

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITARIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JÉSSICA SANTOS FALCÃO
RENATA KAPPEL DO NASCIMENTO

**FATORES QUE DIFICULTAM O DIAGNÓSTICO DAS FRATURAS
RADICULARES VERTICAIS NA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO**

VOLTA REDONDA

2022

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITARIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**FATORES QUE DIFICULTAM O DIAGNÓSTICO DAS FRATURAS
RADICULARES VERTICAIS NA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO.**

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia do Centro Universitário de Volta Redonda, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Alunas: Jéssica Santos Falcão

Renata Kappel do Nascimento

Orientadora: Danúsia da Silva Vilela

Coorientador: Alice Rodrigues Feres de Melo

VOLTA REDONDA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

F178f Falcão, Jéssica Santos

Fatores que dificultam o diagnóstico das fraturas radiculares verticais na tomografia computadorizada de feixe cônico. / Jéssica Santos Falcão; Renata Kappel do Nascimento. – Volta Redonda: UniFOA, 2022.

30 p. II

Orientador (a): Profa. Danúsia da Silva Vilela

Monografia (TCC) – UniFOA / Curso de Odontologia, 2022.

1. Odontologia - TCC. 2. Fraturas radiculares - tomografia de feixe cônico. 3. Endodontia. 4. Radiologia. I. Vilela, Danúsia da Silva. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD 617.6



FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão do Curso intitulado: Fatores que dificultam o diagnóstico das fraturas radiculares verticais na tomografia computadorizada de feixe cônico.

Elaborado por: Jéssica Santos Falcão e Renata Kappel do Nascimento

E apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia.

Aprovada em 30 de junho de 2022.

Banca Avaliadora:

.....
Prof.^a Doutora Danúcia da Silva Vilela.

.....
Prof. ^a Doutora Alice Rodrigues Feres de Melo.

.....
Prof. ^o Doutor Leonardo dos Santos Barroso.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho primeiramente à Deus por nos ter concedido conhecimentos para o seguimento do mesmo, e aos nossos familiares por sempre nos incentivar nos estudos e por toda paciência e acolhimento durante o processo da conclusão do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à Deus por nos possibilitar abranger nossos conhecimentos e ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso. Aos nossos pais que nos incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam nossas ausências enquanto nos dedicávamos a realização deste trabalho. Aos professores, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram melhor desempenho no nosso processo de formação profissional.

RESUMO

O advento da tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) foi de grande importância para a odontologia, em especial para a endodontia. A TCFC é o exame complementar padrão ouro para o diagnóstico das alterações radiculares. Porém, mesmo com o auxílio de tal tecnologia, o diagnóstico da fratura radicular vertical (FRV) é difícil e desafiador. Esta alteração é caracterizada por uma linha de fratura completa ou incompleta no longo eixo do elemento dentário e possui uma prevalência de 11% a 20% dos dentes extraídos com tratamento endodôntico. As principais limitações das radiografias bidimensionais convencionais e digitais, como a sobreposição de estruturas, ampliação e distorção, foram superadas pela TCFC. Entretanto, a TCFC possui suas próprias limitações. Esta revisão de literatura tem por objetivo esclarecer a influência dos artefatos de imagens, do voxel e do campo de visão (FOV, do inglês, *field of view*) na acurácia da TCFC para o diagnóstico de FRV.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Endodontia. Radiologia.

ABSTRACT

The advent of cone beam computed tomography (CBCT) was of great importance for dentistry, especially for endodontics. CBCT is the gold standard complementary exam for the diagnosis of root alterations. However, even with the aid of such technology, the diagnosis of vertical root fracture (VRF) is difficult and challenging. This alteration is characterized by a complete or incomplete fracture line in the long axis of the dental element and has a prevalence of 11% to 20% of teeth extracted with endodontic treatment. The main limitations of conventional and digital two-dimensional radiographs, such as overlapping structures, magnification, and distortion, were overcome by CBCT. However, the CBCT has its own limitations. This literature review aims to clarify the influence of image artifacts, voxel and field of view (FOV) on the accuracy of CBCT for the diagnosis of VRF.

Keywords: Cone Beam Computed Tomography. Endodontics. Radiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Artefatos gerados no processo de captura.

Figura 2 Artefato de Ruído.

Figura 3 Artefato de Movimento.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FOV-Field of View, campo de visão

TC-Tomografia computadorizada

TCFC-Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

Voxel-Volumetric Picture Element.

ALARA-As Low As Reasonably Achievable.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1Fraturas Dentárias	12
2.1.1 Detecção de fraturas radiculares verticais por meio de exame de imagem	13
2.1.2 Radiografias Periapicais	14
2.2 Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)	15
2.2.2.1 Artefatos de Imagem	17
2.2.2.2Voxel	20
2.2.2.3 Campo de Visão (FOV)	21
3 METODOLOGIA	22
4 DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	26
6 REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

As fraturas radiculares são classificadas conforme a direção da linha de fratura em horizontal, vertical ou oblíqua e conforme a sua localização na raiz do dente em terço cervical, médio ou apical (MANSINI et al., 2010).

As fraturas radiculares verticais (FRVs) são rachaduras que ocorrem longitudinalmente do ápice radicular até a coroa dentária e possuem uma prevalência de 11% a 20% em dentes extraídos com tratamento endodôntico. Os elementos dentários mais acometidos por este tipo de fratura são os pré-molares superiores e os molares inferiores. Geralmente, as FRVs possuem uma orientação no sentido vestibulo-lingual, dificultando o diagnóstico por meio de radiografias bidimensionais (TSEISIS et al., 2008).

