FERNANDA CRISTINA SALES SALINEIRO

Avaliação do comportamento de seladores endodônticos e a influência destes materiais sobre o diagnóstico de fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico

São Paulo

2018

FERNANDA CRISTINA SALES SALINEIRO

Avaliação do comportamento de seladores endodônticos e a influência destes materiais sobre o diagnóstico de fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico

Versão Original

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

Área de concentração: Clínica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti

São Paulo

2018

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

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

Salineiro, Fernanda Cristina Sales.

Avaliação do comportamento de seladores endodônticos e a influência destes materiais sobre o diagnóstico de fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico / Fernanda Cristina Sales Salineiro ; orientador Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti . -- São Paulo 2018.

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

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

Versão original

1. Tomografia computadorizada por feixe cônico. 2. Endodontia.
3. Artefatos. I. Cavalcanti, Marcelo de Gusmão Paraíso. II. Título.

Salineiro FCS. Avaliação do comportamento de seladores endodônticos e a influência destes materiais sobre o diagnóstico de fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: / /2018

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes...”

Isaac Newton

Muitos são os gigantes que passam por nossas vidas e nos deixam marcas. Mas sem esses dois gigantes, eu não seria nada, meu Pai e minha Mãe.

Eles me educaram e me prepararam para vida, me ensinaram a ter gana pela vida e lutar pelos meus sonhos. Eu só posso dedicar esse trabalho à eles.

Eles sempre me apoiaram em todas as empreitadas da minha vida e no momento mais importante, quando me tornei mãe.

Meus Pais que me deram suporte para que eu pudesse concluir minha graduação com louvor. Em seguida, minha guerreira Euza, assumiu tudo e assim seguimos pela especialização e agora, encerrando essa fase tão importante que é o doutorado.

E não poderia deixar de dedicar este trabalho também, a minha irmã que tem sido uma terceira mãe para a Ana Luísa, ajudando-a sempre que eu estava ausente.

E finalmente, à minha baixinha, Nana, que é a razão da minha vida e fonte de forças para que eu conseguisse finalizar a minha pós-graduação.

Amo todas vocês infinitamente! Pai, eu sei que você esteve sempre olhando e torcendo por mim para que tudo desse certo!

AGRADECIMENTOS

Esta tese é o resultado final de todo o trabalho e amor dedicados por mim depois de 4 anos de pós-graduação, mas também de muitas outras pessoas que estão ao meu redor ou que fui em busca de ajuda e elas me socorreram. Sem elas nada disso seria possível ou estaria concluído dessa maneira tão satisfatória. Por isso, gostaria de agradecer à todos vocês...

Primeiramente, à Deus. Todos os dias eu agradeço a Ele por me iluminar e me guiar pelos melhores caminhos, por me ajudar a ultrapassar os meus obstáculos e por abençoar minha família.

A minha família, Pai (*in memoriam*), Mãe, Ju e Ana Luísa, vocês são o meu porto seguro e sem o apoio de vocês eu não conseguiria concluir a minha tese.

Ao meu orientador, Prof. Marcelo Gusmão Paraiso Cavalcanti, por ter acreditado no meu potencial como pesquisadora e como professora, por todos os ensinamentos desde a especialização, por todo o apoio profissional e acadêmico. Eu sempre digo que eu tive um verdadeiro orientador pois me permitiu desenvolver os meus projetos e foi me conduzindo pelos caminhos corretos. Muito obrigada por me ajudar a trilhar esse caminho com sucesso!

A minha querida amiga Solange, pois já ultrapassamos os limites que parceira de laboratório, já é uma amiga que quero para o resto da minha vida. Sol, duas cabeças pensam melhor que uma, e acredito que somos uma excelente dupla pensante! Muito obrigada por toda ajuda acadêmica, pelos conselhos pessoais, paciência e dedicação em todos os nossos projetos.

Aos meus amigos da nova geração de Labi 3D que sempre me apoiaram e me ajudaram. Ivan, meu anjo da guarda e consultor particular de Excel e informática nas horas mais impróprias. Wellington, querido amigo e peça chave na reta final da

tese. Igor, você foi minha primeira experiência como “orientadora” e me ajudou a crescer muito profissionalmente.

Aos meus amigos da velha geração de Labi 3D. Lucas, muito obrigada por toda a paciência, todos os ensinamentos, conselhos, observações, revisões, enfim, por todos esses anos que te perturbei muito. Marcelo Sales e Oséas, obrigada por todo o apoio e ensinamentos de tomografia computadorizada e vivência de pós-graduação. Bruno, por toda ajuda e todos aqueles dentes extraídos, me ajudou a reunir 200 dentes em um tempo recorde, obrigada!

Aos professores do departamento de Estomatologia por todos os ensinamentos e conselhos.

Ao Professor Claudio Mendes Pannutti, pelas inúmeras reuniões e dúvidas que eu sempre tive e o senhor sempre estava disposto a tentar me entender e encontrar a melhor solução para os problemas estatísticos, de delineamento e randomização que foram essenciais para o desenvolvimento da minha tese.

A Professora Regina Tamaki, ao técnico Sr. Luiz e a técnica Cristina, pela ajuda na confecção da mandíbula de gesso e os alvéolos.

Ao Professor Rafael Yague Ballester e ao técnico Sr. Antônio, por toda dedicação e ajuda com as fraturas radiculares.

A Professora Marina Helena Cury Gallottini, pelo voto de confiança em mim.

Ao CAPE (Centro de Atendimento a Pacientes Especiais) pelas aquisições das imagens tomográficas do meu piloto (Processo Fapesp 2009/53982-0).

A Professora Leda Maria Pescinini Salzedas pelo apoio e voto de confiança em uma ex-aluna da casa.

A UNESP campus Araçatuba pela parceria e realização das aquisições das imagens tomográficas.

A minha querida amiga Fabiana Mesquita de Barros, pelos conhecimentos em endodontia, pelos tratamentos endodônticos realizados em 200 dentes e por toda dedicação nas observações. Arrasou, amiga! Obrigada!

Aos muitos amigos que fiz durante esses 4 anos de pós-graduação. Vocês fizeram com que esses anos passassem agradavelmente e com certeza sentirei saudades.

As minhas amigas “enroladas” pela paciência durante a minha ausência e todo o apoio, principalmente, a Carolina que me ajudou a reunir os dentes e na parte prática da tese.

Aos funcionários do Departamento de Estomatologia Ceci, Cidinha, Nina, Regina, Laerte, Marília, Márcia (sempre será da Estomatologia), Izilda e Janete, pela convivência diária, prontidão em ajudar e carinho recebido durante esses anos de pós-graduação.

Às funcionárias do CAPE Gilmara e Sandra.

Às funcionárias do Setor de Pós-Graduação Alessandra e Cátia.

Aos funcionários do setor de manutenção e de informática.

Às bibliotecárias Glauci e Vânia, que me ajudaram desde a qualificação.

À CAPES, pela bolsa de Doutorado.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização dessa tese! Sem o apoio de todos, eu não teria conseguido fazer todo esse trabalho. A todos a minha eterna gratidão e carinho!

"Determinação coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho."

Dalai Lama

RESUMO

Salineiro FCS. Avaliação do comportamento de seladores endodônticos e a influência destes materiais sobre o diagnóstico de fraturas radiculares por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Versão Original.

A tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) tem apresentado melhores resultados em relação a radiografia convencional no diagnóstico da região de cabeça e pescoço. Porém a presença de artefatos nas imagens tomográficas podem interferir na acurácia do diagnóstico. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes tipos de preenchimentos endodônticos na formação de artefato nas imagens de TCFC e avaliar a influência destes no diagnóstico de fratura radicular. Foram utilizados 200 dentes (100 incisivos centrais superiores e 100 pré-molares inferiores) subdivididos em 10 grupos diferenciando o tipo de preenchimento endodôntico. Os dentes foram escaneados utilizando um tomógrafo computadorizado por feixe cônico. Inicialmente foi realizada uma medição nas imagens tomográficas com a ferramenta de informação sobre a área (ROI) e avaliação subjetiva das imagens para realizar uma comparação entre os cimentos endodônticos. Após essa fase, 100 dentes foram fraturados para realizar a última análise que foi o diagnóstico de fratura radicular. Para análise dos dados da ferramenta ROI foram utilizados a análise de Kruskal-Wallis e o teste post hoc Dunn, para comparar os dados subjetivos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e para os dados de diagnóstico de fratura radicular foi calculado a Curva de característica de operação do receptor (ROC) e o teste ANOVA e o teste post hoc Tukey para os valores de área sob a curva (ASC). Resultados: O terço médio foi a região que gerou mais variações na escala de cinza para ambos os dentes. O Pulp Canal Sealer e o Sealer 26 foram os cimentos que mais alteraram as imagens segundo a análise subjetiva. Os valores de ASC variaram de 0.530 a 0.745. Conclusão: Todos os materiais produziram artefato nas imagens por TCFC, dificultando o diagnóstico de fratura radicular.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada por feixe cônico. Tratamento endodôntico. Fratura radicular. Artefato.

ABSTRACT

Salineiro FCS. Endodontic fillings behavior evaluation and their influence in root fracture diagnosis by means of cone beam computed tomography. [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Versão Original.

