

FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE

Rafaella Ferreira de Melo Alencar

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO APLICADA À
ENDODONTIA**

Santos
2020

Rafaella Ferreira de Melo Alencar

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO
APLICADA À ENDODONTIA**

Monografia apresentada à Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Orientador(a): Prof^a. Luciana Magrin Blank Gonçalves

Santos

2020

Faculdade Sete Lagoas – FACSETE

Monografia intitulada “**Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico aplicada à Endodontia**” de autoria do aluno **Rafaella Ferreira de Melo Alencar**.

Aprovada em ____/____/____ pela banca constituída dos seguintes professores:

Profa. Luciana Magrin Blank Gonçalves

Prof. Luiz Antonio Bichels Sapia

Prof. Rogério Hadid Rosa

Santos, 19 de fevereiro de 2020

Dedico este trabalho ao meu querido pai que mesmo não estando fisicamente ao meu lado, sempre guardou e iluminou o meu caminho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, me abençoando e me protegendo a todo tempo.

A minha família e ao meu parceiro e companheiro Leonardo Bertolassi, pelo carinho, amor, compreensão e apoio.

Aos meus queridos professores e mestres do curso de Especialização de Endodontia (ABO,Santos) que nos transmitiram todo o conhecimento científico possível com muito empenho, amor e respeito, acreditando sempre em cada um de nós. Luciana Blank, Maria Amélia, Luiz Sapia e Rogério Haddid muito obrigada por tudo.

À professora e minha orientadora Lu (Luciana Blank) pelo exemplo, pela disciplina, pelo respeito, pela educação, pelos conhecimentos e apoio, minha gratidão. E, principalmente, por acreditar e confiar em mim, quando às vezes nem mesma eu acreditava.

E, aos amigos maravilhosos trazidos por esse curso que ficarão na minha vida pra sempre, especialmente, Alessandra Dotto, Mayara Silva e Vinicius Liberatti.

RESUMO

Os exames complementares têm papel fundamental no diagnóstico e no planejamento do tratamento endodôntico. As radiografias convencionais possuem limitações por apresentarem uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional. Atualmente, a tomografia computadorizada de feixe cônico (*TCFC*), também conhecida como *cone-ceam*, possibilita a visualização das estruturas do esqueleto maxilofacial em três dimensões, sem distorção e sobreposições de imagens, eliminando as limitações inerentes às radiografias convencionais. Estas propriedades tornam esse exame por imagem apropriado para Endodontia. A TCCB oferece previsibilidade ao tratamento endodôntico, pois revela a verdadeira anatomia da área de interesse, atribui maior confiabilidade aos diagnósticos e possibilita um planejamento mais efetivo da abordagem terapêutica. Além disso, o sistema de TCCB utiliza doses de radiação significativamente menores em relação à tomografia computadorizada convencional. Nessa perspectiva, esse estudo tem por objetivo abordar por meio de uma revisão da literatura, a aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico na Endodontia.

Palavras-chaves: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Endodontia; Diagnóstico.

ABSTRACT

Complementary tests play a fundamental role in the diagnosis and planning of endodontic treatment. Conventional radiographs have limitations because they present a two-dimensional image of a three-dimensional structure. Currently, Cone-Beam Computed Tomography (CBCT), also known as cone-beam, allows the visualization of the structures of the maxillofacial skeleton in three dimensions without distortion and overlapping of images, eliminating the limitations inherent to conventional radiographs. These properties make this imaging exam appropriate for Endodontics. CBCT offers predictability to endodontic treatment because it reveals the true anatomy of the area of interest, assigns greater reliability to diagnoses and enables more effective planning of the therapeutic approach. In addition, CBCT system uses significantly lower radiation doses compared to conventional computed tomography. From this perspective, this study aims to approach the applicability of Cone-Beam Computed Tomography in Endodontics through a literature review.

Key-words: Cone-Beam Computed Tomography; Endodontics; Diagnosis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	04
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	06
2.1 Tomografia Computadorizada.....	06
2.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico na Endodontia.....	15
3 DISCUSSÃO.....	46
4 CONCLUSÃO.....	53
5 REFERÊNCIAS.....	54
6 ANEXOS.....	59

1. INTRODUÇÃO

O exame radiográfico é um meio auxiliar de diagnóstico imprescindível para as diferentes especialidades da Odontologia. O aumento da utilização pelo cirurgião dentista de exames e técnicas mais modernas e precisas é evidente, visto a maior complexidade dos procedimentos odontológicos realizados atualmente (ANDRADE, 2011).

A Radiologia tem passado por grandes transformações desde a descoberta da radiação X por Roentgen em 1895. Novos métodos de avaliar estruturas anatômicas em sua totalidade têm trazido a possibilidade de análises cada vez mais precisas. Hounsfield e Cormack, em torno de 1970, publicaram os primeiros estudos sobre tomografia computadorizada (TC). Desde então, este método vem sendo aperfeiçoado e atualmente é um dos mais utilizados no mundo em diagnóstico por imagem (CAVALCANTI, 2010).

A tomografia computadorizada trata-se de um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço. Diferentemente das radiografias convencionais que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios-X, a TC evidencia as relações estruturais em profundidade, mostrando imagens em “fatias” do corpo humano. A TC permite enxergar todas as estruturas em camadas, principalmente os tecidos mineralizados, com uma definição admirável, permitindo a delimitação de irregularidades tridimensionalmente (BROOKS, 1993; PARKS, 2000; GARIB et al., 2007).

A tomografia computadorizada é um método não invasivo, rápido, fidedigno, de alta precisão diagnóstica. Este extraordinário sistema, idealizado por Hounsfield, utiliza o computador como elemento centralizador dos complexos mecanismos relacionados à tomografia computadorizada. A TC é o método radiológico que permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano com finalidade diagnóstica e está indicada para a visualização de estruturas ósseas (ARELLANO, 2001).

Ao discutir este tema tão atual, primeiramente há que se discernir entre dois tipos principais de TC, a tomografia computadorizada tradicional de feixe em leque (*fan beam computed tomography, FBCT*) e a tomografia computadorizada de feixe cônico (*cone beam computed tomography, CBCT*). Os dois tipos de exames permitem a obtenção de imagens em cortes da região dentomaxilofacial, no entanto a única característica que apresentam em comum refere-se à utilização da radiação x. Surpreendentemente, a engenharia, as dimensões do aparelho, o princípio pelo qual se obtém e se processam as imagens, a dose de radiação e o custo do aparelho são completamente distintos entre as duas modalidades de TC (GARIB et al., 2007).

A evolução da Imaginologia possibilitou a criação de um tomógrafo direcionado para a prática odontológica. A tomografia computadorizada *cone-beam (TCCB)*, representa o desenvolvimento de um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial. O desenvolvimento desta nova tecnologia está provendo à Odontologia a reprodução da imagem tridimensional dos tecidos mineralizados maxilofaciais, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à TC tradicional (SCARFE et al., 2006).

O sistema de TCCB tem sido objeto de inúmeras pesquisas na Odontologia e uma parte significativa desses estudos têm sido específicos na Endodontia revelando um número enfático de trabalhos publicados. Nessa perspectiva, esse estudo tem por objetivo abordar, por meio de uma revisão da literatura, a aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico na Endodontia.

2.0 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Tomografia Computadorizada

Brooks (1993) define o exame de tomografia computadorizada (TC) como um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço (coronal, axial e sagital). Diferentemente das radiografias convencionais que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios-X, a TC evidencia as relações estruturais em profundidade, mostrando imagens em “fatias” do corpo humano (Figura 1). Esse exame permite enxergar todas as estruturas em camadas, principalmente os tecidos mineralizados, com uma definição admirável, permitindo a delimitação de irregularidades tridimensionalmente. A TC tem tido um grande impacto na prática da Odontologia, particularmente no planejamento de cirurgia maxilofacial e no diagnóstico e tratamento de lesões orais. A manipulação das imagens através do computador permite ao clínico ver a patologia que estava sobreposta por outras estruturas anatômicas sob diferentes perspectivas. Os avanços nos softwares de computador já permitem a visualização tridimensional da patologia e da anatomia.

Parks (2000) declara que a TC consiste em um meio de diagnóstico de boa resolução que utiliza a radiação X para obter uma imagem tridimensional de uma estrutura do corpo humano. A TC está indicada principalmente para a visualização dos tecidos mineralizados e elimina a sobreposição de imagens inerentes aos exames radiográficos convencionais. O autor ainda relata que a boa resolução da imagem de TC se deve ao grande poder de contraste da técnica, já que pequenas diferenças na densidade tecidual podem ser percebidas e traduzidas em 5.000 tons de cinza em cada pixel. Para se ter uma ideia, os aparelhos atuais reconhecem diferenças de densidade de menos de 0,5%, enquanto as técnicas radiográficas convencionais detectam desigualdades mínimas de 10%.

Arellano (2001) ressalta que a tomografia computadorizada (TC) revolucionou o diagnóstico na Odontologia como um método não invasivo, rápido, fidedigno e de alta precisão diagnóstica. Este extraordinário sistema, que permite

visualização imediata das estruturas do complexo maxilofacial, sem qualquer risco para o paciente e sem a necessidade de internação, foi idealizado por Godfrey N. Hounsfield, engenheiro eletrônico inglês, cujo grande mérito foi a utilização do computador como elemento centralizador dos complexos mecanismos relacionados à tomografia computadorizada.

