

FACSETE

Letícia Pevidor de Carvalho Cavallari Cunha

**AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO PARA TRINCAS E FRATURAS POR MEIO  
DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

Curitiba, 2022

Letícia Pevidor de Carvalho Cavallari Cunha

Avaliação e diagnóstico para trincas e fraturas por meio de tomografia  
computadorizada de feixe cônico

Monografia apresentada ao curso  
especialização em Endodontia da  
FACSETE, como requisito parcial para  
obtenção do título de especialista em  
endodontia.

Orientador: Prof. Luiz Gonçalves Cavalcanti  
Neto

Curitiba 2022

## 1. RESUMO

Nesta revisão de literatura foram levantados os dados de 24 artigos da base de dados PubMed e Scielo, relacionados a fraturas radiculares verticais (FRVs), tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), presença de pino metálico ou pino de fibra de vidro e fraturas. O intuito desta revisão foi determinar se a utilização da tomografia computadorizada para fraturas radiculares verticais seria a melhor escolha para visualização e fechamento do diagnóstico. Após realizar essa revisão de literatura, concluiu-se que a CBCT auxilia no diagnóstico de fraturas radiculares verticais, apesar de que em muitos casos esse diagnóstico pode ser inconclusivo devido à interferência dos materiais intracanalais (guttapercha ou pino metálico), também pela escolha errada do tipo do tomógrafo.

Palavras chaves: Diagnóstico de trincas e fraturas radiculares; Radiografia Periapical; tomografia computadorizada de Feixe Cônico

## 1.1 ABSTRACT

In this literature review, data were collected from 24 articles from the PubMed and Scielo databases, related to vertical root fractures (VRFs), cone beam computed tomography (CBCT), presence of metallic post or fiberglass post and fractures. The purpose of this review was to determine whether the use of computed tomography for vertical root fractures would be the best choice for visualization and diagnostic closure. After carrying out this literature review, it was concluded that CBCT helps in the diagnosis of vertical root fractures, although in many cases this diagnosis can be inconclusive due to the interference of intracanal materials (guttapercha or metallic post), also due to the wrong choice of the scanner type.

Key words: Diagnosis of cracks and root fractures; Periapical radiography; Cone beam computed tomography

## SUMÁRIO

1. RESUMO.....	5
1.1 Abstract.....	6
2. INTRODUÇÃO.....	7
3. REVISÃO LITERATURA.....	9
4. DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO.....	29
6. GLOSSÁRIO.....	30
7. BIBLIOGRAFIA.....	31

## 2. INTRODUÇÃO

A fratura radicular vertical (FRV) é um evento que ocorre principalmente em dentes com tratamento endodôntico ou dentes com reabilitação com pinos intraradiculares. Segundo Zhang *et al* (2019) é uma fratura orientada longitudinalmente na raiz dental, que se estende do canal radicular ao periodonto, de difícil diagnóstico e apresenta resultado de tratamento incerto em 94% dos casos. (Chang, 2015; Pitts & Natkin 1983; Edlund *et al*, 2011).

A radiografia periapical é amplamente utilizada como primeiro exame de escolha nos diagnósticos dentais, no entanto, devido às suas limitações, como fornecer uma imagem bidimensional, com imagem em pixel que é a menor unidade relacionada à qualidade da imagem (FREITAS *et al*, 2014) e com sobreposição de estruturas adjacentes ao dente, as radiografias devem ser realizadas em diferentes ângulos para completar o diagnóstico e suprir essas limitações. (Menezes *et al*, 2016).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) produz informações tridimensionais através dos voxels, que são representações volumétricas ou tridimensionais do pixel, determinando a resolução da imagem (Freitas *et al*, 2014), não distorcidas do esqueleto maxilofacial, incluindo os dentes e seus tecidos circundantes, com uma dose de radiação efetiva mais baixa do que as radiografias convencionais. Para obter informações essenciais em endodontia clínica, a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) pode ser usada em todas as fases do tratamento endodôntico. (Patela *et al*, 2014; Venskutonis *et al*, 2014).

A presença de materiais de alta densidade, principalmente guta-percha e pinos metálicos, na região de interesse durante a aquisição da imagem produz significativo endurecimento do feixe e artefatos de estrias que comprometem a qualidade da imagem, principalmente para diagnóstico de fratura radicular vertical (FRV). Como resultado, são identificadas linhas hipodensas nas imagens finais de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), que muitas vezes podem ser erroneamente diagnosticadas como fraturas radiculares verticais (FRV s), levando a

um tratamento duvidoso. O tamanho do voxel também interfere no diagnóstico de fraturas radiculares verticais. (Silva et al, 2017; Oliveira et al, 2021).

Apesar de sabermos que quanto menor o voxel, maior a dose de radiação, em casos de suspeita de fratura radicular vertical (FRV), é fundamental que a imagem gerada sugira um diagnóstico que seja o mais fiel e preciso. Dessa forma, sabendo-se da dificuldade na aquisição de imagem tomográfica em dentes tratados endodonticamente principalmente quando possuem pinos metálicos, quanto à localização de trinca e/ou fratura, este trabalho buscou na literatura artigos recentes que tratam desse assunto tão pertinente ao diagnóstico de fratura radicular vertical.

## Objetivo

O objetivo desse trabalho, através de uma revisão de literatura, busca determinar como a CBCT pode auxiliar no processo de diagnóstico de trincas e fraturas verticais em dentes tratados endodonticamente com ou sem presença de pino intrarradicular.

### 3. REVISÃO LITERATURA

Hanning *et al* (2005) realizaram um estudo com objetivo de visualizar fraturas radiculares verticais em dentes extraídos com uma nova tecnologia (protótipo) de tomografia computadorizada (FD-VCT, ferramenta para avaliação tridimensional não destrutiva de dentes extraídos em estudos pré-clínicos e experimentais. Esse protótipo de TC possui um detector de volume de alta resolução, que permite explorar arcos completos ou cabeças em alta resolução de 140  $\mu\text{m}$ , com resolução tridimensional superior aos outros. Para isso, utilizaram como amostra, cinco dentes obturados com sintomas clínicos (como fístulas e bolsas periodontais de 8 mm ou mais). Realizaram radiografia convencional em todos os dentes e as suspeitas eram de fraturas radiculares verticais ou trincas, devido aos achados clínicos e radiográficos. Dois dentistas avaliadores não conseguiram visualizar radiograficamente as trincas ou fraturas, porém visualizaram lesões periapicais e laterais, juntamente com sinais clínicos (trajetos fistulosos e bolsas periodontais isoladas). Com isso, optaram pela exodontia, e após, realizaram o uso FD-VCT. Conseguiram analisar tridimensionalmente todos os dentes extraídos com um protótipo de um detector de volume de tela plana CT (General Electric Global Research Centers, Niskayuna, NY, EUA) e com diferentes componentes software e hardware contidos no FD-VCT, conseguiram reconstruir as imagens tridimensionalmente de todos os dentes. Concluíram então que o FD-VCT, devido à sua alta resolução, é capaz de mostrar estruturas pequenas, como fraturas radiculares incompletas. Porém, apontaram que mais estudos devem ser feitos com dentes em posição, para que se possa visualizar se estruturas adjacentes, como tecidos moles e duros, não interfeririam na qualidade da imagem.