Cone beam computed tomography (CBCT) has shown better results than conventional radiographs on head and neck diagnosis. However, the presence of artifact in the CBCT images could interfere on diagnosis accuracy. The aim of this study was to evaluate the influence of different types of endodontic fillings and analyze the influence of these materials in root fracture diagnosis. Two hundred teeth (100 superior incisors and 100 inferior premolars) were divided in 10 groups categorized by each type of endodontic filling. All teeth were scanned by using CBCT device. Initially, a measurement was performed on CBCT images using the Region of Interest (ROI) tool and a subjective analysis of the images was carried on to compare the different endodontic fillings. After this phase, 100 teeth were fractured to perform the last analysis: root fracture diagnosis. Kruskal-Wallis analyses for ROI tool data was performed with the aid of post hoc Dunn test, Kruskal-Wallis test was selected for the subjective data assessment and receiver operating characteristic (ROC) curves were used for root fracture diagnosis analyses and the variance analysis with the post hoc Tukey test for AUC values. The middle third was the region that developed more grayscale variations for both teeth. At the subjective analysis, Pulp Canal Sealer and Sealer 26 were selected as the ones that produced more images alterations. AUC ROC values ranged from 0.530 to 0.745. Conclusion: All materials produced artifact in CBCT images, making the root fracture diagnosis more difficult.

Keywords: Cone Beam Computed Tomography. Endodontic treatment. Root fracture. Artifact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Raiz posicionada no torno para a confecção da fratura radicular.....	24
Figura 4.2 – Dente fraturado com os fragmentos unidos.....	25
Figura 4.3 – Mandíbula de gesso no interior do recipiente plástico com água.....	25
Figura 4.4 – Tomógrafo Scanora 3Dx.....	26
Figura 4.5 – Mandíbula de gesso com os dentes em posição.....	26
Figura 4.6 – Representação gráfica da localização dos diferentes pontos de medida.....	28
Figura 4.7 – Imagens por TCFC do dente incisivo central. Imagens axiais dos terços radiculares cervical (A), médio (B) e apical (C) com a área ROI demarcada. Imagem coronal com as medidas para marcação dos terços radiculares (D).....	29
Figura 4.8 – Imagens por TCFC do dente pré-molar. Imagens axiais dos terços radiculares cervical (A), médio (B) e apical (C) com a área ROI demarcada. Imagem coronal com as medidas para marcação dos terços radiculares (D).....	30
Figura 4.9 – Slide de apresentação do PowerPoint utilizado na análise subjetiva com o número no canto superior esquerdo representando a sequência das respostas, e (A) e (B) representam as imagens dos grupos teste e ao centro o grupo controle.....	31
Figura 5.1 – Imagens por TCFC dos dentes pré-molares (PM). Imagens axiais dos terços radiculares cervical (TC), médio (TM) e apical (TA) para cada grupo teste.....	37
Figura 5.2 – Imagens por TCFC dos dentes incisivos centrais (IC). Imagens axiais dos terços radiculares cervical (TC), médio (TM) e apical (TA) para cada grupo teste.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASC	Área sob a curva
DICOM	Digital Imaging Communication in Medicine
FOV	Campo de visão (field of view)
ICC	Coeficiente de correlação interclasse
JCE	Junção cimento-esmalte
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
ROC	Curva de características de operação do receptor
ROI	Região de interesse
TA	Terço radicular apical
TC	Terço radicular cervical
TCFC	Tomografia computadorizada por feixe cônico
TM	Terço radicular médio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	Artefatos em imagens de TCFC	16
2.2	Escala de cinza de imagens tomográficas	17
2.3	Fraturas Radiculares	17
2.4	Materiais obturadores	18
3	PROPOSIÇÃO	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	Preparo dos espécimes	21
4.2	Preparo dos espécimes fraturados	23
4.3	Obtenção dos exames de TCFC	24
4.4	Análise das imagens	27
4.5	Método de análise dos resultados	32
5	RESULTADOS	34
5.1	Análise subjetiva com os valores obtidos através da ferramenta ROI	36
5.2	Análise Subjetiva com os dados obtidos da comparação dos grupos através do Slide do PowerPoint	42
5.3	Diagnóstico de fratura radicular	44
7	CONCLUSÕES	50
	REFERÊNCIAS	51
	ANEXO ..	57

1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) tem apresentado resultados mais acurados na avaliação da anatomia radicular, diagnóstico da região periapical, avaliação de defeitos causados pela reabsorção radicular interna e externa, e especialmente na pesquisa de perfurações e fraturas radiculares¹⁻⁴ devido as imagens com alta resolução e qualidade.

A qualidade da imagem por TCFC sofre influência de vários fatores importantes⁵. Diferentes tipos de detectores, algoritmos de reconstrução utilizados pelos programas, tamanho do ponto focal na ampola de raios-X, os fatores inerentes ao tomógrafo (regimes de trabalho e desgaste da ampola) e o seu funcionamento, número de projeções de raios-X e espessura do voxel da imagem tridimensional são alguns exemplos de fatores que podem interferir na resolução das imagens geradas pelos aparelhos de TCFC⁵.

Estruturas com maior densidade como dentes, corticais ósseas e materiais restauradores, podem influenciar negativamente na qualidade da imagem obtida em TCFC, pois produzem o efeito de "beam-hardening".^{3,6} Essa interferência nas imagens é denominada artefato. Como dentes submetidos ao tratamento endodôntico muitas vezes requerem a inserção de um pino intracanal e coroa, o feixe de raios-x muitas vezes não ultrapassa o objeto resultando na formação de artefato. O artefato, nesses casos, pode se apresentar como estrias e faixas que podem se sobrepor a raiz dos dentes e simular imagens de fratura radicular⁷.

A modernização dos aparelhos de TCFC juntamente com o desenvolvimento de *softwares* com ferramentas que auxiliam a reconstrução e manipulação das imagens trouxeram uma nova perspectiva para esta questão, através da tentativa de minimizar as interferências desses artefatos nas imagens tomográficas.⁵ No entanto, o artefato ainda é um dos principais fatores que influenciam negativamente na acurácia do diagnóstico de fraturas radiculares^{3,8}.

Muitos estudos já foram realizados para estudar a influência de artefatos gerados por objetos metálicos,^{3,7-10} porém em estudos recentes,^{11,12} em imagens de dentes apenas com tratamento endodôntico foi observado a presença de algumas

estrias e faixas escuras, correspondentes a artefato nas imagens de TCFC. No estudo de Salineiro et al.¹¹, essas imagens simularam imagens de fratura radicular e alteraram o nível de acurácia do diagnóstico.

Baseado nos dados acima esse estudo foi elaborado, com a finalidade de preencher alguns questionamentos ainda presentes na literatura como: a influência de diferentes preenchimentos endodônticos; a influência da disposição do dente na arcada na produção de artefatos em imagens de TCFC; a correta análise de imagens tomográficas por meio de visualizadores DICOM que permitem explorar por completo as imagens, utilizando ferramentas de pós- processamento e de mensurações de densidade; e a experiência e treinamento específico em interpretação de imagens de TCFC. Todas essas são questões ainda pouco discutidas nas áreas de radiologia e endodontia.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Artefatos em imagens de TCFC

Segundo Scarfe e Farman ¹³ um artefato é qualquer distorção ou erro na imagem relacionado com o material que está sendo estudado. Estes podem ser classificados de acordo com sua causa como artefatos inerentes ao feixe de raios-x. Isto se deve ao fato que o raios-X são compostos de fótons individuais com um amplo espectro de energia. Quando o feixe de raios-x passa através de objetos com maiores valores de densidade, sua energia aumenta, pois os fótons de baixa energia são absorvidos mais rapidamente que os de alta energia, o que gera o efeito “*beam hardening*”, resultando em distorção de estruturas estudadas e aparição de estrias e faixas escuras entre objetos densos. Existem também os artefatos relacionados a movimentação do paciente durante o exame, os artefatos gerados pelo próprio tomógrafo e os artefatos da projeção geométrica do feixe cônico ¹³.

Assim como os componentes protéticos que podem gerar artefatos, implantes dentários também podem formar artefatos sobre a crista óssea causando interferência no diagnóstico de perda óssea nessa região. ¹⁴ Benic et al. ¹⁵ realizaram um estudo para estudar os artefatos metálicos gerados pelo implante dentário, e foi observado que o artefato metálico se comporta de diferentes maneiras de acordo com a posição do implante no arco dentário que irá causar artefatos em diferentes formas e de acordo com o nível que este implante está inserido no processo alveolar. Ainda neste estudo, Benic et al. ¹⁵ concluíram que o artefato metálico tende a perder intensidade a medida que se afasta do implante dentário.

Alguns estudos relatam a produção de artefatos em imagens de TCFC causados por materiais odontológicos como por exemplo materiais obturadores endodônticos (guta-perchas e cimentos). ^{11,12} Esse tipo de artefato é provocado pela densidade do material utilizado e pode causar interferências nas imagens semelhante a um objeto metálico. ¹⁶

2.2 Escala de cinza de imagens tomográficas

Em imagens por tomografia computadorizada *multislice* é possível mensurar os tons de cinza de uma determinada região pela escala de Hounsfield. A escala de Hounsfield é o coeficiente de atenuação que expressa os tons de cinza de um exame de tomografia computadorizada e se distribui em uma escala numérica.¹⁷ Os aparelhos de TCFC não padronizam os tons de cinza das aquisições como acontece em tomografia computadorizada *multislice*, dessa forma, para as análises de escala de cinza em imagens de TCFC têm sido utilizada as ferramentas de região de interesse (ROI) ^{15,16,18}. Esta ferramenta permite a análise dos pixels da região selecionada e fornece os valores médios e valores máximo e mínimo da região estudada, assim como, o desvio padrão. Dessa forma é possível mensurar as variações de tons de cinza nas imagens, diferenciando os tons hiperdensos e hipodensos na região pré-determinada.

2.3 Fraturas Radiculares

Fratura radicular é uma das injúrias dentárias com pior prognóstico para o elemento dentário envolvido, principalmente em dentes acometidos por fraturas radiculares verticais que apresentam alta taxa de extração dentária.¹⁹ Por esta razão, um diagnóstico preciso é essencial para traçar um plano de tratamento efetivo e com prognóstico favorável.