De acordo com Farman (2005), considerando a crescente aplicabilidade da tomografia computadorizada *cone-beam* (TCCB) na Odontologia, é muito importante ressaltar princípio de ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*, “tão baixo quanto razoavelmente exequível”). *Baseado nesse princípio, o risco provocado pela exposição à radiação ionizante deve ser sempre confrontado pelo benefício em potencial desse exame para o paciente. Esse princípio continua sendo atual para o diagnóstico e para a prescrição de qualquer exame radiológico, inclusive para a TCCB.*

Segundo Scarfe et al (2006), a evolução dos exames de imagem na Odontologia vem disponibilizando, por meio das tomografias, diagnósticos precisos e análise das estruturas em três dimensões (3D), revelando informações sobre tamanho, forma e textura da área analisada. A tomografia computadorizada é o exame de escolha para análise de componentes ósseos e estruturas dentárias. O advento da tomografia computadorizada *cone-beam* representa o desenvolvimento de um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial. O desenvolvimento desta nova tecnologia está provendo à Odontologia a reprodução da imagem tridimensional dos tecidos mineralizados maxilofaciais, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à TC tradicional.

Brooks et al (2006) relatam que a dose de radiação X recebida pelo paciente no exame por TCFC ainda é maior do que a utilizada nos exames radiográficos e, logo, deve ser considerada. Sabe-se, ainda, que a dose de exposição à radiação em um exame tomográfico está diretamente relacionada ao protocolo escolhido para aquisição das imagens, no qual a resolução do voxel utilizado influencia a variação do tempo de exposição. Um tamanho reduzido de voxel tem uma melhor resolução de imagem, porém necessita de um maior tempo de escaneamento durante a aquisição do exame, aumentando a exposição do

paciente à radiação. Dessa forma, é de extrema importância utilizar o protocolo de aquisição que contemple a melhor relação entre qualidade da imagem para o diagnóstico e dose de radiação.

Kuramochi et al (2006), explicam que a TC possibilita a visão de uma fatia do segmento estudado, composto ponto a ponto, reproduzindo com fidelidade a morfologia de um corte anatômico. O resultado final é visualizado a partir de pequenas unidades da área denominadas pixels (*picture element*). O pixel (Figura 2), menor ponto que forma a imagem digital, representa um valor médio da densidade das estruturas contidas num pequeno volume dessa área, em função da espessura da fatia.

Garib et al (2007) informam que cada pixel que compõe a imagem apresenta um número que traduz a densidade tecidual ou o seu poder de atenuação da radiação. Tais números, conhecidos como escala de Hounsfield, variam de -1000 (densidade do ar) a +1000 (densidade da cortical óssea), passando pelo zero (densidade da água). Na escala Hounsfield, considera-se que água apresenta uma densidade neutra na imagem tomográfica. Deste modo, os tecidos de maior densidade são decodificados com um número positivo pelo tomógrafo e chamados de hiperdensos, enquanto os tecidos com densidade inferior à água recebem um número negativo e são chamados de hipodensos. A densidade da medula óssea varia de -20 a -40, devido à grande quantidade de tecido adiposo. O pixel possui somente duas dimensões e é um elemento plano. Para criar o volume acrescentou-se mais um plano (y) que fornece a profundidade e convencionou-se chamar esse novo elemento de *voxels* (*volume elements*). Em uma analogia simples o pixel seria a face do dado e o voxel seria o cubo correspondente (Figura 3). O voxel formador da imagem em três dimensões (3D), representa a menor unidade da imagem na espessura do corte, podendo variar de 0,5 a 20mm, a depender da região do corpo a ser escaneada e da qualidade da imagem desejada. Deste modo, quando se deseja imagens muito precisas de pequenas regiões como a face, ajusta-se o aparelho para adquirir cortes de 1mm de espessura, por exemplo, e assim o voxel das imagens resultantes corresponderá a 1mm. Diferentemente, quando se escaneia regiões maiores do corpo como o abdômen, as fatias, e, portanto o voxel, deve ser mais espesso, com inevitável perda da qualidade da imagem.

Para Garib et al. (2007), a natureza digital da TC permite introduzir melhoras na qualidade da imagem por meio da computação gráfica. E diferentemente das radiografias convencionais, o fator de magnificação da tomografia computadorizada é nulo, ou seja, a imagem em TC reproduz o tamanho real do objeto escaneado sem sobreposição de estruturas. A tecnologia do tomógrafo computadorizado vem sendo aperfeiçoada ao longo de poucos anos a um custo bem mais acessível em comparação à tomografia computadorizada fan-beam ou helicoidal. A história da TCCB aponta para um cenário aonde a imagem radiográfica tridimensional será utilizada ampla e rotineiramente na Odontologia.

Rodrigues & Vital (2007) relatam que exame tomográfico permite obter a reprodução de uma fatia do corpo humano com fins de diagnóstico. Os cortes tomográficos apresentam espaços entre si e, quanto mais finos e próximos, melhor será a resolução da imagem. Esses cortes podem estar unidos por um programa de computador que permite reconstrução tridimensional do objeto radiografado e a visualização da imagem em qualquer outro plano (axial, sagital e coronal). Este é o exame de eleição para imagens do tecido ósseo do complexo maxilomandibular.

Em relação a formação da imagem, Quereshy et al., (2008) explanam que na TCCB os raios-X são capturados por um intensificador de imagem (substituto do filme radiográfico) e um sensor sólido, denominado de dispositivo de carga acoplada (CCD) que, junto a fonte de raios-X, gira em torno da cabeça do paciente durante o mapeamento. O conjunto de dados é feito a partir de projeções em sequência durante a rotação do tubo (ampola de raios-X) e do receptor de imagem (detector) ao redor do volume irradiado (cabeça do paciente). Esses dados são, posteriormente, reconstruídos através de programas de computador, formando assim a imagem final. Os aparelhos de TCCB possuem duas grandes diferenças em relação aos aparelhos de TCFB ou helicoidal. Primeiro, a TCCB utiliza um tubo anódico fixo de baixo consumo de energia semelhante àquele usado em aparelhos panorâmicos dentários. Segundo os aparelhos de TCCB executam apenas uma volta ao redor do paciente e capturam os dados através de um feixe cônico de raio-X. Estas alterações possibilitam uma máquina que expõe o paciente a aproximadamente 20% da radiação de uma TC helicoidal, equivalente à exposição uma série periapical de boca inteira.

Patel (2009) atesta que uma das principais vantagens da TCCB sobre a TCFB é a dose de radiação eficaz significativamente menor a que os pacientes estão expostos. A dose efetiva dos tomógrafos de TCCB varia, mas pode ser quase tão baixa quanto uma radiografia panorâmica dental ou uma série periapical boca inteira e, consideravelmente menor do que uma tomografia médica. Os tomógrafos de volume limitado (TCCB) que são projetados especificamente para capturar informações de uma pequena região da maxila ou mandíbula, fornecem uma dose efetiva menor, pois apenas uma parte do esqueleto maxilo-facial é exposto à radiação. Por isso, a TCCB é mais adequada para a produção de imagens endodônticas de um dente ou dois dentes vizinhos. Acerca da produção de artefatos, Patel (2009) ainda explica que quando o feixe de raios X da TCCB encontra um objeto de densidade muito elevada, tais como o esmalte ou restaurações metálicas, os fótons de menor energia do feixe são absorvidos pela estrutura. O resultado é que a energia média dos raios X aumenta o feixe. Isso é chamado de "endurecimento do feixe" e o fenômeno produz dois tipos de artefatos: os de distorção de estruturas metálicas, chamado de "artefatos de escavação", e o aparecimento de estrias e faixas escuras entre duas estruturas densas.

Scarfe et al. (2009) ressaltam que o tomógrafo realiza uma rotação variável de 180 graus a 360 graus ao redor da cabeça do paciente para a aquisição da imagem. Nesse estágio são obtidas as projeções da área irradiada conforme a colimação selecionada. Esta colimação é que determinará o FOV (campo de visão) do exame. O FOV pode variar do arco mandibular até o maxilar unitariamente, ambos os arcos, ou todo o complexo maxilofacial, desde a base da mandíbula até o seio frontal, de acordo como tomógrafo utilizado (Figura 4). O tipo de procedimento a ser realizado determinará o FOV que deve englobar a área de interesse bem como as estruturas anatômicas adjacentes. Um dos fatores que influi, teoricamente, no efeito de volume parcial, é o tamanho do FOV. O voxel das imagens de TC possui suas dimensões x e y (pixel) determinadas pela matriz do aparelho e pelo FOV, enquanto sua profundidade (z), pela espessura do corte tomográfico. O FOV é um parâmetro que delimita a área de tecido a ser escaneada, e portanto, exerce influência direta no tamanho do pixel (eixo x e y do voxel). A área do pixel é resultante da divisão do FOV pela área da matriz. Considerando-se uma matriz única, a diminuição do FOV é responsável pela diminuição do tamanho do pixel. E quanto

menor o tamanho do pixel, melhor a resolução da imagem. A escolha de um FOV "ótimo" melhora a visualização de anormalidades. A seleção de um FOV excessivamente amplo faz com que a imagem pareça desnecessariamente pequena. Assim, além da dificuldade inerente de visualização de estruturas pequenas, um maior número de informações é colocado em cada pixel, podendo passar despercebidas lesões pequenas. De forma similar, um FOV muito pequeno pode excluir estruturas anatômicas importantes.

Scarfe et al. (2009) ainda constata que somente estruturas ósseas são visualizadas no exame de TCCB devido à baixa quilovoltagem e à baixa miliampereagem e, por conseguinte, à capacidade da ampola deste tomógrafo ser muito semelhante à dos aparelhos para radiografias panorâmicas. Por esta razão, ocorre uma redução na dose de radiação utilizada quando comparada à TCFB. A TCCB apresenta como características a visualização das estruturas anatômicas sem superposição, a possibilidade de obtenção de múltiplos ângulos de visão da mesma estrutura, a realização de reconstrução multiplanares (RMP), a possibilidade de reconstrução em terceira dimensão e a possibilidade de transmissão das imagens via internet ou rede local. Adicionalmente, o programa da TCCB permite gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais utilizadas na Odontologia, como a panorâmica e as telerradiografias em norma lateral e frontal, função denominada RMP em volume, que constitui outra importante vantagem da TCCB. Entretanto, a produção de artefatos na imagem pode ocorrer quando o volume mapeado apresenta materiais metálicos (restaurações, implantes ou contenções cirúrgicas).