Ozer (2010) comparou a acurácia diagnóstica dos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e radiografia digital para detectar fraturas radiculares verticais com diferentes espessuras em dentes humanos extraídos e por diferentes examinadores. Dividiu-se oitenta dentes com problemas periodontais (28 incisivos, 28 pré-molares, 24 molares), preparou endodonticamente com sistema ProTaper (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK) até o tamanho F3 além do forame apical e os dividiu em 4 grupos (3 experimentais e 1 controle). Os dentes dos grupos experimentais foram fraturados artificialmente com diferentes espessuras de 0,2 mm,

0,4 mm e menor que 0,2 mm (trincado). As fraturas foram induzidas em 7 incisivos, 7 pré-molares e 6 molares (em cada grupo), no plano vertical, exceto no grupo controle, por uma força mecânica com martelo e cinzel. Três observadores (dois radiologistas e um endodontista) avaliaram as imagens para detecção de fratura radicular vertical (FRV). Decidiram o grupo trincado pela visualização direta de uma linha radiolúcida na superfície radicular sem separação dos fragmentos. Na identificação da espessura de 0,2 mm e 0,4 mm decidiram não utilizar o recurso "medição de distância" do software. Não limitaram o tempo de observação às leituras, e as observações foram classificadas como verdadeiras ou falsas. A detecção de FRVs foi maior em todas as leituras para exames de CBCT em comparação com DR ( $P < 0,001$ ). Os resultados deste estudo mostraram que os exames de CBCT são eficazes na detecção de FRVs de diferentes espessuras.

Edlund *et al* (2011) utilizaram tomografia computadorizada feixe cônico (CBCT) para analisarem imagens e confirmaram as hipóteses de fraturas radiculares verticais (FRVs) através das cirurgias exploratórias (realizam o descolamento da gengiva até a região das raízes e aplicam do azul de metileno para visualização direta das fraturas). Para isso, utilizaram trinta e dois dentes em 29 pacientes (faixa etária 20 a 70 anos) com sinais e sintomas clínicos sugestivos de FRV (Dor à percussão e palpação, perda óssea ou quando clinicamente visualizaram uma bolsa periodontal). Selecionaram somente os casos em que a fratura não era visualizada radiograficamente. Utilizaram CBCT com FOV de área limitada (2 a 3 dentes), as imagens foram obtidas com a unidade iCAT ou com a unidade 3D Accuitomo 80 e todas foram salvas no formato DICOM. Todos os estudos foram duplo cego e 2 radiologistas realizaram a avaliação à presença ou ausência de FRV. Se a FRV fosse detectada, o elemento era encaminhado para exodontia ou para amputação da raiz, porém, caso não fosse detectada, avaliariam se havia outra patologia e começariam o tratamento adequado. Para o iCAT, a sensibilidade foi de 87%, especificidade de 71%, valor preditivo positivo (VPP) 87%, valor preditivo negativo (VPN) 71% e precisão de 82%, enquanto a unidade Morita apresentou sensibilidade de 89%, especificidade de 100%, VPP 100%, VPN 50% e precisão 90%. A ligação dos achados clínicos e a presença da FRV não teve muito significado. O estudo mostrou um desempenho diagnóstico superior da CBCT para detecção de FRV, a sensibilidade e a especificidade dos dados com tamanhos de voxel menores foram

maiores. Indicando assim que um FOV limitado com o menor tamanho de voxel de aquisição isotrópica, melhora a definição de FRV em dentes previamente tratados endodonticamente. Levando em consideração (as low as reasonably achievable), a CBCT deve ser prescrita apenas para casos mais difíceis, nos quais as radiografias convencionais impossibilitam uma visualização clara e precisa dos elementos.

Lu Tang *et al* (2011), em sua pesquisa, apresentaram dois relatos de casos. No primeiro caso, paciente 56 anos, com dor no dente 36 (percussão positiva e teste vitalidade negativo), uma bolsa de 4 mm, na radiografia periapical, mostrou lesão cariosa profunda (disto-cervical), imagem radiolúcida em furca e espessamento do ligamento periodontal ao redor das raízes (mesial e distal). Porém, não visualizaram linha de fratura na radiografia periapical. Segundo estudo, paciente de 50 anos, com dor ao morder/ mastigar no dente 25 após tratamento endodôntico. Em exame clínico, observaram que paciente sentia dor com palpação e percussão, mas o elemento não apresentava mobilidade. De acordo com os autores, as FRVs ocorrem frequentemente em dentes tratados endodonticamente e em pacientes com mais de 40 anos, porém não observaram abscessos periodontais, bolsas gengivais. A radiografia periapical, mostrou o canal obturado que havia uma radiolucência perirradicular. Nos dois casos realizaram CBCT para descartar ou comprovar a suspeita de FRVs e após o exame, observaram as fraturas. Comprovaram que o uso da tomografia computadorizada (CBCT) diagnostica fraturas radiculares verticais (FRVs) em dentes sem achados clínicos e radiográficos. Concluíram que a imagem CBCT é útil no diagnóstico de FRVs e na concepção de tratamentos adicionais.

Tyndall *et al* (2012), em revisão de literatura, levantaram os artigos antes e depois do ano de 2008 sobre as aplicações da tomografia de feixe cônico na endodontia. Foram enumerados como motivos para requisição da CBCT, diagnóstico de lesões periapicais devido à inflamação pulpar, identificação e localização de reabsorções internas e externas, detecção de fraturas verticais da raiz, visualização de canais acessórios, canal mesio-vestibular 2, limas separadas (fraturadas) e dentes tratados endodonticamente não cicatrizados. Segundo os autores, menores unidades FOV são mais apropriadas para endodontia devido aos tamanhos do voxel que originam imagens com resolução mais alta (até 0,076 mm) e com menor dose de radiação do que de FOV maiores. As CBCTs não devem ser

usados para fins de triagem e nem em todos os casos precisam de uma imagem 3-D. Os autores concluíram que a CBCT ajudou a melhorar o diagnóstico clínico e o tratamento endodôntico, porém o pedido da CBCT não deve ser para todas as situações endodônticas, e sim para casos mais complexos que apenas com radiografias 2D não conseguiriam visualizar ou levar a um bom diagnóstico e auxiliar no sucesso do tratamento.

Neste estudo Ferreira *et al* (2012) fizeram a avaliação de dois sistemas de tomografia computadorizada de feixe cônico para detectar fraturas verticais em sessenta primeiros pré-molares superiores humanos extraídos (bi radiculares), que foram tratados endodonticamente, obturados com material radiopaco (cimento endodôntico e guta-percha), e preparados para pinos de fibras de fibra ou metálico (titânio). Imagens de CBCT foram obtidas com o uso do Scanora 3D (85 kVp, 8 mA, 6 cm 6 cm FOV, tamanho do voxel 0,133 mm) e i-CAT (120 kVp, 36,12 mA, 6 cm 8 cm FOV tamanho do voxel 0,125 mm), antes e após as fraturas, foram avaliadas por 6 radiologistas usando Software 3D ondemand. No grupo A, raízes com pinos de fibra de vidro (n=30) de 1,25 mm de diâmetro (Parapost Fiber Lux #5; Coltène/Whaledent), e grupo B pinos de liga titânio (n=29) com 1,25 mm de diâmetro (Parapost XP # 5; Coltène/Whaledent) e inseridos a 10 mm da junção cimento-esmalte no canal radicular preparado, deixando 3-4 mm de guta-percha. Comparados com análise de teste de Student-Newman-Keuls, acurácia, especificidade, sensibilidade e valores preditivos positivos e negativos variaram de 0,5 a 0,7 para pinos fibra-resina (Scanora 3D) e 0,35-0,76 (i-CAT). Para pinos de titânio, a variação foi de 0,42 a 0,80 (Scanora 3D) e 0,31-0,73 (i-CAT). Maior sensibilidade (0,85;  $P < 0,05$ ) e valores preditivos negativos (0,88;  $P < 0,001$ ) foram observados para i-CAT em raízes com pinos de fibra de vidro do que com outras combinações. Foi melhor o desempenho diagnóstico para detectar fraturas verticais para raízes com fibra-resina do que com pinos de titânio. Porém, a indicação da CBCT ainda deve ser levada em consideração para alguns casos apenas; casos esses, que mesmo após exames clínicos, radiografias intraorais, o cirurgião não consegue fechar o diagnóstico.