A identificação do tipo de fratura (horizontal, vertical ou oblíqua), a exata posição dela na raiz e o envolvimento de corticais ósseas é o que vai determinar o plano de tratamento a ser seguido, e posteriormente o prognóstico do elemento dental acometido.²⁰

O diagnóstico de fraturas radiculares é multifatorial. Muitas vezes é necessário associar informações, como avaliação de sinais e sintomas do paciente (geralmente fraturas verticais resultam em algia à forças oclusais e laterais); avaliação de problemas periodontais (fraturas radiculares podem provocar defeitos ósseos periodontais laterais); avaliação do histórico do elemento dental envolvido (se possui

ou não tratamento endodôntico ou restauração, materiais odontológicos e técnica utilizados); e os achados imaginológicos (a visualização da linha de fratura ou de fatores que podem ser característicos de fratura radicular, tais como reabsorções radiculares e defeitos ósseos apical e lateral à raiz).²¹

A análise por imagem de fraturas radiculares pode ser feito através de imagens bi e tridimensionais. Para o diagnóstico bidimensional é indicado o uso de mais de uma incidência radiográfica,^{22,23} como o uso da técnica de Clark. As principais desvantagens desse método são que para obter a imagem da linha de fratura o feixe de raios-x tem que passar pelo espaço de descontinuidade gerado pela fratura radicular^{24,25}, ocorrência de sobreposições de estruturas anatômicas sobre a imagem do dente³ e impossibilidade de diferenciar e avaliar as corticais ósseas envolvidas.

Em exames tridimensionais, esse problema não ocorre, pois é obtido um volume da região a ser estudada permitindo uma direta visualização da linha de fratura.⁹ Através desse volume é possível analisar toda a região escaneada e avaliar a presença de fratura, porém, pode ocorrer artefatos nas imagens que sobrepoem algumas regiões da raiz e conseqüentemente, dificultar a visualização da linha de fratura radicular.²⁶

2.4 Materiais obturadores

Uma das funções do tratamento endodôntico é aumentar sua resistência mecânica à fratura.¹⁹ Um dos fatores que auxiliam no aumento da resistência é a aderência do cimento endodôntico nas paredes da dentina remanescente.²⁷ Diferentes formulações dos cimentos endodônticos proporcionam diferentes performances e indicações para os mesmos.

Cimentos à base de óxido de zinco e eugenol são amplamente utilizados na endodontia há mais de 100 anos, porém é um material de alta toxicidade para humanos e fraca resistência a fratura, podendo não ser o material ideal para pacientes com grande força mastigatória.²⁸

O cimento AH Plus é um sistema que resulta em maior resistência a fratura quando comparado com outros cimentos resinosos.^{29,30} Porém, é um cimento de alta radiopacidade e consequentemente, é um cimento com maior densidade. Alguns trabalhos compararam o AH Plus com outros sistemas obturadores e foi observada diferença estatística quanto a resistência a fratura radicular.^{19,27,30}

O diferencial do Sealer 26 é a presença de partículas de hidróxido de cálcio. Ribeiro et al.³¹ comparou alguns cimentos (entre eles o AH Plus e o Sealer 26) quanto a resistência a fratura radicular, e nenhum dos cimentos envolvidos apresentou diferença estatística.

Os cimentos biocerâmicos apresentam alta biocompatibilidade, ação antimicrobiana e menor interface entre o cimento e a dentina.³² Muitos testes de resistência a fratura estão sendo realizados com esse tipo de cimento. Topçuoğlu et al.²⁷ compararam cimentos biocerâmicos com o AH Plus, o cimento BC Sealer e o AH Plus obtiveram desempenhos de resistência a fratura semelhantes a do grupo controle (sem tratamento endodôntico), demonstrando uma maior resistência a fratura.

3 PROPOSIÇÃO

- Avaliar a influência de diferentes tipos de preenchimentos endodônticos na formação de artefato nas imagens de TCFC através de uma ferramenta de mensuração de densidade de imagem (ROI).
- Comparar objetivamente a influência de artefato nas imagens de TCFC nos dentes em região anterior e posterior, e entre os terços radiculares na formação através de uma ferramenta de mensuração de densidade de imagem (ROI).
- Comparar subjetivamente a influência de artefato nas imagens de TCFC nos dentes em região anterior e posterior, e entre os terços radiculares na formação através de uma ferramenta de mensuração de densidade de imagem (ROI).
- Demonstrar a sensibilidade e especificidade, acurácia, concordância inter e intraobservador e área sob a curva (ASC) de característica de operação do receptor (ROC) sobre influência de diferentes tipos de preenchimentos endodônticos no diagnóstico de fratura radicular nas imagens de TCFC.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e aprovado sob o parecer número 1.121.863.

Foram selecionados 100 pré-molares inferiores e 100 incisivos centrais superiores unirradiculares do Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Para a seleção da amostra foi realizado um exame clínico e tomográfico em cada dente. Os dentes que apresentaram reabsorção interna e/ou externa, restaurações extensas que não respeitavam o limite da JCE, dilacerações e/ou fraturas/trincas radiculares foram excluídos do estudo.

4.1 Preparo dos espécimes

A coroa anatômica dos dentes foi seccionada perpendicularmente ao longo eixo da JCE utilizando uma broca em uma caneta de alta rotação³. O operador, não envolvido na interpretação das imagens, explorou os condutos radiculares com limas #06, #08, #10 do tipo K até que sua ponta atinja o forame apical, seguindo-se de recuo de 1,0 mm para o estabelecimento do comprimento de trabalho. Foram realizados movimentos suaves oscilatórios no sentido horário e anti-horário (1/4 de volta). Para o início do preparo radicular utilizou-se as limas tipo K #15 e na sequência a lima 20.06 ProDesign. A cada troca de limas o canal foi irrigado, criteriosamente, com 2 ml de hipoclorito de sódio a 1%, sob forte pressão. O canal foi instrumentado com limas rotatórias do tipo Mtwo (Alemanha) 20.06 e 25.07, a cada troca de limas repetiu-se a irrigação com hipoclorito de sódio a 1%.

Ao término da etapa de limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares, foi realizada a remoção da lama dentinária (*'smear layer'*) irrigando com EDTA trissódico a 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA) e hipoclorito de sódio a 1%, através de uma seringa de irrigação. As substâncias foram agitadas no

interior do canal por meio de irrigação ultrassônica passiva (PUI). Posteriormente, os canais radiculares foram secos com pontas de papel absorvente.

Após este preparo, os dentes foram divididos em dez grupos diferenciando o dente, o material obturador e a guta-percha utilizados:

- Grupo controle I - 20 dentes incisivos centrais sem preenchimento endodôntico;
- Grupo teste I1 - 20 dentes incisivos centrais com preenchimento Sealer 26 e guta-percha tradicional;
- Grupo teste I2 - 20 dentes incisivos centrais com preenchimento AH Plus e guta-percha tradicional;
- Grupo teste I3 - 20 dentes incisivos centrais com preenchimento Pulp Canal Sealer e guta-percha tradicional;
- Grupo teste I4 - 20 dentes incisivos centrais com preenchimento BC Sealer e guta-percha biocerâmica;

- Grupo controle P - 20 dentes Pré-molares sem preenchimento endodôntico;
- Grupo teste P1 - 20 dentes Pré-molares com preenchimento Sealer 26 e guta-percha tradicional;
- Grupo teste P2 - 20 dentes Pré-molares com preenchimento AH Plus e guta-percha tradicional;
- Grupo teste P3 - 20 dentes Pré-molares com preenchimento Pulp Canal Sealer e guta-percha tradicional;
- Grupo teste P4 - 20 dentes Pré-molares com preenchimento BC Sealer e guta-percha biocerâmica;

A composição dos seladores, segundo informações dos fabricantes, é:

- Sealer 26 – Pó: trióxido de bismuto, hidróxido de cálcio, hexametilenotetramina, dióxido de titânio. Resina: Éter de bisfenol;
- AH Plus – Pasta A: resina epóxica, Tungsteanato de cálcio, Óxido de zircônio, Sílica, Pigmentos de óxido de ferro, e Pasta B: Dibencil-diamine Amina adamantina, Triciclododecane-diamine, Tungsteanato de cálcio, Óxido de zircônio, Sílica e Óleo de silicone;

- Pulp Canal Sealer – Pó: óxido de zinco e prata precipitada, e o Líquido: eugenol, óleo mineral de cravo e bálsamo canadense;
- BC Sealer – óxido de zircônio, silicato tricálcio, silicato dicálcio e hidróxido de cálcio. A gutapercha utilizada no sistema BC Sealer é revestida por nanopartículas biocerâmicas também.

Os canais radiculares foram secos com cones de papel e obturados pela Técnica do Cone Único, com compreensão hidráulica a frio, cones de guta-percha principal, e o cimento endodôntico pré-determinado pela composição de cada grupo.

Após a obturação, os pré-molares e incisivos foram inseridos em uma mandíbula de gesso com lojas que simulam alvéolos dentais em duas regiões diferentes: 2 nas regiões dos segundos pré-molares e 2 nas regiões dos incisivos laterais, respectivamente.

4.2 Preparo dos espécimes fraturados

Para a segunda avaliação das amostras, dez (10) dentes de cada grupo, foram submetidos a um procedimento para a indução de fratura radicular.

Eles foram submetidos a fraturas radiculares através de uma força mecânica exercida gradualmente por um torno de bancada (Figura 4.1), com o dente posicionado em um plano horizontal e um prego com a ponta em forma de cinzel (pré-conformado para este fim). A força mecânica foi direcionada ao longo eixo da raiz para induzir uma fratura vertical. Os dois fragmentos obtidos foram unidos com a utilização de adesivo a base de cianoacrilato Super Bonder (Henkel Brasil, Loctite, São Paulo) (Figura 4.2). As raízes que se fragmentaram em mais de duas partes foram excluídas da amostra.