De acordo com Cavalcanti (2010), a aquisição tomográfica da região de interesse produz imagens do corpo em fatias e as transfere para um *software* específico instalado em um computador. O computador faz a reconstrução do volume total e a partir daí as imagens são produzidas nos planos anatômicos axial, coronal e sagital a fim de possibilitar a visualização das estruturas anatômicas em todos os ângulos, inclusive a reconstrução em terceira dimensão. A imagem de TC é composta por uma matriz (linha versus colunas) que formam as estruturas retangulares ou quadradas, conceituadas de pixels. Cada tipo de aparelho possui pixels com dimensões específicas e isto está relacionado com o tamanho da imagem que o tomógrafo adquirirá. A matriz é um dos elementos que determinam o

tamanho do pixel. Variando-se somente a matriz, quanto maior seu tamanho, menor será o tamanho individual de cada pixel e, portanto, maior (e melhor) será a resolução da imagem. Cada um dos pixels também possui um valor específico de tonalidade de cinza relacionado à escala utilizada. As imagens bidimensionais são originadas pelos pixels, no entanto, as imagens tomográficas computadorizadas são tridimensionais. Para que isso ocorra, as projeções radiográficas advindas do feixe cônico de radiação são unidas e formam um volume tridimensional contendo milhões de voxels. Simplificando, o pixel seria como a face de um dado e o voxel seria o cubo correspondente ao dado. O voxel é isotrópico (mesmas dimensões de altura, largura e profundidade) e a qualidade final da imagem está diretamente relacionada à sua morfologia (tamanho de suas faces). Quanto menor o voxel e mais semelhante de um cubo perfeito, melhor a imagem tomográfica obtida. Todavia, apesar de teoricamente a imagem tender a ser mais nítida quanto menor for o tamanho do voxel, outros fatores também interferem na nitidez final, como a marca do aparelho, a qualidade do sensor, o software e a estabilidade do paciente.

Antes da aquisição da imagem, é possível selecionar diferentes parâmetros que alteram o tempo de aquisição (10 segundos para crianças e pacientes idosos a 40 segundos para a máxima qualidade da imagem) e o tamanho do voxel para formar a imagem (0,125 a 0,4 mm). As imagens iniciais são denominadas de imagens-base, dados de projeção ou *rawdata*. Há uma diferença importante entre a aquisição da imagem na TCCB e na TCFB. Na TCCB é realizada a aquisição primária de todo o volume de interesse e em sequência esse volume é reformatado através de programas de computador, para a obtenção das imagens axiais, coronais e sagitais, chamadas de reconstruções multiplanares – RMP (Figura 5). Na TCFB a imagem do volume é adquirida em fatias e o computador tem a função de uni-las para a obtenção da imagem como um todo. Com isso, todas as imagens obtidas são reconstruções advindas do volume primário (CAVALCANTI, 2010).

Cavalcanti (2010) destaca a TCCB como o método de diagnóstico por imagem que mais se desenvolveu nos últimos anos. Sua aplicabilidade em Odontologia vem aumentando com fins de diagnósticos, planejamento, tratamento e evolução. A TCCB é indicada, principalmente, na área de cirurgia bucomaxilo facial e de cirurgia ortognática, lesões endoperiodontais, fraturas radiculares e disfunções temporomandibulares. Em paralelo, quando o volume mapeado apresenta materiais

metálicos, ocorre o problema do aparecimento de artefatos na imagem. Restaurações metálicas, implantes dentários, aparelhos ortodônticos, núcleos intrarradiculares e próteses fixas prejudicam a visualização do exame tomográfico devido ao aparecimento de artefatos. Na presença de metal ocorre o aparecimento de artefatos que são denominados de *beam hardening* ou efeito de “endurecimento do raio”. A borda do objeto metálico examinado tem a aparência mais brilhante que o centro. O artefato é causado por um aumento da energia dos raios-X ou “endurecimento” quando passa pelo objeto metálico examinado (Figura 6). Na imagem, o resultado aparece em forma de faixas claras e brilhantes e erros nas amostras da superfície de um implante ou restauração, tornando a visualização anatômica da região a ser examinada um tanto difícil. Isso ocorre porque os metais têm número atômico elevado e, assim, atenuam os raios-X muito mais do que o osso e os tecidos moles. A atenuação do feixe de raios-X é tão intensa que os fótons quase não chegam aos detectores. A consequência mais prejudicial que os materiais metálicos causam sobre as imagens é a perda de dados e, com isso, a dificuldade de localizar e interpretar a área englobada pelo artefato. Fatores como campo de visão (FOV), espessura do corte e dosagem do aparelho podem interferir no aumento ou na redução de artefatos metálicos nas imagens.

Schulze et al (2011) informam que apesar das vantagens da utilização da TCFC a produção de artefatos vem sendo descrita com uma limitação desse exame. Estes caracterizam-se por estrias, estruturas de linhas e sombras orientadas ao longo das linhas de projeção das imagens. A produção de artefatos possui potencial de mascarar ou mimetizar alterações iatrogênicas ou patológicas na porção radicular, acarretando dificuldades na interpretação das imagens.

Bueno et al. (2011), citam como limitações da TCCB a alta dose de radiação, o alto custo e a degradação da qualidade de imagem devido à presença de artefatos causados por restaurações metálicas, especialmente quando um pino metálico intracanal é utilizado. Às vezes, artefatos metálicos em conjunto com os pinos intracanaís podem simular diagnóstico de perfuração ou lesão destrutiva em torno de uma de raiz suspeita.

De acordo com Andrade (2011), o desenvolvimento da tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB), no final do século passado, revoluciona ainda

mais a área de diagnóstico por imagem na Odontologia. Esta apresenta vantagens relacionadas com a praticidade do exame, a baixa dose de radiação e a alta definição da imagem. A TCCB consiste em uma técnica de aquisição de imagem baseada na forma cônica do feixe de raios-X centrado no detector bidimensional. O sistema realiza uma rotação em torno do objeto produzindo uma imagem bidimensional que poderá também ser reconstruída em imagem tridimensional.

Durack & Patel (2012) argumentam que a tomografia computadorizada *cone-beam* é um método de diagnóstico por imagem projetado especificamente para uso em esqueleto maxilo-facial. O sistema de TCCB ultrapassa muitas limitações da radiografia convencional, produzindo imagens tridimensionais sem distorções da área em análise, sendo amplamente aplicada na Odontologia e adequada para utilização na Endodontia.

Fayad et al. (2015) afirmam que no âmbito da Endodontia a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCCB) está se tornando parte integrante da prática clínica. A interpretação precisa do volume tridimensional é fundamental na identificação correta e consistente da doença, o que leva ao tratamento adequado dos pacientes. A TCCB com campo de visão limitado deve ser considerada a modalidade de imagem de escolha para o diagnóstico em pacientes que apresentam sinais e sintomas clínicos contraditórios ou inespecíficos associados a dentes não tratados ou previamente tratados endodonticamente.

É importante ressaltar que a indicação dos exames complementares se baseia, principalmente, no quanto eles podem influenciar o tratamento proposto e o prognóstico da doença. Nesse sentido, a *American Association of Endodontists* (AAE) e a *American Academy of Oral e Maxilo-facial Radiology* (AAOMR) (2015) explicam que TCCB deve ser usada somente quando a história do paciente e um exame clínico demonstrarem que os benefícios para o paciente superam os riscos potenciais. A TCCB não deve ser usada rotineiramente para diagnóstico endodôntico ou para fins de triagem na ausência de sinais e sintomas clínicos. Os clínicos devem usar a TCCB somente quando a necessidade de imagem não puder ser atendida pela radiografia bidimensional de dose mais baixa.

2.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico na Endodontia

Scarfe et al. (2006) destacam que a tomografia computadorizada de feixe cônico supera as limitações da radiografia convencional bidimensional. Na Endodontia, em que a anatomia a ser avaliada é complexa, o sistema de TC fornece vastos benefícios potenciais. Essas vantagens, aliadas ao custo e tamanho reduzidos dos equipamentos e exames de TCCB, quando comparados com a TC convencional, têm aumentado a aceitação dessa forma de imagem na prática odontológica.

De acordo com Patel et al. (2007), o exame radiológico é parte essencial do diagnóstico e tratamento da doença endodôntica. Atualmente, o exame radiológico é limitado a radiografias convencionais bidimensionais. Crucialmente, as informações essenciais da anatomia tridimensional do dente e das estruturas adjacentes não são visíveis, mesmo com as melhores intenções e técnicas paralelas, a distorção e a sobreposição de imagens são inevitáveis. A TCCB fornece uma forma eficaz e segura de superar alguns desses problemas e pode, com o tempo, mudar a forma como o resultado do tratamento endodôntico é avaliado. A TCCB foi especificamente projetada para produzir informações tridimensionais não distorcidas do esqueleto maxilofacial, bem como imagens tridimensionais dos dentes e seus tecidos adjacentes. Isso geralmente é conseguido com uma dose efetiva substancialmente menor em relação à tomografia computadorizada (TC) médica convencional. A precisão geométrica tridimensional e eliminação da sobreposição das estruturas anatômicas são citadas como vantagens importantes da TCCB. Assim, as raízes dos dentes posteriores superiores, por exemplo, e seus tecidos periapicais podem ser visualizadas separadamente e nos três planos ortogonais (axiais, coronais e sagitais), sem sobreposição do processo zigomático, do osso alveolar e das raízes adjacentes. As imagens tridimensionais permitem identificar claramente a relação anatômica dos ápices radiculares com estruturas anatômicas vizinhas importantes, como o canal alveolar inferior, forame mental e seio maxilar.