Jakobson *et al* (2013) avaliaram a interferência dos pinos metálicos na detecção de fraturas radiculares verticais (simuladas) usando 2 sistemas de TC de

feixe cônico [CBCT1: NewTom(®) 3G (QR Srl, Verona, Itália) e CBCT2: i-CAT Next Generation(®) (Imaging Sciences International, Hatfield, PA)], e radiografias convencionais e digitais. Utilizaram 100 pré-molares humanos unirradiculares, radiografaram previamente para observar a anatomia dos sistemas de canais radiculares e excluíram os dentes com obturação, calcificação pulpar, cárie radicular, reabsorção radicular, trinca ou fratura radicular. Submeteram os dentes escolhidos a tratamento endodôntico e os dividiram em 5 grupos (20 em cada); grupo 1: com pinos e FRVs vestibulo-linguais; grupo 2: com pinos e FRVs mesiodistais; grupo 3: sem pinos e com FRVs vestibulo-linguais; grupo 4: sem pinos e com FRVs mesiodistais; grupo 5: com pinos e sem FRVs), e logo após realizaram as tomadas radiográficas e as tomográficas. As imagens foram observadas e avaliadas por dois radiologistas, no intervalo de duas semanas para cada exame de imagem. O número 0 significaria ausência de fratura e o número 1, presença. As imagens foram analisadas em três planos (axial, sagital e coronal) considerando fratura apenas quando a linha da fratura era observada em pelo menos dois planos diferentes. Observaram que a presença de pinos metálicos reduziu a sensibilidade do sistema CBCT1 ( $p = 0,0244$ ). As radiografias digitais e os sistemas CBCT1 e CBCT2 apresentaram maior sensibilidade na detecção de fraturas vestibulo-linguais em dentes com pinos, enquanto as radiografias convencionais e digitais apresentaram maior sensibilidade na detecção de fraturas vestibulo-linguais em dentes sem pinos. O exame CBCT1 demonstrou a menor especificidade. A presença de pinos metálicos não influenciou na sensibilidade da maioria dos exames, excluindo o sistema CBCT1. E os dois sistemas CBCT apresentaram maior sensibilidade comparando com radiografias convencionais e digitais em dentes com e sem pino ( $p = 0,000$ ) apontam que os tomógrafos NewTom(®) 3G e i-CAT Next Generation(®), tiveram diferenças nos resultados falso negativo (42,5% e 7,5%), e apontaram essa diferença pelo tamanho do FOV. O menor FOV (i-CAT) melhorou a detecção de FRVs

Coelho *et al* (2013) realizaram uma revisão de literatura para determinar a influência na qualidade das imagens tomográficas com o tamanho do voxel. Na imagem radiográfica digital, a cor do pixel é cinza e a resolução da imagem está

relacionada ao tamanho do pixel e ao número de tonalidades de cinza. Já o voxel é o volume formado pelo pixel e pela profundidade do corte. O tamanho do voxel determina os detalhes de uma imagem, sendo assim, quanto menor o voxel, mais longo o tempo de varredura, melhor será a resolução e os detalhes. Todavia, um tamanho menor de voxel está relacionado a um tempo maior de varredura, o que leva a algumas desvantagens, como por exemplo, a movimentação do paciente durante o exame, doses mais elevadas de radiação e tempo de reconstrução mais longo. Concluíram que se deve respeitar o princípio ALARA (as low as reasonably achievable), sempre o protocolo de aquisição mais adequado ao fim específico do diagnóstico.

Venskutonis *et al* (2014) revisaram o uso da imagem CBCT no diagnóstico, planejamento do tratamento e avaliação do resultado das complicações endodônticas. Selecionaram literaturas na base eletrônica de dado (PubMed) e restringiram a busca para artigos publicados em inglês entre 1995 e 2014, e após uma seleção, 112 artigos foram selecionados. Perceberam que a radiografia intraoral ainda é a primeira opção na endodontia, mas que as imagens da tomografia computadorizada (CBCT) teriam uma credibilidade maior para diagnóstico e nas complicações endodônticas. Um problema apontado foi a qualidade da imagem e a precisão diagnóstica das imagens CBCT frente a estruturas e materiais de alta densidade (coroas, pinos intracanaís, obturação, pontes, implantes), que diminuem, alteram ou até ocultam as complicações endodônticas já existentes. A qualidade da imagem pode ser influenciada por vários fatores (FOV, tamanho do voxel, voltagem do tubo e corrente), também podendo gerar artefatos, limas fraturadas e materiais de obturação do canal radicular. Concluíram que cada caso endodôntico deve ser avaliado, e a imagem CBCT deve ser uma opção nos casos em que as radiografias não possam fornecer uma quantidade e qualidade adequada de informações.

Takeshita *et al* (2014) realizaram a comparação da acurácia diagnóstica da radiografia periapical convencional e da tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fratura radicular vertical em dente com pino metálico. Selecionaram vinte dentes, realizaram uma inspeção com um estereomicroscópio binocular (CGA-674, Prolab, São Paulo, Brasil), tomografia e radiografia. Logo após, trataram endodonticamente, cimentaram pino metálico (cimento de fosfato de zinco, SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil), e criaram fraturas artificiais em 10 dentes dos 20

dentos (máquina universal de ensaios, DL 1000, EMIC, São José dos Pinhais, Brasil). A amostra foi dividida em 4 grupos, cada um com 10 itens (5 fraturados e 5 não fraturados), por radiografia periapical com pino e sem pino e tomografia com pino e sem pino. As imagens de CBCT foram obtidas com uso do scanner i-CAT (Hatfield, PA, EUA), campo de visão de 6 cm (FOV), voxel de 0,125 mm e exposição de 36,2 mAs, nos planos panorâmico, axial, transverso e sagital, com 1 mm de espessura e 1 mm de espaçamento entre cortes. As quais foram avaliadas por três radiologistas odontológicos/maxilofaciais e as validações estatísticas foram realizadas por meio da análise da característica de operação do receptor (ROC). A sensibilidade e especificidade da área sob o ROC (Az) da tomografia com pino e sem pino ( $P = 0,959$ ) foram maiores que as da radiografia periapical com pino e sem pino ( $P = 0,827$ ). Concluíram que a CBCT foi mais precisa do que a radiografia periapical convencional na detecção de fraturas radiculares verticais e que os pinos metálicos não influenciaram e nem alteraram o diagnóstico das fraturas. Utilizaram a menor resolução de voxel e FOV, e para futuros estudos, irão reduzir a exposição à radiação para examinar a influência do tamanho do voxel, FOV e diferentes equipamentos de CBCT.

Jonathan Ee *et al* (2014) realizaram a comparação de radiografias periapicais pré-operatórias e varredura CBCT para decisão no planejamento do tratamento endodôntico. Foram utilizados casos concluídos em uma clínica endodôntica privada no período de 12 meses que se encaixavam em seis categorias listadas (Tratamento inicial, retratamento não cirúrgico, cirurgia periapical, fratura radicular vertical, reabsorção interna/externa, perfuração). Selecionaram trinta dentes de 28 pacientes (5 casos aleatórios de cada categoria), idade média dos pacientes entre 18 a 65 anos. Foram realizadas duas radiografias periapicais digitais com o sensor digital intraoral Schick CDR (Schick Technologies, Long Island, NY) e uma varredura CBCT com um Kodak 9000 3D (Kodak Carestream Health, Trophy, França). Três endodontistas revisaram as 30 radiografias periapicais pré-operatórias. Duas semanas depois, os volumes de CBCT foram revisados em ordem aleatória pelos mesmos avaliadores. Foi solicitado aos avaliadores um diagnóstico preliminar e plano de tratamento com base apenas em sua interpretação das imagens periapicais e depois com CBCT. As escolhas de diagnóstico e plano de tratamento foram então comparadas para determinar se houve uma mudança da radiografia periapical para

a varredura de CBCT, e compararam com o diagnóstico do executor (dentista que atendeu o paciente e realizou o tratamento, padrão ouro). Um diagnóstico preciso foi alcançado em 36,6% a 40% dos casos ao usar radiografias periapicais em comparação com um diagnóstico preciso em 76,6% a 83,3% dos casos ao usar imagens de CBCT. A interpretação das radiografias periapicais foi inferior ao diagnóstico padrão-ouro quando comparado com o diagnóstico por imagem CBCT. Sendo assim concluíram que a imagem pré-operatória de CBCT fornece mais informações quando comparada com as radiografias periapicais pré-operatórias, o que pode levar a mudanças no plano de tratamento em aproximadamente 62% dos casos.

