esforços para ajudar quando precisei. Sou muito grato a vocês.

Aos **demais funcionários** do Departamento de Diagnóstico e Cirurgia por todo apoio, carinho e atenção. Todos vocês foram importantes no dia-dia do curso!

Agradeço ao **Laboratório de Ensaios Mecânicos**, da Faculdade de Odontologia do Campus de Araraquara, pela disponibilidade de utilização da EMIC para indução das fraturas radiculares.

Ao **Laboratório de Anatomia Humana**, da Faculdade de Odontologia do Campus de Araraquara, por emprestar o crânio macerado utilizado no estudo. Em especial ao técnico **Marcelo Brito Conte**, por ser sempre amigável e não medir esforços para ajudar. Obrigado!

Aos membros da **Banca Examinadora**, pela disponibilidade e presteza em avaliar e enriquecer meu trabalho.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pelo auxílio financeiro.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração e conclusão desse trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!



“ Existe apenas um bem, o saber, e apenas um mal, a ignorância”

**Sócrates**

Meira RMTA. Influência da miliamperagem sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico – estudo in vitro [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2016

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da miliamperagem (mA) sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares por meio de TCFC. Foram selecionados 58 dentes anteriores e posteriores extraídos de humanos, sendo que todos tiveram os condutos radiculares preparados e, metade destes, foram obturados. Os dentes foram distribuídos em dois grupos (n=29): controle (GC) e fraturado (GF). Fraturas radiculares nos dentes anteriores e posteriores foram induzidas em uma máquina universal de ensaios mecânicos e, posteriormente, os dentes foram inseridos em um crânio macerado adulto de humano composto por maxila e mandíbula. Em seguida, o volume de imagem de cada dente foi adquirido no aparelho de TCFC (Scanora 3Dx), utilizando-se cinco diferentes protocolos de miliamperagem (4; 5; 6,3; 8 e 10 mA). As imagens foram aleatorizadas e avaliadas por dois especialistas em Radiologia Odontológica e Imaginologia, que as classificaram quanto a presença ou ausência de fraturas, seguindo uma escala de confiança de cinco pontos. A concordância intra e interexaminador foi estimada por meio da estatística Kappa com ponderação linear. O desempenho do diagnóstico foi determinado pela área sob a curva ROC (AUROC) por ponto e por intervalo de 95% de confiança (IC95%), sendo adotado nível de significância de 5%. As reprodutibilidades intra e interexaminador indicaram concordâncias substancial e moderada, respectivamente. Observou-se que todos os protocolos de mA tiveram capacidade de diagnóstico ( $p < 0,0001$ ). A AUROC foi significativamente maior com os protocolos de 8 e 10 mA ( $p \leq 0,0389$ ) e, conseqüentemente, promoveram uma melhor eficácia de diagnóstico. Pôde-se concluir que a miliamperagem exerce uma influência significativa sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares em imagens de TCFC. A sua redução é possível e deve ser realizada com cautela, a fim de que não haja prejuízo para a eficácia de diagnóstico dessa condição.

Palavras-chaves: Tomografia computadorizada de feixe cônico. Fraturas dos dentes. Diagnóstico por imagem.

Meira RMTA. Influence of milliamperage on the diagnostic quality of root fractures using Cone-Beam Computed Tomography - in vitro study [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2016

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to assess the influence of mA on diagnostic quality of RF in CBCT imaging. Fifty-eight (58) anterior and posterior human teeth were selected, in which all had their root canals prepared and half of them were endodontically filled. The teeth were divided into two groups (n=29): control (CG) and fractured (FG). A universal testing machine induced RF(s) on anterior and posterior teeth. Prior to the image acquisition, these teeth were inserted in the upper and lower empty alveolar sockets of an adult dried skull (phantom). Then, the imaging volume of each tooth was acquired in the Scanora 3DX machine, using five different protocols of mA(s): 4; 5; 6.3; 8 and 10. Two oral radiologists, independently and blind to the identification of the samples, interpreted the randomized images. On suspicion of the presence/absence of root fractures, they were interpreted using a five points confidence scale. The intra and interexaminer agreement was estimated by the Kappa statistic with linear weighting. The diagnostic performance was determined by the area under the ROC curve (AUROC) by point and by 95% confidence interval (95% CI), being adopted the significance level of 5%. The intra and interexaminer reproducibility indicated calibration substantial and moderate, respectively. It was observed that all protocols of mA have diagnostic capability ( $p < 0.0001$ ). The AUROC was significantly higher with the protocols 8 and 10 mA ( $p \leq 0,0389$ ) and, consequently, they had better diagnostic efficacy. It was concluded that the mA has a significant influence on the quality of diagnosis of root fractures in CBCT images. The reduction is possible and should be performed with caution, so that there is no damage to the efficacy of diagnosis of this condition.

Keywords: Cone-beam computed tomography. Tooth fractures. Diagnostic imaging.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALARA – *As Low as Reasonably Achievable*

AUROC – Área sob a curva ROC

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

DAP – *Dose Area Product*

FOV - *Field of View*

FRH – Fratura Radicular Horizontal

FRV – Fratura Radicular Vertical

GC – Grupo Controle

GF – Grupo Fraturado

ICRP – *International Commission on Radiological Protection*

kV – Kilovoltagem

mA – Miliamperagem

ROC - *Receiver Operating Characteristic*

TCFC – Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

TCMD – Tomografia Computadorizada *Multidetector*

RP – Radiografia periapical

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	<b>39</b>
4.1	Aspectos Éticos .....	39
4.2	Seleção e Preparo da Amostra .....	39
4.3	Realização das Fraturas .....	40
4.4	Grupos de Dentes .....	42
4.5	Preparo do <i>Phantom</i> .....	42
4.6	Aquisição das Imagens .....	43
4.7	Interpretação das Imagens .....	45
4.8	Análise Estatística .....	46
<b>5</b>	<b>RESULTADO</b> .....	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>57</b>
	<b>ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP</b> .....	<b>65</b>
	<b>ANEXO B – Protocolo de interpretação</b> .....	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As fraturas dentárias radiculares, sem deslocamento de fragmentos, apresentam uma condição de difícil diagnóstico clínico e radiográfico para os cirurgiões-dentistas <sup>21,34,47,72,79</sup>. São descritas como sendo relativamente raras em relação aos outros tipos de lesões traumáticas, podendo ocorrer em qualquer região do terço radicular, envolvendo uma ou mais raízes dentárias <sup>79</sup>. Quando observadas em relação ao longo eixo dentário, podem ser verticais ou horizontais. Segundo Rivera e Walton (2009), citado por Taramsari et al <sup>70</sup>, 2013, de acordo com a interpretação radiográfica, a vertical pode ser definida como uma linha radiolúcida longitudinal/oblíqua, parcial ou completa, que se estende ao longo eixo do dente. Em relação a horizontal, observa-se uma linha de fratura perpendicular ao longo eixo do dente.

A fratura radicular vertical (FRV) geralmente é iatrogênica, podendo ocorrer durante ou após o tratamento endodôntico, ou posteriormente a inserção de pinos de retenção intracanal <sup>38,64,68</sup>. Outra etiologia é a força oclusal excessiva, particularmente em dentes restaurados. Dentes posteriores com tratamento endodôntico, sem coroa protética, são os de maior risco <sup>38,47</sup>. Segundo alguns autores <sup>2,6,16,32</sup> a fratura radicular horizontal (FRH) ocorre com maior frequência na região anterior da maxila, em pacientes jovens do sexo masculino, devido a acidentes, lesões esportivas e lutas. Neste tipo de fratura, a necrose pulpar pode chegar à 25% dos casos <sup>6</sup>. Assim, a descoberta precoce das fraturas radiculares poderia evitar grandes danos aos tecidos de suporte <sup>68</sup> e influenciar diretamente a decisão sobre o plano de tratamento <sup>6,27</sup>.

O prognóstico de um dente com uma grande fratura é desfavorável e, em muitos casos, dependendo da sua localização, a exodontia é a única forma de tratamento <sup>2,47</sup>. Os sinais clínicos e radiográficos das fraturas radiculares não são patognomônicos e podem simular lesões periodontais e insucessos endodônticos <sup>21,34,47,55,72</sup>. Às vezes, combinando-se uma história odontológica pregressa com os sinais e sintomas clínicos – dor, edema, mobilidade da coroa dentária e presença de bolsa periodontal profunda – associados a sinais radiográficos como linha radiolúcida, radiolucidez periapical e lateral à raiz, podem indicar a presença dessa condição <sup>6,15,54</sup>.

A radiografia periapical (RP), como meio complementar ao exame clínico, é um método seguro e de fácil acesso e execução, tendo sido muito utilizado pelos profissionais nas clínicas odontológicas para o diagnóstico das fraturas radiculares. Entretanto, apresenta limitações inerentes à técnica, como representar apenas duas dimensões de estruturas anatômicas tridimensionais, resultando em sobreposição das estruturas adjacentes <sup>47,55,72</sup> e, principalmente, não visualização da linha de fratura se o feixe de raios X não incidir paralelamente em direção ao longo eixo dessa <sup>3,26,36,71,79</sup>. Assim, com a finalidade específica de se visualizar a fratura, pode-se lançar mão de radiografias com uma variação na angulação horizontal/vertical do cabeçote de 4 a 15 graus <sup>36,71,74</sup>. Ainda assim, a sobreposição das estruturas adjacentes pode limitar a visualização da linha de fratura <sup>69</sup>, o que torna necessária uma avaliação tridimensional do caso. Dessa forma, o diagnóstico radiográfico das fraturas radiculares pode ser comprometido devido aos vários padrões que se apresenta, sendo muito difícil identificar essa condição em seu estágio inicial utilizando apenas radiografias periapicais <sup>26,31,47</sup>.

A introdução da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), especificamente para imagens da região maxilofacial, promoveu uma verdadeira mudança de paradigma na Odontologia <sup>1,20,43,58,63</sup>. Impulsionada pelas vantagens de uma imagem tridimensional – associada a qualidade de imagem e acurácia no diagnóstico, planejamento e tratamento – somada à possibilidade de aquisição com menores doses de radiação que a tomografia computadorizada *multidetector* (TCMD), tem sido muito utilizada na Odontologia <sup>20,25,43,58</sup>.

Esta modalidade de imagem tem trazido boas perspectivas para o diagnóstico de fraturas radiculares. Em comparação à radiografia periapical, a TCFC tem apresentado melhor eficácia na detecção dessa condição, permitindo a visualização direta das linhas de fratura bem como a sua localização, direção e extensão <sup>2,21,26,29,44</sup>. Por outro lado, apresenta algumas limitações que sempre devem ser levadas em consideração na escolha do método radiográfico, como elevada dose de radiação em comparação à RP e a produção de artefatos de endurecimento do feixe de raios X. Restaurações e pinos metálicos, guta-percha, brackets ortodônticos e implantes dentários adjacentes normalmente influenciam na qualidade da imagem adquirida <sup>34,35,55,57,63</sup>. Linhas hipodensas que representam tais artefatos podem mimetizar as linhas de fratura devido à semelhança entre ambas, podendo conduzir

a um diagnóstico e plano de tratamento incorreto e, em alguns casos, levar a uma exodontia desnecessária <sup>28,54</sup>.

A qualidade da imagem de TCFC e a dose de radiação são diretamente proporcionais a uma série de fatores como a miliamperagem (mA), kilovoltagem (kV), o tamanho do campo de visão (FOV), grau de rotação do aparelho (180° ou 360°) e também o tipo de receptor de imagem. Muitos aparelhos apresentam uma configuração “padrão” dos parâmetros de exposição, de acordo com o tamanho do paciente e/ou diferentes aplicações clínicas. Entretanto, estudos relatam que a seleção apropriada desses parâmetros deve ser feita de forma individualizada, se tornando determinante para realização de um exame com baixa dose de radiação <sup>12,18,42,55,56,59,60</sup>. Atualmente, existem diversos tipos de aparelhos de TCFC que permitem ao operador regular estes parâmetros e, dentre as opções, a redução da mA consiste em um dos meios práticos para otimização da dose. Contudo, essa opção diminui a relação sinal-ruído e contribui para a deterioração da qualidade de imagem; já o aumento, produz uma melhora na qualidade, porém, resulta em maior dose de exposição à radiação <sup>55,66</sup>. Este conflito de escolha do protocolo de mA deve estar pautado no princípio ALARA (*As Low s Reasonably Achievable*), ou seja, de manter a dose tão baixa quanto razoavelmente possível e, ainda assim, obter a informação necessária para o diagnóstico <sup>18,55,58</sup>.

De acordo com a Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações ICRP <sup>24</sup> (2007), o uso das radiações ionizantes deve garantir o menor risco possível ao ser humano. Afirma que a exposição à radiação ionizante só deve ocorrer quando gerar benefício ao paciente e recomenda um sistema de proteção contra radiações fundamentado em três princípios básicos: justificação, otimização e limitação da dose. Também, indo de encontro a estes princípios, a publicação 172 da Comissão Européia de Proteção Contra Radiações <sup>17</sup> estabelece que para o exame de fraturas radiculares, o tamanho do FOV deve ser limitado a um único dente e área adjacente, e a resolução espacial deve ser aumentada até certo limite, o qual ainda proporcione benefício para o paciente.

Sur et al.<sup>66</sup> 2010, Jacobs,<sup>25</sup> 2011 e Pauwels et al.<sup>59</sup> 2015 afirmam que as pesquisas têm sido inconclusivas quando se trata dos parâmetros de exposição, deixando uma lacuna entre dose de radiação e qualidade da imagem. Atualmente, não se conhece a influência da mA sobre a qualidade do diagnóstico de fraturas radiculares, utilizando-se uma amostra composta por dentes de todas as regiões



anatômicas da maxila e mandíbula, e com presença de guta-percha no interior dos condutos radiculares. Espessura óssea e presença de dentes multirradiculares, podem interferir de forma significativa na seleção do protocolo adequado de miliamperagem.

Deste modo, considerando os princípios básicos da ICRP <sup>24</sup> e a publicação 172 da Comissão Européia de Proteção contra Radiações <sup>17</sup> de proporcionar aos pacientes o melhor exame com a menor dose de radiação, parece ser oportuno avaliar a influência da miliamperagem sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Palomo et al.<sup>53</sup> (2008) realizaram um estudo para quantificar a dose de radiação na TCFC, utilizando diferentes parâmetros de exposição. Foi utilizado um crânio humano macerado, onde foram posicionados 10 dosímetros termoluminescentes (TLDs) em regiões de interesse. As imagens foram obtidas pelo aparelho de TCFC (MercuryRay), modificando as seguintes variáveis: mA (2, 5, 10 e 15 mA), kV (100 e 120 kVp) e três tamanhos de FOV (6, 9 e 12 polegadas). Encontraram uma redução da dose em aproximadamente 38% quando utilizado o protocolo de 100 kVp, ao invés de 120 kVp. Quando diminuiu o tamanho do FOV, houve uma redução na dose de 5 a 10%. A variação na miliamperagem teve pouco efeito na redução da dose de radiação.