Em seu estudo, Patel et al. (2007) fornecem informações sobre a tecnologia da TCCB e descrevem as suas aplicações em Endodontia com exemplos clínicos. Os autores relatam que a doença periapical pode ser detectada precocemente usando a TCCB em comparação com as radiografias periapicais. Na TCCB, o verdadeiro tamanho, extensão, natureza e posição das lesões e reabsorções podem ser avaliados e a raiz real à qual a lesão está associada é identificada com confiança. Além disso, as imagens tomográficas permitem a visualização de fraturas radiculares, da anatomia do canal radicular e da verdadeira topografia óssea alveolar ao redor dos dentes. A TCCB tem papel importante no planejamento da microcirurgia periapical. O exame permite avaliar ápices radiculares isoladamente, a espessura do osso cortical e esponjoso com precisão e evidencia a inclinação das raízes e sua relação com estruturas anatômicas nobres adjacentes, como o seio maxilar e o nervo alveolar inferior, relevantes no planejamento cirúrgico. A morfologia radicular pode ser visualizada em três dimensões, sendo assim o número de canais radiculares e se eles convergem ou divergem entre si podem ser analisados. As radiografias periapicais, mesmo que tomadas em ângulos diferentes são limitadas em mostrar canais radiculares não identificados (e não tratados) em raízes de dentes obturados. Os cortes axiais permitem que esses canais sejam facilmente identificados (Figura 1, anexo). A TCCB pode ser útil no diagnóstico de trauma dento-alveolar, evidenciando com precisão as lesões alveolares e de luxações (Figura 2, anexo), e no manejo de lesões de reabsorção cervical (Figura 3, anexo). Para os autores, a utilização mais interessante da TCCB na Endodontia é na determinação do resultado do tratamento. A tomografia de feixe cônico determina com mais objetivo e precisão o resultado do tratamento endodôntico. Pesquisas futuras podem mostrar que raízes que parecem ter sido "cicatrizadas" em radiografias convencionais ainda podem ter sinais de doença periapical (espaço do ligamento periodontal aumentado, rarefação periapical) quando analisadas com TCCB, influenciando na tomada de decisão clínica. Apesar disso, como a TCCB utiliza a radiação ionizante, é essencial que a exposição do paciente à radiação seja mantida tão baixa quanto razoavelmente praticável e que a indicação seja baseada em evidências. Os casos endodônticos devem ser julgados individualmente e a TCCB só deve ser considerada quando se decide que a visão radiográfica convencional está fornecendo informação limitada, e que são necessários mais detalhes radiográficos para o diagnóstico e

planejamento de tratamento. Por fim, é concluído que a TCCB é um sistema eficaz e seguro que supera as limitações inerentes às radiografias convencionais e pode, com o tempo, mudar a forma como o resultado do tratamento endodôntico é avaliado. Estas questões abordadas pelas recentes inovações da TCCB podem alterar substancialmente a forma de manejo dos problemas endodônticos potencialmente complexos.

Lofthag-Hansen et al. (2007) salientam que a radiografia intraoral é a técnica mais comumente utilizada para estabelecer se a doença periapical está presente. Para efeitos de planejamento do tratamento, no entanto, necessita-se de mais informação. A extensão da lesão também deve ser conhecida, assim como quantas raízes e canais radiculares existem em um dente afetado, qual raiz ou raízes são afetadas, e se uma lesão em uma raiz está conectada àquela em outra. Quando se contempla a cirurgia periapical, o conhecimento sobre a relação entre os ápices radiculares e entre uma lesão e as características anatômicas vizinhas é essencial. A relação entre o seio maxilar e o canal mandibular é particularmente importante. Na radiografia intraoral, o objeto tridimensional é comprimido em uma imagem bidimensional, a partir da qual o observador tem que recriar mentalmente as 3 dimensões. Dadas as limitações da radiografia periapical intraoral para o diagnóstico da doença periodontal apical, os autores avaliaram se as informações obtidas por meio da TC de feixe cônico diferem daquelas obtidas pela radiografia periapical intraoral. Eles compararam a prevalência da periodontite apical em dentes posteriores superiores e inferiores utilizando radiografia periapical e TCCB. Foram estudados números de raízes e canais radiculares, presença e localização de lesões periapicais, e sua relação com estruturas vizinhas. Os artefatos foram relatados como um problema nas imagens tomográficas. No final do estudo concluíram que, em casos selecionados, por exemplo, quando não há patologia detectável nas radiografias periapicais (Figura 4, anexo), embora os testes clínicos o indiquem, ou quando a cirurgia endodôntica é planejada para dentes multirradiculares, um exame radiográfico adicional usando uma técnica 3D deve ser considerada. Foi verificado que a TCCB detectou 62% mais lesões periapicais do que as radiografias convencionais. A TCCB permite que a doença periapical evidenciada por alterações radiolúcidas no ápice radicular seja detectada mais cedo do que nas radiografias

convencionais. O tratamento endodôntico é mais bem-sucedido nos dentes tratados precocemente, antes dos sinais radiográficos óbvios da doença periapical.

Estrela et al. (2008a) relatam que diante das limitações da radiografia convencional para detecção de lesões ósseas periapicais, métodos avançados de imagem, como a TCCB, podem acrescentar benefícios à Endodontia e oferecer maior qualidade no diagnóstico, planejamento do tratamento e prognóstico. Os autores declaram que a tomografia computadorizada por feixe cônico é significativamente mais sensível que a radiografia convencional na detecção da periodontite apical (PA) em humanos. O uso de imagens radiográficas convencionais para detecção da PA deve ser feito com cuidado, devido à alta possibilidade de diagnóstico falso negativo. Uma grande vantagem do uso da TCCB em Endodontia é a sua utilidade na identificação de lesões periapicais e no estabelecimento de diagnóstico diferencial como uma técnica não-invasiva de alta precisão. Os autores determinaram a precisão da imagem da TCCB e das radiografias panorâmica e periapicais na detecção da PA. Foram selecionados 888 exames de imagens de paciente com infecção endodôntica (1508 dentes), incluindo TCCB, radiografias panorâmicas e periapicais. Os achados da presente investigação demonstraram que as imagens de TCCB apresentam alta acurácia para a detecção da PA. A prevalência da PA em dentes tratados endodonticamente usando as radiografias panorâmicas e periapicais e de TCCB foi de 17,6%, 35,3% e 63,3%, respectivamente. A precisão das radiografias periapicais foi significativamente maior do que a das panorâmicas radiografias. A PA foi corretamente identificada em radiografias convencionais quando uma condição mais grave estava presente. A TCCB foi precisa em identificar a PA (Figura 5, anexo).

Estrela et al. (2008b) descreveram um novo índice periapical baseado na tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) para identificação da periodontite apical (AP). O índice periapical proposto neste estudo (CBCTPAI) foi desenvolvido com base em critérios estabelecidos a partir de medidas correspondentes à radiolucência periapical interpretada em tomografia computadorizada de TCFC. As imagens radiolúcidas sugestivas de lesões periapicais foram medidas por meio das ferramentas de trabalho do software Planimp nas tomografias CBCT em 3 dimensões: vestibulo-lingual, méso-distal e

diagonal (Figura 6, anexo). O CBCTPAI foi determinado pela maior extensão da lesão. Foi utilizado um sistema de pontuação de 6 pontos (0 -5). Além disso, considerando que a TCFC fornece imagens tridimensionais, sendo a profundidade adicionada como um novo plano de análise em relação à radiografia bidimensional, 2 variáveis foram incluídas no escore quando apropriado, expansão do osso cortical (E) e destruição do osso cortical (D) (Figura 7, anexo). Um total de 1014 imagens (radiografias periapicais e tomografias de TCFC) originalmente obtidas de 596 pacientes foram avaliadas por 3 observadores, utilizando os critérios da CBCTPAI. A PA foi identificada em 39,5% e 60,9% dos casos por radiografia e TCFC, respectivamente. Dadas as limitações da radiografia convencional para detecção da PA e a disponibilidade de novas modalidades emergentes de imagem tridimensional, o desenvolvimento de novos índices periapicais parece ser uma necessidade. Sob as condições testadas e dentro das limitações deste estudo, pode-se concluir que a detecção da PA foi consideravelmente maior com TCFC do que com radiografia periapical. O PAI proposto neste estudo (CBCTPAI) oferece um método diagnóstico preciso para uso com imagens de alta resolução, que pode reduzir a incidência de diagnóstico falso-negativo, minimizar a interferência dos observadores e aumentar a confiabilidade dos estudos epidemiológicos, especialmente aqueles referentes à prevalência e severidade da PA.

Em relação a anatomia radicular, Estrela et al. (2008c) também utilizaram o exame de TCCB para avaliar o grau de curvatura dentária. Foi discutido um método para obter o raio de curvatura a partir de imagens de tomografias computadorizadas *cone beam*. Conhecer o grau de curvatura do canal radicular é essencial para selecionar o instrumento e a técnica de instrumentação. O diagnóstico e o planejamento do tratamento endodôntico têm sido feitos com o auxílio da radiografia periapical. Contudo, a precisão da imagem obtida por TCCB para identificar alterações anatômicas e patológicas reduz os resultados falso negativos. Em imagens com alta qualidade de resolução a mensuração do raio de curvatura pode ser obtida a partir do circuncentro. Baseado em três pontos matemáticos com a ferramenta de trabalho de um software pode-se calcular o raio de curvatura em ambas as direções, tanto para frente em sentido apical, como para trás em direção cervical. Este método para se determinar o raio de curvatura auxiliado por imagens de tomografia computadorizada é fácil, reprodutível e

favorece o planejamento do tratamento endodôntico. O estudo demonstrou que a TCCB fornece imagens da morfologia do canal radicular com maior resolução do que aquelas obtidas com radiografia periapical e mostra-se confiável para avaliar com precisão o grau de curvaturas radiculares.