O diagnóstico das FRVs é difícil e desafiador. O exame radiográfico para a pesquisa das FRVs deve ser minucioso, uma vez que o diagnóstico está intimamente ligado à visualização da linha de fratura. As radiografias periapicais convencionais e digitais são tradicionalmente utilizadas para a busca deste diagnóstico. Porém, algumas vezes, a linha de fratura não é visível, especialmente em casos de trincas, fissuras e fraturas onde não há separação dos fragmentos. Nestes casos, geralmente, só é observado um discreto espessamento do ligamento periodontal. (MANSINI et al., 2010).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) teve seu advento no final da década de 90 e se tornou uma ferramenta importante no diagnóstico para as especialidades odontológicas. Na Endodontia, as aplicações da TCFC incluem o diagnóstico precoce de lesões periapicais, identificação e localização de reabsorções radiculares interna e externa, avaliação da anatomia dos condutos radiculares e detecção das FRVs (LEITE, 2012). É um exame de extrema importância nos casos complexos, como os de retratamento endodôntico, pois auxilia na identificação da causa do insucesso do tratamento pregresso, avaliação do prognóstico do elemento dentário e correto plano de tratamento. (LUQUETTI; SANTOS, 2020).

Logo, quando comparada com os métodos radiográficos bidimensionais (convencional e digital) a TCFC é a técnica mais sensível, específica e acurada na identificação das FRVs. Porém, possui as suas próprias limitações. A precisão da TCFC diminui na presença de materiais radiopacos no interior do conduto radicular, influenciada pela produção de artefatos de imagens por meio do fenômeno de endurecimento do feixe de raios X (*beam hardening*) (TALWAR et al., 2016).

O tamanho do voxel e o campo de visão (FOV, do inglês, *field of view*) da TCFC são fatores importantes para a identificação da FRV. O voxel é a unidade de volume da TCFC, está relacionado com a resolução espacial e detalhamento da imagem tomográfica e na TCFC ele é isotrópico, isto é, suas medidas são iguais nas três dimensões. Já o FOV está relacionado com a região de interesse (ROI – *region of interest*) que será exposta à radiação X e é desejável que seja o menor possível, pois reduz a dose de radiação para o paciente e melhora a qualidade de imagem (WHITE; PHAROAH, 2015; QUEIROZ et al., 2017).

A Comissão Europeia de Proteção em Radiologia desenvolveu vinte diretrizes básicas, baseadas em evidências científicas, para direcionar o uso da TCFC nas especialidades odontológicas. Para a endodontia deve-se optar por TCFC com alta resolução e FOV limitado à região de interesse quando as imagens bidimensionais não fornecerem informações diagnósticas suficientes (SEDEXCT, 2012).

O objetivo desse trabalho de revisão bibliográfica foi avaliar os fatores que dificultam no diagnóstico das FRVs na TCFC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fraturas Dentárias

São consideradas fraturas dentárias desde pequenas trincas envolvendo apenas esmalte até a perda do elemento dentário. As situações de urgência, como a avulsão, fratura radicular e fratura alveolar, devem receber atendimento imediato com a finalidade de conseguir um prognóstico mais favorável do caso. (SANABE et al., 2009).

Alguns fatores, como traumas dento alveolares e a fragilidade das estruturas do elemento dentário após tratamentos protéticos e endodônticos, podem causar as fraturas dentárias. As fraturas radiculares podem ser transversais, verticais ou oblíquas. As fraturas radiculares transversais (FRT) geralmente ocorrem na região anterior em consequência de traumatismos e as fraturas radiculares verticais (FRV) ocorrem por trauma oclusal em dentes posteriores tratados endodônticamente. A correta identificação do tipo de fratura dentária é de fundamental importância para o correto planejamento e execução do tratamento (FURTADO et al., 2010). As FRVs são as mais complexas e com pior prognóstico, pois geralmente é necessário realizar a extração do elemento acometido (CARVALHO et al., 2015; MORELLO, 2018).

As fraturas e/ou trincas radiculares geram danos nos tecidos mineralizados, cimento, polpa e ligamento periodontal e podem ocorrer, dependendo do tipo de traumatismo, nos terços cervical, médio e apical, quando ocorre um impacto horizontal (MURAD et al., 2014).

As FRVs podem ser decorrentes de um trauma físico (origem aguda) ou se desenvolverem a partir de uma ação de longo prazo (origem crônica) por meio de hábitos parafuncionais repetitivos, tratamento odontológico iatrogênico e contatos oclusais prematuros. Geralmente, o tratamento endodôntico é o procedimento mais associado às FRVs, principalmente quando existem pinos metálicos intrarradiculares (HARGREAVES; COHEN, 2011).

A idade do paciente, o estágio de formação radicular e a quantidade de deslocamento entre os fragmentos vai determinar o prognóstico de um elemento dentário com FRV. O diagnóstico precoce é fundamental para prevenir extrações desnecessárias (MOUDI et al., 2015).

A FRV é difícil de ser diagnosticada e comumente leva à extração dentária, pois propiciam um meio de infiltração bacteriana, seguido de um processo inflamatório que conduz à reabsorção óssea alveolar, imitando uma doença periodontal ou até mesmo falha no tratamento endodôntico. Assim, a detecção precoce da FRV é de extrema importância, pois previne danos excessivos aos tecidos de suporte, tratamentos e custos desnecessários (COUTINHO-FILHO et al., 2012).

Logo, é um desafio para o cirurgião-dentista a obtenção do diagnóstico e qual conduta seguir nos casos das FRVs. É necessário o diagnóstico correto desse tipo de fratura antes de qualquer procedimento endodôntico ou restaurador pois podem prejudicar o sucesso do tratamento. As FRVs têm como característica uma completa ou incompleta linha de fratura que segue longitudinalmente no longo eixo do dente em direção apical. A lesão endo-perio, reabsorção radicular externa, perfuração radicular iatrogênica, fratura horizontal, depressões radiculares e canais laterais são diagnósticos diferenciais das FRVs (FURTADO et al., 2010).