Neves *et al* (2014) avaliaram imagens da CBCT no diagnóstico de fraturas (FRV) com diferentes matérias intracanaís. Para isso, utilizaram 30 dentes unirradiculares, excluíram dentes tratados endodonticamente, com reabsorção radicular, raízes supranumerárias/canaís radiculares, canaís radiculares obliterados e calcificações pulpare. Dentes com fraturas radiculares, confirmadas por transiluminação com uma unidade de diodo emissor de luz (Ultra Lume 5; Ultradent Products Inc, South Jordan, UT), também foram excluídos. Realizaram o tratamento endodôntico dos canaís radiculares em todos os dentes, instrumentação com sistema rotativo Mtwo NiTi (VDW, Munique, Alemanha), e água destilada (utilizada como solução irrigante). A instrumentação foi feita no comprimento do canal radicular e, em seguida, preparada para dois terços do comprimento da raiz para pinos com broca de baixa rotação (nº 2) fornecida pelo fabricante do pino (Exacto; Angelus, Londrina, Brasil). Fraturas radiculares verticais foram induzidas por uma máquina Instron (Canton, MA) usando uma célula de carga de 500 N e velocidade cruzada de 1 mm/min. Todos os dentes fraturados foram inspecionados novamente com uma visão de transiluminação para confirmar a presença, a direção da linha de fratura e dividiram em 3 grupos (controle, fratura radicular incompleta e completa) com 10 dentes em cada. Em cada dente utilizaram materiais diferentes (guta-percha, pino metálico e pino de fibra) e nenhum material obturador. Foi escaneado cada dente em um dispositivo 3D Accuitomo 170 CBCT usando 4 modos de imagem diferentes (alta resolução, alta fidelidade, alta velocidade e padrão). Inicialmente, o dente foi escaneado com obturação de gutta-percha, que foi cuidadosamente removida após a aquisição (sem retirar o dente do alvéolo seco) para obter as

imagens do grupo sem obturação. Posteriormente, os pinos intracanais foram inseridos no canal radicular para realizar a varredura. Assim, cada dente foi escaneado na mesma posição no FOV, trocando apenas o material intracanal. As imagens foram avaliadas aleatoriamente por 5 radiologistas dentomaxilofaciais. As fraturas radiculares completas foram visualizadas mais facilmente do que fraturas incompletas. A presença de pino metálico e guta-percha influenciaram negativamente no diagnóstico de fratura radicular. A imagem da CBCT não influenciou no diagnóstico completo de fratura radicular. Nos casos de fraturas radiculares incompletas, alta fidelidade, alta resolução e padrão tiveram maior acurácia diagnóstica, principalmente nos grupos pino de fibra e sem preenchimento. Concluíram que a imagem da CBCT teve pouca influência no diagnóstico de fraturas radiculares completas e incompletas, enquanto a presença de material intracanal teve maior impacto na capacidade diagnóstica, demonstrando que a CBCT não é benéfica para o diagnóstico de fraturas radiculares na presença de pinos metálicos.

Chavda *et al* (2014) realizaram um estudo para determinar uma diferença na acurácia diagnóstica *in vivo* da radiografia digital (DR) e da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) na detecção de fratura radicular vertical (FRV). O ponto de referência com que as modalidades de imagem foram comparadas, foi a inspeção visual da superfície radicular. A tomografia de coerência óptica (OCT) foi usada para medir a largura da fratura para avaliar se o tamanho da fratura teria impacto na precisão diagnóstica de qualquer modalidade de imagem. Para isso, utilizaram 22 dentes que foram radiografados e escaneados no CBCT. Os dentes foram extraídos de 21 pacientes de forma atraumática e depois inspecionados com microscópio cirúrgico odontológico (ampliação de 12,0, Global G4; DP Medical Systems, Reino Unido) para confirmar a presença ou não de fratura. A largura das fraturas foi medida através da técnica de imagem de alta resolução que permite imagens em escala micrométrica de tecidos biológicos em pequenas distâncias, com a tomografia de coerência óptica (OCT). Os dentes foram divididos em 2 grupos: o primeiro incluiu dentes com larguras de fratura de >300 mm e o segundo incluía larguras de fratura <300mm. As radiografias digitais foram realizadas por um dispositivo de carga acoplada sensor (Schick Technologies, Nova York, NY) e os parâmetros de exposição definidos para 66 kV, 7,5 mA e 0,10 segundos. As varreduras de CBCT foram feitas usando um CBCT de pequeno

volume (40 mm<sup>3</sup>), scanner (3D AccuitomoF170; J Morita, Kyoto, Japão) com exposição parâmetros de 90 kV, 5,0 mA e 17,5 segundos. As imagens foram analisadas por 13 examinadores (3 endodontistas e 10 pós-graduados em endodontia) e repetidas 2 semanas depois para avaliar sua consistência. DR e CBCT mostraram sensibilidades similarmente baixas e ambas as modalidades de imagem tiveram especificidade igualmente alta. A sensibilidade de ambas as modalidades reduz significativamente ao interpretar imagens em dentes não obturados (0,0 para DR e 0,05 para imagens CBCT) em comparação com dentes obturados (0,19 para DR e 0,33 para imagens de CBCT). Após isso, concluíram que tanto a imagem DR quanto a CBCT têm limitações na detecção de fraturas radiculares verticais.

Corbella *et al* (2014) compararam a eficiência da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e da radiografia intraoral convencional para detecção de fraturas radiculares verticais (FRVs). Pesquisaram estudos em bancos de dados eletrônicos (Medline, Biblioteca Cochrane, EMBASE) que comparavam ou não os dois modos de imagens para diagnóstico de fraturas (FRVs). Os seguintes critérios de inclusão foram definidos: Estudos em humanos usando CBCT para diagnosticar a presença de FRVs (com ou sem controle de grupo), pelo menos 10 dentes incluídos e avaliados, descrição das características do dispositivo CBCT (tipo de máquina, tamanho do voxel, configurações), presença de um padrão de referência, significando um método para visualização direta da fratura descrita no estudo, estimativa da especificidade, sensibilidade ou acurácia dos métodos diagnósticos testados. Utilizaram 12 artigos para análise de fins qualitativos e análise quantitativa: três deles eram estudos in vivo (20-22), enquanto nove eram estudos in vitro (23-31). Nessa revisão, os estudos in vivo mostraram que a sensibilidade é maior na CBCT do que na radiografia periapical, ainda mais quando o voxel é menor do que 0,2 mm. Porém a especificidade da radiografia periapical foi alta e é comparada com a CBCT. Mostraram alta (> 0,90) especificidade para CBCT quando o tamanho do voxel foi menor que 0,3 mm enquanto a sensibilidade foi inferior a 0,90 quando o tamanho do voxel foi inferior a 0,25 mm em dentes não obturados. Quando o tamanho do voxel era menor que 0,25 mm, a radiografia periapical mostrou uma sensibilidade menor do que os grupos CBCT. Concluíram que não houve uma superioridade da CBCT comparando com a radiografia convencional para detecção

de FRV. A escolha adequada do tamanho do voxel parece ser importante no diagnóstico de FRVs.