Para Matherne et al. (2008) a TCCB permite uma reconstrução tridimensional do sistema de canais radiculares e confere maior sensibilidade na correlação de imagens com as estruturas reais, dando ao clínico uma compreensão mais completa e verdadeira sobre a morfologia interna dos canais. Os autores, utilizaram a TCCB para identificar, *in vitro*, os sistemas de canais radiculares. Foram avaliados 24 molares superiores, pré-molares inferiores e incisivos inferiores, em cada espécime. Os resultados atestaram a superioridade da TCFC sobre a radiografia convencional na detecção da presença de canais adicionais. As radiografias convencionais não conseguiram identificar pelo menos um canal radicular em 4 de cada 10 dentes examinados. A TCCB mostrou-se como a modalidade de imagem preferencial em dentes com maior complexidade anatômica, uma vez que suas imagens resultaram em maior número de canais radiculares identificados em relação as imagens de radiografias convencionais.

Patel (2009) afirma que a radiografia convencional, apesar das suas limitações, tem se permanecido como o principal pilar da imagem na Endodontia, sendo o sistema de imagem padrão no campo. O exame radiográfico é essencial para o diagnóstico, planejamento e controle transoperatório e pós-operatório dos casos. Apesar de produzir informação limitada, as radiografias periapicais são as mais utilizadas, pois possibilitam detectar a presença e localização das lesões periapicais, avaliar a anatomia do canal radicular e as estruturas adjacentes. Contudo, o desenvolvimento da TCCB evidenciou as inadequações da radiografia convencional ao analisar a anatomia única do esqueleto maxilofacial. A natureza bidimensional das radiografias convencionais produz imagens com distorção geométrica e ruído anatômico. A radiografia convencional comprime estruturas tridimensionais sobre uma imagem bidimensional. Dessa maneira, proporciona a visualização da anatomia somente no plano mésiodistal, limitando à apreciação das estruturas na terceira dimensão (vestibulolingual). O sistema de TCCB projetado especificamente para uso em esqueleto maxilofacial, supera as limitações da radiografia convencional, produzindo imagens tridimensionais sem distorções e

sobreposições. Estas propriedades tornam esta forma de imagem particularmente adequada para o uso em Endodontia. A TCCB possibilita avaliar precisamente a anatomia dentária e as estruturas circundantes, aprimorando o diagnóstico das afecções endodônticas e contribuindo para um planejamento mais eficaz do tratamento. Além disso, a TCCB opera com uma dose de radiação efetiva significativamente menor quando comparada à tomografia computadorizada convencional

Patel et al. (2009a) compararam a precisão diagnóstica da radiografia periapical digital com a TCCB na detecção de defeitos ósseos periapicais criados artificialmente em maxilares humanos secos. Os autores demonstraram que a sensibilidade da TCFC na detecção de lesões simuladas de periodontite apical foi de 1,0 (100% de acurácia). As radiografias periapicais intrabucais, por outro lado, detectaram as lesões simuladas em apenas 24,8% dos casos, uma diferença estatisticamente significativa. Desse modo, foi concluído que na radiografia intraoral, fatores externos que não se controlam clinicamente, impedem a detecção de lesões periapicais. A TCCB remove estes fatores externos e permite ao clínico selecionar os pontos de vistas mais relevantes da área de interesse resultando em uma melhor detecção da presença e ausência de lesões periapicais artificiais (Figura 8, anexo).

Patel et al. (2009b), através de uma revisão da literatura, avaliaram as limitações das radiografias periapicais em relação às técnicas de imagens tridimensionais. Os autores constataram que: (1) mesmo com as melhores intenções e técnica refinada, as imagens obtidas com radiografias intraorais convencionais revelam informações apenas em duas dimensões (altura e largura) e que as informações valiosas e relevantes na terceira dimensão (profundidade) são limitadas; (2) os problemas inerentes ao posicionamento dos receptores de imagem na posição ideal em relação à área anatômica de interesse, pode não ser possível para obter uma visão precisa e não distorcida da área de interesse; (3) a detecção e avaliação da verdadeira natureza das lesões endodônticas e outras características relevantes podem ser prejudicadas pelo ruído anatômico adjacente, o efeito deste ruído anatômico é único para cada paciente e depende do grau de desmineralização óssea, do tamanho da lesão endodôntica e da natureza física do ruído anatômico; (4) radiografias seriadas realizadas com a técnica do paralelismo nem sempre são reproduzíveis de forma consistente, podendo resultar em sub ou superestimação de

cura ou fracasso do tratamento endodôntico; e, (5) em certas situações (reabsorções, avaliação de cirurgia periapical) a visualização tridimensional do problema endodôntico é desejável. Diante disso, os autores declaram que as imagens tridimensionais fornecidas pela TCCB são extremamente úteis e podem ser associada às radiografias convencionais na área da Endodontia.

Estrela et al. (2009a) determinaram a influência de retentores radiculares na periodontite apical (PA), detectadas por meio de radiografia periapical (RP) e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Um total de 1.020 imagens foram avaliadas. A presença e o comprimento de retentores intrarradiculares (curto, médio e longo) foram associados com a PA. De um total de 1.020 dentes analisados no estudo, a PA foi detectada em 397 (38,92%) usando RP e em 614 (60,19%) usando TCFC ($p < 0,001$). Os retentores intrarradiculares não influenciaram na PA e as tomografias de feixe cônico detectaram mais frequentemente a periodontite apical.

Estrela et al. (2009b) declaram que a reabsorção radicular (RR) é uma condição fisiológica ou patológica associada à perda da estrutura dentária causada pelas células clásticas. A RR permanente é uma condição patológica local que pode ser causada por tratamento ortodôntico, traumatismo dentário, periodontite apical, clareamento intracoronal, autotransplante, cisto dentário, neoplasia ou fatores idiopáticos. Nessas condições a camada celular protetora superficial externa ou interna pode ser danificada e a reabsorção radicular inflamatória ou reparadora pode ocorrer em qualquer parte da raiz. Em seu estudo foi avaliado um método para medir a reabsorção radicular inflamatória (RRI) usando tomografia computadorizada por feixe cônico (TCCB). Os locais de RRI foram classificados de acordo com o terço radicular (cervical, médio e apical) e superfície radicular (mesial, distal, vestibular, palatina, lingual ou ápice radicular). A extensão da RRI foi medida nos planos axial, transversal e tangencial nas tomografias, usando o software Planimp (Figura 9, anexo). A maior extensão do RR foi medida, e um sistema de pontuação de 5 pontos (0-4) foi utilizado para análise (Figura 10-11, anexo). Um total de 48 radiografias periapicais e tomografias CBCT originalmente obtidas de 40 pacientes foram avaliadas. A RRI foi detectada em 68,8% (83 superfícies radiculares) das radiografias e 100% (154 superfícies radiculares) das tomografias CBCT ($P < .001$). A extensão da RRI foi $>1-4\text{mm}$ em 95,8% das imagens de TCFC e em 52,1% das

imagens obtidas pelo método convencional ($P < .001$). Este estudo mostrou que os exames de TCFC foram melhores na detecção de RRI do que radiografias periapicais, evidenciando, detalhadamente a extensão da lesão e a superfície radicular envolvida. Este método forneceu um diagnóstico preciso com imagens de alta resolução.

Costa et al. (2009) asseguram que a necessidade em avaliar estruturas em três dimensões na prática endodôntica é notada especialmente em casos complexos, nos quais as radiografias convencionais não revelam com exatidão aspectos importantes para se obter um correto diagnóstico e planejamento do tratamento. Em seu trabalho os autores realizaram uma revisão da literatura sobre a aplicabilidade da TCCB na Endodontia e concluíram que a TCCB se mostrou um importante recurso auxiliar para a prática endodôntica, especialmente em casos complexos, como a localização de canais radiculares, identificação de lesões patológicas, reabsorções e fraturas radiculares.

Cavalcanti (2010) explica que as radiografias intrabucais têm papel relevante na clínica de Endodontia. Entre suas indicações têm-se: realizar o estudo da anatomia dentária, da cavidade pulpar e da região óssea circundante, estabelecer o comprimento de trabalho, confirmar a colocação do cone principal de guta-percha, avaliar o sucesso do tratamento e seu acompanhamento ao longo dos anos. Entretanto, as radiografias periapicais fornecem informações limitadas, pois projetam estruturas tridimensionais em superfícies bidimensionais (filme radiográfico), ocorrendo inúmeras sobreposições de imagens. O aumento do espaço correspondente ao ligamento periodontal, o rompimento de corticais ósseas, fraturas e perfurações radiculares, perdas ósseas em região de furca ou em um único local do osso alveolar ao redor do dente são exemplos de alterações que muitas vezes apresentam resultado radiográfico mascarado e/ou diminuído devido às limitações inerentes à formação das imagens convencionais. Uma modalidade de imagem de alta resolução como a TCCB pode suplantar as limitações das técnicas convencionais trazendo informações até então despercebidas na rotina da Endodontia. Deste modo, a TCCB na Endodontia é indicada para estudo da anatomia dentária (forma e localização de raízes); em casos nos quais a sobreposição de estruturas anatômicas nas radiografias periapicais dificulta a avaliação endodôntica; quando o exame convencional não detectou doença

periapical, contradizendo os testes clínicos; para análise de tratamentos endodônticos com sintomatologia persistente (retratamento); no acompanhamento de lesões periapicais; no planejamento e acompanhamento de cirurgia pararendodôntica; para estabelecer correlação clínica entre sintomatologia sinusal e periapicopatias; e, em casos de suspeita de fraturas radiculares e reabsorções radiculares.