2.1.1 Detecção de fraturas radiculares verticais por meio de exame de imagem

Os exames radiográficos, como a radiografia periapical utilizando filme radiográfico convencional, as radiografias digitais e a tomografia computadorizada de feixe cônico, são exames complementares que auxiliam no diagnóstico e detecção das fraturas radiculares. Entretanto, um exame clínico minucioso é de fundamental importância para o correto diagnóstico, planejamento do tratamento e no prognóstico do dente com a suposta fratura (COUTINHO-FILHO et al., 2012).

2.1.2 Radiografias Periapicais

A radiográfica periapical é um exame intraoral muito utilizado na endodontia, pois nela é possível ter a completa visualização do elemento dentário e da estrutura do osso alveolar que o circunda. Porém, para auxiliar e facilitar o diagnóstico o exame deve ser realizado com uma boa técnica e ter excelência na qualidade de imagem (SANTANA, 2017).

Apesar do avanço da tecnologia dos exames de imagens, a radiografia periapical é de grande importância para analisar e diagnosticar doenças periapicais, mas a visualização da FRV que não possui separação de fragmento é um desafio, pois para que esta apareça na imagem radiográfica o feixe de radiação X deve passar ao longo da linha de fratura. Ocasionalmente, radiografias adicionais são feitas, utilizando-se do princípio da Paralaxe, desenvolvido por Clarck (1909), com angulações de 15° a 20° no sentido horizontal do tubo de Raios X, para detecção de fraturas radiculares (CARVALHO et al., 2015).

Para realizar a detecção das fraturas transversais deve-se alterar a angulação vertical e para se obter o diagnóstico das fraturas verticais é necessário modificar a angulação horizontal (BORBA et al., 2007).

As radiografias periapicais convencionais e digitais são exames radiográficos bidimensionais que resultam em imagens com sobreposição de estruturas anatômicas. Nestes exames, pequenas alterações no osso esponjoso não são observadas a menos que as corticais ósseas estejam rompidas. Para a detecção e visualização das FRVs o feixe de raios X deve estar paralelo ao traço de fratura para que a fratura radicular apareça como uma linha radiolúcida nítida em uma imagem radiográfica periapical. Se o feixe de raios X não estiver paralelo à fratura, as áreas adjacentes da estrutura dentária obscurecem o traço de fratura. Logo, esta técnica é considerada pouco sensível para o diagnóstico e apontam a necessidade de um método mais minucioso (VALIZADEH et al., 2015).

Entretanto, os métodos radiográficos digitais trouxeram inúmeras vantagens em relação à radiografia convencional. Os principais benefícios introduzidos pelo sistema digital foram a redução do tempo da exposição, a redução na dose de radiação quando comparado com o filme ultra-rápido (D), a geração instantânea de imagens de alta resolução e a eliminação do processamento químico (NAIR et al., 2007).

Um estudo *ex vivo* com 60 pré-molares extraídos foi realizado após tratamento endodôntico, comparando a radiografia realizada de forma digital direta (CCD-dispositivo de carga acoplada) com o sistema convencional (filme Kodak Insight E/F) para o diagnóstico da FRV. Metade dos dentes teve a fratura confirmada por meio de microscopia eletrônica e a outra metade não apresentava FRV. Todos os dentes foram radiografados seguindo a técnica de Clark (mesio-radial, orto-radial, disto-radial) e analisados por dois observadores, duas vezes, com um intervalo de 4 semanas. Concluíram que não houve diferenças entre os valores de sensibilidade e especificidade entre os dois sistemas, porém, as acurácias dos métodos foram baixas, necessitando de mais estudos (TSESIS et al., 2008).

2.2. Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) teve seu advento no final da década de 90 e se tornou uma ferramenta importante no diagnóstico para as especialidades odontológicas. É um exame complementar que utiliza radiação ionizante e permite a obtenção de imagens nos planos axial, coronal e sagital, reconstruções multiplanares (MPR), além da reconstrução tridimensional. A forma de aquisição de imagem, ou seja, tipo de feixe utilizado no exame (leque ou cônico), é a principal diferença entre a tomografia computadorizada de feixe em leque (TCFL) e a TCFC. Entretanto, a menor dose de radiação, menor tamanho do *voxel*, o excelente contraste para tecidos duros e o menor custo dos exames fez crescer a utilização da TCFC no meio odontológico (PAUWELS et al., 2015).

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) é especialmente indicada para região dentomaxilofacial, e esse avanço na tecnologia na área da odontologia está fornecendo imagens tridimensionais dos tecidos mineralizados maxilofaciais com uma mínima distorção de imagem e reduzida dose de radiação comparado a TC (tomografia computadorizada tradicional) (GARIB et al., 2007).

A TCFC cada vez mais está sendo utilizada para analisar as fraturas radiculares, e este tipo de exame de imagem possibilita a visualização nos três planos (axial, coronal e sagital). É utilizado nesse exame um feixe de raios X em forma de cone e assim captura todas as estruturas ósseas em um só volume, obtendo imagens com maior precisão e menor distorção, tendo menor dose de radiação comparada a TC. Sua dose de radiação é variada de acordo com o protocolo de cada aparelho e a técnica selecionada durante a tomada radiográfica, como o tempo de exposição, campo de visão (FOV), miliamperagem e quilovoltagem. A TCFC tem dose similar a radiografia periapical convencional da boca completa, ou 4 a 5 vezes de uma panorâmica (WANZELER et al., 2016).

A visualização da linha de fratura nos exames de TCFC pode ser prejudicada pela presença dos artefatos de imagem gerados pelos materiais intracanais, como guta-percha e pinos metálicos. A utilização baixa da quilovoltagem e miliamperagem durante a aquisição das imagens pode ser um dos fatores da presença dos artefatos. A movimentação do paciente durante o exame é outro fator que gera artefatos de imagem e são chamados de artefatos de movimento (MATHERNE et al., 2018).

A TCFC é de extrema importância para o diagnóstico na endodontia, pois aprimora os diagnósticos e promove um melhor planejamento dos casos clínicos. É indicada para a avaliação de alterações anatômicas, reabsorções internas e externas, desvios, perfurações, localização de condutos, fraturas e calcificações (DORNELAS; CORNÉLIO, 2020).