Também em 2008, Kwong et al.<sup>37</sup> realizaram um estudo onde avaliaram a qualidade da imagem de TCFC utilizando diferentes parâmetros de exposição. As imagens foram adquiridas pelo aparelho MercuryRay, modificando as seguintes variáveis: mA (2, 5, 10 e 15 mA), kV (100 e 120 kVp), FOV (6, 9 e 12 polegadas) e presença/ausência do filtro de cobre. Foram realizados 32 escaneamentos da cabeça de um cadáver e 16 de um crânio humano macerado. Três grupos, com 16 imagens em cada, foram divididos de acordo com o tamanho do FOV. As imagens foram avaliadas por trinta examinadores e classificadas de acordo com a qualidade, seguindo uma ordem de 1 a 16 (1 a melhor e 16 a pior). Dentre os resultados, alterações na miliamperagem mostraram diferenças estatísticas significativas em relação aos FOVs de 6 e 12 polegadas. Para o FOV de 9 polegadas, as diferenças estatísticas observadas foram para os protocolos de 2, 10 e 15 mA. Concluíram que a kilovtagem e os filtros de cobre não afetaram a qualidade geral da imagem e, quando utilizaram protocolos de baixa mA, estes apresentaram imagens com boa qualidade de diagnóstico.

Em 2009, Kamburoğlu et al.<sup>30</sup> realizaram um estudo para comparar a acurácia do filme radiográfico convencional, dispositivo de carga acoplada (CCD – RVG 5.0), placa de fósforo (Digora Optime) e a TCFC (3D Accuitomo) no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais. A amostra foi composta por 36 dentes (incisivos centrais e laterais), sendo que 18 foram fraturados e a outra metade serviu como controle. Todos os dentes foram inseridos nos respectivos processos alveolares de

uma maxila macerada de humano, onde foram realizados os exames radiográficos. Em diferentes sessões, três radiologistas analisaram as imagens de forma individual e as classificaram quanto à presença ou ausência de fratura radicular. A TCFC revelou sensibilidade significativamente maior (0,92) do que os sistemas intrabuciais (Placa de fósforo 0,71; CCD 0,68; filme 0,74). Quanto à especificidade, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as quatro modalidades de imagem. Concluíram que a TCFC apresenta uma acurácia maior que as radiografias periapicais convencionais e digitais; entretanto, deve ser considerada após a tentativa com as técnicas radiográficas convencionais.

Wenzel et al.<sup>78</sup> (2009) compararam a precisão da TCFC e da radiografia periapical digital no diagnóstico de fraturas radiculares transversais, avaliando as diferenças entre as imagens originais e com filtro. A amostra foi composta por 69 dentes extraídos de humanos, divididos em dois grupos: fraturado (34 dentes) e controle (35 dentes). As fraturas foram induzidas com auxílio de um martelo e, posteriormente, os dentes foram inseridos em alvéolos de um crânio humano macerado. As imagens foram adquiridas utilizando-se a PSP (Digora Optime) e a TCFC (i-CAT) em duas resoluções de *voxel* (0,125 mm e 0,25 mm). Foram aplicados diferentes filtros nas imagens digitais (*Sharpen*) e tomográficas (*Sharpen* e *Angio-Sharpen*), que foram comparadas com as imagens originais. Todas as imagens foram avaliadas individualmente por seis examinadores (3 radiologistas, 1 endodontista e 2 pós-graduandos em Radiologia) quanto à presença ou ausência de fratura. Imagens com filtro *Angio-Sharpen* para ambas as resoluções de TCFC apresentaram maior sensibilidade do que as imagens originais. Quando utilizado TCFC de alta resolução de imagem (*voxel* de 0,125mm), observou-se maiores valores de sensibilidade. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre TCFC de baixa resolução (*voxel* de 0,25mm) e a radiografia digital; entretanto, imagens de TCFC de alta resolução apresentaram maior acurácia no diagnóstico que as demais modalidades.

likubo et al.<sup>40</sup> (2009) compararam a acurácia do diagnóstico de fraturas radiculares horizontais por meio de radiografia periapical convencional (filme), TCMD e TCFC. Foram utilizados 28 incisivos superiores, extraídos de 7 cães da raça Beagle. Com auxílio de uma chave de fenda, as fraturas radiculares foram induzidas em 13 dentes, sendo os fragmentos reposicionados e colados. Todos os dentes

foram inseridos nos respectivos alvéolos e as imagens foram obtidas por radiografias periapicais (filme Insight), TCMD (Somatom Emotion 6) e TCFC (PSR 9000N). De forma independente e desconhecendo as variáveis, seis radiologistas avaliaram as imagens e as classificaram quanto à presença ou ausência de fratura. Os valores de sensibilidade, valor preditivo negativo e acurácia foram significativamente maior na TCFC que na RP e TCMD. Em relação à especificidade e valor preditivo positivo, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as três modalidades de imagem.

Também em 2009, Hassan et al.<sup>21</sup> compararam a influência do material endodôntico sobre a qualidade do diagnóstico de fraturas radiculares verticais, por meio de radiografias periapicais (RP) e TCFC. A amostra foi composta por 80 dentes (40 molares e 40 pré-molares), divididos em 4 grupos: A e B (fraturado); C e D (controle), sendo os grupos A e C com tratamento endodôntico. Dessa forma, cada grupo foi composto por 20 dentes, sendo 10 molares e 10 pré-molares. Os dentes foram posicionados individualmente em alvéolos de 10 mandíbulas humanas maceradas, revestidas com cera para simulação do tecido mole. Foram obtidas imagens de TCFC (i-CAT) e radiografias periapicais (Siemens e Digora); sendo estas por meio da técnica do paralelismo, com diferentes angulações (ortorradial e angulação mesial). Quatro examinadores (dois endodontistas e dois estudantes do 4º ano) avaliaram as imagens quanto à presença/ausência e a direção da linha de fratura. A sensibilidade e especificidade da TCFC foi de 79,4% e 92,5% e para a RP de 37,1% e 95%, respectivamente. A especificidade da TCFC foi reduzida na presença do material endodôntico; no entanto, não influenciou a acurácia geral. Os resultados mostraram uma maior acurácia da TCFC para diagnóstico de fraturas radiculares.

Em 2010, Melo et al.<sup>45</sup> avaliaram a acurácia da TCFC no diagnóstico de fraturas radiculares verticais, sobre influência da presença/ausência de guta-percha, pino metálico intracanal e variação no tamanho do *voxel*. Foram selecionados 180 dentes (unirradulares) extraídos de humanos, que foram divididos em seis grupos: três experimentais e três controles. Alguns dentes tiveram os condutos radiculares preenchidos com guta-percha; outros, com guta-percha e pino metálico intracanal. Os dentes dos grupos experimentais foram fraturados com o auxílio de uma ponta cônica e um martelo e, posteriormente, posicionados individualmente em uma maxila

humana macerada, que foi revestida com cera para simulação do tecido mole. As imagens foram adquiridas pelo i-CAT com diferentes tamanhos de *voxel* (0.3 e 0.2 mm). Um radiologista previamente calibrado, avaliou as imagens e as classificou quanto à presença/ausência de fratura. Observaram que a presença de guta-percha e pino metálico reduziram a sensibilidade e especificidade em ambos os tamanhos de *voxel*, porém sem significância estatística. Além disso, a sensibilidade foi significativamente maior para o *voxel* 0.2 mm quando na ausência de pino metálico intracanal e guta-percha.

Hassan et al.<sup>22</sup> (2010) compararam a acurácia de cinco aparelhos de TCFC no diagnóstico de fraturas radiculares verticais, avaliando a influência do material endodôntico, corte tomográfico e tipo de dentes. A amostra foi composta por 80 dentes (40 molares e 40 pré-molares), divididos em 4 grupos: dois fraturados (Fr-F e Fr-NF) e dois controles (F e NF), sendo os grupos Fr-F e F com tratamento endodôntico. Assim, cada grupo foi composto por 20 dentes, sendo 10 molares e 10 pré-molares. Os dentes foram posicionados individualmente em alvéolos de 10 mandíbulas humanas maceradas, revestidas com cera, para simulação do tecido mole. As imagens foram adquiridas utilizando 5 aparelhos de TCFC: NewTom 3G, i-CAT Next Generation, Galileos 3D, Scanora 3D e 3D Accuitomo-XYZ. Dois endodontistas experientes, previamente calibrados e cegos em relação às variáveis, analisaram as imagens nas reconstruções multiplanares (axial, sagital e coronal), classificando-as quanto a presença/ausência de fraturas, em uma escala dicotômica (sim/não). Houve diferença estatisticamente significativa na sensibilidade para detecção de FRV entre os cinco aparelhos, mas na especificidade não. A presença de material endodôntico não influenciou a sensibilidade, mas reduziu a especificidade. Em todos os aparelhos, os cortes axiais foram significativamente mais precisos que os coronais e sagitais. As fraturas radiculares foram mais fáceis de serem detectadas em molares do que em pré-molares.

Kamburoğlu et al.<sup>31</sup> (2010) compararam dois aparelhos de TCFC e um sensor digital no diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRV). Foram utilizados 60 pré-molares extraídos de humanos, e destes, 30 foram fraturados. Todos os dentes tiveram os condutos radiculares preparados e, subsequentemente, obturados com guta-percha. Posteriormente, a obturação do canal radicular foi removida até os dois terços apical da raiz. As imagens de TCFC foram obtidas pelos aparelhos NewTom

3G e Iluma (alta e baixa resolução), e as radiografias periapicais pelo sistema digital (CCD). Previamente calibrados, quatro examinadores analisaram as imagens de forma aleatória, com intervalo de 1 semana. Todas as imagens foram reavaliadas após 1 mês das avaliações iniciais. Quando na presença/ausência de fraturas, as imagens foram classificadas seguindo uma escala de 5 pontos (definitivamente presente, provavelmente presente, incerto, provavelmente ausente, definitivamente ausente). Não houve diferença estatística significativa entre os dois aparelhos de TCFC. Concluíram que ambos aparelhos – NewTom 3G e Iluma com protocolo de alta resolução – apresentaram melhor desempenho no diagnóstico do que o Iluma de baixa resolução e o sensor CCD.

Em um estudo realizado por Özer <sup>51</sup> em 2010, comparou a acurácia da TCFC e da radiografia periapical digital na detecção de fraturas radiculares verticais (FRV), com diferentes espessuras. A amostra foi composta por 80 dentes que receberam preparo endodôntico, sendo divididos em quatro grupos (três experimentais e um controle). Os dentes dos grupos experimentais foram fraturados e os fragmentos reposicionados e colados em diferentes espessuras, sendo: 0,4 mm; 0,2 mm e menor que 0,2 mm. Os dentes foram posicionados individualmente em alvéolos de uma mandíbula macerada, que foi revestida por cera para simulação de tecido mole. Foram obtidas imagens pelo aparelho de TCFC (i-CAT) e sistema digital CCD (RVG 5100). Três examinadores avaliaram as imagens e as classificaram de acordo com a presença/ausência de fraturas radiculares. A acurácia da TCFC foi significativamente maior em relação ao sistema digital, independente da espessura das fraturas radiculares.

Varshosaz et al. <sup>74</sup> (2010) compararam o diagnóstico de fraturas radiculares verticais por meio de TCFC (Promax 3D) e radiografia periapical digital (CCD). Foram selecionados 100 dentes unirradiculares (incisivos, caninos e pré-molares), sendo que metade foram fraturados. Assim, foram divididos em dois grupos: controle e experimental, com 50 dentes cada. Estes foram posicionados em alvéolos de uma mandíbula humana macerada, que foi revestida por duas camadas de cera para simulação de tecido mole. As imagens de todos os dentes foram adquiridas por meio de TCFC e radiografias periapicais. Seis examinadores avaliaram as imagens e as classificaram quanto a presença/ausência de fraturas radiculares, utilizando uma escala de confiança de 5 pontos (definitivamente presente, provavelmente presente,

incerto, provavelmente ausente, definitivamente ausente). A área sob a curva ROC da TCFC foi de 0,91 e da radiografia periapical digital de 0,64. Concluíram que a TCFC foi superior à radiografia periapical para o diagnóstico de fraturas radiculares verticais.

Qu et al.<sup>60</sup> (2010) compararam as doses efetivas resultantes de diferentes protocolos de escaneamento da TCFC (Promax 3D), de acordo com ICRP 2007. As doses absorvidas pelos tecidos foram obtidas por meio de dosímetros termoluminescentes (TLDs) posicionados em um *phantom*. As variáveis modificadas foram miliamperagem (8, 10, 12, 14 e 16 mA), FOV (8x8 cm, 8x5 cm e 5x4 cm) e a resolução (baixa, normal e alta). Observou-se que quando a miliamperagem e o FOV aumentaram, a dose aumentou proporcionalmente. Além disso, a baixa resolução gerou menor dose de radiação quando comparada aos outros protocolos. Não foi observada diferença na dose entre as resoluções alta e normal. Concluíram que a seleção cuidadosa de cada um destes parâmetros é necessária para reduzir a dose de radiação para o paciente.

Também em 2010, Sur et al.<sup>66</sup> estudaram o efeito da miliamperagem (mA) na qualidade da imagem de TCFC para o planejamento de implantes dentários na maxila e mandíbula. Foram utilizadas seis cabeças de cadáveres humanos, escaneadas com protocolo fixo de kilovtagem (80 kVp) e variável de miliamperagem (1, 2, 4 e 8 mA), no modo *full-scan*. Para a região posterior de maxila e mandíbula, foram obtidas imagens no protocolo *half-scan*. Foram selecionadas estruturas anatômicas maxilares e mandibulares de interesse no planejamento pré-operatório de implantes. As imagens foram adquiridas pelo aparelho de TCFC (Accuitomo 3D) e, posteriormente, interpretadas por 5 radiologistas independentes, percorrendo os planos axial, sagital e coronal. Para cada estrutura, a qualidade da imagem foi classificada por uma escala de 4 pontos (excelente, bom, ruim e impossível diagnóstico). A qualidade da imagem obtida no protocolo de 4 mA (*full-scan*) foi equivalente à obtida com 8 mA (*full-scan*). Até imagens obtidas no protocolo de 2 mA (*full-scan*) e 4 mA (*half-scan*) podem ser utilizadas no planejamento de implantes. Imagens obtidas com 1 mA foram consideradas inaceitáveis devido à degradação substancial da qualidade de imagem. Concluíram que uma redução significativa da dose de radiação pode ser conseguida utilizando

protocolos de baixa mA, sem perda substancial da qualidade de imagem para o planejamento de implantes dentários.