Cavalcanti (2010) atesta que radiografia periapical é bastante utilizada para o diagnóstico das lesões periapicais (periapicopatias). A extensão da lesão deve ser conhecida, assim como o número e a anatomia das raízes infectadas, e a relação destas com as estruturas anatômicas nobres como os seios maxilares, a fossa nasal e o canal mandibular. Dependendo do grau da destruição óssea provocada pela periapicopatia e a sua localização, as radiografias periapicais poderão não revelar estas condições. Quando as lesões estão somente no osso esponjoso e limitam-se à superfície do osso cortical são de difícil visualização nas radiografias convencionais. Para a detecção de radiolucidez em região periapical, por meio desta técnica, é necessária a perda de estrutura mineral, a ponto de exceder a limitação relativa à sobreposição de imagens dessa técnica radiográfica. Clinicamente, isto poderá representar dificuldade na interpretação de lesões iniciais. As imagens de TCCB representam uma evolução qualitativa no diagnóstico em Endodontia e podem ser determinantes na conduta clínica dos casos. O tamanho das lesões periapicais é sempre subestimado nas radiografias periapicais e a discrepância desta técnica possibilita a ocorrência do diagnóstico de falso-negativos. A visualização tridimensional da anatomia permite o estudo apurado das periapicopatias e sua evolução espacial no osso alveolar, é possível mensurar a destruição óssea medular e o comprometimento das corticais ósseas. O exame tomográfico permite avaliar o relacionamento entre as estruturas anatômicas (seio maxilar, canal mandibular), os ápices radiculares e as doenças periapicais. Além disso, tem grande importância no acompanhamento radiográfico dos casos, pois aumenta a qualidade da informação obtida, na medida em que permite a avaliação e mensuração precisa da progressão ou regressão da lesão óssea causada pela periapicopatia. Em alguns casos, os microrganismos dos abscessos periapicais podem promover a destruição da delicada membrana sinusal adjacente, estabelecendo uma via de acesso para o interior do seio maxilar. A entrada desses

microrganismos pode causar sinusopatias inflamatórias. As patologias sinusais por infecção endodôntica ocorrem com mais frequência nos dentes posteriores superiores, devido à proximidade dos seus ápices dentários com o seio maxilar. Devido ao aumento na secreção e ao acúmulo de muco no interior do seio maxilar na região adjacente ao ápice do dente infectado, a sinusite inflamatória de origem dentária tem aspecto de hiperdensidade no exame de TC, podendo ser observada nos cortes axiais, coronais, sagitais e parassagitais. No campo da interpretação de lesões periapicais, a presença de objetos metálicos também é determinante na qualidade do exame, a interferência gerada pela presença de metal prejudica a visualização de lesões em diferentes protocolos de TCCB.

Segundo Cavalcanti (2010) o estudo das fraturas radiculares por meio de imagens radiográficas tem relevante importância clínica em endodontia, sua detecção precoce tem fundamental importância para a estratégia terapêutica. Em relação a sua apresentação as fraturas podem ser horizontais ou verticais. As horizontais são tipicamente de origem traumática e de diagnóstico mais simples, as verticais tendem a ter uma origem iatrogênica, podendo ser decorrentes de restaurações dentárias, da pressão excessiva utilizada no tratamento endodôntico, ou durante a inserção ou “efeito de cunha” produzida pelo núcleo intrarradicular. As imagens de TCCB têm papel importante no diagnóstico das fraturas radiculares, permitindo a visualização da porção radicular em três dimensões e em alta resolução. Todas as estruturas circundantes do dente suspeito devem ser avaliadas pelo radiologista, a tábua óssea adjacente merece atenção especial, pois pode estabelecer relação com a fratura dentária. Nos dentes tratados endodonticamente, o diagnóstico radiográfico é mais delicado, pois em diversos casos dependem de sinais de envolvimento periodontal e endodôntico. Os sinais clínicos deste tipo de fratura têm desenvolvimento lento e podem vir a aparecer somente um a dois anos após a injúria. A visualização das fraturas horizontais de origem traumática torna-se mais evidente quando existe tecido de granulação entre os fragmentos, que desloca o fragmento coronário incisalmente ou quando ocorre uma reabsorção no local da fratura. Sendo assim, casos de fratura radicular podem escapar da detecção imediatamente ao traumatismo. Por este motivo é aconselhável que o profissional estabeleça um acompanhamento clínico e radiográfico do caso. Dentes que contenham núcleos metálicos intrarradiculares, quando submetidos ao exame

tomográfico, com a finalidade de avaliação da integridade da estrutura radicular representam dificuldade na interpretação da imagem devido à formação de artefatos sobre as raízes destes dentes, tornando, em alguns casos, o diagnóstico inconclusivo.

Cavalcanti (2010) atesta que as reabsorções radiculares podem ocorrer por diversas causas, dentre elas: traumatismo dentário, periapicopatias e movimentos ortodônticos. O exame inicial de escolha para o acompanhamento dos casos de reabsorção radicular é a radiografia periapical, porém a sobreposição das estruturas torna essa técnica inadequada para a observação da integridade radicular. O uso da TCCB determina com precisão o tamanho e a localização da área de reabsorção, aumenta a probabilidade de detecção inicial, a realização de correto plano de tratamento e, conseqüentemente, aumenta as chances de sucesso do caso. A reabsorção invasiva cervical é um tipo de reabsorção externa mais agressiva e incomum que ocorre na região cervical da raiz de qualquer dente permanente. O diagnóstico inicial dessa doença representa um desafio para o profissional, pois as imagens convencionais e o exame clínico podem não ser conclusivos. As reabsorções cervicais são bem visualizadas nos exames tomográficos, se apresentando como uma imagem hipodensa que se estende, irregularmente, da superfície mais externa do dente em direção à cavidade pulpar, apresentando aspecto de estrutura “corroída”. Isto se deve à alteração da composição do cimento, que o torna menos resistente à reabsorção. A técnica de TCCB também se mostra eficiente para a visualização de reabsorções inflamatórias periapicais.

Alencar et al. (2010) determinaram os erros de procedimentos ocorridos durante a preparação do canal radicular utilizando instrumentos rotatórios NiTi detectados por radiografia periapical e TCCB. 40 molares humanos extraídos, superiores e inferiores, foram aleatoriamente divididos em dois grupos e tratados por dois especialistas em Endodontia (n=10) e dois estudante de Odontologia (n=10). O sistema Pro Taper Univesal foi usado para o preparo dos condutos e, a seguir estes foram obturados com cimento (AH Plus) e guta-percha. Radiografias periapicais (RP) e TCCB foram avaliadas por dois examinadores para verificar a ocorrência de erros de procedimentos (instrumentos fraturados, perfurações e transposição apical) (Figura 12, anexo). Frente a comparação dos métodos de

exames por imagens não houve diferenças significantes. Na análise de erros de procedimentos não houve diferenças significativas estatisticamente nos níveis de operadores e nem entre os grupos de dentes. Em vista da baixa incidência de erros de procedimentos durante o preparo dos canais por estudantes, a introdução de instrumentos de NiTi apresenta potencial no ensino da graduação. RP e TCCB permitiram detectar erros de procedimentos durante o preparo de canais, porém a TCCB oferece maiores recursos para o diagnóstico.

Durack e Patel (2011) relatam um caso em que a TCCB foi utilizada para o diagnóstico e manejo de um *dens invaginatus*. Os autores observaram que as radiografias periapicais convencionais forneceram informações insuficientes sobre a natureza da invaginação e sua relação com o canal radicular para a formulação de um plano adequado de tratamento. Uma tomografia CB de pequeno volume revelou que a invaginação e o canal radicular foram completamente separados, a parede da invaginação funcionou como um obstáculo ao desbridamento químico-mecânico eficaz. Um método de acesso ao canal radicular infectado, baseado em informação das imagens da TCCB, foi adaptado para permitir a sua instrumentação, desinfecção e obturação. A Endodontia de um dens invaginatus pode ser um desafio devido à morfologia bizarra e à falta de informação em terceira dimensão fornecida pela radiografia convencional ao dentista. A TCCB é um coadjuvante útil para o clínico. Neste caso, o tratamento endodôntico foi precisamente planejado e executado com segurança e sucesso, o que não seria possível na ausência da TCCB.

Lima & Resende (2011) avaliaram os benefícios dos exames tomográficos na Endodontia por meio de uma revisão da literatura. Segundo os autores o exame tomográfico possibilita na Endodontia: (a) diagnosticar as alterações óssea que envolvem os dentes e os tecido perirradiculares com exatidão; (b) determinar com precisão o número, localização, forma e direção das raízes; (c) confirmar o comprimento das raízes antes do preparo químico-mecânico; (d) determinar a posição das estruturas no sentido vestibulo-lingual e méso-distal (perfurações radiculares, instrumentos fraturados, obturações retrógradas, reabsorções radiculares, lesões endo-pério); (e) diagnosticar fraturas e trincas radiculares; e, (f) localizar o ápice radicular antes da cirurgia perirradicular.