O diagnóstico da FRV é um desafio para o endodontista e radiologista. Nos estágios iniciais a fina linha é facilmente escondida pela imagem dos materiais obturadores e pelas estruturas adjacentes. Além disso, geralmente, se apresentam como fraturas longitudinais que acometem a raiz dos dentes podendo prolongar até a coroa (OLIVEIRA et al., 2019). A TCFC é o exame padrão ouro para o diagnóstico das

FRVs. Apesar da sua acurácia há necessidade de mais estudos sobre sua dose de radiação (OLIVEIRA, 2019).

Na TCFC existem diferentes protocolos de aquisição de imagem de acordo com o equipamento utilizado, sendo possível seleccionar o tamanho do voxel e do campo de visão (FOV) e essa combinação determinará o tempo mais longo ou mais curto para aquisição de imagem e uma exposição à radiação mais alta ou mais baixa. (REBOUÇAS et al., 2018).

A Comissão Europeia de Protecção em Radiologia desenvolveu vinte diretrizes básicas, baseadas em evidências científicas, para direccionar o uso da TCFC nas especialidades odontológicas. O primeiro princípio reforça a importância do exame clínico prévio a solicitação de qualquer exame complementar que utilize radiação ionizante. A escolha do tamanho do FOV compatível com a necessidade clínica é outro ponto importante na redução de dose de radiação para o paciente. Para a endodontia deve-se optar por TCFC com alta resolução e FOV limitado à região de interesse quando as imagens bidimensionais não fornecerem informações diagnósticas suficientes (SEDEXCT, 2012).

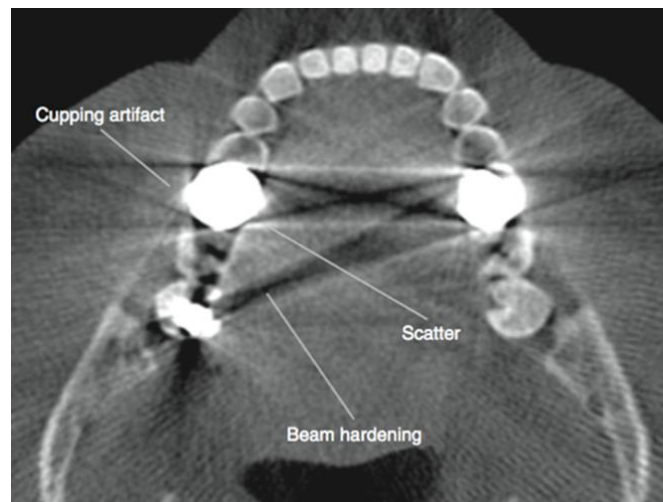
Logo, quando as solicitações dos exames complementares são necessárias, sua aplicabilidade deve ser otimizada, visando limitar a exposição do paciente à radiação ionizante de acordo com o princípio ALADAIP, ou seja, exame com a melhor qualidade de imagem e com a menor dose de radiação possível, tendo como base a indicação e a individualidade de cada paciente (OENNING et al., 2018; KÜHNISCH et al., 2020).

2.2.2.1 Artefatos de Imagem

Artefatos de imagens são imagens falsas, ou seja, são quaisquer distorções ou erros na imagem reconstruída que não tenha relação com a estrutura estudada. Alguns artefatos são produzidos em decorrência da própria natureza de formação da imagem na TCFC. Outros são produzidos pela de movimentação do paciente durante

o exame. A alta densidade dos materiais na área a ser examinada pode originar dois tipos de artefatos: de escavação e extinção, ambos decorrentes do fenômeno de endurecimento do feixe (*beam hardening*) (SCARFE et al., 2008; PEGORARO, 2015).

Figura 1 – Artefatos gerados no processo de captura.



Fonte: White Pharoah

A interpretação das imagens tomográficas deve ser criteriosa quando há presença de materiais endodônticos, pinos e núcleos metálicos, pois são materiais de alta densidade que geram artefatos de imagem (SOUZA,2015).

Os artefatos de imagem na TCFC são imagens que não fazem parte da região escaneada e podem resultar em um diagnóstico falso. A ocorrência dos artefatos pode ser atenuada com o aumento da tensão do tubo de raios X, redução da espessura dos cortes utilizados, utilização de um campo de visão pequeno, separação dos arcos dentários e seleção de voxel de pequena dimensão (KUTEKEN et al., 2015).

Figura 2 – Artefato de Ruído

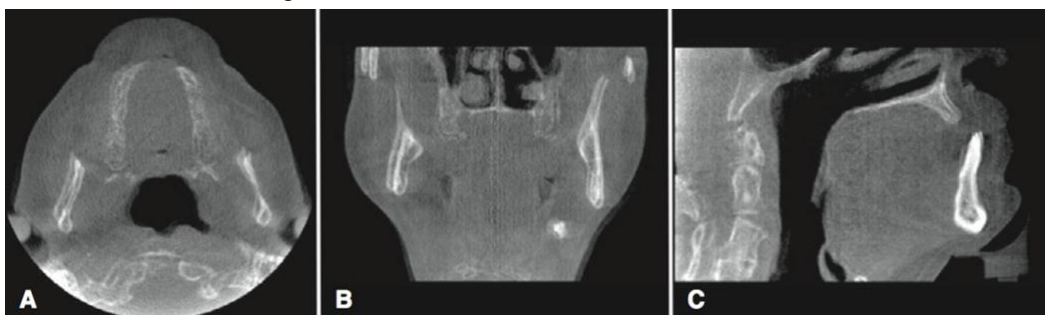


Fonte: White Pharoah

Para a realização dos exames tomográficos, todos os adereços metálicos devem ser retirados com a finalidade de evitar a interação da radiação ionizante com os mesmos e, conseqüentemente, a formação de artefatos (SILVA, 2019).