Figura 4.1- Raiz posicionada no torno para a confecção da fratura radicular.

As amostras fraturadas foram escaneadas novamente seguindo o mesmo protocolo.

4.3 Obtenção dos exames de TCFC

Com o intuito de simular a atenuação dos feixes de raios-x provocada pelos tecidos moles em uma situação *in vivo*, a mandíbula de gesso foi posicionada em um recipiente plástico cilíndrico contendo cerca de 1 litro de água (Figura 4.3), de maneira que permaneceu totalmente submersa no momento do exame tomográfico, de acordo com metodologia utilizada em pesquisas prévias.^{33,34}

Figura 4.2 – Dente fraturado com os fragmentos unidos

Figura 4.3 – Mandíbula de gesso no interior do recipiente plástico com água

Inicialmente, todos os dentes foram submetidos ao exame tomográfico no aparelho de TCFC Scanora 3Dx (Soredex, Tuusula, Finlândia) (Figura 4.4), localizado na Faculdade de Odontologia da UNESP, campus Araçatuba. Em cada aquisição foram inseridos 4 dentes na mandíbula de gesso: 2 incisivos e 2 pré-molares (Figura 4.5).

Figura 4.4 – Tomógrafo Scanora 3Dx

Figura 4.5 – Mandíbula de gesso com os dentes em posição

O protocolo utilizado foi o protocolo da máquina denominado por *high resolution*. Em um regime de trabalho de 90 kVp e 10 mA – utilizando um FOV (campo de visualização - *field of view*) de 8 cm de altura por 10 cm de diâmetro e um voxel de 0.15 mm de espessura com 533 projeções.

Sendo assim, 50 exames tomográficos dos dentes foram obtidos. Todas as informações obtidas nestes exames tomográficos foram gravadas eletronicamente em formato DICOM (Digital Imaging Communication in Medicine) em mídia removível (DVD-R) para que pudessem ser transportadas e avaliadas pelos observadores em uma estação de trabalho independente contendo um desktop iMac 27” (Apple, Cupertino, CA, USA), localizada no Laboratório de Imagem em Terceira Dimensão (Labi-3D) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOU SP. Para as análises foi utilizado o programa Horos versão 2.0.1 (The Horos Project, Genebra, Suíça) onde foram realizadas as reconstruções multiplanares e mensurações necessárias.

Os dentes fraturados também foram escaneados no mesmo protocolo e transportados da mesma maneira, resultando em 25 aquisições tomográficas adicionais.

4.4 Análise das imagens

Para a primeira análise objetiva, dois observadores, com experiência em imagens por TCFC, utilizaram a ferramenta de região de interesse (ROI) para medir a influência de diferentes tipos de cimentos endodônticos na formação de artefato de “*beam hardening*” do feixe de raios-X em cada exame de TCFC, através dos valores medidos por essa ferramenta.

Foram realizadas as medidas em 3 pontos diferentes no plano de corte axial. Esses pontos foram determinados da seguinte maneira (Figura 4.6):

- TC (Terço cervical) – ponto 2 mm abaixo da JCE;
- TM (Terço médio) – ponto médio da raiz, somatório do comprimento da raiz dividido por dois;
- TA (Terço apical da raiz) – ponto 2 mm aquém do ápice dental.

Figura 4.6 - Representação gráfica da localização dos diferentes pontos de medida

Com a determinação dos terços radiculares, foi realizada a medida com a ferramenta ROI em cada terço radicular através de uma marcação manual de um círculo ao redor do perímetro da raiz. A ferramenta ROI forneceu informações sobre o pixel da região selecionada. Dessa maneira, foram coletados dados como perímetro da raiz, área, valores mínimos e máximos do pixel, desvio padrão e média (Figura 4.7 e 4.8). Após as medidas realizadas, os observadores exportavam em .tiff as imagens que foram selecionadas para fazer a mensuração.

Figura 4.7 - Imagens por TCFC do dente incisivo central. Imagens axiais dos terços radiculares cervical (A), médio (B) e apical (C) com a área ROI demarcada. Imagem coronal com as medidas para marcação dos terços radiculares (D)

Figura 4.8 - Imagens por TCFC do dente pré-molar. Imagens axiais dos terços radiculares cervical (A), médio (B) e apical (C) com a área ROI demarcada. Imagem coronal com as medidas para marcação dos terços radiculares (D)

Os valores mínimos do pixel correspondem aos tons de cinza mais escuros da área selecionada e os valores máximos correspondem aos tons de cinza mais claros.

Além dessa análise métrica, outros 2 observadores realizaram uma análise subjetiva comparando as imagens dos dentes com tratamento endodôntico em relação aos dentes do grupo controle (sem tratamento endodôntico). Para essa análise, foi confeccionado um arquivo em PowerPoint (Microsoft Corporation, Albuquerque, New Mexico, EUA) com as imagens exportadas após a medida da análise objetiva (Figura 4.9). O observador tinha que indicar qual imagem apresentava mais artefato em relação ao dente do grupo controle. Essa comparação foi feita entre todos os grupos testes e também entre os terços radiculares.

Figura 4.9 – Slide de apresentação do PowerPoint utilizado na análise subjetiva com o número no canto superior esquerdo representando a sequência das respostas, e (A) e (B) representam as imagens dos grupos teste e ao centro o grupo controle

Após essas duas análises, foi avaliada a influência desses materiais em uma situação prática, que neste estudo foi o diagnóstico de fratura radicular. Para isso, os 2 observadores da análise subjetiva tiveram acesso aos arquivos DICOMs (submetidos a um novo sistema de randomização) para detectar fratura radicular.

O critério para a análise dessas imagens foi: modalidade de imagem testada *versus* padrão ouro (inspeção visual se o dente está hígido ou fraturado). A presença ou ausência de fratura radicular foi diagnosticada em uma escala de 5 pontos (1, definitivamente ausente; 2, provavelmente ausente; 3, incerto; 4, provavelmente presente; 5, definitivamente presente). A interpretação não teve restrição de tempo e as mesmas imagens foram analisadas repetidamente após um intervalo de duas semanas. As imagens foram analisadas por 1 (um) Radiologista Odontológico e 1 (um) Endodontista com ampla experiência em interpretação de imagens tomográficas. Os 2 (dois) observadores foram calibrados igualmente por meio de imagens do estudo piloto realizado para este estudo e não tiveram conhecimento prévio da distribuição dos exames dos dentes, dos grupos e da localização das fraturas radiculares. As análises foram realizadas de forma independente, em ocasiões separadas e em uma estação de trabalho com sistema OS (Apple, Cupertino, CA, USA). Cada dente foi analisado individualmente.

As sequências das observações foram randomizadas utilizando software específico (Randomness 1.5.2, Andrew Merenbach, Los Angeles, CA, EUA). A randomização para a confecção do arquivo em PowerPoint (Microsoft Corporation, Albuquerque, New Mexico, EUA) foi feita através de distribuição de frequência realizada no software Excel (Microsoft Corporation, Albuquerque, New Mexico, EUA).

Os observadores estavam aptos a usar qualquer ferramenta do software para auxiliar no diagnóstico como: ajuste de contraste e brilho, filtros e ferramentas de aumento.

4.5 Método de análise dos resultados

Todos os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors anteriormente a análise estatística e os testes subsequentes foram determinados a partir do resultado do teste de normalidade.

Para comparar os valores das diferentes densidades medidas com a ferramenta ROI, os dados foram analisados utilizando o teste de Kruskal-Wallis com o teste post hoc de Dunn. Para comparar os dados subjetivos foi utilizado o teste de um fator de variância (ANOVA), com o teste post hoc de Tukey. O nível de

significância foi de 5% e os dados foram processados utilizando o software BioEstat 5.3 (Instituto Mamiraua, Belém, Pará, Brasil).

Para a análise dos dados sobre o diagnóstico de fratura radicular dos dentes, as respostas das observações foram tabuladas juntas com o padrão ouro e inseridas em um software (MedCalc para Windows, version 18 (MedCalc Software, Ostend, Belgium)) para calcular a área sob a curva de característica de operação do receptor (ROC). A análise ROC foi realizada com as respostas dos observadores e os valores de sensibilidade e especificidade foram calculados. Os valores obtidos da área sob a curva ROC (ASC) foram comparados com a análise de um fator de variância (ANOVA), com o teste Tukey, adotando um nível de significância de 5%. Caso a hipótese nula seja aceita, significa que não há diferença estatística entre os materiais endodônticos testados.

A concordância interobservador foi calculada utilizando o coeficiente de correlação interclasse (ICC) para a análise objetiva e o coeficiente Kappa para a análise subjetiva e para os dados da detecção de fratura radicular.

O teste ICC foi realizado no software BioEstat 5.3 (Instituto Mamiraua, Belém, Pará, Brasil) e o teste Kappa no MedCalc (para Windows, version 18 (MedCalc Software, Ostend, Belgium)).

5 RESULTADOS

O comprimento médio dos dentes selecionados para a amostra foi 1,435 cm para os pré-molares e 1,306 cm para os incisivos centrais.

Para melhor entendimento dos resultados, considerem-se as definições³⁵:

1. Para descrevermos a intensidade da concordância entre dois métodos de classificação (por ex. dois testes de diagnóstico), utilizamos a medida Kappa que é baseada no número de respostas concordantes, ou seja, no número de casos cujo resultado é o mesmo. O Kappa é uma medida de concordância que mede o grau de concordância além do que seria esperado tão somente pelo acaso. Para avaliar se a concordância é razoável, fazemos um teste estatístico para avaliar a significância do Kappa. Neste caso a hipótese testada é se o Kappa é igual a 0, o que indicaria concordância nula, ou se ele é maior do que zero, concordância maior do que o acaso.