Durack & Patel (2012) informam que a TCCB supera as limitações das radiografias convencionais, produzindo imagens tridimensionais que permitem uma apreciação mais abrangente da anatomia e da sua relação espacial com a destruição tecidual causada pela patologia examinada. Outro ponto relevante é a utilização de softwares para estudo do exame que permitem as reconstruções e potencializam o seu uso como ferramenta de diagnóstico e planejamento à beira da cadeira odontológica. O hardware da TCCB é muito menor e menos caro do que as máquinas de TC, sendo apropriado para a prática odontológica. A TCCB possui dose reduzida de radiação ionizante em relação à TC méd. O paciente é exposto à radiação por apenas por uma parte do tempo real de varredura (o feixe de raios-X é pulsátil), a colimação do feixe permite que somente a área de interesse seja irradiada, produzindo um tamanho de volume específico (FOV), apropriado e relevante para as necessidades do paciente. Quanto menor o FOV, menor será a exposição à radiação para o paciente. Em relação às limitações da TCCB os autores destacam a produção de artefatos (Figura 13, anexo), produzidos pela presença de metais e materiais de alta densidade que provocam o endurecimento do feixe (*beam hardening*) e produção de bandas e estrias nas imagens. A produção desses artefatos pode reduzir o rendimento diagnóstico do exame tomográfico. Na área da Endodontia os autores explicam que a gestão bem-sucedida de problemas endodônticos é dependente das técnicas de diagnóstico por imagem, pois estas fornecem informações importantes a respeito dos dentes investigados e sua anatomia. A TCCB atua como adjuvante na avaliação, interpretação diagnóstica e tratamento de intercorrências endodônticas. Como a TCCB está cada vez mais acessível ao endodontista é importante estar atento às aplicações deste método de diagnóstico por imagem na Endodontia.

A tomografia computadorizada de feixe cônico pode ser um auxiliar útil no diagnóstico da doença periapical, especialmente quando os sinais e sintomas clínicos e as evidências radiográficas convencionais se mostram inconclusivos. A detecção precoce da periodontite apical pode ser esperada, com resultados potencialmente melhores para o tratamento não cirúrgico do canal radicular. A destruição óssea periapical associada à infecção endodôntica pode ser identificada por meio da TCFC antes que a evidência da existência dessas lesões se apresente nas radiografias convencionais. No tratamento cirúrgico endodôntico, a TCCB tem

papel fundamental no planejamento, já que esta evidencia o relacionamento espacial entre raízes, a destruição óssea presente e as estruturas anatômicas nobres adjacentes (Figura 14, anexo). Armando-se com essas informações, os clínicos podem avaliar a adequação dos casos, individualmente, ao tratamento proposto. Nos casos com indicação cirúrgica, podem ser feitas e aplicadas no local cirúrgico medidas pré-operatórias precisas que sejam relevantes para o procedimento cirúrgico (comprimento e angulação da raiz, espessura da cortical externa, distância entre a extremidade da raiz e o forame mental), melhorando assim o manejo do caso e a redução de danos iatrogênicos potenciais. Os autores ainda citam que as propriedades das TCCB também contribuem para sua aplicação na avaliação de traumas dento-alveolares; reabsorções cervicais; reabsorções internas; no estudo da morfologia da raiz e do canal radicular e suas variações anatômica (ex. *dens invaginatus*), no diagnóstico de fraturas verticais e na avaliação do resultado do tratamento endodôntico (DURACK E PATEL, 2012).

De acordo com Acoorsi-Mendonça et al. (2012) o correto diagnóstico apresenta-se como um marco inicial para o sucesso em Endodontia. Para tal, são unidas informações provindas da anamnese, exames clínicos e complementares. O exame radiográfico, dentre as suas variações, possui limitações por apresentar uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional. Atualmente, no campo da Imaginologia, a Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico (TCFC), também conhecida como *Cone Beam*, evidencia-se como uma possibilidade de obtenção de imagens tridimensionais, o que atribui maior confiabilidade aos diagnósticos e planejamento operatório. Os autores realizaram uma revisão da literatura a respeito do uso da TCCB na Endodontia. Em seu trabalho, relatos de casos reforçaram a aplicação da TCCB no planejamento de casos complexos de anatomia (*dens in dente*), no diagnóstico de fraturas radiculares e de reabsorção inflamatória.

Parirokh et al. (2012), relataram um caso clínico em que artefatos produzidos por pino e coroa nas imagens de TCFC, evidenciaram uma hipodensidade na porção interna e ao redor de um dente que estava livre de alterações patológicas. O pino e a coroa foram removidos e o dente foi observado sob um microscópio operatório dental. O exame clínico, bem como a observação direta ao microscópio não mostraram lesões patológicas no dente. O erro de diagnóstico foi ocasionado pela presença do artefato na TCFC. Na prática

endodôntica, as imagens tomográficas na presença de estruturas metálicas (pinos e núcleos) devem ser interpretadas criteriosamente.

Neves et al. (2013) ressaltam que o reconhecimento da anatomia radicular e perirradicular pode determinar o sucesso endodôntico. A utilização da TCCB na Endodontia trouxe vantagens como permitir a verificação da verdadeira extensão, localização e dimensão de uma lesão periapical; detecção precoce de alterações periapicais; avaliação da morfologia radicular, número de canais radiculares e a presença de canais não tratados; fraturas; reabsorções e perfurações radiculares. Casos de fratura, canais não obturados, dens in dente, reabsorção interna e de lesão periapical foram relatados e diagnosticados por meio de TCCB em seu trabalho.

Venskutonis et al. (2014) certificam que a radiografia intraoral é a técnica de imagem de escolha para o tratamento da doença endodôntica, mas a TCFC parece ter validade e confiabilidade superior no manejo do diagnóstico e das complicações em Endodontia. Para obter informações essenciais na endodontia clínica, a TCCB pode ser usada em todas as fases do tratamento (pré, trans e pós-operatório). Em seu artigo os autores examinaram o uso de imagens de TCCB no diagnóstico, planejamento do tratamento e na avaliação do resultado de complicações endodônticas. O exame tomográfico foi usado no estudo da anatomia dos canais radiculares, na detecção da periodontite apical, na avaliação pré-cirúrgica e nas complicações endodônticas (fraturas radiculares, reabsorções e perfurações) e para avaliar a qualidade do tratamento de canal. Ao fim do estudo conclui-se que quando sinais e sintomas clínicos acoplados aos meios convencionais de imagem não oferecerem informações adequadas à resolução de intercorrências endodônticas, a TCCB poderá ser a imagem de escolha para auxílio na interpretação e avaliação endodôntica. A TCCB tem o potencial de se tornar a primeira escolha para o planejamento do tratamento endodôntico e avaliação de resultados, especialmente quando novos scanners com doses de radiação mais baixas estiverem disponíveis. Porém, os casos devem ser julgados de forma individual e os sistemas de TCCB utilizados devem ser considerados.

Mota de Almeida et al. (2014) analisaram o efeito da TCCB na tomada de decisões terapêuticas na Endodontia. O objetivo deste estudo foi determinar se o resultado do exame de TCCB, utilizado de acordo com as diretrizes atuais, tem

impacto nas decisões terapêuticas endodônticas na prática clínica. O objetivo secundário era avaliar se o exame de TCFC iria melhorar a precisão subjetiva da terapia foi realizada. 57 pacientes foram submetidos a um exame de TCCB. Após um exame clínico completo, mas antes da TCFC, o examinador elaborou um plano de terapia preliminar que foi registrado. Após o exame de TCFC, o mesmo examinador fez um novo plano terapêutico. Os planos terapêuticos antes e depois do exame de TCFC foram traçados para 53 pacientes e 81 dentes. O plano terapêutico foi alterado em 29 pacientes (55%) após o exame de TCCB. Os examinadores julgaram que o exame de TCCB ajudou a melhorar a precisão subjetiva da terapia realizada em 26 pacientes (50%). Um fator que contribuiu para o alto número de mudanças nos planos terapêuticos pode ser explicado pela escolha de uma abordagem mais conservadora feita pelos clínicos antes do exame de TCCB. As estratégias de não tratamento e de acompanhamento representavam aproximadamente 40% dos pacientes e de todos os dentes antes dos exames tomográficos, mas isso caiu para aproximadamente 10% dos pacientes e 25% de todos os dentes após os exames de TCCB. Na época anterior à introdução da TCCB, o tempo estava ao lado do dentista e a espera vigilante era uma ferramenta diagnóstica e terapêutica poderosa. A introdução do exame de TCCB pode resultar em uma mudança para uma terapia mais ativa que pode ajudar o paciente mais rapidamente. Para que os exames de TCCB melhorem o resultado do paciente, primeiro deve ser demonstrado que eles podem provocar uma mudança no diagnóstico e na terapia. Os resultados deste estudo indicam que a técnica de TCCB tem essa capacidade quando usada adequadamente. Ao fim do estudo os autores destacam que a TCCB quando utilizada de acordo com as diretrizes atuais: é recomendada apenas para pacientes com problemas endodônticos complexos; tem um impacto significativo na eficácia da decisão terapêutica em casos endodônticos; e ajuda a melhorar a precisão subjetiva da terapia realizada.

Estrela et al. (2015) argumentam que tratamento do canal radicular envolve diferentes etapas operacionais, e que um dos grandes desafios é conhecer os detalhes em relação a anatomia interna individual de cada dente. O sucesso da limpeza, da modelagem e preenchimento dos canais radiculares depende do pleno acesso aos canais radiculares. As dificuldades durante o preparo dos canais radiculares são causadas pela falta de informação da anatomia dentária interna. A

TCCB é uma tecnologia mais precisa que complementa a avaliação e o planejamento do tratamento, pois permite visualizar a morfologia interna das estruturas anatômicas dentárias (número de raízes, canais radiculares, foramina apical, istmos, ramificações radiculares, curvaturas radiculares, distúrbios de desenvolvimento). Os autores, em seu estudo, avaliaram a frequência de raízes, canais radiculares e forames apicais por meio de imagens de TCCB. Imagens tomográficas de 1.400 dentes de um banco de dados avaliadas anteriormente foram usadas para determinar a frequência do número de raízes, canais radiculares e forames apicais. Todos os dentes foram avaliados nos planos sagital, axial e coronal. As imagens foram avaliadas por dois examinadores. Os dados estatísticos foram avaliados, incluindo distribuição de frequência e de tabulação cruzada. A maior frequência de quatro canais e quatro forames periapicais foi encontrada em primeiros molares superiores (76%, 33%) seguido de segundo molares superiores (41%, 25%). A frequência de 4 canais nos molares inferiores foi de 51%. Os primeiros pré-molares inferiores apresentaram dois canais radiculares e dois forames em 29% e 20%, respectivamente. Os incisivos centrais e laterais inferiores e caninos apresentaram dois canais radiculares em 35%, 42% e 22 % dos casos, respectivamente. A navegação das imagens de TCCB favorece uma melhor identificação da frequência, posição das raízes, canais radiculares e forames apicais em dentes permanentes humanos (Figuras 15-17, anexo).