Em 2011, Costa et al.<sup>8</sup> avaliaram a influência da presença/ausência de pino metálico intracanal, na acurácia do diagnóstico de fraturas radiculares horizontais por meio de TCFC de pequeno FOV (50x50 mm). Quarenta pré-molares extraídos de humano foram utilizados, sendo realizado tratamento endodôntico em todos. As fraturas foram induzidas por meio de força mecânica manual com auxílio de martelo e, posteriormente, os fragmentos reposicionados e colados. Subsequentemente, os dentes foram divididos em quatro grupos, sendo: (G1 e G2) ausência de pino metálico sem e com presença de fratura e (G3 e G4) presença de pino metálico sem e com presença de fratura, respectivamente. Os dentes foram inseridos individualmente em alvéolos de uma mandíbula humana macerada, que foi imersa em uma caixa com água para simulação do tecido mole. Foram adquiridas imagens pelo PaX Uni3D de pequeno FOV (*voxel* de 0,2mm). Três examinadores avaliaram as imagens e as classificaram quanto à presença/ausência de fraturas. A TCFC indicou alta acurácia nos grupos sem pino metálico; entretanto, a presença de pino metálico intracanal reduziu significativamente a sensibilidade e especificidade.

Edlund et al.<sup>15</sup> (2011) avaliaram *in vivo*, a capacidade de diagnóstico da TCFC na detecção de fraturas radiculares em dentes tratados endodônticamente. A amostra foi composta por 32 dentes (29 pacientes) com suspeita de fratura radicular, apresentando os seguintes sinais e sintomas clínicos: dor a percussão/palpação, presença de bolsa periodontal ao redor do dente e radiografia periapical evidenciando a presença de perda óssea na face mesial ou distal do dente. Como padrão ouro, todos os indivíduos foram submetidos à cirurgia periodontal exploratória para a visualização direta da fratura, tendo como auxílio o microscópio óptico e aplicação de azul de metileno. As imagens por TCFC foram adquiridas em um dos dois aparelhos de TCFC (i-CAT ou 3D Accuitomo 80). Em seguida, foram avaliadas por dois radiologistas e classificadas de acordo com a presença/ausência de fraturas, seguindo uma escala de 3 pontos (presença, incerto, ausência). A TCFC mostrou uma alta capacidade no diagnóstico de fraturas radiculares.

Também em 2011, Özer<sup>52</sup> comparou a acurácia da TCFC no diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRV), utilizando diferentes tamanhos de *voxel*. A



amostra foi composta por 60 pré-molares superiores, sendo que todos tiveram os condutos radiculares preparados. Metade dos dentes foram fraturados e, posteriormente, divididos em 2 grupos: experimental e controle. Os dentes foram inseridos em alvéolos de uma mandíbula humana macerada, que foi revestida com cera para simulação do tecido mole. As imagens foram obtidas pelo i-CAT utilizando diferentes tamanhos de *voxel* (0,125; 0,2; 0,3 e 0,4 mm). Três examinadores (2 endodontistas e 1 radiologista), em diferentes sessões, avaliaram as imagens e as classificaram quanto à presença/ausência de fratura. Os resultados indicam valores de sensibilidade e especificidade semelhante para todos tamanhos de *voxel*, sendo em ordem decrescente o maior valor para 0,125; 0,2; 0,3 e 0,4mm. Os autores concluíram que o melhor protocolo de *voxel* foi de 0,2 mm, considerando menor dose de radiação e qualidade de diagnóstico.

Em um estudo clínico realizado por Wang et al. <sup>77</sup> (2011), compararam a precisão da TCFC (3DX Accuitomo) e radiografia periapical convencional no diagnóstico de fraturas radiculares, sob influência de material endodôntico nos condutos radiculares. Foram avaliados 135 dentes (128 indivíduos), sendo 86 sem e 49 com tratamento endodôntico, sob suspeita de fratura radicular. Os principais sinais e sintomas clínicos foram: dor a mastigação/percussão, bolsas periodontais e uma interferência do localizador apical para determinar o comprimento de trabalho. Todos os pacientes foram primeiramente submetidos a radiografia periapical e, quando necessário, foram realizados exames de TCFC. Dois radiologistas com mais de 5 anos de experiência, previamente calibrados, analisaram as imagens de forma individual e as classificaram de acordo com a presença/ausência de fratura, utilizando-se uma escala dicotômica (sim/não). Observou-se que a fratura radicular foi detectada clinicamente em 95 dos 135 dentes. A sensibilidade da TCFC foi significativamente maior que a da radiografia periapical e a especificidade apresentou resultados similares. Quando da presença de material endodôntico, observou-se redução na sensibilidade da TCFC, porém a especificidade permaneceu inalterada. Já em relação a radiografia periapical, a presença de material endodôntico não influenciou no diagnóstico.

Costa et al. <sup>9</sup> (2012) testaram a acurácia da TCFC de grande FOV na detecção de fraturas horizontais, na presença ou ausência de pino metálico intracanal. Foram utilizados 40 pré-molares extraídos de humano, sendo realizado

tratamento endodôntico em todos. As fraturas foram realizadas por meio de força mecânica manual com auxílio de martelo, sendo os fragmentos reposicionados e colados. Posteriormente, os dentes foram divididos em quatro grupos, sendo: (G1 e G2) ausência de pino metálico sem e com presença de fratura e (G3 e G4) presença de pino metálico sem e com presença de fratura, respectivamente. Os dentes foram posicionados individualmente em uma mandíbula humana macerada, que foi inserida em uma caixa com água para simulação de tecido mole. Foram adquiridas imagens de TCFC (Picasso Master) de grande volume (FOV com 20x15 cm). Dois radiologistas cegos em relação às variáveis, avaliaram e classificaram as imagens quanto à presença ou ausência de fraturas. Observou-se uma baixa concordância intra/interexaminador e acurácia, refletindo a dificuldade em se diagnosticar fraturas radiculares em TCFC de grande FOV.

Kajan e Taramsari <sup>28</sup> (2012) avaliaram in vivo o diagnóstico de fraturas radiculares, por meio de TCFC (NewTom VG), comparando os resultados com amostras de dentes extraídos. Foram avaliados 10 pacientes com suspeita de fratura radicular em dentes com tratamento endodôntico. Todos os pacientes tinham sinais e sintomas clínicos como: dor durante a mastigação e/ou percussão, aumento de volume na região periapical e/ou presença de fístula recorrentes. Na radiografia periapical não foi observado imagem da linha de fratura, mas sim um aumento do espaço periodontal, área radiolúcida apical e/ou lateral às raízes e perda da crista óssea alveolar. As imagens foram obtidas pelo NewTom VG e classificadas quanto a presença ou ausência de fraturas, utilizando uma escala de 4 pontos (imagem ruim para diagnóstico; imagem ruim, mas diagnosticável; imagem adequada para o diagnóstico e imagem ótima para o diagnóstico). Todos os pacientes foram submetidos à exodontia e, posteriormente, a presença da fratura foi confirmada por meio da visualização direta e com aplicação de azul de metileno. Observou-se que em oito casos, a TCFC se mostrou eficiente no diagnóstico de fratura e, em apenas um caso, ela se mostrou ineficiente. A outra amostra foi perdida durante a exodontia.

Kambungton et al. <sup>29</sup> (2012) avaliaram a acurácia da TCFC na detecção de fraturas radiculares, e compararam com a radiografia periapical digital (CMOS) e convencional. A amostra foi composta por 60 dentes (incisivos e pré-molares) extraídos de humanos, onde todos tiveram os condutos radiculares preparados. Fraturas radiculares verticais foram induzidas em metade da amostra, por meio de

uma máquina universal de ensaios mecânicos. Em seguida, foram divididos em seis grupos e inseridos em uma mandíbula macerada desdentada de humano. Todos os dentes foram submetidos às imagens de TCFC (Veraviewepocs 3D), sensor digital intrabucal (RVG 5000) e filme convencional (Insight), sendo que para radiografias periapicais, foram adquiridas com três angulações diferentes. Três radiologistas com mais de 5 anos de experiência, avaliaram as imagens e as classificaram por meio de uma escala de 5 pontos (definitivamente ausente, provavelmente ausente, incerto, provavelmente presente e definitivamente presente). Não houve diferença estatística significativa entre todas as modalidades de imagem.

Khedmat et al.<sup>34</sup> (2012) compararam a acurácia da radiografia digital (CMOS), TCMD (VCT GE 64-slice) e da TCFC (Promax 3D) no diagnóstico de fraturas radiculares verticais, na presença ou ausência de material endodôntico. Foram utilizados 100 dentes unirradiculares, que foram divididos em quatro grupos com 25 dentes cada: controle e fraturado (com e sem material endodôntico). As fraturas foram realizadas por meio de força mecânica manual com auxílio de martelo, sendo os fragmentos reposicionados e colados. Os dentes foram montados individualmente em blocos de resina acrílica, para posterior realização dos exames por imagem. As imagens foram avaliadas e classificadas quanto à presença ou ausência de fraturas. Observou-se que na ausência de guta-percha, a especificidade das modalidades de imagem foi similar, mas a sensibilidade e acurácia foi maior na TCFC. Já na presença de guta-percha, a sensibilidade da TCFC e da TCMD foi significativamente maior do que a radiografia digital; entretanto, a acurácia da TCMD foi significativamente maior e relação às outras modalidades de imagens. Concluíram que a presença de guta-percha reduziu a acurácia, sensibilidade e especificidade da TCFC.

Em um estudo retrospectivo, Dawood et al.<sup>13</sup> (2012) investigaram a possibilidade de reduzir os fatores de exposição da TCFC (3D Accuitomo 170) para o planejamento pré-operatório de implantes dentários e avaliaram o efeito na qualidade da imagem. Foram avaliadas 68 imagens, adquiridas sob diferentes protocolos: grau de rotação do aparelho (180 e 360 graus), protocolo de escaneamento (Hi-Speed e Standard) e miliamperagem (2, 3, 5 e 6 mA). Seis examinadores desconhecendo as variáveis, avaliaram a possibilidade de inserção de implante dentário no sítio selecionado, de acordo com a visibilidade da

largura/altura óssea e das estruturas anatômicas adjacentes. Para tanto, utilizou-se uma escala de 5 pontos (nada confiante, pouco confiante, moderadamente confiante, razoavelmente confiante e muito confiante). Observou-se que os protocolos de baixa dose de radiação influenciaram pouco na qualidade da imagem. Concluíram que existe potencial para reduzir a dose de radiação de forma significativa para avaliação pré-operatória de implantes dentários.

Ainda em 2012, Metska et al.<sup>46</sup> compararam, in vivo, a detecção de fraturas radiculares em dentes com tratamento endodôntico, utilizando dois aparelhos de TCFC. Imagens de 39 dentes com suspeita de fratura radicular (39 indivíduos) foram avaliadas. Os dentes apresentaram sinais clínicos e radiográficos sugestivos de fratura: dor à percussão e/ou palpação, perda óssea localizada e fístula. Não foi detectada presença de fratura na radiografia periapical. As imagens por TCFC foram adquiridas em um dos dois aparelhos (NewTom 3G ou 3D Accuitomo 170) e três examinadores as classificaram quanto à presença/ausência da fratura. Como padrão ouro, todos os indivíduos foram submetidos à cirurgia periodontal exploratória, retratamento endodôntico ou exodontia para visualização direta da fratura. Os valores de sensibilidade, especificidade, acurácia, valor preditivo positivo e negativo foram maiores para o 3D Accuitomo 170.

Em 2013, da Silveira et al.<sup>11</sup> compararam a TCFC (i-CAT) e a radiografia periapical convencional na detecção de fraturas radiculares verticais, na presença/ausência de tratamento endodôntico e pino metálico intracanal, sob influência de diferentes tamanhos de *voxel*. Sessenta dentes unirradiculares, extraídos de humanos, foram divididos em dois grupos com o mesmo número de dentes: controle e experimental. 20 dentes foram submetidos a preparo endodôntico e preenchimento com guta-percha; 20 com preparo endodôntico, preenchimento com guta-percha e pino metálico intracanal e 20 sem nenhum material intracanal. Os dentes foram inseridos em blocos de resina acrílica e, posteriormente, radiografias periapicais foram realizadas com 3 angulações horizontais diferentes e a TCFC com diferentes protocolos de *voxel* (0,4; 0,3 e 0,2 mm). As imagens foram avaliadas por três examinadores, cegos em relação às variáveis, que as classificaram quanto à presença ou ausência de fraturas. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as modalidades de imagem. A sensibilidade e especificidade foram similares entre os diferentes tamanhos de *voxel*; entretanto, na presença de

guta-percha e pino metálico, a acurácia foi maior quando utilizado o *voxel* de 0.2 mm.

Ferreira et al.<sup>19</sup> (2013) avaliaram o desempenho de dois aparelhos de TCFC (i-CAT e Scanora 3D) na detecção de fraturas radiculares verticais, utilizando uma amostra de dentes com dois tipos de pino intracanal. Foram selecionados 60 pré-molares extraídos de humanos, nos quais foram realizados o preparo dos condutos radiculares, obturação endodôntica e, posteriormente, preparo dos condutos radiculares para colocação de pino intracanal (fibra de resina e titânio). As fraturas radiculares foram induzidas por meio de força mecânica manual com auxílio de martelo, sendo os fragmentos reposicionados e colados. Os dentes foram inseridos em blocos de resina acrílica e, posteriormente, foram adquiridas imagens pelo i-CAT Next Generation e Scanora 3D. Seis radiologistas, independentes e desconhecendo as variáveis, avaliaram as imagens no plano axial, sagital e coronal, e as classificaram quanto a presença ou ausência de fraturas. Maior sensibilidade (0,85) e valor preditivo negativo (0,88) foram observados quando utilizado o i-CAT nos dentes com pino de fibra de resina, indicando maior desempenho nessas condições.

Taramsari et al.<sup>70</sup> (2013) comparam dois modos de resolução da imagem (*High* e *Standard*) de um aparelho de TCFC (NewTom VG), na detecção de fratura radicular vertical, em dentes com tratamento endodôntico e com dois tipos de pino intracanal. Selecionaram 78 pré-molares unirradiculares, sendo que todos tiveram os condutos radiculares preparados e obturados e, em metade, foram realizadas fraturas radiculares verticais. Os dentes foram divididos em 6 grupos, com 13 dentes cada: A e B (Pino de fibra com e sem fratura), C e D (pino metálico com e sem fratura), E e F (sem pino com e sem fratura). Em seguida, os dentes foram distribuídos e inseridos em seis blocos de resina acrílica e, posteriormente, obtidas imagens pelo NewTom VG nos modos *High-resolution* (FOV 6 polegadas; *voxel* de 0,125-0,150 mm) e *Standard-resolution* (FOV 4 polegadas; *voxel* de 0,200-0,240 mm). Dois examinadores (1 radiologista e 1 endodontista) avaliaram as imagens e classificaram os achados quanto à presença ou ausência de fraturas. Não encontraram diferença estatística significativa entre os valores de diagnóstico dos dois modos de imagem; entretanto, ambos tiveram uma acurácia maior no grupo sem pino intracanal.