Interpretação dos valores de Kappa³⁶

< 0	Não existe concordância / Existe discordância
0 - 0.19	Concordância muito fraca
0.20 - 0.39	Concordância fraca
0.40 - 0.59	Concordância moderada
0.60 - 0.79	Concordância relevante
0.80 - 1.00	Concordância muito forte

2. O coeficiente de correlação intraclasse (*Intraclass correlation coefficient* - ICC) é uma das ferramentas estatísticas mais utilizadas para a mensuração da confiabilidade de variáveis contínuas. O ICC é interpretado como a proporção da variabilidade total atribuída ao objeto medido.

Interpretação dos valores de ICC³⁷

< 0	Não existe concordância / Existe discordância
0 - 0.39	Concordância pobre
0.40 - 0.75	Concordância satisfatória
> 0.75	Concordância excelente

3. “*Area under the curve*” ou Área sob a curva ROC (ASC): Mede a eficiência de um teste em classificar corretamente indivíduos com e sem a doença. Quanto mais próximo de 1,00 mais eficaz é o teste, ou seja, o observador foi capaz de identificar corretamente um maior número de verdadeiros positivos e verdadeiros negativos.

4. Sensibilidade: Proporção de indivíduos com a doença que são identificados corretamente pelo teste. Indica o quão bom é um teste em identificar a doença em questão.

5. Especificidade: Proporção de indivíduos sem a doença que são identificados corretamente pelo teste. Indica o quão bom é um teste em identificar indivíduo sem doença em questão.

Nesta pesquisa, sensibilidade se refere aos dentes que possuem fratura radicular e especificidade aos dentes que não possuem fratura radicular.

Os valores de concordância, área sob a curva da análise ROC (ASC), sensibilidade, especificidade, variância (ANOVA - teste Tukey), estão apresentados abaixo nas tabelas 5.1 a 5.18, que foram para melhor compreensão, divididos em tópicos, a saber:

5.1 Análise subjetiva com os valores obtidos através da ferramenta ROI

Nas tabelas 5.1 e 5.5 são observadas as médias dos valores mínimos e máximos de densidade de pixel atingido para cada cimento separado pelos terços radiculares.

A tabela 5.1 expressa os resultados para os pré-molares e observamos que os grupos teste atingiram valores máximos semelhantes (3095) para os terços cervical e médio, e para o terço apical não foram valores tão altos (valores menores que 3000). Isso significa que no terço apical observamos menor quantidade de estrias e faixas claras nas imagens do que nos terços cervical e médio. Com relação as médias dos valores mínimos, observamos que o cimento AH Plus é o cimento que gerou maiores valores negativos em todos os terços, consequentemente, foi o cimento que gerou mais estrias e faixas escuras nas imagens (Figura 5.1). Porém, essa diferença não foi significativa, como observado nas tabelas 5.2, 5.3 e 5.4. Nessas tabelas pode ser observado que a diferença estatística é observada entre os grupos teste e o grupo controle; e entre o cimento Pulp Canal Sealer e os cimentos AH Plus e BC Sealer, o primeiro apresentou uma média de valores máximos menores no terço apical (Tabela 5.4).

Tabela 5.1 – Média dos valores Mínimos e Máximos para os cimentos endodônticos em cada terço radicular nos Pré-molares

Média dos valores Mínimos e Máximos para os dentes pré-molares						
Terço radicular	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle	Valor
TC	3027,5	3095	3095	3095	1168,1	Máximo
	-424,2	-453,6	306,2	138,8	-606	Mínimo
TM	3090,5	3095	3094,9	3095	1091,8	Máximo
	-99,7	-293,5	18,3	-228,7	-119,1	Mínimo
TA	2290,8	2872,7	2493,8	2748,6	913,6	Máximo
	41,8	-11,1	88,2	25,8	-187,6	Mínimo

Figura 5.1 – Imagens por TCFC dos dentes pré-molares (PM). Imagens axiais dos terços radiculares cervical (TC), médio (TM) e apical (TA) para cada grupo teste

Tabela 5.2 - Valor de p para valores Mínimos e Máximos para os dentes Pré-molares no terço cervical

C	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
Pulp Canal Sealer		ns	ns	ns	ns
AH Plus	ns		ns	ns	ns
Sealer 26	ns	ns		ns	ns
BC Sealer	ns	ns	ns		ns
Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	

Legenda: Valores mínimos nas células cinza e valores máximos nas células brancas.

Tabela 5.3 - Valor de p para valores Mínimos e Máximos para os dentes Pré-molares no terço médio

M	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
Pulp Canal Sealer		ns	ns	ns	<0.05
AH Plus	ns		ns	ns	<0.05
Sealer 26	ns	ns		ns	<0.05
BC Sealer	ns	ns	ns		<0.05
Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	

Legenda: Valores mínimos nas células cinza e valores máximos nas células brancas.

Tabela 5.4 - Valor de p para valores Mínimos e Máximos para os dentes Pré-molares no terço apical

A	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
Pulp Canal Sealer		ns	ns	ns	ns
AH Plus	<0.05		ns	ns	ns
Sealer 26	ns	ns		ns	ns
BC Sealer	<0.05	ns	ns		ns
Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	

Legenda: Valores mínimos nas células cinza e valores máximos nas células brancas

A tabela 5.5 expressa os resultados para os incisivos centrais. Observamos que no terço cervical e médio todos os grupos teste atingiram o mesmo valor máximo de 3095. Já no terço apical o maior valor máximo foi de 3050 para o Pulp Canal Sealer. AH Plus e Sealer 26 apresentaram valores similares para todos os terços. (Figura 5.2)

Figura 5.2 – Imagens por TCFC dos dentes incisivos centrais (IC). Imagens axiais dos terços radiculares cervical (TC), médio (TM) e apical (TA) para cada grupo teste

Tabela 5.5 – Média dos valores Mínimos e Máximos para os cimentos endodônticos em cada terço radicular nos Incisivos Centrais

Média dos valores Mínimos e Máximos para os dentes incisivos centrais

Terço radicular	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle	Valor
TC	3095	3095	3095	3095	1670,4	Máximo
	-80,125	-114,575	-102,575	16,2	-496,9	Mínimo
TM	3095	3095	3095	3095	1312,3	Máximo
	1,7	-78,8	-38,5	65,2	-188,7	Mínimo
TA	3050,7	3048,4	2992,5	2836,2	1174,2	Máximo
	53,7	-23,1	26,9	158,5	-248,9	Mínimo

O grupo de incisivos centrais com o cimento BC Sealer apresentou valores mínimos positivos nos três terços radiculares, e essa diferença de valores em relação aos outros grupos teste foi estatisticamente significativa (Tabelas 5.6, 5.7 e 5.8).

Tabela 5.6 - Valor de p para valores Mínimos e Máximos para os dentes Incisivos Centrais no terço cervical

C	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
Pulp Canal Sealer		ns	ns	<0.05	ns
AH Plus	ns		ns	<0.05	ns
Sealer 26	ns	ns		<0.05	ns
BC Sealer	ns	ns	ns		<0.05
Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	

Legenda: Valores mínimos nas células cinza e valores máximos nas células brancas.

Tabela 5.7 - Valor de p para valores Mínimos e Máximos para os dentes Incisivos Centrais no terço médio

M	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
Pulp Canal Sealer		ns	ns	ns	ns
AH Plus	ns		ns	<0.05	ns
Sealer 26	ns	ns		<0.05	ns
BC Sealer	ns	ns	ns		<0.05
Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	

Legenda: Valores mínimos nas células cinza e valores máximos nas células brancas

Tabela 5.8 - Valor de p para valores Mínimos e Máximos para os dentes Incisivos Centrais no terço apical

A	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
Pulp Canal Sealer		ns	ns	ns	ns
AH Plus	ns		ns	<0.05	ns
Sealer 26	ns	ns		<0.05	ns
BC Sealer	ns	ns	ns		<0.05
Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	

Legenda: Valores mínimos nas células cinza e valores máximos nas células brancas.

Tabela 5.9 - Valor de p para valores Mínimos comparando os dentes Pré-molares (PM) e Incisivos Centrais (IC)

Valores Mínimos		PM				
		Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
IC	Pulp Canal Sealer	ns	<0.05	<0.05	ns	ns
	AH Plus	ns	<0.05	<0.05	ns	ns
	Sealer 26	ns	ns	<0.05	ns	ns
	BC Sealer	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Nas tabelas 5.9 e 5.10 comparamos os valores mínimos e máximos, respectivamente, atingidos por cada grupo de dentes. Os cimentos Sealer 26 e BC Sealer foram os que mostraram diferença estatística para todos os outros cimentos e entre região anterior e posterior para os valores mínimos. Para os valores máximos, apenas os valores do grupo controle se diferenciaram com relação a cada um dos grupos teste.