HAR Nascimento *et al* (2014) avaliaram a acurácia das radiografias convencionais e de três sistemas digitais na detecção de fraturas radiculares verticais e a interferência em diferentes condições (sem obturação, obturação com Guta-percha e pino metálico ou de fibra de vidro). Para isso, selecionaram quarenta dentes unirradulares (incisivos, caninos e pré-molares inferiores), realizaram avaliação clínica e radiográfica. Seccionaram as coroas de todos os dentes junto à junção cimento-esmalte para eliminar a possível identificação de fraturas coronais, prepararam os sistemas de canais radiculares com Sistema MTwo (VDW, Munique, Alemanha) a 350 rpm e 1 N) e irrigaram com água destilada. Induziram as fraturas verticais usando uma máquina de teste universal Instron (Canton, MA, EUA) em 20 dentes. Dos 20 dentes, 80% tiveram fratura na direção vestibulo-lingual e 20% na direção méso-distal. Com técnica de paralelismo em três angulações horizontais diferentes as imagens radiográficas foram obtidas (em filme E/F convencional, duas placas de armazenamento de fósforo e um sistema de sensores). Todos os dentes foram radiografados sem obturação radicular e com os diferentes materiais intracanalais, cones de Gutta percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), pinos metálicos (compostos de liga de cromo-cobalto e fabricado em laboratório) e um pino de fibra de vidro (Reforpost, número 2, Angelus, Londrina, Brasil) e não foi utilizado cimento ou material adesivo. Todos os conjuntos de imagens foram avaliados por cinco examinadores (3 radiologistas e 2 endodontistas). Após 30 dias, 25% das imagens foram revisadas para calcular a reprodutibilidade intraobservadora. Áreas sob curvas ROC (característica operacional do receptor), sensibilidade, especificidade, acurácia, valores preditivos positivos (VPP) e preditivos negativos (VPN) foram comparados. A SnapShot exibiu a maior sensibilidade, precisão e VPN seguido pela VistaScan, pelo filme convencional e Digora. Isso significa que os sistemas tiveram melhor desempenho em determinar a ausência de uma fratura do que na detecção da presença da fratura. Na ausência de obturações radiculares ou na presença de Guta-percha ou pino de metal, a radiografia convencional e os três sistemas digitais avaliados obtiveram um desempenho semelhante para detectar FRVs, mas obtiveram um desempenho pior na presença do pino metálico ou Guta-percha. Além disso, na presença do pino de

fibra de vidro, sistemas digitais com maior resolução podem fornecer resultados semelhantes com as raízes não preenchidas.

Makeeva et al (2015) compararam a acurácia diagnóstica da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) para a detecção de fraturas radiculares verticais (FRVs) de diferentes larguras in vitro e in vivo. Foram extraídos quarenta e cinco dentes (primeiros pré-molares superiores, caninos superiores e incisivos inferiores), realizaram a abertura de acesso para cada dente, e os canais radiculares foram preparados usando o sistema rotativo RaCe (FKG Dentaire SA, LaChaux-de-Fonds, Suíça). Os canais radiculares foram obturados com condensação lateral a frio de Gutta-percha (SPI Dental Gutta Percha Points; AH Plus, Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha) e preparados para pinos. Os pinos foram colocados nos canais radiculares de 25 dentes e levemente batidos com um martelo para induzir FRVs (grupo de fratura). Como grupo controle, separaram vinte dentes sem FRVs. Os pinos foram removidos e os dentes foram inspecionados com o microscópio cirúrgico odontológico OPMI PROergo (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Alemanha) para confirmar a presença de FRVs no grupo fratura. Realizaram a CBCT usando um 3D Accuitomo 170 (J. Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japão) com os parâmetros campo de visão (FOV) de 8 9 8 cm<sup>3</sup> e tamanho de voxel de 0,16 mm<sup>3</sup> foram obtidos para ambos os grupos. A partir dos dados da CBCT, (realizados previamente in vitro e in vivo), cortes axiais foram escolhidos e organizados em dois grupos de acordo com as larguras das fraturas verticais. Cinco observadores avaliaram a presença de FRVs. Os valores de sensibilidade, especificidade, acurácia e concordância interexaminadores foram calculados. Nenhuma diferença significativa na especificidade foi encontrada entre as larguras de FRV in vitro (P = 0,65) ou in vivo (P = 0,705). Sem diferenças significativas na sensibilidade foram encontrados para FRV maior que 150  $\mu$ m entre a varredura in vitro e in vivo (0,083). Concluíram que a detectabilidade de FRVs por CBCT in vitro e in vivo foi dependente da largura da fratura. A precisão da CBCT na detecção de FRVs de 50-300  $\mu$ m de largura in vivo foi significativamente menor em comparação com a precisão in vitro.

ISQ Bezerra et al (2015) avaliaram a influência do algoritmo de redução de artefato (AR) disponível no sistema de imagem Picasso Trio 3D(®) (Vatech,

Hwaseong, República da Coreia) na qualidade da imagem [valores de tons de cinza, relação contraste-ruído (CNR) e formação de artefatos] e diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRVs) em dentes com pinos metálicos intracanaís. Utilizaram 30 dentes unirradulares, removeram as coroas na junção cimento-esmalte e os canais radiculares foram preparados endodonticamente com o sistema rotativo Mtwo<sup>®</sup> NiTi (VDW, Munique, Alemanha). Posteriormente, os preparos para a colocação do pino metálico. Em 20 dentes selecionados aleatoriamente, foram induzidas FRVs completos e incompletos, aplicando uma carga de 500 N em uma velocidade de 1 mm min<sup>-1</sup>. Escanearam cada dente duas vezes, com e sem ativação do AR, com o seguinte protocolo de exposição: 90 kVp; 5 mA; campo de visão de 8 x 5 cm; e voxel de 0,2 mm. Logo após, avaliaram a quantidade de artefatos em todas as imagens. Os valores médios de escala de cinza foram diminuídos nas imagens adquiridas e o uso do algoritmo promoveu uma redução geral de artefatos de imagem. Em relação ao diagnóstico de FRVs completas e incompletas, o uso do AR teve um impacto negativo na especificidade e acurácia. Mesmo com a redução na formação de artefatos, o uso do AR, em vez de melhorar o diagnóstico de FRV em dentes com pinos metálicos intracanaís, teve um resultado negativo no diagnóstico. Considerando que o uso de AR aumenta o tempo de reconstrução da imagem, a aplicação regular não é recomendada na presença de pinos metálicos.

Talwar *et al* (2015) realizaram uma revisão e meta-análise sobre a precisão da imagem CBCT no diagnóstico de FRVs em dentes humanos com e sem tratamento endodôntico e para comparar a radiografia convencional/digital para detecção precisa de FRV e imagens CBCT. Buscaram estudos realizados de janeiro de 1990 a novembro de 2013 no PubMed, Embase e Cochrane Central Register of Controlled Trials. Onze estudos qualificados para revisão sistemática e 4 estudos foram considerados para meta-análise. A maioria dos estudos que preencheram os critérios de inclusão foram estudos *in vitro*. Apenas 2 estudos *in vivo* preencheram os critérios. Ambos os estudos concluíram que a imagem CBCT foi eficaz na detecção de FRVs com alta sensibilidade e especificidade (100% e 89,5% e 80% e 97,5%, respectivamente). Os resultados foram melhores na sensibilidade e especificidade dos exames de CBCT do que os Rx periapicais na detecção de FRVs em dentes não obturados, e a presença de material obturador nos canais reduziu

significativamente a especificidade da imagem CBCT, que foi atribuída aos artefatos de estrias. Concluíram que o principal motivo para escolher o uso CBCT para certos casos seria justamente pela imagem ser tridimensional e pela reconstrução da área de interesse, o que possibilita a visualização da linha da fratura.