Bechara et al. <sup>4</sup> (2013) compararam a acurácia da TCFC na detecção de fraturas radiculares em dentes com tratamento endodôntico, por meio de dois tipos de escaneamento. A amostra foi composta por 66 dentes extraídos de humanos. Todos os dentes receberam tratamento endodôntico e, aleatoriamente, 33 foram fraturados. Foram utilizados oito fragmentos de costela bovina revestida com cera para simulação de tecido mole. Os dentes foram inseridos aleatoriamente nestes fragmentos e as imagens foram adquiridas pelo 3D Accuitomo, sob dois tipos de escaneamento (180 e 360 graus). Cinco examinadores classificaram as imagens quanto à presença/ausência de fraturas radiculares, seguindo uma escala de 5 pontos (definitivamente ausente, provavelmente ausente, não tem certeza, provavelmente presente e definitivamente presente). A especificidade do escaneamento de 360 graus foi significativamente maior que o de 180 graus. Não houve diferença estatística significativa para acurácia e sensibilidade.

Kamburoglu et al. <sup>32</sup> (2013), avaliaram a detecção de fratura radicular horizontal por meio de TCFC, variando os tamanhos de FOV e *voxel*. A amostra consistiu de 80 incisivos superiores (centrais e laterais), sendo que metade foram fraturados. As fraturas foram induzidas por meio de força mecânica manual com auxílio de martelo e, posteriormente, os fragmentos foram reposicionados e colados. Subsequentemente, de forma individual, os 80 dentes foram colocados nos respectivos alvéolos de um crânio humano macerado, que foi recoberto por cera vermelha para simulação de tecido mole. Um total de seis conjuntos de imagens foi obtido utilizando-se os seguintes tomógrafos e protocolos: (1) 3D Accuitomo 170, FOV de 40x40 mm e *voxel* de 0,080 mm; (2) 3D Accuitomo 170, FOV de 60x60 mm e *voxel* de 0,125 mm; (3) Kodak 9000, FOV de 50x37 mm e *voxel* de 0,076mm; (4) Kodak 9000, FOV de 50x37 mm e *voxel* de 0,100 mm; (5) Vatech Pax-Duo3D, FOV de 50x50 mm e *voxel* de 0,080 mm; (6) Vatech Pax-Duo3D, FOV de 85x85 mm e *voxel* de 0,120 mm. As imagens foram avaliadas individualmente por cinco observadores, previamente calibrados, e o diagnóstico realizado por meio de uma escala de cinco pontos (definitivamente ausente, provavelmente ausente, não tem certeza, provavelmente presente e definitivamente presente). Não foi encontrada diferença estatística significativa entre os aparelhos de TCFC.

Ainda em 2013, Patel et al. <sup>54</sup> compararam a TCFC (3D Accuitomo 170) e a radiografia periapical na detecção de fraturas radiculares verticais completas e

incompletas, quando na presença de guta-percha. A amostra foi composta por 20 pré-molares e molares, extraídos de humanos, que foram escaneados e radiografados em três grupos (controle, fratura radicular completa e incompleta). As fraturas foram induzidas por meio de uma máquina universal de ensaios mecânicos (Instron). Para fratura radicular incompleta, utilizou-se uma ponta de menor calibre e para fratura radicular completa, uma ponta de maior calibre. Os dentes foram inseridos nos respectivos alvéolos de uma mandíbula macerada para a realização dos exames de imagem. A área total sob as curvas ROC das fraturas radiculares verticais foi de 0,45 para TCFC e 0,53 para RP, indicando baixa acurácia no diagnóstico de FRV por meio de TCFC. Concluíram que o resultado pode estar relacionado aos artefatos causados pela presença de guta-percha.

Neves et al. <sup>49</sup> (2014) avaliaram a qualidade subjetiva da imagem de TCFC da região de terceiro molar inferior, utilizando-se diferentes valores de mA. Foram utilizadas 12 mandíbulas maceradas que apresentavam terceiros molares inclusos/semi-inclusos, na qual foram escaneadas no aparelho de TCFC Kodak 9000, modificando a mA (2; 4; 6,3; 8; 10; 12 e 15 mA). Observou-se o aumento da qualidade da imagem para todos os critérios avaliados, simultaneamente ao aumento da mA. O melhor protocolo de baixa dose foi o de 10 mA, pois a qualidade da imagem pareceu estabilizar-se a partir desse ponto.

Nascimento et al. <sup>48</sup> (2014) realizaram um estudo para determinar a influência da TCFC (i-CAT) no diagnóstico de fraturas radiculares longitudinais, sob diferentes filtros para aperfeiçoamento da imagem. A amostra foi composta por 40 molares, extraídos de humanos, sendo que metade foi fraturada. Para essa finalidade, uma ponta de metal cônica foi introduzida no interior dos condutos radiculares e uma força, controlada pela máquina universal de ensaios mecânicos (Instron), foi aplicada. Cada dente foi revestido por uma camada de cera, com intuito de simular estruturas adjacentes e, em seguida, inseridos em alvéolos de mandíbula humana macerada, que também foi revestida com cera. As imagens foram adquiridas pelo i-CAT com os seguintes protocolos de filtro: sem filtro, *sharpen mild*, *sharpen super mild*, *s9*, *sharpen*, *sharpen 3x3*, *angio sharpen medium 5x5*, *angio sharpen high 5x5* e *shadow 3x3*. As imagens foram avaliadas por três radiologistas, previamente calibrados e cegos em relação às variáveis, que as classificaram quanto à presença ou ausência de fraturas. Observaram que o filtro *Angio Sharpen High* apresentou

maiores valores de sensibilidade (78,9%) e acurácia (77,5%); entretanto, não houve diferença estatística significativa entre as imagens com e sem filtro.

Neves et al.<sup>50</sup> (2014) avaliaram a acurácia da TCFC no diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRV), sob influência de diferentes modos de imagem e materiais de preenchimento do conduto radicular. A amostra foi composta por 30 dentes unirradiculares de humanos, divididos em três grupos iguais (controle, FRV completa e FRV incompleta). Estes foram divididos em 12 subgrupos, de acordo com o tratamento (sem preenchimento, guta-percha, pino metálico e pino de fibra). Para indução das fraturas, uma ponta de metal cônica foi introduzida no interior dos condutos radiculares e uma força controlada pela máquina universal de ensaios mecânicos (Instron), foi aplicada. Os dentes foram inseridos em alvéolos de uma mandíbula humana macerada, revestida com cera, que foi colocada no interior de uma caixa plástica contendo água, para simulação de tecido mole. As imagens de TCFC foram adquiridas no 3D Accuitomo 170 em quatro diferentes modos, a conhecer: alta fidelidade (*Hi-Fi*), alta resolução (*Hi-Res*), alta velocidade (*Hi-speed*) e padrão (*Standard*). Cinco radiologistas avaliaram as imagens e as classificaram quanto a presença ou ausência de fraturas, seguindo uma escala de 5 pontos (ausente, provavelmente ausente, incerto, provavelmente presente e presente). Observaram que a presença de guta-percha e pino metálico influenciaram negativamente o diagnóstico de fratura radicular. Em relação aos modos de imagem, não houve diferença para a fratura radicular completa; no entanto, para a fratura radicular incompleta, os modos *Hi-Fi* e *Hi-Res* demonstraram maior acurácia, especialmente sem preenchimento e com pino de fibra.

Avsever et al.<sup>2</sup> (2014) compararam a eficácia de diferentes sistemas de radiografia periapical e dois aparelhos de TCFC para a detecção de fraturas radiculares. Foram selecionados 82 incisivos superiores extraídos de humanos. Fratura radicular horizontal foi induzida por meio de uma força mecânica manual com auxílio de martelo. Vinte dentes fraturaram em mais de dois fragmentos e foram excluídos do estudo. Os demais dentes foram divididos em grupo controle e fraturados, com 31 dentes cada. Posteriormente, foram inseridos em alvéolos de uma maxila humana macerada e as imagens adquiridas por dois aparelhos de TCFC (3D Accuitomo 170 e NewTom 3G) e três sistemas periapicais (PSP, CCD e filme Insight), sendo que para as radiografias periapicais, as imagens foram obtidas com



diferentes angulações. Quatro observadores (3 radiologistas e 1 endodontista) avaliaram as imagens e as classificaram quanto a presença/ausência de fratura. Concluíram que o 3D Accuitomo 170 tem maior sensibilidade e acurácia para o diagnóstico de fraturas radiculares horizontais.

Também em 2014, Vasconcelos et al.<sup>75</sup> avaliaram os padrões de artefatos característicos em dentes com tratamento endodôntico, utilizando quatro aparelhos de TCFC. A amostra foi composta por 10 pré-molares e um crânio humano macerado, composto por maxila e mandíbula. Foram inseridos 5 dentes nos alvéolos da maxila e 5 na mandíbula. As imagens foram adquiridas em quatro aparelhos de TCFC (3D Accuitomo 170, Whitefox, Cranex 3D e Scanora 3D), todos com protocolos de alta resolução. Somente para o Cranex 3D foi feito escaneamento adicional no *EndoMode* (redução de artefato). Três radiologistas, previamente calibrados, avaliaram as imagens nos planos axiais, sagitais e coronais, e as classificaram quanto a presença ou ausência de três tipos de artefatos (halo hipodenso, escavação e estrias). Observaram que os artefatos mais prevalentes foram na seguinte ordem decrescente: escavação (70%), halo hipodenso (35%) e estrias (16%). A utilização do *EndoMode* para redução de artefatos (Cranex 3D) não melhorou significativamente o resultado.

Em outro estudo também realizado por Vasconcelos et al.<sup>76</sup> (2014), foi analisado de forma qualitativa e quantitativa a influência da miliamperagem da TCFC (Kodak 9000) no planejamento pré-operatório de implantes dentários. Foram utilizadas 8 mandíbulas maceradas desdentadas de humano onde foram marcados, bilateralmente, sítios receptores de implantes. Para simulação de tecidos moles, os espécimes foram colocados dentro de uma caixa de isopor contendo água. As imagens foram obtidas pelo Kodak 9000, utilizando-se as seguintes mA(s): 2; 4; 6,3; 8; 10; 12; e 15. Três examinadores, previamente calibrados e cegos em relação às variáveis, analisaram as imagens. A análise subjetiva avaliou a qualidade geral da imagem em relação à visibilidade da cortical mandibular, osso trabecular, forame mental, canal mandibular, seguindo uma escala de 4 pontos (excelente; bom; ruim e diagnóstico impossível). A análise objetiva consistiu da medição da altura óssea de todas as regiões previamente selecionadas. Para avaliação objetiva, o resultado mostrou que os protocolos de mA não influenciaram na sua exatidão. Sobre a avaliação da qualidade da imagem, o teste estatístico mostrou uma influência

negativa dos protocolos de 2 e 4 mA; entretanto, a qualidade da imagem pareceu se estabilizar a partir do protocolo de 6,3 mA. Concluíram que a redução significativa da dose de radiação pode ser alcançada, mantendo qualidade de imagem satisfatória para o diagnóstico.

Pauwels et al.<sup>59</sup> (2015) realizaram um estudo para investigar o efeito da mAs na redução da qualidade de imagem de TCFC, e determinar valores minimamente aceitáveis em relação ao sinal-ruído da imagem. Foi utilizado como *phantom*, um crânio de humano adulto, com dentição completa, inserido em um recipiente de acrílico contendo poliuretano, utilizado para simulação de tecido mole. As imagens foram obtidas por quatro aparelhos de TCFC (3D Accuitomo 170, Cranex 3D, Scanora 3D e Galileus Comfort), com diferentes tamanhos de FOV(s), voxel e todas as configurações de mAs permitidas pelos aparelhos, totalizando 47 configurações. Todas as imagens de um determinado protocolo foram agrupadas em um grupo, sendo cada um deles codificados de acordo com a ordem decrescente de mAs. Seis experientes radiologistas avaliaram cada um dos 47 volumes de imagem, por meio dos planos axiais e coronais. As imagens foram classificadas quanto à visibilidade das estruturas anatômicas de interesse, seguindo uma escala de 4 pontos (muito pouco, pouco, aceitável e excelente), e quanto a aceitação para três aplicações clínicas, sendo planejamento de implantes, patologia em raiz e sinusopatia, também seguindo uma escala de 4 pontos (certamente não aceitável, provavelmente não aceitável, provavelmente aceitável e certamente aceitável). A concordância interexaminador foi de 0,47 (moderada). Observaram que o aumento de mA provocou aumento simultâneo da relação sinal-ruído. Em comparação com a configuração padrão do fabricante, a qualidade da imagem permaneceu aceitável com uma redução moderada ou grande de mA (50%), dependendo da situação clínica. Houve um amplo intervalo de valores mínimos aceitáveis de mAs (9 a 70 mA).

Likubo et al.<sup>41</sup> (2015) investigaram os padrões de artefatos causados por um composto utilizado na obturação do conduto radicular (GPC), utilizando três aparelhos de TCFC. Foram utilizados 18 dentes (incisivos centrais e pré-molares inferiores), onde os condutos radiculares foram preparados e, posteriormente, obturados com GPC (guta-percha, resina e substância inorgânica). Os dentes foram inseridos nos respectivos alvéolos de um crânio humano macerado. As imagens

foram obtidas em três aparelhos de TCFC (Alphard Vega, CB Throne e 3D Accuitomo) e avaliadas no plano axial, em cortes na região cervical e no terço apical da raiz. Sete radiologistas analisaram as imagens e as classificaram quanto ao padrão de artefato, seguindo uma escala de 4 pontos (nenhuma linha, discreta linha, linha sem penetração na raiz e linha com penetração na raiz); e em 8 direções que irradiavam do centro da raiz. Observaram que as linhas de artefato nos incisivos seguiram direções oblíquas (mésio e disto vestibular; mésio e disto lingual). Já nos pré-molares, a direção foi no sentido cruzado (mésio-distal). As linhas de fratura foram predominantemente visualizadas no corte referente à região cervical.

Uzun et al.<sup>73</sup> (2015) avaliaram o uso de diferentes aparelhos de TCFC para a detecção de FRV, variando-se o tamanho do *voxel*. O estudo utilizou 74 pré-molares, sendo que todos foram endodônticamente preparados e obturados. Metade da amostra foi fraturada utilizando-se uma cunha cônica no interior do canal. Em seguida, os dentes foram inseridos em uma mandíbula recoberta com duas camadas de cera. Os aparelhos de TCFC e protocolos utilizados foram: 3D Accuitomo 170 (*voxel* de 0,080 e 0,16 mm) e NewTom 3G (*voxel* de 0,16 mm e 0,25mm). As imagens foram avaliadas por dois examinadores, previamente calibrados, e classificadas utilizando-se uma escala de 5 pontos (definitivamente ausente, provavelmente ausente, não tem certeza, provavelmente presente e definitivamente presente). Não foram encontradas diferenças significativas entre os observadores e tamanhos de *voxel*. Um alto valor de AUROC foi observado em todos os grupos; contudo, o 3D Accuitomo 170 (FOV 4x4) teve maior sensibilidade e precisão para o diagnóstico de fratura radicular vertical.