Tabela 5.10 - Valor de p para valores Mínimos comparando os dentes Pré-molares (PM) e Incisivos Centrais (IC)

Valores Máximos		PM				
		Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Controle
IC	Pulp Canal Sealer	ns	ns	ns	ns	<0.05
	AH Plus	ns	ns	ns	ns	<0.05
	Sealer 26	ns	ns	ns	ns	<0.05
	BC Sealer	ns	ns	ns	ns	<0.05
	Controle	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	ns

O coeficiente de correlação interclasse (tabela 5.11) foi utilizado para calcular a concordância entre os observadores da análise objetiva; o índice variou entre 0.8567 – 0.9665, correspondendo a replicabilidade excelente, segundo Shrout P.E., 1979.³⁷

Tabela 5.11 – ICC interobservador dos dentes pré-molares (PM) e incisivos centrais (IC) em cada grupo

Grupos		ICC
Grupo Controle	PM	0.9326
	IC	0.9665
Grupo Sealer 26	PM	0.9043
	IC	0.9449
Grupo BC Sealer	PM	0.8804
	IC	0.9330
Grupo AH Plus	PM	0.8811
	IC	0.8579
Grupo Pulp Canal Sealer	PM	0.8627
	IC	0.9493

5.2 Análise Subjetiva com os dados obtidos da comparação dos grupos através do Slide do PowerPoint

Com relação aos dados subjetivos para os pré-molares, na tabela 5.12 podemos verificar que o cimento AH Plus foi selecionado mais vezes nas imagens do terço apical, o cimento Pulp Canal Sealer para o terço médio e o cimento BC Sealer para o terço cervical. O cimento Sealer 26 apresentou porcentagens semelhantes entre os terços. O cimento BC Sealer foi o qual apresentou menores porcentagem (Tabela 5.13), ou seja, foi o cimento escolhido menos vezes pelos observadores como o com maior interferência por artefatos.

Os dois observadores seguiram a mesma proporção entre as respostas sobre a interferência de artefato nas imagens quanto a opção “zero”, mesma alteração entre os diferentes grupos teste (Tabela 5.13).

Tabela 5.12 – Frequência (em porcentagem) para cada terço radicular das respostas para análise subjetiva em relação a imagem com maior interferência por artefato nos pré-molares (PM)

PM	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Pulp Canal Sealer	Zero
TC	8%	12%	7%	11%	7%
TM	7%	10%	6%	19%	6%
TA	10%	11%	6%	14%	6%

Tabela 5.13 – Frequência (em porcentagem) para cada terço radicular das respostas de cada observador para análise subjetiva em relação a imagem com maior interferência por artefato nos pré-molares (PM)

PM	Observadores	AH Plus ^a	Sealer 26	BC Sealer ^a	Pulp Canal Sealer ^b	Zero ^a
TC	Observador 1	8%	7%	6%	11%	8%
	Observador 2	7%	16%	7%	10%	6%
TM	Observador 1	9%	9%	4%	18%	7%
	Observador 2	5%	10%	8%	20%	5%
TA	Observador 1	11%	11%	5%	10%	6%
	Observador 2	8%	10%	6%	18%	5%

Legenda: Letras diferentes = diferença estatística

Para os dados subjetivos dos incisivos centrais, na tabela 5.14 verificamos que os cimentos AH Plus e BC Sealer foram selecionados mais vezes nas imagens do terço cervical e o cimento Sealer 26 para o terço apical. O cimento Pulp Canal Sealer apresentou frequências semelhantes em todos os terços. O cimento BC Sealer apresentou maior frequência no cervical e o Sealer 26 no terço apical tanto para os pré-molares quanto para os incisivos centrais.

Tabela 5.14 - Frequência (em porcentagem) para cada terço radicular das respostas para análise subjetiva em relação a imagem com maior interferência por artefato nos incisivos centrais (IC)

IC	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Pulp Canal Sealer	Zero
TC	8%	8%	8%	8%	8%
TM	8%	13%	4%	12%	10%
TA	9%	7%	8%	8%	11%

Na tabela 5.15 podemos verificar que os observadores tiveram desempenhos semelhantes. Nas observações do endodontista (observador 2) é observado maior frequência para a resposta zero nos terços médio e apical.

Tabela 5.15 - Frequência (em porcentagem) para cada terço radicular das respostas de cada observador para análise subjetiva em relação a imagem com maior interferência por artefato nos incisivos centrais (IC)

IC	Observadores	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer	Pulp Canal Sealer	Zero
TC	Observador 1	6%	8%	8%	9%	9%
	Observador 2	9%	8%	8%	6%	7%
TM	Observador 1	9%	11%	4%	15%	8%
	Observador 2	6%	14%	4%	9%	11%
TA	Observador 1	11%	7%	8%	8%	6%
	Observador 2	6%	6%	8%	8%	15%

Para os incisivos centrais, os dois observadores seguiram a mesma proporção entre as respostas sobre a interferência de artefato nas imagens do terço cervical, alteração semelhante entre os diferentes grupos teste (Tabela 5.15).

Na análise subjetiva, o índice Kappa de concordância interobservador foi fraco tanto para os pré-molares quanto para os incisivos centrais, porém o índice para a concordância intraobservador variou entre relevante a muito forte (Tabela 5.16)

Tabela 5.16 – Índice Kappa de concordância inter- e intraobservadores para a análise subjetiva dos dentes pré-molares (PM) e incisivos centrais (IC)

	Obs. 1.1 x Obs. 1.2.	Obs.2.1 x Obs.2.2	Obs. 1.1 x Obs. 2.1	Obs. 1.2 x Obs. 2.2
PM	83%	82%	32%	33%
IC	87%	70%	30%	29%

5.3 Diagnóstico de fratura radicular

Os dois observadores obtiveram altos índices de especificidade, ou seja, identificaram com maior frequência os casos sem fratura radicular (Tabela 5.17). Já os índices de sensibilidade apresentaram uma grande variabilidade (de 10% a 90%). Para os pré-molares os índices de sensibilidade variaram de 10% a 90% e especificidade foram de 50% a 100%. Para os incisivos centrais a variação foi menor: de 30% a 70% nos valores de sensibilidade e de 60% a 100% nos valores de especificidade.

Esses resultados se corroboram indicando a dificuldade do diagnóstico, principalmente, para os pré-molares.

Tabela 5.17 – Valores de Sensibilidade (Se) e Especificidade (Es) da análise de fratura radicular nos dentes pré-molares (PM) e incisivos centrais (IC).

		Controle		Pulp Canal Sealer		AH Plus		Sealer 26		BC Sealer	
		Se	Es	Se	Es	Se	Es	Se	Es	Se	Es
PM	Observador 1	40%	80%	20%	100%	90%	50%	10%	100%	30%	100%
	Observador 2	50%	70%	80%	50%	10%	70%	40%	90%	40%	80%
IC	Observador 1	60%	60%	70%	70%	40%	100%	40%	90%	30%	80%
	Observador 2	60%	90%	60%	90%	70%	80%	70%	80%	30%	90%

Tabela 5.18 – Valores de área sob a curva (ASC) oriundos da análise ROC de fraturas radiculares dividida por grupo teste para os pré-molares (PM) e incisivos centrais (IC).

	ASC (DP)	Controle	Pulp Canal Sealer	AH Plus	Sealer 26	BC Sealer
PM	Observador 1	0.620 (0.121)	0.645 (0.119)	0.715 (0.116)	0.530 (0.120)	0.610 (0.133)
	Observador 2	0.635 (0.121)	0.650 (0.121)	0.545 (0.136)	0.650 (0.121)	0.590 (0.128)
IC	Observador 1	0.630 ^a (0.122)	0.745 ^a (0.102)	0.585 ^a (0.135)	0.655 ^a (0.124)	0.575 ^b (0.118)
	Observador 2	0.745 ^a (0.102)	0.715 ^a (0.124)	0.710 ^a (0.118)	0.645 ^a (0.123)	0.535 ^b (0.133)

Legenda: (DP): Desvio padrão

Letras diferentes = diferença estatística

Os valores de ASC da tabela 5.18 representam o desempenho de cada observador em cada grupo. Para os dentes pré-molares, o observador 1 teve um desempenho inferior para o cimento Sealer 26, seguindo o que observamos na observação subjetiva (Tabela 5.12), onde o Sealer 26 foi um dos cimentos mais indicado como imagem com maior interferência por artefatos. O observador 2 teve um desempenho inferior para o cimento AH Plus que foi o cimento com valores mínimos mais negativos (Tabela 5.1), indicando mais estrias e faixas escuras que imitam fraturas radiculares. Para os dentes incisivos centrais, ambos os observadores tiveram um desempenho inferior para o cimento BC Sealer, o qual apresentou diferença estatística entre o desempenho para os outros cimentos. O cimento BC Sealer apresentou altos valores máximos (Tabela 5.5), indicando mais estriais e faixas claras, essas imagens claras sobrepõem as imagens das fraturas radiculares.

6 DISCUSSÃO

A anatomia de dentes anteriores e posteriores é diferente, para o nosso estudo foram selecionados os dentes pré-molares e incisivos centrais, uma vez que ambos são unirradiculares com comprimento e diâmetro semelhantes. No entanto, o formato das raízes é diferente, raízes dos pré-molares se apresentam mais achatadas no sentido méso-distal³⁸ do que as raízes dos incisivos centrais, como pode ser observado na figura 4.5. Por isso, além da posição do dente na arcada mandibular, o formato da raiz pode ter influenciado nos nossos resultados.

Benic et al.¹⁵ avaliaram a formação de artefato em implantes dentários em diferentes posições da arcada mandibular e não foi observado diferença numérica entre as posições, apenas uma diferença visual no formato do artefato. Diferente dos resultados obtidos por estes autores, nós encontramos diferença estatística na análise numérica entre a região anterior e posterior na formação de artefato para o cimento Sealer 26 e os grupos controle. O Sealer 26 também foi testado por Brito et al.¹² e foi um dos cimentos que mais causou artefatos.

Brito et al.¹² analisaram a formação de artefato em TCFC para diferentes tipos de cimentos endodônticos. Os autores não se preocuparam com o espalhamento do artefato nas imagens; eles alinharam os dentes obturados com os 5 cimentos, e realizaram a contagem das faixas e estrias que eram emitidas de cada dente nas imagens axiais. Porém, a maneira em que os dentes foram posicionados, dificulta a diferenciação da origem da estria ou faixa de artefato. Já é de conhecimento científico que artefato em TCFC se espalha pela aquisição, principalmente, pelas imagens axiais,¹³ o que dificulta ainda mais a contagem dessas estrias ou faixas. Com essa preocupação, neste estudo os dentes foram posicionados em uma maneira que um dente não influenciasse o outro. E para a análise de artefatos decidimos utilizar a ferramenta ROI para avaliar cada raiz e material individualmente, já que a ferramenta ROI é utilizada na literatura para análises de protocolos de TCFC com e sem ferramentas de redução de artefato^{18,25,39,40} e para formação de artefato em implantes.¹⁵ Com os dados fornecidos por essa ferramenta, foi possível analisar as variações na escala de cinza criadas por cada um dos cimentos.