Artefatos metálicos se assemelham a raios, obstruindo particularmente imagens na direção transversal, ou seja, aquelas paralelas ao caminho dos feixes de raios X. Como resultado, porções axiais desses artefatos são formadas na direção direta (ESMAEILI et al., 2012).

Figura 3 – Artefato de Movimento



Fonte: White Pharoah

2.2.2.2 Voxel

As imagens digitais são compostas por pixels (elemento de imagem), que são quadrados representados em uma matriz bidimensional, contendo tamanho, valor de intensidade e localização específicos. O voxel é a representação volumétrica do pixel e é o menor elemento da imagem tomográfica. O tamanho de cada voxel é determinado pela sua altura, largura e espessura. Na TCFC essas medidas são iguais (voxels isotrópicos). O tamanho do voxel possui relação direta com a qualidade da imagem e com a dose de radiação (OZER, 2011; MELO, 2013).

Segundo Garib et al. (2007) o voxel é a menor unidade de um volume adquirido na tomografia computadorizada, proporcionando profundidade ao pixel. O voxel é responsável pela resolução da imagem. Quanto menor o voxel, melhor será a resolução e detalhe da imagem, porém, maior será o tempo de exposição e, conseqüentemente, maior dose de radiação X. O voxel é inversamente proporcional ao ruído.

O voxel da TCFC possui menor dimensão quando comparado com o voxel da TC convencional. Quanto menor o tamanho do voxel e mais extenso tempo de varredura, melhor será a definição e os detalhes da imagem tomográfica (TORRES et al., 2010).

O voxel menor melhora a resolução e os detalhes da imagem. Entretanto, aumenta o tempo de aquisição do exame, podendo levar a um aumento da dose de radiação, maior tempo para reconstrução das imagens pelo software e movimentação do paciente durante o exame (TORRES et al., 2012).

O voxel, quando avaliado de forma isolada, não influencia a dose de radiação. Porém, a maioria dos protocolos disponibilizados pelos fabricantes de TCFC associa a diminuição do voxel ao aumento da miliamperagem e do tempo de exposição. Esses parâmetros associados melhoram a qualidade da imagem, mas aumentam a dose de radiação. (SIMÕES; CAMPOS, 2013).

No entanto, o tamanho do voxel é provavelmente um dos mais importantes parâmetros de aquisição da imagem de TCFC para o diagnóstico da FRV. A acurácia da TCFC para a detecção das FRV aumenta em imagens com voxel de tamanho reduzido. Logo, este deve ser selecionável para o estudo de dentes com tratamento endodôntico (CORBELLA et al. 2014; PATEL et al. 2014).

2.2.2.3 Campo de Visão (FOV)

Os aparelhos de TCFC são classificados de acordo com seu campo de visão (FOV) em grande, médio e pequeno volume. A escolha do FOV é feita diante da região de interesse (ROI – *region of interest*) e da necessidade clínica de cada paciente. Esta escolha, além de reduzir a dose de radiação para o paciente, minimiza a radiação secundária, melhorando a qualidade de imagem (SOARES, 2015; NASCIMENTO et al., 2017).

O exame de TCFC com FOV reduzido deve ser considerado como protocolo para a endodontia, uma vez que, elimina os artefatos de imagem de outras regiões propiciando melhor avaliação do elemento dentário que será avaliado. FOV pequeno utiliza voxels menores e quanto menor o voxel melhor a resolução da imagem favorecendo assim a acurácia na avaliação de elementos dentários com suspeita de fraturas radiculares, com anatomia de raízes complexas e com condutos radiculares calcificados. Os FOV maiores devem ser utilizados quando há necessidade de abordagem mais ampla, pois quanto maior o FOV maior é dose efetiva para o paciente (NASCIMENTO et al., 2017; PORTO, 2020).

Na TCFC o operador durante a técnica necessita de conhecimentos sobre as variáveis existentes no protocolo, essas das quais são inclusos o campo de visão (FOV), o tamanho do voxel, o tempo de escaneamento, parâmetros de mA e imobilização do paciente (WANZELER et al., 2016).

3 METODOLOGIA

Para construção do referencial teórico foram analisados trabalhos científicos, a partir de 2007, indexados nas bases de dados Scholar Google, SciELO, SEDENTEXCT, Dental Press, RFO, Odontol Planalto, Gauch.Odontol, Odontol.Bras Central, nos Idiomas Português e Inglês.

4 DISCUSSÃO

É um consenso entre os endodontistas e radiologistas que o diagnóstico das fraturas radiculares verticais (FRVs) é um desafio e que sua detecção precoce é de extrema importância, uma vez que previne danos excessivos aos tecidos de suporte e favorecem o sucesso do tratamento. As FRVs acometem principalmente os indivíduos adultos e os elementos dentários mais atingidos são os pré-molares inferiores e molares superiores (TSEISIS et al., 2008; COUTINHO-FILHO et al., 2012; FURTADO et al., 2010).

A radiografia periapical é um exame radiográfico amplamente utilizado na endodontia pois permite a visualização completa do elemento dentário e da estrutura óssea alveolar que circunda. Todavia, para a visualização das FRVs onde não há separação do fragmento é necessário que o feixe de raios X passe ao longo eixo da linha da fratura. O princípio de paralaxe, técnica de Clark, com distintas angulações no sentido horizontal é constantemente utilizado (CARVALHO et al., 2015; SANTANA 2017).

As radiografias intraorais convencionais e digitais são utilizadas frequentemente pelos cirurgiões-dentistas para a avaliação de dentes com suspeita de FRV. A radiografia bidimensional deve ser a primeira escolha e ainda é o exame a mais utilizado devido a sua praticidade clínica. Porém, elas apresentam algumas limitações no qual podem prejudicar o diagnóstico e o tratamentos dos casos de FRVs (MORELLO 2018; COUTINHO-FILHO et al., 2012).