Salineiro et al.<sup>61</sup> (2015) analisaram quatro diferentes protocolos de TCFC para identificar FRH em dentes com tratamento endodôntico, com e sem pino metálico intracanal. Selecionaram 30 pré-molares que foram divididos em dois grupos iguais: controle e fratura. A fratura horizontal foi induzida com auxílio de um martelo, mediante a aplicação de uma força mecânica sobre um plano horizontal. Os fragmentos foram reposicionados e colados sem deslocamento. Os espécimes foram inseridos em alvéolos de uma mandíbula macerada e esta foi imersa num recipiente plástico com água, utilizada para simulação de tecido mole. As imagens foram obtidas pelo aparelho i-CAT, sob os seguintes protocolos: FOV de 6x16 cm (*voxel* de 0,2 e 0,25 mm) e 8X8 cm (*voxel* de 0,2 e 0,25 mm). Os núcleos metálicos foram

inseridos nos canais radiculares e os dentes escaneados novamente, seguindo os mesmos protocolos. Dois observadores, previamente calibrados, analisaram 240 exames tomográficos em cada observação. A presença de uma linha de fratura foi diagnosticada por uma avaliação dicotômica (sim/não). Protocolos de FOV 8x8 (voxel de 0,2 mm) e 16x6 (voxel de 0,25 mm) mostraram valores ligeiramente melhores de sensibilidade e especificidade. A presença de artefatos metálicos mostrou interferência em todos os protocolos, de uma forma homogênea e semelhante. Todos os quatro protocolos mostraram declínio de valores na presença de um artefato de metal.

Jonas et al. <sup>26</sup> (2015) realizaram um estudo para determinar o efeito da alteração dos parâmetros de exposição da TCFC, no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais (FRH). A amostra foi composta por 10 incisivos inferiores que foram inseridos em cinco mandíbulas humanas maceradas. Foram realizadas fraturas radiculares com uma lâmina circular e, em seguida, os fragmentos foram reposicionados com massa de vidraceiro e colados com cianoacrilato. As imagens foram adquiridas pelo 3D Accuitomo 80 com protocolo fixo de 90 kV e FOV de 40x40mm; e variável de miliamperagem (1, 2, 3, 4, 5 mA) e rotação do tubo (180° e 360°). Dez alunos de pós-graduação em endodontia, previamente calibrados, interpretaram as imagens e classificaram os achados quanto a presença ou ausência de fraturas, seguindo uma escala de 5 pontos (Muito confiante que não há fratura, razoavelmente confiante que não há fratura, incerto, razoavelmente confiante que há fratura e muito confiante que há fratura). Observaram que o protocolo de 1mA revelou AUROC significativamente menor quando comparado com os demais protocolos. No entanto, os protocolos de 2, 3, 4 e 5mA não tiveram impacto significativo no valor de AUROC quando comparado com as configurações padrão.

Chang et al. <sup>5</sup> (2016), realizaram uma revisão sistemática para avaliar a capacidade de diagnóstico da TCFC na detecção de FVRs em dentes tratados endodônticamente. Os artigos incluídos na pesquisa foram do período de dezembro de 2014 até agosto de 2015. Os critérios de inclusão foram estudos clínicos prospectivos ou retrospectivos, nos quais o paciente possuía pelo menos um dente permanente tratado endodônticamente com suspeita de FRV com base em sinais e sintomas clínicos existentes, e quando a fratura não podia ser visualizada nas

radiografias periapicais. No total, foram identificados 2360 registros através de pesquisas nos bancos de dados eletrônicos; entretanto, apenas 4 cumpriram os critérios de inclusão e foram analisados. Foram incluídos quatro estudos com um total de 130 pacientes. Os valores reportados foram de 40% a 90% para a prevalência de FRV, 84% (0,64-0,95) a 100% (0,83-1,00) para sensibilidade, de 64% (0,35-0,87) a 100% (0,03-1,00) para especificidade, 71% (0,51-0,87) a 100% (0,63-1,00) para valor preditivo positivo e 50% (0,01-0,99) a 100% (0,84-1,00) para valor preditivo negativo. Todos os 4 estudos revelaram vários itens de alto risco ou risco claro de viés. Concluíram que não foi possível, com apenas 4 estudos, tirar conclusões definitivas sobre a capacidade do diagnóstico de FRV utilizando a TCFC. Até que mais provas sejam apresentadas de que a TCFC proporciona um diagnóstico preciso e eficaz, o clínico deve considerar cuidadosamente, antes da sua prescrição, os potenciais riscos e danos.

Talwar et al.<sup>67</sup> (2016) também realizaram uma revisão sistemática seguida por meta-análise, sobre o papel da TCFC no diagnóstico de FRVs. A busca por estudos elegíveis foi realizada de janeiro de 1990 a novembro de 2013 e um total de 2669 estudos foram encontrados, entretanto, apenas onze estudos foram qualificados para a revisão sistemática e 4 foram considerados para a meta-análise. Os valores de sensibilidade, especificidade e razão de chances de diagnóstico da TCFC e radiografia periapical (RP) em dentes com ou sem tratamento endodôntico, foram os seguintes: TCFC (dentes com tratamento endodôntico): 0,752, 0,652 e 5,527, respectivamente; RP (dentes com tratamento endodôntico): 0,242, 0,961 e 8,586; TCFC (dentes sem tratamento endodôntico): 0,776, 0,946 e 94,26 e radiografias periapicais (dentes sem tratamento endodôntico): 0,425, 0,939 e 14,42, respectivamente. No geral, os estudos apresentaram heterogeneidade variando de moderada a alta. Os resultados mostraram melhor sensibilidade e especificidade dos exames de TCFC em relação as radiografias periapicais na detecção de FRVs em dentes sem tratamento endodôntico e quando o voxel de 0,2 mm foi utilizado. Em dentes com tratamento endodôntico, a TCFC teve baixa sensibilidade e especificidade.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo neste trabalho foi avaliar a influência da miliamperagem sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

## **4 MATERIAL E MÉTODO**

### **4.1 Aspectos Éticos**

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara (CEP/FOAR), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, e está registrada no CAAE sob nº 36452814.4.0000.5416 (Anexo A).

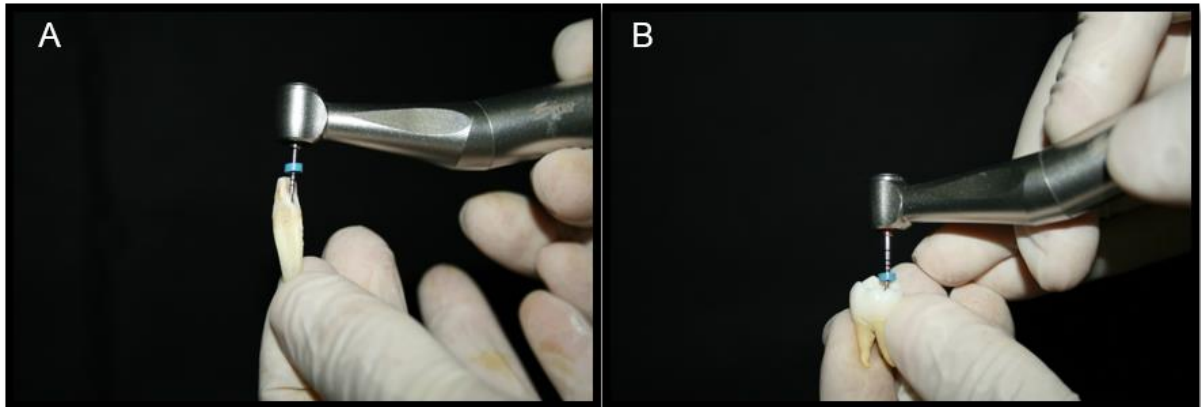
### **4.2 Seleção e Preparo da Amostra**

A amostra foi constituída por 58 (cinquenta e oito) dentes anteriores e posteriores extraídos de humanos, selecionados a partir do banco de dentes da Faculdade de Odontologia de Araraquara - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho.

Todos os dentes estiveram armazenados, separadamente, em solução de timol 0,1% até o momento da sua utilização. Para se verificar ausências de fraturas/trincas e reabsorções radiculares, as superfícies dentárias foram examinadas por meio de visualização direta e lupa estereoscópica em aumento de 10x (Lupa Estereoscópica, Carl Zeiss, Alemanha). Também, para confirmação destas e verificação de calcificações pulpares, foram realizadas radiografias periapicais por meio de sistema digital (Kodak RVG 6100, Rochester, NY-EUA).

Abertura coronária foi realizada em todos os dentes utilizando-se ponta diamantada esférica 1014 (KG Sorensen), sendo complementada a remoção do teto da câmara pulpar e desgaste compensatório com pontas diamantadas 3080 e 3082 (KG Sorensen). Os condutos radiculares foram preparados utilizando o sistema rotatório Mtwo NiTi® (VDW, Munique, Alemanha), e irrigados com hipoclorito de sódio 1%. A instrumentação foi realizada em todo comprimento dos canais radiculares, com as limas da sequência básica (10/.04, 15/.05, 20/.06 e 25/.06) e sequência para canais amplos (30/.05, 35/.04, 40/.04 e 25/.07) (Figura 1). Em seguida, 29 dentes tiveram os condutos radiculares obturados com cones de gutapercha Mtwo 25-40 (VDW, Munique, Alemanha) e cimento endodôntico endofill (Dentsply Maillefer). A outra metade dos dentes permaneceu com os condutos radiculares sem material obturador.

**Figura 1** – Preparo endodôntico em dentes anteriores (A) e posteriores (B).



Fonte: Elaboração própria.

### 4.3 Realização das Fraturas

Foi realizada uma aleatorização simples para definir quais os dentes seriam fraturados. Fraturas radiculares foram produzidas em 29 dentes, sendo 14 anteriores e 15 posteriores, utilizando a máquina universal de ensaios mecânicos EMIC (EMIC DL2000, Célula de carga 500 N, São José dos Pinhais - PR) (Figura 2A). Para realizar as fraturas nos dentes anteriores, estes foram posicionados horizontalmente em um torno de bancada, onde uma ponta de metal em forma de fenda foi direcionada sobre a região radicular. Foi aplicada uma força contínua controlada pela máquina universal de ensaios mecânicos, com velocidade de 1mm/min, força de 500 N, até a produção da fratura, sendo esta com ou sem deslocamento de fragmentos (Figura 2B). Para dentes posteriores, o protocolo utilizado foi semelhante ao citado acima; contudo, estes dentes foram posicionados verticalmente no torno de bancada e introduziu-se uma ponta de metal cônica no interior dos condutos radiculares, semelhante à metodologia utilizada pelos seguintes autores: Kambungton et al.<sup>29</sup> 2012, Patel et al.<sup>54</sup> 2013 e Nascimento et al.<sup>48</sup> 2014 (Figura 2C). Quando constatada a separação dos fragmentos, estes foram reposicionados com cianoacrilato (LOCTITE, Super Bonder). Subsequentemente, para confirmação, os dentes que apresentaram fratura radicular sem deslocamento foram inspecionados com lupa estereoscópica em aumento de 10x (Figura 3).

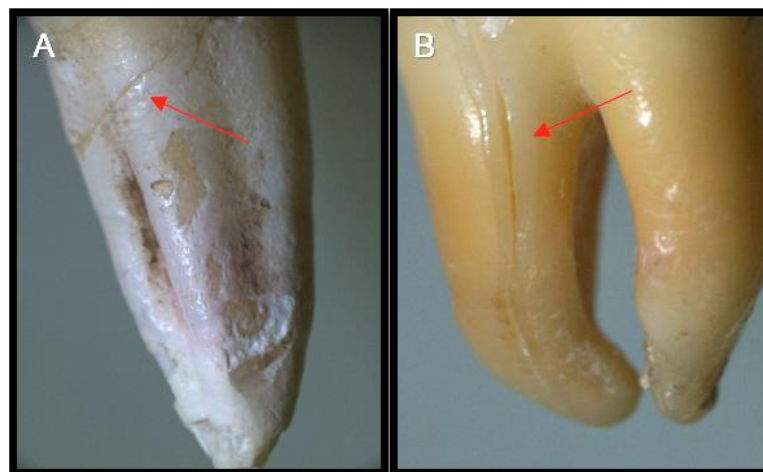


**Figura 2** – (A) Máquina de ensaios EMIC; (B) Fratura radicular em dente anterior e (C) posterior.



Fonte: Elaboração própria

**Figura 3** – Lupa estereoscópica com aumento de 10x. (A) Trinca e (B) fratura radicular (setas).



Fonte: Elaboração própria.

#### 4.4 Grupos de Dentes

Os dentes foram distribuídos em dois grupos de estudo: grupo controle composto por dentes sem fratura (GC) e grupo composto por dentes fraturados (GF), ambos com 29 dentes cada (Tabela 1).

**Tabela 1** – Distribuição da frequência de dentes de acordo com grupo e tratamento.

Tratamento	Grupo		Total
	Controle	Fraturado	
Sem obturação endodôntica	15	14	29
Com obturação endodôntica	14	15	29
Total	29	29	58

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.5 Preparo do *Phantom*

Foi utilizado como *phantom*, um crânio macerado de humano adulto composto por maxila e duas mandíbulas articuladas alternadamente ao mesmo crânio, com a maioria dos processos alveolares presentes. De acordo com a região a ser escaneada, substituiu-se determinado dente presente na arcada por um elemento dentário do grupo controle ou fraturado. Para simular a atenuação do feixe de raios X por tecido mole, este crânio foi revestido por duas camadas de cera utilidade (Lysanda, São Paulo, Brasil) e colocado dentro de um recipiente plástico com as seguintes dimensões: 68,5cm de diâmetro, 16cm de altura e 0,35 mm de espessura. Semelhante à metodologia utilizada por outros autores<sup>33,50</sup>, também foi inserido água no interior deste recipiente (Figura 4). Antes da inserção e fixação no alvéolo, a superfície radicular de cada dente foi revestida por uma fina camada de cera utilidade, com o intuito de simular o espaço do ligamento periodontal.