Menezes *et al* (2016) investigaram a eficiência do tomógrafo Prexion no diagnóstico de FRVs em dentes tratados endodonticamente, com e sem pino metálico. Reuniram 48 dentes unirradiculares que foram extraídos, por razões terapêuticas, e examinados por translucidez (com auxílio de uma lupa, lente de aumento 4x) para confirmar a ausência de fraturas verticais. Prepararam os canais radiculares com o sistema rotatório ProTaper (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK) até o tamanho F3 por um único endodontista, e dividiram os grupos em 3 controles e em 3 grupos experimentais. No primeiro grupo experimental e do primeiro grupo controle, os dentes não receberam nem guta-percha nem pinos metálicos. No segundo grupo experimental e no segundo grupo controle, os dentes foram obturados com guta-percha, e no terceiro grupo experimental e do terceiro grupo controle, os dentes foram obturados com os pinos metálicos. Foram removidos a gutta-percha e os pinos e realizaram as fraturas artificialmente, os dentes dos grupos experimentais. Os dentes foram avaliados através de imagens obtidas por um scanner Prexion (90 kV, 4 mA, campo de visão de 5 cm, 37 s para aquisição, tamanho do voxel foi de 0,1 mm). Os dados foram reconstruídos com cortes nos planos axial, coronal e sagital, e as imagens foram analisadas por três radiologistas calibrados, cegos ao protocolo. Foi utilizado o teste exato de Fisher para medir os valores: especificidade, acurácia, sensibilidade, falso negativo e falso positivo para a detecção do FRV. O coeficiente Kappa interobservador foi de 0,83, indicando uma concordância. A sensibilidade e a acurácia na detecção do FRV, foram reduzidas na presença de pinos e guta-percha. Observaram diferença em relação à acurácia nos resultados do avaliador 2 ( $p = 0,03$ ), que mostrou acurácia bem menor para o grupo pino (50%) do que para o grupo Não Preenchido (93,8%). Chegaram à conclusão de que houve a redução na precisão e na sensibilidade do tomógrafo Prexion na detecção de fraturas radiculares verticais. A sensibilidade foi maior no grupo não preenchido e o grupo pino teve a maior porcentagem de resultados falso-positivos. Sendo assim, o tomógrafo Prexion com resolução de 0,1 mm é útil para detectar fraturas radiculares verticais na ausência e presença de pino metálico.

Dutra *et al* (2017) verificaram se fraturas radiculares verticais (FRVs) podem ser observados usando imagens de Tomografia computadorizada feixe cônico (CBCT) considerando a extensão do trajeto da linha de fratura e analisaram a influência de um pino de ouro fundido intracanal, guta-percha e coroa metálica nas características de FRV observadas por imagens de CBCT. Selecionaram 30 dentes unirradiculares, prepararam os canais radiculares com uma lima R50 (Reciproc, VDW, Alemanha) , removeram as coroas na junção cimento-esmalte e induziram as fraturas radiculares verticais (durante a indução das fraturas, 4 raízes quebraram em mais de 2 fragmentos, sendo assim foram excluídas). Simularam 4 situações clínicas: coroa metálica, pino, guta-percha e sem obturação. Um aparelho tomográfico tridimensional Prexion (San Mateo, CA) foi utilizado para gerar as imagens, ajustado em 90 kVp e 4 mA com um tempo de exposição de 19 segundos. Um FOV limitado de 5,6 cm foi aplicado e um tamanho de voxel de 0,1 mm, gerando 104 imagens, as quais foram analisadas por um radiologista odontológico, 3 vezes com intervalo de 1 semana. Determinaram via de FRV usando pontos de referência no software Avizo (versão 8.1; FEI Visualization Sciences Group, Burlington, MA). A análise mostrou que quando um pino de ouro intracanal e/ou coroa de metal estavam presentes, menor era a visualização da linha de fratura do que nos grupos sem obturação e guta-percha. Concluíram que a FRV em um dente não obturado usando imagens de CBCT de campo de visão limitado pode ser detectada com precisão, já a presença de guta-percha acabou gerando um artefato de endurecimento do feixe baixo que não prejudicou a extensão do FRV. Um traço de fratura pareceu menor do que realmente era devido a presença de um pino de ouro intracanal nas imagens sagitais. Não gerou artefatos adicionais na presença de uma coroa metálica na superfície radicular em comparação ao pino de ouro intracanal por si só.

De Martin E Silva *et al* (2017) avaliaram a aplicação de filtros digitais em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) em diferentes resoluções, as quais foram obtidas para o diagnóstico de fraturas radiculares verticais mesiodistais (FRVs) associadas a dentes tratados endodonticamente e com pinos intracanaís. Utilizaram quarenta dentes unirradiculares (incisivos e caninos), seccionaram as coroas (junção cimento-esmalte) e realizaram o tratamento endodôntico, obturaram com pontas de guta-percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues,

Suíça) e Cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply Maillefer). Após 20 dentes receberam pinos metálicos (Reforpost I Met alico; Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) cimentados com cimento de fosfato de zinco (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Dez dentes sem pinos e 10 dentes com pinos foram selecionados aleatoriamente e submetidos a fraturas radiculares no sentido mesiodistal. Realizaram radiografias periapicais em todos os dentes com 3 incidências obtidas (ortorradiar, mesiorradial e distorradiar), e exames de CBCT utilizando o I-Cat Scanner de próxima geração (Imaging Sciences International, Hatfield, PA), com um campo de visão de 6 23 cm, 5 mA e 120 kVp. Duas resoluções diferentes foram usadas, voxel de 0,25 e 0,30 mm. Foi utilizado o software Vision (Imaging Sciences International) e os dentes foram avaliados sem (“Normal”) e com a aplicação de filtro de nitidez (“Sharpen”) e com filtro intensificador (“Hard”) para reduzir a influência do artefato metálico nas imagens de TC. Dois examinadores (especialistas em radiologia odontológica) avaliaram as imagens (imagens periapicais e tomográficas) de forma independente. As imagens de CBCT mostraram resultados superiores em comparação com as radiografias periapicais, imagens obtidas com voxel de 0,25 mm foram mais precisas ( $P < 0,05$ ). As imagens de CBCT mostraram resultados superiores em comparação com as radiografias periapicais ( $P < 0,05$ ), na presença do pino metálico reduziu a precisão do diagnóstico de FRV ( $P < 0,05$ ). O tamanho do voxel e a presença de pino metálico, interferiram no diagnóstico de FRV. A aplicação de filtros não melhorou o diagnóstico, apesar da formação de artefatos metálicos associados a núcleos metálicos. Para fraturas radiculares mesiodistal, as imagens de CBCT são superiores às radiografias periapicais.

Wanderley *et al* (2018) avaliaram a influência da orientação do dente em relação ao plano de projeção dos raios X na detecção de fratura radicular vertical (FRV) com diferentes materiais intracanaís usando imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Utilizaram trinta dentes humanos unirradiculares (avaliados clinicamente e radiograficamente), seccionaram as coroas (para evitar que alguma amostra tivesse fratura coronária), prepararam endodonticamente as raízes com sistema rotatório Mtwo NiTi (VDW, Munique, Alemanha), irrigados com água destilada e dois terços foram preparados para pinos (Exacto; Angelus, Londrina, Brasil). Foram induzidas em metade da amostra, FRV

com a máquina Intron (Intron Corporation, Norwood, MA). Imagens de CBCT foram obtidas usando a unidade Picasso Trio (Vatech, Gyeonggi-Do, República da Coréia) operando a 85 kVp, 5 mA e um tamanho de voxel de 0,2 mm, com as raízes centradas em um campo de visão (FOV) de 5 5 cm e o eixo longitudinal em 2 orientações: perpendicular e paralela ao plano horizontal (projeção dos raios X). Além disso, cada raiz foi escaneada em 3 condições de obturação: sem material obturador, com guta-percha (Dentsply Maillefer) e com pino metálico (uma liga de cobalto-cromo). Cinco radiologistas orais avaliaram todas as imagens e as classificaram em uma escala de 5 pontos: definitivamente ausente; provavelmente ausente; incerto; provavelmente presente; e definitivamente presente. Após 30 dias, 25% das amostras foram reavaliadas para testar a reprodutibilidade intraobservadora. A sensibilidade, especificidade, acurácia, valores preditivos positivos e negativos foram calculados. Devido à presença de artefatos de imagem em CBCT, a detecção de FRV de dentes tratados endodonticamente continua a ser um desafio. Observaram que a acurácia foi maior na ausência de obturação quando comparado com a guta-percha e um pino metálico, independentemente da orientação do eixo longitudinal da raiz. A orientação do eixo longitudinal do dente em relação ao plano de projeção dos raios X não influenciou na detecção de FRV em imagens de CBCT independente do material intracanal. Em algumas regiões anatômicas a orientação da raiz variou a dose absorvida.