Entre as vantagens da utilização do método radiográfico digital estão a redução do tempo da exposição e a redução na dose de radiação quando comparado com o filme convencional, além de imagens de alta resolução e a eliminação do

processamento químico (NAIR et al., 2007). Entretanto, Tsesis et al. (2008) concluíram que não houve diferenças entre os valores de sensibilidade e especificidade entre os sistemas (convencional e digital), necessitando de mais estudos.

Em verdade, o prognóstico favorável das FRVs está diretamente ligado ao diagnóstico correto no qual se baseia na visualização e localização das linhas ou trincas das fraturas verticais, e em muitos casos a técnica radiográfica periapical não permite perfeita visualização e localização das linhas de fratura (MANSINI et al., 2010).

O advento da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foi de grande importância para a odontologia, pois possui algumas vantagens quando comparadas com a TCFL, como por exemplo, menor dose de radiação efetiva absorvida, melhor qualidade de imagem, baixo custo e visualização de áreas menores. A melhor qualidade de imagem é explicada pela forma e tamanho do voxel, ou seja, voxel isotrópico é menor (PAUWELS et al., 2015).

Inúmeros estudos foram desenvolvidos comparando a TCFC e as radiografias intraorais para a identificação de FRV. A TCFC quando comparada com as radiografias bidimensionais (periapical e panorâmica) se mostram superiores e com maior acurácia para estudos anatômicos de dentes tratados endodonticamente e, sobretudo, pesquisas de FRV (LUQUETTI; SANTOS 2020). Tais conclusões corroboram com os estudos de Oliveira et al., (2019) que mostraram a TCFC como método de diagnóstico padrão ouro para o diagnóstico das FRVs.

Apesar da acurácia da TCFC, a dose de radiação presente nestes exames deve ser levada em consideração (OLIVEIRA et al., 2019). Diante de tal fato, TCFC com alta resolução de imagem e FOV limitado à região de interesse é o protocolo indicado para endodontia. O exame clínico prévio a qualquer solicitação de exame complementar que utilize radiação ionizante é indispensável (SEDEXCT, 2012). O princípio de ALADAIP deve ser respeitado, tendo como base a indicação e a individualidade de cada paciente (OENNING et al., 2018; KÜHNISCH et al., 2020).

A TCFC na endodontia permite a análise tridimensional e milimétrica da estrutura radicular, auxiliando no diagnóstico das FRVs (WANZELER et al., 2016). Entretanto, a alta densidade dos materiais na área a ser estudada pode gerar dois

tipos de artefatos, o de escavação e o de extinção, ambos decorrentes do fenômeno de endurecimento do feixe (*beam hardening*) (SCARFE et al., 2008; PEGORARO, 2015). A movimentação do paciente durante a aquisição da imagem tomográfica também pode gerar imagens falsas e não representativas que não tenha relação com a estrutura avaliada, provocando a repetição do exame e aumentando a dose de radiação recebida pelo paciente (SOUZA, 2015; KUTEKEN et al., 2015). Adornos metálicos devem sempre ser retirados para a realização do exame da TCFC com objetivo de obtenção de imagens de excelência, sem artefatos de imagem (SILVA, 2019).

O voxel é responsável pela resolução e detalhamento da imagem tomográfica (GARIB et al. 2007; OZER, 2011; MELO, 2013). Exames de TCFC com tamanhos menores de voxel são apontados como de eleição para endodontia, aumentando a acurácia na identificação da FRV (CORBELLA et al. 2014; PATEL et al. 2014).

Além do voxel, o campo de visão (FOV) na TCFC para o estudo das FRVs é de extrema importância. A escolha do FOV é feita diante da região de interesse (ROI – *region of interest*) e da necessidade clínica de cada paciente (SOARES, 2015; NASCIMENTO et al., 2017). O FOV pequeno deve ser escolhido para a avaliação da estrutura radicular, pois utiliza voxels menores e quanto menor o voxel melhor a resolução da imagem favorecendo assim a acurácia na avaliação de elementos dentários com suspeita de FRVs (NASCIMENTO et al., 2017; PORTO, 2020). O operador deve ser treinado para realizar o exame de TCFC dentro dos protocolos ideais para a endodontia (WANZELER et al., 2016).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é, atualmente, o exame com maior acurácia para a avaliação de elementos dentários com suspeita de FRV. O protocolo de aquisição de imagem com voxel e FOV pequenos e alta resolução é o mais recomendado para a identificação desses tipos de fraturas radiculares, pois gera imagens com maior detalhamento das estruturas e com melhor resolução espacial. A presença de materiais com elevada densidade no interior do conduto radicular leva à produção de artefatos de imagens, causados pelo efeito *beam hardening*, que interferem negativamente na imagem tomográfica final, induzindo à erros no diagnóstico. Logo, o correto diagnóstico deve correlacionar os achados radiográficos com os dados na avaliação clínica.

6 REFERÊNCIAS

ARNECKE, J. **Avaliação de fraturas radiculares por meio de radiografias periapicais e tomografia computadorizada de feixe cônico**. 2016. 26p. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em radiografia odontológica e imaginologia). Faculdade de odontologia da universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BORBA, P.R.F.; JUNIOR, C.M.M.; MANZI, F.R. **A importância do exame radiográfico para o diagnóstico de fraturas radiculares**. 2007.143p. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Santa Luzia, 2007.

CARVALHO, R.L.S.; PONTUAL, A.A.; GUIMARÃES, C.S.; RODRIGUES, C.D.; SILVEIRA, M.M.F. Avaliação de fraturas radiculares em imagens digitais com variações de angulações. **Rev de cirurgia e traumatologia buco-maxilo-facial**, Camaragibe, v.15, n.2 Abr/Jun. 2015.

CORBELLA, S.; DEL FABBRO, M.; TAMSE, A.; ROSEN, E.; TESIS, I.; TASCHIERI, S. Cone beam computed tomography for the diagnosis of vertical root fractures: a systematic review of the literature and meta-analysis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**, Milão, v.18, n.5, p.593-602, ago. 2014.