**Figura 4** – Preparo do *phantom*. (A) Revestido com cera e (B) imerso em recipiente com água.

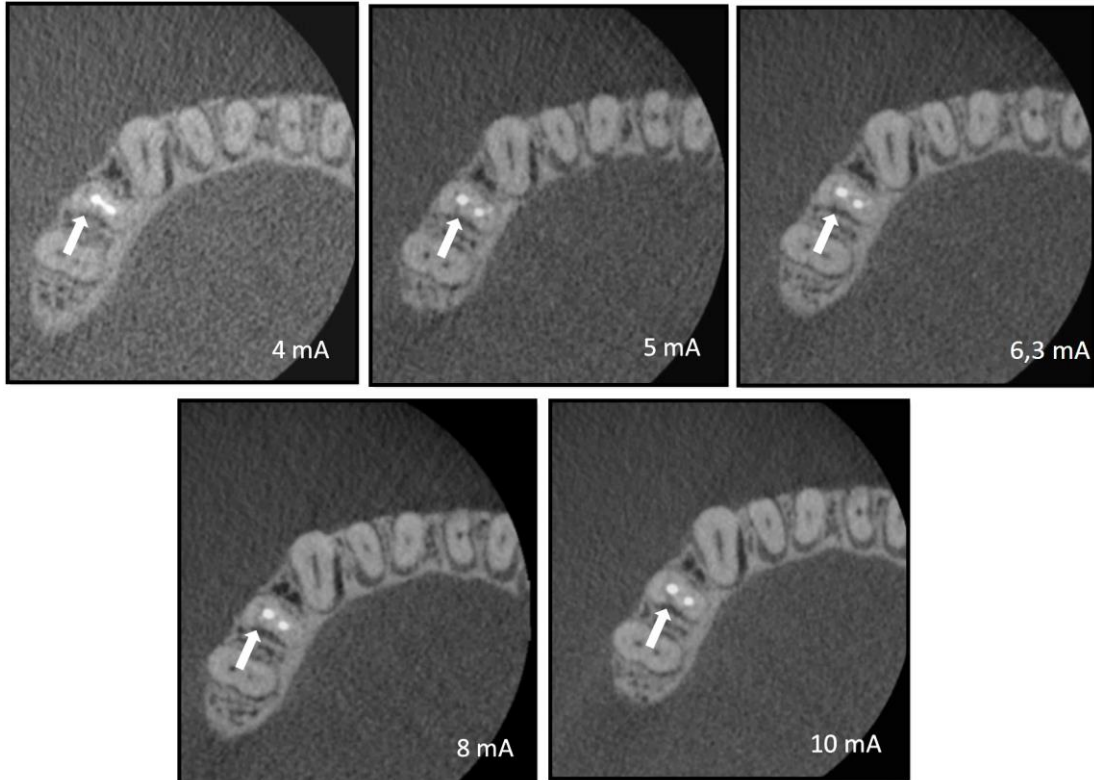


Fonte: Elaboração própria.

#### 4.6 Aquisição das Imagens

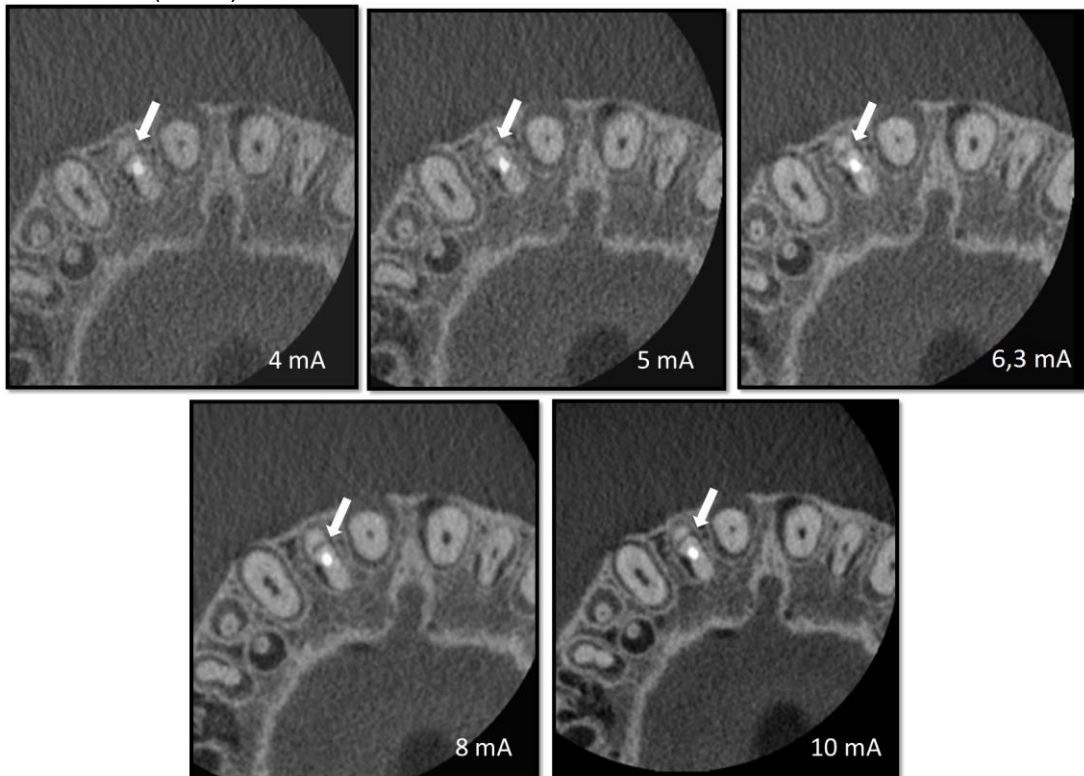
As imagens foram adquiridas pelo aparelho de TCFC Scanora 3DX (Soredex, Tuusula, Finlândia), utilizando-se os seguintes fatores de exposição e aquisição: 90 kV, 6 segundos de exposição, FOV de 50x50 mm e no modo *high resolution* (0,1 mm de tamanho do *voxel*). Para cada dente, mantendo-se sempre a mesma posição e também estes fatores, foram realizadas 05 (cinco) diferentes aquisições com os seguintes protocolos de miliamperagem (mA): 4; 5; 6,3; 8 e 10, resultando em um total de 290 volumes de imagens (Figura 5 e 6).

**Figura 5** – Reconstruções axiais de TCFC obtidas com diferentes protocolos de mA, evidenciando fraturas radiculares sem deslocamento de fragmentos (setas).



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 6** – Reconstruções axiais de TCFC obtidas com diferentes protocolos de mA, evidenciando fraturas radiculares com deslocamento de fragmentos, que foram reposicionados (setas).



Fonte: Elaboração própria.

O *phantom* foi posicionado no aparelho com ajuda de suporte e o dente de interesse centralizado no FOV, de acordo com a região a ser escaneada. Para cada aquisição, foram registrados os valores do produto dose-área (*dose area product, DAP*) em  $\mu\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ , valor este informado pelo próprio aparelho de acordo com a mA selecionada (Tabela 2).

**Tabela 2** – Valores correspondentes de miliamperagem (mA) e DAP no aparelho Scanora 3DX.

mA	DAP ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ )
4	195
5	244
6,3	307
8	390
10	488

DAP. Produto dose-área (*dose área product*).

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.7 Interpretação das imagens

Inicialmente, três independentes examinadores (E1, E2 e E3), especialistas em Radiologia Odontológica e Imaginologia – com experiência mínima de três anos em TCFC e cegos em relação à identificação das amostras – foram responsáveis pela realização dos diagnósticos após, previamente, terem recebido treinamento e adequada calibração intra e interexaminador.

O treinamento foi dividido em três sessões. Para cada sessão, um quarto examinador (E4) selecionou 8 (oito) volumes de imagens dos 290 obtidos. Estes foram aleatorizados e distribuídos para cada um dos examinadores. Sob a suspeita da presença/ausência de fratura radicular, interpretaram as imagens e deram o diagnóstico seguindo uma escala de confiança de cinco pontos, a saber: (0) definitivamente ausente, (1) provavelmente ausente, (2) não tem certeza, (3), provavelmente presente e (4) definitivamente presente. No intervalo entre as sessões, foram esclarecidas dúvidas quanto à interpretação das imagens e manipulação do *software*. Quando atingiram uma quantidade mínima de acertos estabelecida pelo E4 (75%), foram considerados aptos a realizar o estudo de

reprodutibilidade. Para esse intuito, 20 (vinte) volumes de imagens foram selecionados e analisados em duplicata, com intervalo de 15 dias, pelos três examinadores. As imagens foram aleatorizadas pelo E4, nos dois momentos de interpretação, de modo que os examinadores estivessem cegos em relação às variáveis. Em função do valor de *Kappa* obtido, o grau de concordância foi classificado segundo a proposta de Landis e Koch <sup>39</sup>. Neste estudo, foi considerado adequado um nível mínimo de concordância intraexaminador classificada como substancial (0,61 | 0,81) e interexaminador como moderada (0,41 | 0,61). Como o E3 não atingiu o nível adequado de concordância intraexaminador, optou-se por excluí-lo do estudo.

Dessa forma, 270 volumes suplementares de imagens foram selecionados e distribuídos aleatoriamente entre os dois examinadores, que realizaram o diagnóstico de fratura radicular por meio da escala de confiança de cinco pontos, conforme descrita anteriormente.

Para a interpretação das imagens, os examinadores utilizaram um guia “*Protocolo de Interpretação*” elaborado pelo E4 (Anexo B). Em ambiente silencioso e com iluminação reduzida, as imagens foram interpretadas utilizando-se o *software* OnDemand3D (OnDemandDApp 1.0.9.2225, Cybermed Inc., Coreia do Sul), CPU (Dell Intel® Xeon® E52609, 2.40GHz) e monitor LCD 24” (Dell U2410, resolução 1920x1200, 64 bits). Dentre algumas recomendações, foram orientados a percorrer todos os planos das reconstruções multiplanares correspondentes ao dente de interesse, a partir da junção amelocementária, no sentido corono-apical, vestibulo-lingual (ou palatino) e méso-distal. Tiveram também a liberdade de utilizar as ferramentas “*zoom*”, “*brilho*” e “*contraste*” como método auxiliar.

#### **4.8 Análise Estatística**

Como o diagnóstico de fratura radicular foi realizado seguindo uma escala de 5 pontos ordinais, a concordância intra e interexaminador foi estimada por meio da Estatística Kappa ( $\kappa$ ) com ponderação linear <sup>7,65</sup>.

Para verificar a capacidade discriminante do diagnóstico de fraturas de acordo com as diferentes miliamperagens, foi utilizado a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Foram obtidas áreas sob a curva ROC (AUROC) por ponto e por intervalo de 95% de confiança (IC95%). A comparação entre as curvas foi realizada

pelo teste z, considerando um nível de significância de 5% para tomada de decisão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do *software MedCalc Statistical version 13.2.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium)*.

## 5 RESULTADO

As reprodutibilidades intra e interexaminador indicaram concordância substancial ( $\kappa E1=0,791$ ;  $\kappa E2=0,695$ ) e moderada ( $\kappa E1 \times E2= 0,545$ ), respectivamente.

A Tabela 3 mostra a distribuição de todas as imagens avaliadas, de acordo com o diagnóstico recebido em cada mA.

**Tabela 3** – Matriz diagnóstica dos volumes de imagens de TCFC para os dentes fraturados e não fraturados.

mA	Padrão Ouro	Teste Diagnóstico de Fratura					TOTAL
		DA (0)	PA (1)	NC (2)	PP (3)	DP (4)	
4,0	FA	2	16	0	10	0	28
	FP	0	5	0	12	11	28
5,0	FA	2	22	0	5	1	30
	FP	0	6	1	12	12	31
6,3	FA	6	17	0	6	0	29
	FP	0	4	1	10	13	28
8,0	FA	5	21	0	1	0	27
	FP	0	3	0	11	15	29
10,0	FA	3	25	0	2	0	30
	FP	0	4	0	8	18	30
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>123</b>	<b>2</b>	<b>77</b>	<b>70</b>	<b>290</b>

Padrão ouro: FA – fratura ausente e FP – fratura presente.

Teste: DA: Definitivamente Ausente; PA: Provavelmente Ausente; NC: não tem certeza; PP: Provavelmente Presente; DP: Definitivamente Presente.

Fonte: Elaboração própria.



A Tabela 4 descreve as frequências de acertos e erros no diagnóstico das fraturas radiculares de acordo com a mA. É possível notar que os acertos foram sempre maiores do que os erros, independente da mA utilizada. Além disso, os protocolos de 8 e 10 mA têm frequência menor de diagnósticos incorretos.

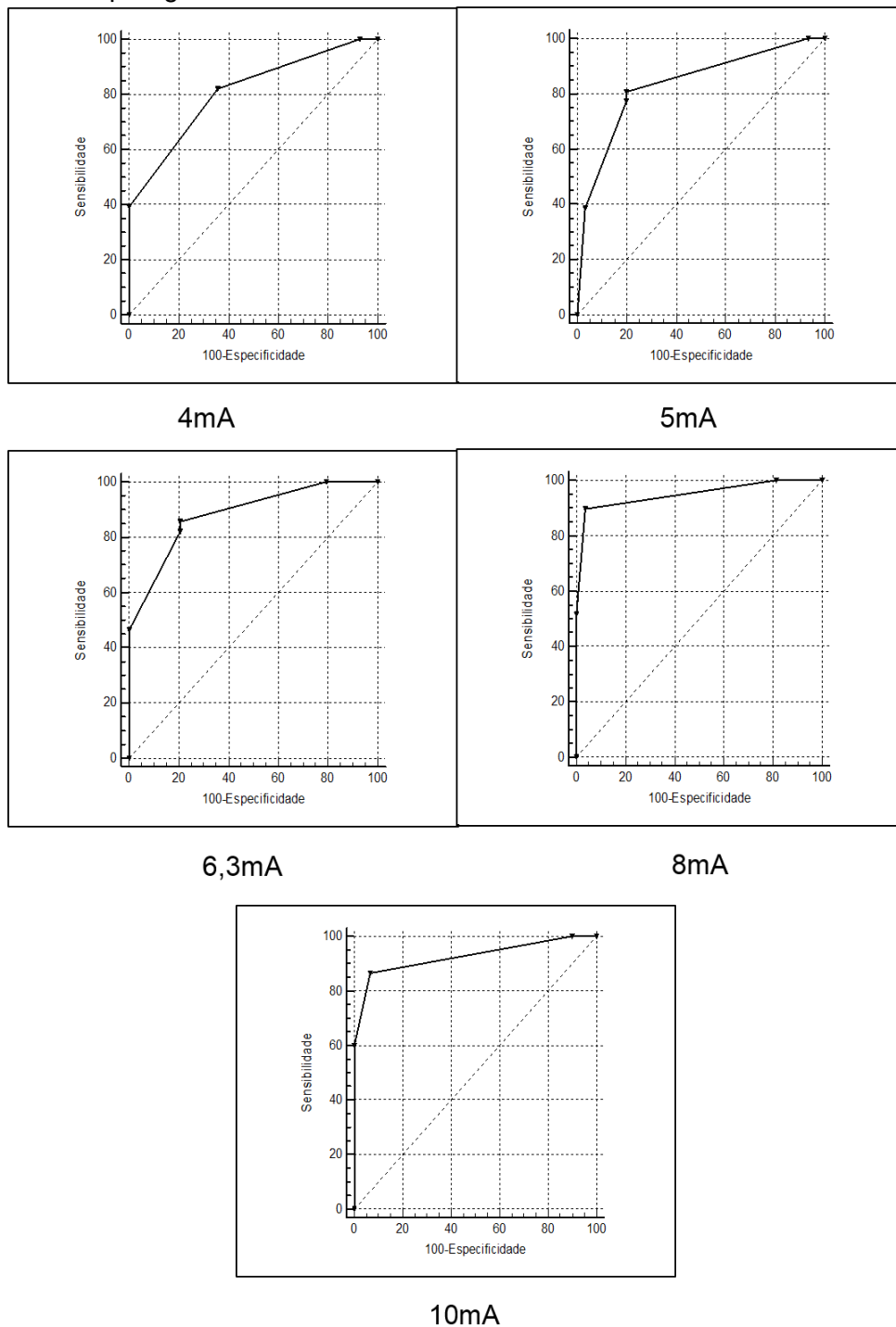
**Tabela 4** – Frequência de acertos e erros no diagnóstico das fraturas radiculares por meio de TCFC sob diferentes protocolos de miliamperagem (mA).