Byakova (2019) *et al* compararam o desempenho da tomografia computadorizada de feixe cônico *in vivo* e *in vitro* para a detecção de fraturas radiculares verticais grandes e pequenas criadas artificialmente em dentes extraídos restaurados com pino-núcleo. Utilizaram 50 dentes humanos unirradulares extraídos (indicações periodontais ou ortodônticas foram escolhidos para o estudo), prepararam os canais radiculares com limas K manuais (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) e os espaços dos pinos foram preparados com brocas gate glidden (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), núcleos individuais de metal fundido (liga de cromo-cobalto) foram fixados nos canais radiculares. Em trinta dentes foram induzidas fraturas radiculares batendo nos pinos com um martelo e inspecionadas com o microscópio cirúrgico odontológico OPMI PROergo (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Alemanha). Foi realizada varredura CBCT de cada amostra *in vitro* e após a assinatura dos termos de consentimento, realizaram as amostras *in vivo*. A presença

de fraturas radiculares verticais em cortes axiais de CBCT, foi avaliada por cinco observadores. Os dentes foram distribuídos em 2 grupos de acordo com as larguras das fraturas medidas: grandes (mais largos que 180-250 µm) e pequenos (80-150 µm). Foram calculadas a sensibilidade, especificidade, acurácia e concordância interexaminadoras. A precisão da TC de feixe cônico *in vitro* para detecção de fraturas radiculares verticais grandes foi 0,56 e pequenas foi de 0,40. Os valores de sensibilidade foram para grandes 0,53 e pequenas 0,27 fraturas radiculares verticais. A visualização foi difícil em 90% dos casos das linhas de fratura *in vivo*, devido à qualidade da imagem. Concluíram que a largura da fratura prejudicou na detecção *in vitro* de fraturas radiculares verticais por TC de feixe cônico para dentes com núcleos metálicos fundidos. Foi diminuída a detecção das fraturas radiculares *in vivo* devido à baixa qualidade da imagem, dificultando a avaliação do tecido dentário hígido.

Oliveira *et al* (2021) avaliaram a influência de uma ferramenta de redução de artefatos na detecção de fraturas radiculares verticais em dentes com diferentes tipos de materiais intracanaís. Para isso, utilizaram quarenta e cinco pré-molares humanos extraídos por razões ortodônticas ou periodontais entre 2017 e 2018. As radiografias periapicais de todos os dentes foram adquiridas com aparelho Focus™ (Instrumentarium Dental, Kavo, Biberach, Alemanha) e as imagens foram obtidas com um sistema digital de fósforo fotoestimulável (KaVo Scan eXam, Kavo/Gendex, Des Plaines, IL, EUA) e analisadas com o software Cliniview® (Instrumentarium Dental™, Kavo, Biberach, Alemanha). Dividiram em três subgrupos; sem preenchimento; guta-percha (foram instrumentados usando um sistema rotatório Mtwo NiTi® (VDW, Munique, Alemanha) até o tamanho de lima #40 e foram obturadas pela técnica de cone único com guta-percha Mtwo (VDW GmbH, Munique, Alemanha) e cimento AH 26 (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha)); pino metálico (os 15 dentes do grupo pino metálico receberam o mesmo tratamento radicular do grupo guta-percha, e logo após inseriram os pinos metálicos. As imagens de CBCT foram adquiridas usando uma unidade Orthopantomograph 300 com e sem ferramenta de redução de artefatos metálicos (MAR). Após, nos mesmos dentes foram induzidas fraturas em uma máquina de teste Universal Instron (Instron, Canton, MA, EUA) e novos exames de CBCT foram obtidos com e sem MAR. Dois radiologistas orais avaliaram as imagens quanto à

presença ou ausência de FRV. Realizaram curvas características de operação do receptor (ROC) e testes de diagnóstico. A ferramenta MAR teve influência negativamente no diagnóstico geral de FRVs em todos os subgrupos testados do que as encontradas para as imagens sem MAR. Porém, não foi encontrada diferença relevante entre as imagens com e sem MAR para os subgrupos sem preenchimento e guta-percha ( $P > 0,05$ ). Em dentes sem obturação do canal radicular, guta-percha ou pinos metálicos, ferramenta OP 300 MAR influenciou negativamente a detecção de FRVs. Os que mais sofreram com o impacto negativo do MAR foram os dentes com pinos metálicos.

#### 4. DISCUSSÃO

Atualmente, para o diagnóstico de trincas e fraturas os métodos mais utilizados são as radiografias periapicais, convencionais e digitais e a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Dentre esses métodos, a tomografia tem demonstrado superioridade em comparação com radiografia digital (Ozer (2010); Venskutonis *et al* (2014); Jonathan Ee *et al* (2014); Corbella *et al* (2014); Takeshita *et al* (2014)).

A CBCT fornece mais informações quando comparada com as radiografias periapicais pré-operatórias, o que pode levar a mudanças no plano de tratamento selecionado, uma vez que, quando diagnosticada uma fratura, muitas vezes o tratamento selecionado será a exodontia (Jonathan Ee *et al* (2014)). Por outro lado, Corbella *et al* (2014) observaram em seu estudo, que quando não se seleciona um tomógrafo com voxel apropriado, (menor do que 0,3 mm) não existe essa superioridade da CBCT comparado à radiografia digital para detecção de Fratura Radicular Vertical (FRV). De acordo com Takeshita *et al* (2014) a escolha adequada do tamanho do voxel parece ser importante no diagnóstico de FRV, o autor afirma que a CBCT foi mais precisa do que a radiografia periapical convencional na detecção de fraturas radiculares verticais e que os pinos metálicos não influenciaram e nem alteraram o diagnóstico das fraturas.

Na literatura, a influência do Campo de visão (FOV), voxel e tipo de tomógrafo para detecção das fraturas radiculares verticais têm sido amplamente discutidos e vem se confirmando que quanto menor voxel (inferiores a 0,25mm e 3mm), proporciona uma melhora na detecção de fraturas radiculares verticais, esses dados foram corroborados por Hanning *et al* (2005); Ferreira *et al* (2012); Jakobson *et al* (2013); Coelho *et al* (2013); HAR Nascimento *et al* (2014); Bezerra *et al* (2015); Talwar *et al* (2015); Menezes *et al* (2016); Byakova (2019) *et al*; Jakobson *et al* (2013).

Lu Tang *et al* (2011) concluíram que a CBCT é capaz de diagnosticar fraturas radiculares verticais em dentes sem achados clínicos e radiográficos. Neves *et al* (2015) afirmaram que a presença de pino metálico e guta-percha influenciaram negativamente no diagnóstico de fratura radicular e que a CBCT não é conclusiva

para o diagnóstico de fraturas radiculares na presença de tais artefatos. Makeeva *et al* (2015) concluíram que a detecção das fraturas radiculares verticais por CBCT *in vitro* e *in vivo* foi dependente da largura da fratura. Wanderley *et al* (2018) apontaram como um desafio detectar fraturas radiculares verticais quando há presença de artefatos de imagem em CBCT, em dentes tratados endodonticamente.

Quando se analisou na literatura a relação da interferência dos artefatos (gutta percha, pinos metálicos e restaurações metálicas) na tomografia computadorizada de feixe cônico, Dutra *et al* (2017) perceberam que um traço de fratura aparentava ser menor do que realmente é devido à presença de um pino de ouro intracanal. Durante as aquisições das imagens sagitais, concluíram que, quando há a presença de uma fratura em dentes que não possuem nenhum material intracanal, as imagens de CBCT podem ser detectadas com maior precisão. Essas informações vão de encontro com De Martin e Silva *et al* (2017).