COUTINHO-FILHO, T.S.; SILVA, E.J.N.L.; GURGEL-FILHO, E.D.; MARTINS, J.; HENRIQUES, L.; FERREIRA, C. Detecção de fratura radicular vertical utilizando tomografia computadorizada na presença ou ausência de núcleos metálicos. **Rev Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, Fortaleza, v.53, n.2, p.96-98, jan.2012.

DORNELAS, C.C.P.; CORNÉLIO, A.L.G. **Quando indicar a tomografia na endodontia: vantagens, desvantagens e limitações: Revisão de literatura**. 2020. 21p. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Centro universitário do planalto central Aparecido dos santos, Brasília- DF, 2020.

ESMAEILI, F.; JOHARI, M.; PEZHMAN, H.; VATANKHAH, M. Beam Hardening Artifacts: Comparison between two Cone Beam Computed Tomography Scanners. **J Dent Res Dent Clin Dent Prospect**, Tabriz, v.6, n.2, p.49-53. Jun. 2012.

FERREIRA, A.C.S.; XAVIER, A.C.L.; COSTA, M.M.B.S.; SILVA, T.G.; MORIRA, A.B.; JÚNIOR, R.F.M et al. **Diagnostico de fraturas radiculares realizado através da tomografia computadorizada**. 2020. 5p. Graduando pela faculdade Evangélica de Goianésia-FACEG, 2020.

FURTADO, G.F.; MORELLO, J.; RIBEIRO, F.C. Diagnóstico de fratura radicular vertical: revisão de literatura. **Rev Brasileira de Pesquisa em Saúde**, Campo Grande, v. 12, n.2, p.61-68. 2010.

GARIB, D.G; RAYMUNDO, M.V; RAYMUNDO, D.V; FERREIRA, S.N. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Rev Dental Press Ortodon Facial**, Maringá, v.12, n.2, p.139-156, mar/abr. 2007.

KÜHNISCH, J.; ANTTONEN, V.; DUGGAL, M.S.; SPYRIDONOS, M.L.; RAJASEKHARAN, S.; SOBCZAK, M et al. Best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents: an EAPD policy document. **Eur Arch Paediatr Dent**, Alemanha, v.21, n.4, p.375-386, aug. 2020.

KUTEKEN, F.; NILTON, P.; SIMÕES, A.N; GOISMAN, S. Artefato metálico em tomografia computadorizada de feixe cônico. **Rev Odontol.Univ**, São Paulo, v.27, n.3, p.220-8, set/dez. 2015.

LIMA, K.S. **Tomografia computadorizada cone beam aplicada na endodontia**. 2021. 25p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Odonto BH) - Faculdade de Sete Lagoas-FACSETE, 2021.

LEITE, G.M.F. **Alterações do canal mandibular em tomografias computadorizadas solicitadas para planejamento de implantes dentários**. 2012. 48p. Programa de Pós-Graduação em Odontologia-Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

LUQUETTI, B.S.; SANTOS, F.A.C. **Aplicabilidade da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico na Endodontia**. 2020. 34p. Trabalho de Graduação-Universidade de Taubaté, São Paulo, 2020.

MANSINI, R.; AKABNE, C.E.; FUKUNAGA, D.; BARATELLA, T.; TURBINO, M.L.; CAMARGO, S.M.C. Utilização da tomografia computadorizada no diagnóstico de fraturas radiculares verticais. **Rev.Gaúch.Odontol**, Porto Alegre, v.58, n.2, p.185-190, abr./jun. 2010.

MATHERNE, R.P.; ANGELOPOULOS, C.; KULILD, J.C.; TIRA, D. **Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro**. *J Endod*, 34(1): 87-9, 2008.

MELO, H.C.P.G. **A influência do tamanho do voxel em tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de perfurações radiculares usando um modelo in vitro.** 2013. 62p. Programa de Pós-Graduação, faculdade de odontologia, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, 2013.

MORELLO, C. **Uso da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares.** 2018. 29p. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em radiografia odontológica e imaginologia). Faculdade de odontologia da universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MOUDI, E.; HAGHANIFAR, S.; MADANI, Z.;BIJANI, A.; NABAVI, Z.; The effect of metal artifacts on the identification of vertical root fractures using different fields of view in cone-beam computed tomography. **Imaging Science in Dentistry**, Mazandaran Province, v.45, n.3, p.147-51, sept. 2015.

MURAD, L.C.D.; SILVA, B.J.A.; GONÇALVES, M.S.B.; RAMOS, B.C.; SILVA, A.I.V.; CARDOSO, C.A.A et al. Trinca radicular diagnosticada através de exame radiográfico e tomográfico: relato de caso clínico. **Arquivo brasileiro de odontologia**. Minas Gerais, v.10, n.2. 2014.

NAIR, M.K.; NAIR, U.P. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. **Journal of endodontics**, Gainesville, v.33, n.1, p.1-6, jan. 2007.

NASCIMENTO, H.A.R.; ANDRADE, M.E.A.; FRAZÃO, M.A.G.; NASCIMENTO, E.H.L.; RAMOS-PEREZ, F.M.M.; FREITAS, D.Q. Dosimetry in CBCT with Different Protocols: Emphasis on Small FOVs Including Exams for TMJ. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v.28, n.4, p.511-516. May. 2017.

OENNING, A.C.; JACOBS, R.; PAUWELS, R.; STRATIS, A.; HEDESIU, M.; SALMON, B. Cone-beam CT in pediatric dentistry: DIMITRA project position statement. **Pediatr Radiol**, Alemanha, v.48, n.3, p.308-316, mar. 2018.

OLIVEIRA, A.C.; COSTA, M.V.C.; NUNES, F.F.; SILVA, J.K.; BERNARDES, C.M.R.; ESTRELA, C et al. Avaliação da aplicação dos filtros de imagem na detecção de fraturas radiculares. **Rev Odontol Bras Central**. Goiânia, v.28, n.84, p.1-4, julho. 2019.