<b>Diagnóstico de Fratura</b>			
<b>mA</b>	<b>Correto</b>	<b>Incorreto</b>	<b>TOTAL</b>
4	41	15	56
5	49	13	62
6,3	46	11	57
8	51	4	55
10	54	6	60
<b>TOTAL</b>	<b>241</b>	<b>49</b>	<b>290</b>

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 7 mostra que todas as mA(s) possuem capacidade para o diagnóstico de fratura radicular, sendo que os valores de AUROC foram estatisticamente diferentes de 0,5 ( $p < 0,0001$ ).

**Figura 7** – Curvas ROC obtidas para avaliação da capacidade de diagnóstico da TCFC segundo a miliamperagem utilizada.



Fonte: Elaboração própria.

Ainda, de acordo com a classificação adotada para as AUROC <sup>23</sup>, os protocolos de 4; 5 e 6,3 mA resultaram em boa capacidade discriminatória para o diagnóstico de fraturas radiculares, enquanto que o de 8 e 10 se destacaram por possuir capacidade considerada excepcional. O teste de significância estatística da diferença entre as áreas mostrou que a utilização dos protocolos de 8 e 10 mA promovem uma maior AUROC e, conseqüentemente, uma melhor capacidade de diagnóstico (Tabela 5).

**Tabela 5** – AUROC com seu respectivo erro padrão (EP), após obtenção das curvas ROC segundo a mA utilizada para a análise comparativas de áreas.

<b>mA</b>	<b>AUROC</b>	<b>EP</b>
4	0,801 <sup>a</sup>	0,059
5	0,810 <sup>a</sup>	0,059
6,3	0,830 <sup>ab</sup>	0,054
8	0,934 <sup>b</sup>	0,034
10	0,914 <sup>b</sup>	0,038

Letras diferentes denotam diferença considerada significativa ( $p \leq 0,0389$ ), de acordo com a comparação das áreas proposta por DeLong et al., 1988.  
Fonte: Elaboração própria.

## 6 DISCUSSÃO

O estudo de reprodutibilidade indicou concordância intra e interexaminador classificada como substancial e moderada, respectivamente; o que significa uma alta confiabilidade de cada examinador consigo mesmo. Por outro lado, embora a concordância entre os examinadores tenha sido classificada como moderada, esta pode ser considerada adequada para o estudo de fraturas radiculares <sup>29,50,59</sup>. Em relação a quantidade ideal de examinadores presentes em um estudo, há uma lacuna na literatura quanto ao número mínimo. Estudos que trabalharam com fraturas radiculares têm utilizado três, cinco ou até mais examinadores <sup>4,8,29,54,59</sup>, entretanto, a quantidade não tem representado maior confiabilidade e, inversamente, tem apresentado concordância interexaminador inferior ou semelhante ao nosso estudo. Em contrapartida, trabalhos que utilizaram dois examinadores tiveram uma concordância maior <sup>73</sup> e menor <sup>61</sup> em relação ao nosso. Contudo, para se determinar valores aceitáveis de *Kappa*, deve-se levar em consideração o objetivo do estudo e os tipos de variáveis analisadas (kV, mA, FOV, tamanho de *voxel* e rotação do aparelho), de modo que a concordância interexaminador ideal seja própria a cada caso. Considerando os nossos resultados de reprodutibilidade e partindo do princípio de que em nosso estudo as imagens foram obtidas a partir de um protocolo fixo de kV e de tamanhos de FOV e *voxel*, como também amostra heterogênea de dentes e fraturas, acreditamos que nossos resultados sobre a qualidade do diagnóstico de fraturas radiculares tenham sofrido um viés mínimo por parte dos examinadores e destas outras variáveis, e que as diferenças encontradas tenham realmente sido provocadas pela variação do protocolo de mA.

Para pesquisas *in vitro*, ainda não está totalmente estabelecido qual o melhor método para simular a atenuação dos feixes de raios X por tecido mole, quando utilizada a TCFC. Ainda, de acordo com Pauwels et al. <sup>59</sup> 2015, a escolha inapropriada do espectro (*Phantom*) também limita a padronização da qualidade das imagens. Estudos que avaliaram o diagnóstico de fraturas radiculares por meio de TCFC, têm utilizado como espectro apenas uma maxila revestida com cera <sup>2,32</sup> ou mandíbula dentro de um recipiente acrílico contendo água <sup>9,61</sup>. Se levarmos em consideração o biótipo (constituição física) do paciente e a densidade óssea das diferentes estruturas anatômicas, a seleção inadequada do protocolo de mA pode causar aumento do ruído da imagem e, eventualmente, dificultar o diagnóstico. Após

estudo piloto, optamos por utilizar um crânio macerado adulto de humano, com características físicas de um indivíduo com grande porte. Este foi revestido por duas camadas de cera e inserido em recipiente plástico contendo água que, segundo Sandborg et al. <sup>62</sup> (1993), tem sido considerada como material equivalente aos tecidos moles em estudos com *phantoms*. Deste modo, a nossa atenção para as características físicas do *phantom*, permitiu reproduzir uma situação clínica mais real de atenuação dos feixes de raios X, em que diferentes mA(s) pudessem interferir sobre a qualidade da imagem.

As fraturas radiculares foram induzidas por meio de uma máquina universal de ensaios mecânicos, permitindo maior precisão no controle da força aplicada sobre a raiz. Assim, garantimos uma amostra experimental complexa, com trincas e fraturas radiculares com e sem deslocamento de fragmentos. Sem este mesmo cuidado, estudos *in vitro* têm realizado fraturas radiculares induzidas por força mecânica manual sob auxílio de martelo, cinzel, chave de fenda ou lâmina circular <sup>9,26,40,73</sup>. Entretanto, Patel et al. <sup>54</sup> (2013) afirmaram não ser possível induzir consistentemente uma fratura incompleta (<150µm) por meio dessas técnicas; pelo contrário, as fraturas seriam muito mais largas (>200µm), sendo mais facilmente detectadas.

Apesar de utilizarmos uma amostra de dentes uni e multirradiculares, com presença de guta-percha e diferentes padrões de fratura, os diagnósticos corretos foram sempre mais frequentes do que os incorretos, independente da mA utilizada. Também observamos que o aumento da mA provocou uma diminuição da frequência de erros. Este resultado permitiu-nos inferir como a mA influencia a qualidade do diagnóstico de fraturas, pois à medida que se aumenta a mA também se aumenta a relação sinal-ruído, produzindo imagens com menos ruído e melhor qualidade de diagnóstico. Estudos prévios, que avaliaram a qualidade geral da imagem, observaram boa qualidade de diagnóstico com a utilização de protocolos com baixa mA, proporcionando uma redução importante da dose de radiação <sup>37,49,66</sup>. De acordo com Dawood et al. <sup>13</sup> (2012), Vasconcelos et al. <sup>76</sup> (2014) e Pauwels et al. <sup>59</sup> (2015), a mA pode ser reduzida de forma significativa em aplicações clínicas que permitem qualidade de imagem relativamente baixa, como o planejamento de implantes dentários. Entretanto, no caso do diagnóstico de fraturas radiculares, pelo grau de dificuldade e importância, há necessidade de uma avaliação rica em

detalhes e, para isso, uma imagem com baixo ruído é recomendada. Nossos resultados indicam que, mesmo utilizando um *phantom* com característica de um indivíduo adulto de grande porte, existe a possibilidade de redução da mA, até certo limite, sem que haja perda significativa da capacidade de diagnóstico. Dessa forma, não podemos deixar de considerar que indivíduos com menor estrutura física, como crianças <sup>80</sup> por exemplo, podem se beneficiar com a utilização segura de um protocolo ainda mais reduzido de mA, o que permitiria o exame deste grupo vulnerável com menor dose de radiação.

A análise das AUROC mostrou boa capacidade de diagnóstico para todos os protocolos de mA, entretanto, a qualidade foi significativamente superior e excepcional para os protocolos de 8 e 10 mA. Tendo em vista que a escolha do protocolo deve estar pautada no princípio ALARA, o de 8 mA (Tabela 5) seria o mais recomendável para o diagnóstico de fraturas radiculares em indivíduos adultos, considerando as condições experimentais nesta pesquisa. Diferente dos nossos resultados, Jones et al. <sup>26</sup> (2015) encontraram valores excepcionais de AUROC para todos os protocolos de mA. O resultado destes autores pode ser explicado pela metodologia do estudo, como a utilização de amostra homogênea para atenuação dos feixes de raios X, limitada a dentes unirradiculares com ou sem fraturas horizontais, sem presença de guta-percha e inseridos em uma única região anatômica de uma mandíbula macerada.

Os artefatos de endurecimento dos feixes de raios X causados pela guta-percha certamente influenciam a qualidade do diagnóstico. Patel et al. <sup>54</sup> (2013) e Neves et al. <sup>50</sup> (2014) avaliaram fraturas radiculares completas e incompletas na presença de guta-percha como material intracanal e encontraram valores relativamente baixos de AUROC. Por outro lado, assim como Edlund et al. <sup>15</sup> (2011), nosso estudo também utilizou amostra de dentes com material endodôntico e, ainda assim, foi observado alta capacidade de diagnóstico. Essa discrepância nos resultados pode estar relacionada ao protocolo de baixa mA utilizado por Patel et al. <sup>54</sup> (2013) e Neves et al. <sup>50</sup> (2014), sendo 3 mA e 5 mA, respectivamente. Entretanto, Chang et al. <sup>5</sup> (2016) por meio de uma revisão sistemática, afirmam ainda não ser possível tirar conclusões definitivas sobre a capacidade do diagnóstico de FRV(s) em dentes com presença de guta-percha, uma vez que os estudos analisados têm apresentado alto risco de viés.

Finalmente, por se tratar de um estudo in vitro, nossa pesquisa apresenta algumas limitações. Mesmo utilizando cuidadosos critérios para tentar reproduzir uma situação clínica real, a ausência de informações clínicas como dor, edema, mobilidade da coroa dentária – associados aos achados radiográficos indiretos, como aumento do espaço pericementário, rarefação óssea apical/lateral à raiz e perda óssea angular – podem interferir de forma significativa para a qualidade do diagnóstico e favorecer os resultados obtidos com mA inferiores. Outra limitação que deve ser levada em consideração são os parâmetros de exposição para cada aparelho, sendo que os nossos resultados são específicos para o Scanora 3Dx.

## **7 CONCLUSÃO**

Diante das condições experimentais e dos nossos resultados, podemos concluir que a miliamperagem exerce uma influência significativa sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares em imagens de TCFC. A sua redução é possível e deve ser realizada com cautela, a fim de que não haja prejuízo para a eficácia de diagnóstico dessa condição.



## REFERÊNCIAS\*

1. Araki K, Patil S, Endo A, Okano T. Dose indices in dental cone beam CT and correlation with dose-area product. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; 42(5): 20120362.
2. Avsever H, Gunduz K, Orhan K, Uzun I, Ozmen B, Egrioglu E, et al. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of horizontal root fractures: an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(1): 285-92.
3. Bechara B, Alex McMahan C, Moore WS, Noujeim M, Teixeira FB, Geha H. Cone beam CT scans with and without artefact reduction in root fracture detection of endodontically treated teeth. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; 42(5): 20120245.
4. Bechara B, McMahan CA, Nasseh I, Geha H, Hayek E, Khawam G, et al. Number of basis images effect on detection of root fractures in endodontically treated teeth using a cone beam computed tomography machine: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013; 115(5): 676-81.
5. Chang E, Lam E, Shah P, Azarpazhooh A. Cone-beam computed tomography for detecting vertical root fractures in endodontically treated teeth: a systematic review. *J Endod.* 2016; 42(2): 177-85.
6. Clark SJ, Eleazer P. Management of horizontal root fracture after previous root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 89(2): 220-3.
7. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas.* 1960; 20(1): 37-46.
8. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Cavalcanti MG. Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. *J Endod.* 2011; 37(10): 1456-9.
9. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Pinheiro LR, Tortamano IP, Cavalcanti MG. Use of large-volume conebeam computed tomography in identification and localization of horizontal root fracture in the presence and absence of intracanal metallic post. *J Endod.* 2012; 38(6): 856-9.
10. Costa FF, Pinheiro LR, Umetsubo OS, dos Santos O Jr, Gaia BF, Cavalcanti MG. Influence of cone-beam computed tomographic scan mode for detection of horizontal root fracture. *J Endod.* 2014; 40(9): 1472-6.

\* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/#biblioteca/manual>

11. da Silveira PF, Vizzotto MB, Liedke GS, da Silveira HL, Montagner F, da Silveira HE. Detection of vertical root fractures by conventional radiographic examination and cone beam computed tomography - an in vitro analysis. *Dent Traumatol.* 2013; 29(1): 41-6.
12. Davies J, Johnson B, Drage N. Effective doses from cone beam CT investigation of the jaws. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012; 41(1): 30-6.
13. Dawood A, Brown J, Sauret-Jackson V, Purkayastha S. Optimization of cone beam CT exposure for pre-surgical evaluation of the implant site. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012; 41(1): 70-4.
14. DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. *Biometrics* 1988; 44(3): 837-45.
15. Edlund M, Nair MK, Nair UP. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. *J Endod.* 2011; 37(6): 768-72.
16. Erdemir A, Ungor M, Erdemir EO. Orthodontic movement of a horizontally fractured tooth: a case report. *Dent Traumatol.* 2005; 21(3): 160-4.
17. European Commission. Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology: evidence based guidelines, radiation protection publication 172. Luxembourg: European Commission; 2012 [Acesso em 2015 Set 16] Available from: [www.sedentexct.eu/files/radiation\\_protection\\_172.pdf](http://www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf).
18. Farman AG. ALARA still applies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100(4): 395-7.
19. Ferreira RI, Bahrami G, Isidor F, Wenzel A, Haiter-Neto F, Groppo FC. Detection of vertical root fractures by cone-beam computerized tomography in endodontically treated teeth with fiber-resin and titanium posts: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013; 115(1): e49-57.
20. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens P, van Steenberghe D. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Investig.* 2006; 10(1): 1-7.
21. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod.* 2009; 35(5): 719-22.
22. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod.* 2010; 36(1): 126-9.