O protocolo utilizado nos aparelhos de TCFC é determinante para a qualidade da imagem. Segundo Oliveira et al.,⁴¹ aquisições com o kVp elevado geram menor quantidade de artefato nas imagens, já as alterações nos valores de mA não alteram

a quantidade de artefatos. O protocolo utilizado neste estudo foi o *High Resolution*, que é o protocolo com o mais alto kVp do aparelho, justamente com o intuito de minimizar os artefatos. Todos os cimentos tiveram desempenhos semelhantes, porém, o cimento BC Sealer nos incisivos centrais apresentou diferenças estatísticas significantes no 3 terços radiculares. Esses valores corroboram com os resultados da ASC para os dois observadores, que também tiveram um baixo desempenho e este valor foi estatisticamente significativo.

Salineiro et al.¹¹ concluíram que protocolos de TCFC com tamanho de FOV e voxel proporcionais geram imagens com maior qualidade, menos ruído. Baseado nesse estudo, que o tamanho do FOV foi escolhido para a metodologia atual, pois precisávamos de um FOV que incluísse as regiões anterior e posterior e que tivesse um voxel adequado.

O terço radicular que apresenta maior índice de fratura e pior prognóstico é o terço médio.²⁰ Nos nossos resultados, o terço médio radicular foi o que apresentou maiores discrepâncias nos valores máximos e mínimos tanto para os pré-molares (tabela 5.1) quanto para os incisivos (tabela 5.5). Benic et al.¹⁵ também notaram um diferente comportamento do artefato metálico ao longo do implante, corroborando com os nossos resultados onde o terço médio foi a região com maiores valores mínimos, consequentemente, região com mais faixas e estrias escuras do que os outros terços radiculares, tanto para os incisivos centrais quanto para os pré-molares.

Costa et al.⁹ realizaram uma análise de fraturas radiculares horizontais e os artefatos nas imagens interferiram no desempenho dos observadores. Neste estudo foi utilizado um protocolo semelhante ao do estudo supracitado, e também observamos essa dificuldade no diagnóstico de fratura radicular na presença de artefatos (tabela 5.17), principalmente para os pré-molares e um grupo específico dos incisivos centrais que foi o grupo do cimento BC Sealer (tabela 5.18).

O diagnóstico de fraturas radiculares é um desafio para o cirurgião dentista. A importância de realizar um diagnóstico associando sinais clínicos e imaginológicos é a conduta mais indicada.²¹ Para o radiologista, o diagnóstico de imagens por TCFC é sempre desafiador pela presença de artefatos. Vários estudos demonstram a diminuição da acurácia do diagnóstico de fratura radicular na presença de materiais odontológicos metálicos.^{3,9,18,26,40,42,43} No presente estudo observamos valores baixos para a sensibilidade e altos valores para especificidade, ilustrando que na

presença dos materiais endodônticos obturadores os artefatos interferem no diagnóstico, mesmo sem a presença de metal. Os observadores relataram dificuldades para o diagnóstico principalmente para os pré-molares, onde obtiveram valores ASC mais baixos (Tabela 5.18).

Para simular fraturas radiculares mais próximas à realidade clínica, foram escolhidas duas das metodologias mais utilizadas na literatura que se complementaram. Alguns autores^{26,44-48} utilizaram um cinzel e aplicavam uma força mecânica com um martelo, porém dessa maneira não é possível controlar a força aplicada. Outros autores^{10,18,42,49-53} utilizaram a ponta da Instron Machine (Norwood, MA, EUA) e acionaram forças graduais nas raízes fixadas em uma base de resina. A nossa amostra do estudo piloto não resistiu a força da Instron Machine (Norwood, MA, EUA), por esse motivo desenvolvemos um cinzel adequado para o tamanho da amostra, aplicando forças graduais em uma morsa, assim, os dentes foram fraturados, formando fraturas “em galho verde”, facilitando o processo de colagem.

Além do mais, a escolha do uso de uma mandíbula em gesso foi para padronizar o posicionamento dos dentes em todas as aquisições e porque o gesso é um material de uma densidade razoavelmente semelhante ao osso mandibular e apresenta propriedades de absorção dos feixes de raios-x semelhantes determinada pelo cálcio na composição de ambos os materiais.^{15,54} Outra preocupação com a mandíbula em gesso, foram os alvéolos, a espessura de gesso ao redor das lojas que simulavam os alvéolos eram semelhantes para que o feixe de raios-x atravessasse a mesma espessura de gesso.

Os altos níveis de concordância de ICC para a análise objetiva suportam a reprodutibilidade da metodologia e a importância da ferramenta ROI para esse tipo de análise. Os níveis intraobservador do coeficiente Kappa demonstraram a confiabilidade dos observadores e os níveis interobservadores demonstraram a dificuldade que os observadores tiveram durante as observações.

Cada cimento endodôntico tem seu propósito e seu diferencial de acordo com a sua formulação. Os materiais escolhidos para este estudo foram com o intuito de abranger diferentes composições, seja pela biocompatibilidade, melhor aderência a dentina ou resistência a fratura, cada um tinha sua individualidade. Nos nossos resultados, foi observado que um desempenho bem semelhante entre eles.

Comparando o desempenho dos cimentos entre os incisivos centrais e os pré-molares, os cimentos Sealer 26 e AH Plus apresentaram diferença estatística em

relação aos outros grupos teste (Tabela 5.9), essa diferença foi gerada pelos valores mínimos mensurados (Tabela 5.1 e 5.5). O Sealer 26 acompanhou os outros cimentos nos valores máximos, porém, os valores mínimos foram positivos para os pré-molares e negativos para os incisivos, ou seja, este cimento não apresenta faixas e estrias tão escuras quanto os outros cimentos quando usado em dentes posteriores. O AH Plus também acompanhou os outros cimentos nos valores máximos, porém, este cimento apresentou um dos maiores valores mínimos para todos os terços em ambas as regiões, ou seja, é um cimento que gera faixas e estrias mais escuras do que os outros cimentos testados.

A dose efetiva dos exames por TCFC é uma questão a ser considerada, porém nós acreditamos que muitas vezes protocolos com baixa dose de radiação podem gerar imagens com mais ruído e dificultar a realização de um diagnóstico apropriado.¹⁴ Para diagnósticos de fraturas radiculares, onde são necessárias imagens com maior qualidade e menos ruído, um protocolo com maior kVp (e consequentemente maior dose efetiva) deve ser considerado.

As imagens por TCFC podem ser de grande auxílio no diagnóstico de fraturas radiculares, entretanto, a escolha de um protocolo adequado para cada situação clínica deve ser respeitada. Não se deve fazer o uso indiscriminado dos exames por TCFC. Cada caso deve ser analisado individualmente e deve ser respeitado o conceito de ALADA (*“as low as diagnostically acceptable”* - menor radiação possível para um diagnóstico aceitável).⁵⁵

7 CONCLUSÕES

- Todos os cimentos endodônticos geraram artefatos nas imagens por TCFC e ambas as regiões.
- Para os pré-molares, o desempenho dos cimentos foram semelhantes. Apenas o cimento Pulp Canal Sealer no terço apical que apresentou diferença estatística com relação aos outros cimentos.
- Para os incisivos centrais, o cimento BC Sealer desempenhou valores mínimos positivos que foram estatisticamente significantes com relação aos outros cimentos.
- Comparando as regiões as variações na escala de cinza ocorre apenas nos valores mínimos entre os cimentos, a variação das imagens entre os dentes ocorre apenas pelas faixas e estrias escuras geradas, com destaque para o terço médio.
- Para os nossos observadores, o cimento que gerou mais artefato para os pré-molares foi o Pulp Canal Sealer e o que gerou menos artefato foi o BC Sealer. Para os observadores os cimentos nos incisivos centrais geraram quantidades semelhantes de artefato.
- Os valores de sensibilidade para o diagnóstico de fratura radicular foram baixos e os valores de especificidade foram altos, pois demonstraram a dificuldade no diagnóstico. Por isso, os valores de ASC são importantes para avaliar o desempenho dos observadores, é podemos afirmar que o eles obtiveram bons valores de área e confiabilidade no diagnóstico em nossa amostra.

REFERÊNCIAS¹

1. Tsurumachi T, Honda K. A new cone beam computerized tomography system for use in endodontic surgery. *Int Endod J*. 2007;40(3):224–32.
2. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography and Panoramic and Periapical Radiography for Detection of Apical Periodontitis. *J Endod*. 2008;34(3):273–9.
3. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Paraiso 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.
4. 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*. Elsevier Ltd; 2016;42(1):12–24.
5. Cavalcanti MGP. Cone Beam Computed Tomographic Imaging. *J Craniofac Surg*. 2012;23(1):279–82.
6. Salineiro FCS, Kobayashi-Velasco S, Braga MM, Cavalcanti MGP. Radiographic diagnosis of root fractures: a systematic review, meta-analyses and sources of heterogeneity. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017;46(8):20170400.
7. Costa FF, Pinheiro LR, Umetsubo OS, Santos Júnior O, Gaia BF, Cavalcanti MGP. Influence of Cone-beam Computed Tomographic Scan Mode for Detection of Horizontal Root Fracture. *J Endod*. 2014;40(9):1472–6.
8. Neves FS, Freitas DQ, Campos PSF, 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.
9. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Pinheiro LR, Tortamano IP, Cavalcanti MGP. Use of Large-volume Cone-Beam 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. Takeshita WM, Iwaki LCV, da Silva MC, Sabio S, Albino PRF. Comparison of periapical radiography with cone beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures in teeth with metallic post. *J Conserv Dent*. 2014;17(3):225–9.