## 5. CONCLUSÃO

Através dessa revisão de literatura conclui-se que a CBCT é importante para auxiliar no diagnóstico de fraturas radiculares verticais nos casos em que não foram conclusivos por outros exames (como radiografias digitais). Em dentes com pino metálico ou com guta-percha recomenda-se previamente remover esses materiais para auxiliar a melhor visualização da estrutura a ser examinada. Sempre que possível deve-se priorizar a saúde e bem-estar do paciente, utilizando os conceitos da ALARA (as low as reasonably achievable), a menor dose de radiação para conseguir o resultado desejado sem expor o paciente a exames desnecessários e repetitivos.

## GLOSSÁRIO

**AR** – Acurácia.

**ALARA** - O princípio tão baixo quanto razoavelmente possível (as low as reasonably achievable)

**CBCT** – Tomografia computadorizada cone beam, tomografia computadorizada feixe cônico.

**CNR** - contraste-ruído

**DR** – Radiografia digital.

**FOV** - field of view/ campo de visão.

**mA** - Corrente do tubo.

**MAR** – Artefato metálico.

**OCT** - A tomografia de coerência óptica

**ROC** – Operação do receptor.

**TC** – Tomografia computadorizada.

**VFR** – Fratura radicular vertical.

**VPP** - Valor preditivo positivo.

**VPN** - valor preditivo negativo.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, ISQ; et al. Influência do algoritmo de redução de artefatos do sistema Picasso Trio CBCT no diagnóstico de fraturas radiculares verticais em dentes com pinos metálicos. *Radiologia Dentomaxilofacial*, volume 44, edição 6, 2015.

BINATO, Rafael, et al. Detecção de fraturas radiculares verticais na presença de pino metálico intracanal: comparação entre radiografia periapical e tomografia computadorizada de feixe cônico. *Journal of Endodontic*, volume 39, edição 12, pag 1620-1624, 2013.

BRADY, E.; et al. Uma comparação da tomografia computadorizada de feixe cônico e radiografia periapical para a detecção de fraturas radiculares verticais em dentes não tratados endodonticamente. *International Endodontic Journal*, volume 47, edição 8, pag 735-746, 2013.

BYAKOVA, Svetlana F.; et al. A detecção de fraturas radiculares verticais em dentes restaurados pós-núcleo com TC de feixe cônico: in vivo e ex vivo. *Dentomaxilofacial Radiology*, volume 48, edição 6, 2019.

CHAVDA, Rajesh, et al. Comparando a precisão diagnóstica in vivo da radiografia periápica digital com a tomografia computadorizada do cone-feixe para a detecção de fratura de raiz vertical. *Journal of Endodontic*, volume 40, edição 10, pag 1524-1529, 2014.

CHANG, Edwin, et al. Tomografia Computadorizada Cone Beam para Detecção de Fraturas Verticais de Raiz em Dentes Endodonticamente Tratados: Uma Revisão Sistemática. *Journal of endodontics*, volume 42, edição 2, pag 177-185, 2015.

CORBELLA,Stefano, et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico para o diagnóstico de fraturas radiculares verticais: revisão sistemática da literatura e metanálise. *Oral Surgery Oral Mrdicine Oral Pathology Oral Radiology*, volume 118, edição 5, pag 593-602, 2014.

COELHO, Cintia; et al. Influência do tamanho do voxel na qualidade de imagem tomográfica: revisão de literatura. RFO, Passo Fundo, volume 18, edição 3, pag. 361-364, 2013.

DUTRA, Kamile Leonardi; et al. Influência de Materiais Intracanaís na Detecção de Vias de Fraturas Raiz Vertical com Tomografia Computadorizada Cone Beam. Journal of endodontics, volume 43, edição 7, pag 1170-1175, 2017.

EDLUND, Mitchell; et al. Detecção de fraturas radiculares verticais usando tomografia computadorizada de feixe cônico: um estudo clínico. Journal of Endodontic, volume 37, edição 6, pag. 768-772, 2011.

Ee, Jonathan, et al. Comparação de diagnóstico endodôntico e decisões de planejamento de tratamento usando tomografia volumétrica de feixe cônico versus radiografia periapical. Journal of Endodontic, volume 40, edição 7, pag 910-916, 2014.

FERREIRA, Rívea Inês; et al. Detecção de fraturas radiculares verticais por tomografia computadorizada de feixe cônico em dentes tratados endodonticamente com pinos de fibra-resina e titânio: um estudo in vitro. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology, volume 115, edição 1, pag 49 – 47, 2012.

HANNING, C; et al. Visualização tridimensional e não destrutiva de fraturas radiculares verticais usando tomografia computadorizada com detector de volume de painel plano: relato de caso ex vivo in vitro. International Endodontic Journal, Vol 38, ed 12, pag 904-13, 2005.

JAKOBSON, SJM.; et al. A influência de pinos metálicos na detecção de fraturas radiculares verticais utilizando diferentes exames de imagem. Dentomaxilofacial Radiology, volume 43, edição 1, 2013.

MAKEEVA, IM.; et al. Detecção de fraturas radiculares verticais induzidas artificialmente de diferentes larguras por tomografia computadorizada de feixe cônico in vitro e in vivo. Internacional Endodontic Journal, volume 49, edição 10, pag 980-989, 2015.

MENEZES, Rebeca Ferraz de; et al. Detecção de fraturas radiculares verticais em dentes tratados endodonticamente na ausência e na presença de pino metálico por tomografia computadorizada de feixe cônico. BCM Oral Health volume 16, edição 48, 2016.

NASCIMENTO, HAR, et al. Impacto de obturações e pinos radiculares na capacidade diagnóstica de três sistemas radiográficos digitais intraorais na detecção de fraturas radiculares verticais. Internacional Endodontic Journal, volume 48, edição 9, pag 864-871, 2014.

NEVES, Frederico Sampaio, et al. Avaliação da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares verticais: a influência dos modos de imagem e materiais do canal radicular. Journal of Endodontic, volume 40, edição 10, pag1530-1536, 2014.

OZER, Senem Yiğit. Detecção de fraturas radiculares verticais de diferentes espessuras em dentes aumentados endodonticamente por tomografia computadorizada de feixe cônico versus radiografia digital. Journal of Endodontic, Vol 36, ed 07, pag 1245-1249, 2010.

PATELA, S.; et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico em Endodontia - uma revisão. International Endodontic Journal, volume 48, edição 1, 2014.

SILVA, Débora De Martin E; et al. Diagnóstico de Fraturas Raiz Vertical Mesiodistal em Dentes com Pinos Metálicos: Influência da Aplicação de Filtros em Imagens de Tomografia Computadorizada Cone Beam em Diferentes Resoluções. Journal of Endodontics, volume 44, edição 3, pag 470-474, 2017.

SOUZA, Thiago Oliveira; et al. Influência da redução de artefatos metálicos CBCT na detecção de fratura radicular vertical. Imaging Sci Dent. 2021 março;51(1):55-62, 2021.

TANG, Lu; et al. Detecção de fratura radicular vertical usando tomografia computadorizada de feixe cônico: relato de dois casos. Dental Traumatology, volume 27, edição 6, pag 484-488, 2011.

TAKESHITA, Wilton Mitsunari, et al. Comparação da radiografia periapical com a tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares verticais em dentes com pino metálico. *Journal of Conservative Dentistry*, volume 17, edição 3, pag 225-229, 2014.

TALWAR, Sangeeta; et al. Papel da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares verticais: uma revisão sistemática e metanálise. *Journal of endodontics*, volume 42, edição 1, 2016.

TYNDALL, Donald A.; et al. Aplicação da tomografia volumétrica de feixe cônico em endodontia. *Australian Dental Journal*, volume 27, edição s1, pag 72-81, 2012.

VENSKUTONIS, Tadas, et al. A importância da tomografia computadorizada de feixe cônico no manejo de problemas endodônticos: uma revisão da literatura. *Journal of Endodontic*, volume 40, edição 12, pag 1895-1901, 2014.

WANDERLEY, Victor Aquino; et al. Influência da orientação dentária na detecção de fratura radicular vertical em tomografia computadorizada de feixe cônico. *Journal of Endodontics*, volume 44, edição 7, pag 1168-1172, 2018.