23. Hosmer DW, Lemeshow S. Applied logistic regression. New York: Wiley-Interscience; 2000. v. 354.
24. International Commission on Radiation Protection. ICRP Publication 103. The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection. Ann ICRP. 2007; 37(2-4): 331-2.
25. Jacobs R. Dental cone beam CT and its justified use in oral health care. JBR-BTR. 2011; 94(5): 254-65.
26. Jones D, Mannocci F, Andiappan M, Brown J, Patel S. The effect of alteration of the exposure parameters of a cone-beam computed tomographic scan on the diagnosis of simulated horizontal root fractures. J Endod. 2015; 41(4): 520-5.
27. Junqueira RB, Verner FS, Campos CN, Devito KL, do Carmo AM. Detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic post: a comparison between periapical radiography and cone-beam computed tomography. J Endod. 2013; 39(12): 1620-4.
28. Kajan ZD, Taramsari M. Value of cone beam CT in detection of dental root fractures. Dentomaxillofac Radiol. 2012; 41(1): 3-10.
29. Kambungton J, Janhom A, Prapayasadok S, Pongsiriwet S. Assessment of vertical root fractures using three imaging modalities: cone beam CT, intraoral digital radiography and film. Dentomaxillofac Radiol. 2012; 41(2): 91-5.
30. Kamburoglu K, Ilker Cebeci AR, Gröndahl HG. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. Dent Traumatol. 2009; 25(3): 256-61.
31. Kamburoglu K, Murat S, Yüksel SP, Cebeci AR, Horasan S. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010; 109(2): e74-81.
32. Kamburoglu K, Onder B, Murat S, Avsever H, Yüksel S, Paksoy CS. Radiographic detection of artificially created horizontal root fracture using different cone beam CT units with small fields of view. Dentomaxillofac Radiol. 2013; 42(4): 20120261.
33. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Ariji E, et al. Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an in vitro study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009; 107(3): 420-5.

34. Khedmat S, Rouhi N, Drage N, Shokouhinejad N, Nekoofar MH. Evaluation of three imaging techniques for the detection of vertical root fractures in the absence and presence of gutta-percha root fillings. *Int Endod J.* 2012; 45(11): 1004-9.
35. Klinke T, Daboul A, Maron J, Gredes T, Puls R, Jaghsi A, et al. Artifacts in magnetic resonance imaging and computed tomography caused by dental materials. *PLoS One.* 2012; 7(2): e31766.
36. Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinahawattana S, Saengmontri S. Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30(2): 106-9.
37. Kwong JC, Palomo JM, Landers MA, Figueroa A, Hans MG. Image quality produced by different cone beam computed tomography settings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133(2): 317-27.
38. Lam EWN. Trauma to teeth and facial structures. In: White SC, Pharoah MJ, editors. *Oral radiology. Principles and interpretation.* 6th ed. St. Louis: Mosby; 2009. p 542-8.
39. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977; 33(1): 159–74.
40. Iikubo M, Kobayashi K, Mishima A, Shimoda S, Daimaruya T, Igarashi C, et al. Accuracy of intraoral radiography, multidetector helical CT, and limited cone-beam CT for the detection of horizontal tooth root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(5): e70-4.
41. Iikubo M, Osano T, Sano T, Katsumata A, Arijji E, Kobayashi K, et al. Root canal filling materials spread pattern mimicking root fractures in dental CBCT images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015; 120(4): 521-7.
42. Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Ekestubbe A, Helmrot E, Gröndahl K. Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D Accuitomo and 3D Accuitomo FPD. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008; 37(2): 72-9.
43. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 96(4): 508-13.
44. May JJ, Cohenca N, Peters OA. Contemporary management of horizontal root fractures to the permanent dentition: diagnosis—radiologic assessment to include cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2013; 39(3): S20–5.

45. Melo SL, Bortoluzzi EA, Abreu M Jr, Corrêa LR, Corrêa M. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. *J Endod.* 2010; 36(11): 1879-82.
46. Metska ME, Aartman IH, Wesselink PR, Ozok AR. Detection of vertical root fractures in vivo in endodontically treated teeth by cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2012; 38(10): 1344-7.
47. Mora MA, Mol A, Tyndall DA, Rivera EM. In vitro assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103(6): 825-9.
48. Nascimento MC, Nejaim Y, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter-Neto F, Sobrinho LC, et al. Influence of cone beam CT enhancement filters on diagnosis ability of longitudinal root fractures. *Dentomaxillofac Radiol.* 2014; 43(3): 20130374.
49. Neves FS, Souza TC, de-Azevedo-Vaz SL, Campos PSF, Bóscolo FN. Influence of cone-beam computed tomography milliamperage settings on image quality of the mandibular third molar region. *Oral Radiol.* 2014; 30(1): 27-31.
50. Neves FS, Freitas DQ, Campos PS, Ekestubbe A, Lofthag-Hansen S. Evaluation of cone-beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: the influence of imaging modes and root canal materials. *J Endod.* 2014; 40(10):1530-6.
51. Özer SY. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. *J Endod.* 2010; 36(7): 1245-9.
52. Özer SY. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *J Endod.* 2011; 37(1): 75-9.
53. Palomo JM, Rao PS, Hans MG. Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105(6): 773-82.
54. Patel S, Brady E, Wilson R, Brown J, Mannocci F. The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. *Int Endod J.* 2013; 46(12): 1140-52.
55. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J.* 2015; 48(1):3-15.
56. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol.* 2012; 81(2): 267-71.

57. Pauwels R, Stamatakis H, Bosmans H, Bogaerts R, Jacobs R, Horner K, et al. Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. *Clin Oral Implants Res.* 2013; 24 Suppl A100: 94-9.
58. Pauwels R. Cone beam CT for dental and maxillofacial imaging: dose matters. *Radiat Prot Dosimetry.* 2015; 165(1-4):156-61.
59. Pauwels R, Seynaeve L, Henriques JC, de Oliveira-Santos C, Souza PC, Westphalen FH, et al. Optimization of dental CBCT exposures through mAs reduction. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; 44(9): 20150108.
60. Qu XM, Li G, Ludlow JB, Zhang ZY, Ma XC. Effective radiation dose of ProMax 3D cone-beam computerized tomography scanner with different dental protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110(6): 770-6.
61. Salineiro FC, Pinheiro LR, dos Santos Júnior O, Cavalcanti MG. Detection of horizontal root fracture using four different protocols of cone beam computed tomography. *Braz Oral Res.* 2015; 29(1). 2015 Jun 02. [Epub ahead of print].
62. Sandborg M, Alm Carlsson G, Persliden J, Dance DR. Comparison of different materials for test phantoms in diagnostic radiology. *Radiat Prot Dosimetry.* 1993; 49(1-3): 345-7.
63. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008; 52(4): 707-30.
64. Shemesh H, van Soest G, Wu MK, Wesselink PR. Diagnosis of vertical root fractures with optical coherence tomography. *J Endod.* 2008; 34(6): 739-42.
65. Sim J, Wright CC. The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. *Phys Ther.* 2005; 85(3): 257-68.
66. Sur J, Seki K, Koizumi H, Nakajima K, Okano T. Effects of tube current on cone beam computerized tomography image quality for presurgical implant planning in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110(3): e29-33.
67. Talwar S, Utneja S, Nawal RR, Kaushik A, Srivastava D, Oberoy SS. Role of cone-beam computed tomography in diagnosis of vertical root fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2016; 42(1): 12-24.
68. Tamse A, Kaffe I, Lustig J, Ganor Y, Fuss Z. Radiographic features of vertically fractured endodontically treated mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 101(6): 797-802.

69. Tang L, Zhou XD, Wang Y, Zhang L, Zheng QH, Huang DM. Detection of vertical root fracture using cone beam computed tomography: report of two cases. *Dent Traumatol.* 2011; 27(6): 484-8.
70. Taramsari M, Kajan ZD, Bashirzadeh P, Salamat F. Comparison of high-resolution and standard zoom imaging modes in cone beam computed tomography for detection of longitudinal root fracture: an in vitro study. *Imaging Sci Dent.* 2013; 43(3): 171-7.
71. Tsesis I, Kamburog˘lu K, Katz A, Tamse A, Kaffe I, Kfir A. Comparison of digital with conventional radiography in detection of vertical root fractures in endodontically treated maxillary premolars: an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106(1): 124-8.
72. Tsesis I, Rosen E, Tamse A, Taschieri S, Kfir A. Diagnosis of vertical root fractures in endodontically treated teeth based on clinical and radiographic indices: a systematic review. *J Endod.* 2010; 36(9): 1455–8.
73. Uzun I, Gunduz K, Celenk P, Avsever H, Orhan K, Canitezzer G, et al. Comparing the effect of different voxel resolution for assessment of vertical root fracture of permanent teeth. *Iran J Radiol.* 2015 22; 12(3): e18290.
74. Varshosaz M, Tavakoli MA, Mostafavi M, Baghban AA. Comparison of conventional radiography with cone beam computed tomography for detection of vertical root fractures: an in vitro study. *J Oral Sci.* 2010; 52(4): 593-7.
75. Vasconcelos KF, Nicolielo LF, Nascimento MC, Haiter-Neto F, Bóscolo FN, Van Dessel J, et al. Artefact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. *Int Endod J.* 2014; 48(10): 994-1000.
76. Vasconcelos TV, Neves FS, Queiroz de Freitas D, Campos PS, Watanabe PC. Influence of the milliamperage settings on cone beam computed tomography imaging for implant planning. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014; 29(6): 1364-8.
77. Wang P, Yan XB, Lui DG, Zhang WL, Zhang Y, Ma XC. Detection of dental root fractures by using cone-beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011; 40(5): 290-8.
78. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang LL. Variable-resolution cone beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(6): 939-45.
79. White SC, Pharoah MJ. Trauma – Fractures of the teeth. *Oral radiology. Principles and interpretation.* 7th ed. St. Louis: Mosby; 2014. p 566-9.

80. White SC, Scarfe WC, Schulze RK, Lurie AG, Douglass JM, Farman AG, et al. The Image Gently in Dentistry campaign: promotion of responsible use of maxillofacial radiology in dentistry for children. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014; 118(3): 257-61.



## ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEP

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE  
ARARAQUARA - UNESP



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Influência da miliamperagem sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico - estudo in vitro.

**Pesquisador:** Guilherme Montelero Tosoni

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 36452814.4.0000.5416

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 912.216

**Data da Relatoria:** 08/12/2014

**Apresentação do Projeto:**

O projeto apresenta-se muito bem detalhado e esclarecido, justificando a metodologia que será empregada e sua importância.

**Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo neste trabalho é avaliar a influência da miliamperagem sobre a qualidade do diagnóstico das fraturas radiculares por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico em dentes provenientes do Banco de Dentes desta Faculdade.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos serão minimizados, uma vez que a pesquisa utilizará material humano cadavérico (crânio e mandíbulas macerados) e dentes. Este material será radiografado e, durante todas as exposições tomográficas, os pesquisadores seguirão todas as medidas e cuidados de proteção contra os raios X. Durante o preparo dos dentes, para tratamento endodôntico e indução das fraturas, o pesquisador utilizará todos os equipamentos de proteção individual. Quanto aos benefícios, os resultados da pesquisa trarão respaldo científico sobre a influência da utilização de protocolo, com menor dose de radiação, para a qualidade do diagnóstico tomográfico das fraturas radiculares.

Endereço: HUMAITA 1880

Bairro: CENTRO

CEP: 14.801-903

UF: SP

Município: ARARAQUARA

Telefone: 1633-0164

Fax: 1633-0164

E-mail: cep@foar.unesp.br; mmagie@foar.unesp.br

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE  
ARARAQUARA - UNESP



Continuação do Parecer: 912.216

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O Pesquisador apresentou embasamento científico adequado, demonstrando a relevância e justificativa para a realização do estudo. A metodologia do trabalho foi bem descrita e terá financiamento próprio.

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

O pesquisador responsável apresentou todos os Termos necessários para a execução desta pesquisa, como: Autorizações (do Departamento de Diagnóstico e Cirurgia para uso dos equipamentos radiológicos; para uso dos Laboratórios de Anatomia Humana, de Ensaços Mecânicos e de Pesquisa e Análise de Biomateriais), Declarações (Banco de Dentes, Cumprimento das Normas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa, Devolução de Resíduos Dentais ao Banco de Dentes) e Dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**Recomendações:**

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

O pesquisador responsável adequou o cronograma de execução, conforme sugerido, tomando o projeto apto a ser aprovado.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Protocolo APROVADO em reunião de 12 de dezembro de 2014.

ARARAQUARA, 12 de Dezembro de 2014

Assinado por:

Ligia Antunes Pereira Pinelli  
(Coordenador)

Endereço: HUMA/TA 1680  
Bairro: CENTRO CEP: 14.801-903  
UF: SP Município: ARARAQUARA  
Telefone: 1633-0164 Fax: 1633-0164 E-mail: cep@foar.unesp.br; mmagie@foar.unesp.br

## ANEXO B – Protocolo de Interpretação

### PROTOCOLO DE INTERPRETAÇÃO

1. Após iniciar o computador, abrir o software OnDemand 3D Application.
2. Na opção “*Pat. Name*”, procurar pelo nome “*Ricardo*” e, em seguida, abrir a pasta “*Ricardo teste*” ou “*Ricardo teste 2*”, de acordo com a imagem a ser interpretada.
3. Selecionar o “*projeto de imagem*” a ser interpretado e clicar em “open”.
4. Localizar o elemento dentário a ser interpretado, indicado pela *seta azul*, nas reconstruções multiplanares e posicionar o “*cursor azul*” no centro deste elemento.
5. Após essa etapa, primeiramente ajustar o plano Sagital por meio da janela “*Axial*” e, na sequência, ajustar o plano coronal através da janela “*Sagital*”, garantindo que os planos estejam paralelos em relação ao longo eixo do dente.
6. Interpretar a raiz do elemento dentário a partir da junção amelocementária, analisando o terço radicular cervical, médio e apical.
7. Percorrer todos os cortes no sentido corono-apical, vestibulo-lingual (ou palatino) e méso-distal.
8. O examinador poderá utilizar as ferramentas “*zoom*”, “*brilho*” e “*contraste*” de acordo com sua preferência.
9. A luz da sala de interpretação deverá estar desligada, deixando apenas a luminosidade do monitor.
10. Classificar a imagem das raízes dentárias de acordo com os seguintes *escores*:
  - 1- **Definitivamente ausente.**
  - 2- **Provavelmente ausente.**
  - 3- **Não tem certeza.**
  - 4- **Provavelmente presente.**
  - 5- **Definitivamente presente.**

Autorizo a reprodução deste trabalho  
(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 28 de abril de 2016.

**RICARDO MANOEL TÂNGARI DE ARAÚJO E MEIRA**