11. Salineiro FCS, Pinheiro LR, Santos Junior O, Cavalcanti MGP. Detection of horizontal root fracture using four different protocols of cone-beam computed tomography. *Braz Oral Res.* 2015;29(1):1–6.
12. Brito-Júnior M, Santos L a N, Faria-e-Silva a. L, Pereira RD, Sousa-Neto MD. Ex vivo evaluation of artifacts mimicking fracture lines on cone-beam computed tomography produced by different root canal sealers. *Int Endod J.* 2014;47(1):26–31.
13. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does it Work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707–30.
14. Pinheiro LR, Scarfe WC, Augusto de Oliveira Sales M, Gaia BF, Gonzalez Cortes AR, Cavalcanti MG. Effect of Cone-Beam Computed Tomography Field of View and Acquisition Frame on the Detection of Chemically Simulated Peri-Implant Bone Loss In Vitro. *J Periodontol.* 2015;86(10):1159–65.
15. Benic GI, Sancho-Puchades M, Jung RE, Deyhle H, Hämmerle CHF. In vitro assessment of artifacts induced by titanium dental implants in cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(4):378–83.
16. Queiroz PM, Oliveira ML, Groppo FC, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Evaluation of metal artefact reduction in cone-beam computed tomography images of different dental materials. *Clin Oral Investig. Clinical Oral Investigations*; 2017;
17. Cavalcanti MGP. Diagnóstico por imagem da face. 2 ed. 2012. 508 p.
18. Bezerra ISQ, Neves FS, Vasconcelos T V, Ambrosano GMB, Freitas DQ. Influence of the artefact reduction algorithm of Picasso Trio CBCT system on the diagnosis of vertical root fractures in teeth with metal posts. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(6):20140428.
19. Celikten B, Uzuntas CF, Gulsahi K. Resistance to Fracture of Dental Roots Obturated with Different Materials. *Biomed Res Int. Hindawi Publishing Corporation*; 2015;2015:1–5.
20. Andreasen JO, Ahrensburg SS, Tsilingaridis G. Root fractures: The influence of type of healing and location of fracture on tooth survival rates - an analysis of 492 cases. *Dent Traumatol.* 2012;28(5):404–9.
21. Walton RE. Vertical root fracture. *J Am Dent Assoc. Elsevier Inc*; 2017;148(2):100–5.
22. Kobayashi-Velasco S, Salineiro FCS, Gialain IO, Cavalcanti MGP. Diagnosis of alveolar and root fractures in macerated canine maxillae: a comparison between two different CBCT protocols. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017;46(6):20170037.

23. Kobayashi-Velasco S, Salineiro FCS, Gialain IO, Cavalcanti MGP. Diagnosis of alveolar and root fractures: an in vitro study comparing CBCT imaging with periapical radiographs. *J Appl Oral Sci.* 2017;25(2):227–33.
24. Shintaku WH, Venturin JS, Noujeim M, Dove SB. Comparison between intraoral indirect and conventional film-based imaging for the detection of dental root fractures: an ex vivo study. *Dent Traumatol.* 2013;29(6):445–9.
25. de Rezende Barbosa GL, Sousa Melo SL, Alencar PNB, Nascimento MCC, Almeida SM. Performance of an artefact reduction algorithm in the diagnosis of in vitro vertical root fracture in four different root filling conditions on CBCT images. *Int Endod J.* 2016;49(5):500–8.
26. da Silveira PF, Vizzotto MB, Liedke GS, da Silveira HLD, Montagner F, da Silveira HED. 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.
27. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H, Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers. *J Endod.* 2013;39(12):1630–3.
28. Jun SK, Kim HW, Lee HH, Lee JH. Zirconia-incorporated zinc oxide eugenol has improved mechanical properties and cytocompatibility with human dental pulp stem cells. *Dent Mater. The Academy of Dental Materials;* 2018;34(1):132–42.
29. Lertchirakarn V, Timyam A, Messer HH. Effects of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod.* 2002;28(3):217–9.
30. Karapinar Kazandag M, Sunay H, Tanalp J, Bayirli G. Fracture resistance of roots using different canal filling systems. *Int Endod J.* 2009;42(8):705–10.
31. Ribeiro FC, Souza-Gabriel AE, Marchesan MA, Alfredo E, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Influence of different endodontic filling materials on root fracture susceptibility. *J Dent.* 2008;36(1):69–73.
32. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, et al. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod. Elsevier Ltd;* 2011;37(5):673–7.
33. Moreira CR, Sales MAO, Lopes PML, Cavalcanti MGP. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. Elsevier Inc.;* 2009;108(3):430–6.

34. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Aiji E, et al. Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an in vitro study. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. Mosby, Inc.; 2009;107(3):420–5.
35. Costa F. Avaliação da interferência de artefatos metálicos dentários na visualização da integridade radicular utilizando a Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico. University of São Paulo; 2013.
36. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159–74.
37. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*. 1979;86(2):420–8.
38. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. *J Endod*. 2007;33(5):509–16.
39. Melo SLS, Haiter-Neto F, Correa LR, Scarfe WC, Farman AG. Comparative diagnostic yield of cone beam CT reconstruction using various software programs on the detection of vertical root fractures. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2013;42(9).
40. 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.
41. Oliveira ML, Freitas DQ, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F. Influence of exposure factors on the variability of CBCT voxel values: A phantom study. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2014;43(6):1–6.
42. 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.
43. Helvacioğlu-Yigit D, Demirtürk Kocasarac H, Bechara B, Noujeim M. Evaluation and Reduction of Artifacts Generated by 4 Different Root-end Filling Materials by Using Multiple Cone-beam Computed Tomography Imaging Settings. *J Endod*. Elsevier Ltd; 2016;42(2):307–14.
44. Ezzodini Ardakani F, Razavi SH, Tabrizizadeh M. Diagnostic value of cone-beam computed tomography and periapical radiography in detection of vertical root fracture. *Iran Endod J*. 2015;10(2):122–6.

45. 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.* Elsevier Ltd; 2015;41(4):520–5.
46. Moudi E, Haghanifar S, Madani Z, Alhavaz A, Bijani A, Bagheri M. Assessment of vertical root fracture using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2014;44(1):37–41.
47. Fisekcioglu E, Dolekoglu S, Ilguy M, Ersan N, Ilguy D. In Vitro Detection of Dental Root Fractures with Cone Beam Computed Tomography (CBCT). *Iran J Radiol.* 2014;11(1):e11485.
48. Junqueira RB, Verner FS, Campos CN, Devito KL, do Carmo AMR. 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.
49. Mohammadpour M, Bakhshalian N, Shahab S, Sadeghi S, Ataee M, Sarikhani S. Effect of titanium and stainless steel posts in detection of vertical root fractures using NewTom VG cone beam computed tomography system. *Imaging Sci Dent.* 2014;44(2):89.
50. Brady E, Mannocci F, Brown J, Wilson R, Patel S. A comparison of cone beam computed tomography and periapical radiography for the detection of vertical root fractures in nonendodontically treated teeth. *Int Endod J.* 2014;47(8):735–46.
51. Kambungton J, Janhom A, Prapayasatok S, Pongsirivet 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.
52. Varshosaz M, Tavakoli M a, Mostafavi M, Baghban A a. 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.
53. Nascimento MCC, 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.
54. Schulze RKW, Berndt D, D’Hoedt B. On cone-beam computed tomography artifacts induced by titanium implants. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(1):100–7.

55. Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB, et al. Effective dose of dental CBCT—a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dentomaxillofacial Radiol.* England; 2015;44(1):20140197.

ANEXO – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP		
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA		
Título da Pesquisa: Avaliação in vitro da hiperdensidade de seladores endodônticos por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico		
Pesquisador: Fernanda Salineiro		
Área Temática:		
Versão: 1		
CAAE: 45624815.7.0000.0075		
Instituição Proponente: Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia		
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio		
DADOS DO PARECER		
Número do Parecer: 1.121.863		
Data da Relatoria: 24/06/2015		
Apresentação do Projeto:		
A odontologia enfrenta muitos desafios, o diagnóstico de fraturas radiculares é um deles. Este projeto "Avaliação in vitro da hiperdensidade de seladores endodônticos por meio de tomografia computadorizada por feixe cônico" trata, em simulação de fraturas de dentes extraídos, das interferências dos materiais de obturação de condutos radiculares no diagnóstico dessas fraturas.		
Objetivo da Pesquisa:		
Partindo da hipótese de que encontrar diferentes densidade nas imagens de tomografia computadorizada por feixe cônico para diferentes materiais endodôntico, os pesquisadores supõem que o tipo de material endodôntico pode interferir no diagnóstico de fratura radicular. Tendo, portanto, o objetivo avaliar a influência de diferentes tipos de preenchimentos endodônticos na formação de artefato nas imagens de tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC), e de avaliar a influência de diferentes tipos de preenchimentos endodônticos no diagnóstico de fratura radicular.		
Avaliação dos Riscos e Benefícios:		
Não há riscos envolvidos, pois se trata de simulação de fraturas em dentes sedidos pelo banco de		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"><div>Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227</div><div>Bairro: Cidade Universitária</div><div>CEP: 05.508-900</div></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"><div>UF: SP</div><div>Município: SAO PAULO</div><div></div></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"><div>Telefone: (11)3091-7960</div><div>Fax: (11)3091-7814</div><div>E-mail: cepfo@usp.br</div></div>		