OLIVEIRA, M.R. **Influência da ferramenta de redução de artefatos em tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares verticais.** 2019. 70p. Dissertação (Mestrado em odontologia). Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, 2019.

OZER, S.Y. Detection of Vertical Root Fractures by Using Cone Beam Computed Tomography with Variable Voxel Sizes in an In Vitro. **Rev Model.Journal of endodontics**, Diyarbakir, v.37, n.1, p.75-79, Jan. 2011.

PAGORARO, G.A. **Artefatos em tomografia computadorizada: Revisão de literatura e relato de caso.** 2015. 26p. Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Especialização em Radiologia Odontológica e Imagenologia) - Faculdade de odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PATEL, S.; DURACK, C.; SHEMESH, H.; ROIG, M.; LEMBERG, K. Cone beam computed tomography in Endodontics-a review, **International Endodontic Journal**. Londres, v. 48, n.1, p.3-15, feb. 2014.

PAUWELS, R.; ARAKI, K.; SIEWERDSEN, J.H.; THONGVIGITMANEE, S.S. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. **Dentomaxillofac Radiol**, Londres, v. 44, n.1, p.1-20. Jan. 2015.

PORTO, L.P.A. **Prevalência e avaliação das repetições dos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico.** 2020. 79p. Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

QUEIROZ, P.M.; SANTAELLA, G.M.; CAPELOZZA, A.N.L.; ROSALEN, P.L.; FREITAS, D.Q.; HAITER-NETO, F. **Journal of Endodontics**. São Paulo, v.44, n.4, p.621-625, abril. 2018.

REBOUÇAS, R.A.; SANTOS, G.O.; MACHADO, A.N.; PINHEIRO, A.R.; FILHO, R.F.M.A. **Acurácia das medidas lineares nos modelos 3D, a partir da tomografia computadorizada por feixe cônico.** 2018. 13p. Universidade Federal Fluminense-UFF, Rio de Janeiro, 2018.

SANABE, M.E.; CAVALCANTE, L.B.; COLDEBELLA, C.R.; ABREU-E-LIMA, F.C.B. Urgências em traumatismos dentários: classificação, características e procedimentos. **Rev Paul Pediatr**, Araraquara, v.27, n.4, 447-51, jan. 2009.

SANTANA, B.R. **Qualidade da radiografia periapical utilizadas nos tratamentos endodônticos de uma clínica escola.** 2017. 36p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em odontologia). Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira-BA, 2017.

SEDENTEXCT guidelines. Safety and efficacy of a new and emerging dental X-ray modality. Radiation protection no. 172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. Geneva, Switzerland: European Commission 2012.

SILVA, D.S.M. **Desenvolvimento e avaliação de um algoritmo de redução de artefatos metálicos em tomografia computadorizada para planejamento radioterápicos.** 2019. 86p. Programa de pós-graduação (Engenharia Biomédica) - Universidade de Brasília-Unb, Brasília/DF, 2019.

SIMÕES, C.C.; CAMPOS, P.S.F. Influência do tamanho do voxel na qualidade de imagem tomografica:revisão de literatura. **Rev RFO**, Passo Fundo, v.18, n.3, p.361-364, set/dez. 2013.

SOARES, M.R. **Avaliação dosimétrica de protocolos de exame de tomografia computadorizada de feixe cônico.** 2015.120p. Programa de Pós-Graduação em Física (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

SOUZA, R.M.S. **Influência dos materiais endodônticos na produção de artefatos de imagem em tomografia computadorizada de feixe cônico.** 2015. 81p. Pós-graduação em odontologia (Mestrado em clinica integrada) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

TALWAR, S.; UTNEJA, S.; NAWAL, R.R. Role of Cone-beam Computed Tomography in Diagnosis of Vertical Root Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis. **J Endod**, Faridabad, v.42, n.1, p.12–24, jan. 2016.

TORRES, M.G.G.; CAMPOS, P.S.F.; SEGUNDO, N.P.N.; RIBEIRO, M.; NAVARRO, M.; REBELLO, L.C. Avaliação de doses referenciais obtidas com exames de tomografia computadorizada de feixe cônico adquiridos com diferentes tamanhos de voxel. **Rev Dental Press J Ortho**, Bahia, v.42, n.5, p.1-4, set/Out. 2010.

TORRES, M.G.G.; CAMPOS, P.S.F.; SEGUNDO, N.P.N.; NAVARRO, M.; REBELLO, L.C. Accuracy of Linear Measurements in Cone Beam Computed Tomography With Different Voxel Sizes. **IMPLANT DENTISTRY**, v.21, n.2, p150-155, april. 2012.

TSEHIS, I.; KATZ, A.; TAMSE, A.; KAFFE, I.; KFIR, A. Comparison of digital with conventional radiography in detection of vertical root fractures in endodontically treated maxillary premolars: an ex vivo study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Tel Aviv, v.106, n.1, p.124-128, jul. 2008.

VALIZADEH, S.; VASEGH, Z.; REZAPANAH, S.; YASER, S.; KHAEAZIFARD, M.J. Effect of object position in Cone Beam Computed Tomography field of view for detection of root fractures in teeth with intra-canal posts. **Iran J Radiol**, Tehran, v.12, n.4, p.1-8, oct. 2015.

WANDERLEY, V.A. **Influência da orientação do dente na detecção de fraturas radiculares verticais por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico.** 2018. 46p. Dissertação (Mestrado em Radiologia Odontológica). Universidade estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, 2018.

WANZELER, A.M.V.; BARRA, S.G.; GUEDES, F.R. Aplicação da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares. **REV Faculdade de Odontologia de Lins - Unimep**, São Paulo, v.26, n.1, p.19-28, jan-jun. 2016.

WHITE, S.C.; PHAROAH, M.J. **Radiologia Oral: Princípios e Interpretação**. 7ªed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

HARGREAVES, K.M.; COHEN, S. **Caminhos da Polpa**. 10ª ed. Traduzido por Alcir Fernandes Costa Filho et al. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.