A doença endodôntica afeta adversamente a qualidade de vida e pode produzir morbidade significativa em pacientes acometidos. O exame radiográfico é essencial para o diagnóstico, planejamento, tratamento e acompanhamento dos casos na Endodontia. Com o advento da TCCB a visualização tridimensional do esqueleto maxilofacial e a eliminação da sobreposição e distorção de imagens, inerentes às radiografias convencionais, foram viabilizadas. No entanto, a TCCB deve ser usada somente quando a história do paciente e um exame clínico demonstrarem que os benefícios para o paciente superam os riscos potenciais. A TCCB não deve ser usada rotineiramente para diagnóstico endodôntico ou para fins de triagem na ausência de sinais e sintomas clínicos. Os clínicos devem usar a tomografia de feixe cônico somente quando a necessidade de imagem não puder ser atendida pela radiografia bidimensional de dose mais baixa. Existem inúmeros fabricantes de equipamentos CBCT, e vários modelos estão disponíveis. Em geral,

o tomógrafo *cone-beam* é categorizado de acordo com o tamanho seu campo de visualização (FOV). O tamanho do FOV descreve o volume de varredura das máquinas de TCFC. Esse volume determina a extensão da anatomia incluída. Ele depende do tamanho e da forma do detector, da geometria da projeção do feixe e da capacidade de colimar o feixe. Na medida do possível, o FOV deve exceder apenas ligeiramente as dimensões da anatomia de interesse. Geralmente, quanto menor o FOV, menor a dose de radiação associada ao estudo. A colimação de feixes limita a exposição à radiação na região de interesse e ajuda a garantir que um FOV ideal possa ser selecionado com base na apresentação da doença. Varredura de volumes menores geralmente produzem imagens de maior resolução. Nas aplicações endodônticas, a TCFC com FOV limitado ou reduzido é preferível, pois há menos dose de radiação para o paciente, maior resolução espacial e volumes mais curtos a serem interpretados. Se houver suspeita de extensão de patologias além da área dos dentes, ou de uma lesão multifocal com possível etiologia sistêmica, e/ou se uma causa não endodôntica para falta de vitalidade do dente for estabelecida clinicamente, um protocolo apropriado de campo de visão maior pode ser empregado caso a caso. Em relação a dose de radiação, a seleção do protocolo de imagem mais apropriado para a tarefa diagnóstica deve ser consistente com os princípios de ALARA de que todos os esforços devem ser feitos para reduzir a dose efetiva de radiação para o paciente (AAE & AAOMR, 2015).

Em 2015 a Associação Americana de Endodontia e a Associação Americana de Radiologia Bucomaxilofacial se uniram para definir as situações clínicas nas quais a utilização TCCB deve ser considerada, através de uma declaração de posicionamento. Essa declaração pretende fornecer aos clínicos orientações cientificamente fundamentadas sobre o uso da TCCB no tratamento endodôntico. Esse documento orienta, através de recomendações, a solicitação dos exames de imagens na prática da endodontia clínica. As recomendações a seguir são, exclusivamente, para exames de TCCB de FOV reduzido:

1. Para o diagnóstico inicial as radiografias intrabucais devem ser consideradas a modalidade de imagem de escolha na avaliação do paciente endodôntico.
2. A TCCB deve ser considerada para o diagnóstico em pacientes que apresentam sinais e sintomas clínicos contraditórios ou inespecíficos associados a dentes não tratados ou previamente tratados com endodontia.

3. No pré-operatório, a TCCB deve ser considerada para o tratamento inicial de dentes com potencial para canais extras e morfologias complexas, como dentes anteriores inferiores e pré-molares e molares superiores e inferiores, e em casos de anomalias dentárias.
4. No trans-operatório, se uma TCCB pré-operatória não tiver sido solicitada, a tomografia de feixe cônico deve ser considerada como a modalidade de imagem de escolha para identificação de comunicações e localização de canais calcificados.
5. No pós-operatório, as radiografias intrabucais devem ser consideradas a modalidade de imagem de escolha para a preservação do tratamento.
6. No retratamento não cirúrgico, a TCCB deve ser considerada a modalidade de imagem de escolha se o exame clínico e radiografia convencional são inconclusivos na detecção de fratura radicular vertical.
7. No retratamento, a TCCB deve ser a modalidade de imagem de escolha para avaliar a não cicatrização da doença endodôntica anterior, para determinar a necessidade de tratamento não cirúrgico adicional ou para determinar a necessidade de intervenção cirúrgica ou extração.
8. A TCCB deve ser a modalidade de imagem de escolha para avaliar as complicações do tratamento endodôntico, como presença de material obturador em excesso, instrumentos fraturados e localizações de perfurações.
9. No planejamento de cirurgia pararendodônticas, a TCCB deve ser considerado como a modalidade de imagem de escolha para localizar ápices radiculares e avaliar a proximidade com estruturas anatômicas adjacentes.
10. A TCCB deve ser considerada como a modalidade de imagem de escolha para a colocação cirúrgica de implantes.
11. A TCCB deve ser considerada a modalidade de imagem de escolha para diagnóstico e tratamento do trauma dento-alveolar, de fraturas alveolares e radiculares, luxação e/ou deslocamento de dentes.

12. A TCCB é a modalidade de imagem de escolha na localização e diferenciação de reabsorções externas e internas e na determinação do tratamento adequado e prognóstico.
13. Na avaliação dos resultados, na ausência de sinais ou sintomas clínicos, a radiografia intrabucal deve ser considerada a modalidade de imagem de escolha para a verificação da cura após tratamento endodôntico não cirúrgico e cirúrgico.
14. Na ausência de sinais e sintomas, se a TCCB foi modalidade de escolha no momento do diagnóstico e do tratamento, pode ser a modalidade de escolha para o acompanhamento e preservação do caso.

Em seu documento, AAE & AAOMRA (2015) deixam claro que TCCB é uma tecnologia emergente que está revolucionando a abordagem no cuidado endodôntico dos pacientes na Odontologia. A orientação nesta declaração não pretende substituir o julgamento independente de um clínico no cuidado ao paciente. O uso da TCCB de FOV reduzido deve ser considerada caso a caso, com a devida consideração aos riscos e benefícios de expor o paciente à radiação ionizante, à história do paciente, aos achados clínicos e às radiografias pré-existentes, para que o tratamento superior possa ser fornecido ao público em geral que necessita de cuidados endodônticos.

Nikoloudaki et al. (2015) sustentam que no campo da Endodontia, a TCCB pode ser uma ferramenta útil para revelar irregularidades na morfologia dentária, canais radiculares adicionais e fraturas radiculares verticais. Em seu estudo, os autores avaliaram a morfologia da raiz e do canal radicular nos molares permanentes superiores utilizando a tomografia computadorizada *cone-beam*. Foram examinadas 273 imagens de TCCB. Foram avaliados o número de raízes e canais radiculares do primeiro e segundo molares maxilares. A configuração dos canais radiculares foi classificada de acordo com a classificação de Weine por dois examinadores independentes e a análise estatística foi realizada. Foram avaliados um total de 812 molares (410 primeiros e 402 segundos molares). A grande maioria dos primeiros e segundos molares tinha três raízes (89,26% e 85,07%, respectivamente). A maioria dos primeiros molares tinha quatro canais, enquanto a maioria dos segundos molares tinha três. Nas raízes mésovestibulares, um forame

foi registrado em 80,91% de todos os dentes. Outras raras variações morfológicas também foram encontradas, como a fusão de um segundo molar maxilar com um dente supranumerário. Diante disso, pôde-se concluir que mais atenção deve ser concedida à detecção de canais adicionais durante o tratamento endodôntico nos molares permanentes superiores. Em direção a esse esforço, a TCCB pode fornecer ao clínico informações suplementares sobre as diferentes configurações do canal radicular, importantes para o sucesso do tratamento.

Nunes et al. (2016) salientam que a inflamação periapical é frequentemente responsável por alterações distintas no seio maxilar (SM). Esse estudo retrospectivo, transversal, avaliou a associação entre as características clínicas das lesões periapicais (presença, tamanho e distância) nos dentes posteriores superiores e a presença de anormalidades sinusais, através de imagens tomográficas computadorizadas de feixe cônico (TCFC) obtidas a partir de um banco de dados de uma clínica radiológica privada. Além do sexo, nenhuma outra informação sobre o paciente estava disponível. A amostra do estudo foi composta por imagens de TCCB de 143 seios maxilares de pacientes com pelo menos 1 dente posterior maxilar com lesão periapical e 178 seios maxilares de pacientes sem lesões radiolúcidas periapicais. As anormalidades sinusais observadas nos exames de TCCB foram registradas e classificadas em espessamento da mucosa, pólipos sinusais, pseudocisto antral, opacificação inespecífica, periostite e calcificação antral (Figura 18, anexo). As áreas radiolúcidas periapicais foram classificadas utilizando o índice periapical da TCCB (CBCT-PAI) e a distância entre a borda da lesão periapical e o assoalho do SM foi medida. A maioria das anormalidades sinusais foi associada a pelo menos 1 dente posterior maxilar com lesão periapical ($P > 0,05$). A alteração mais frequente, na presença de uma lesão periapical, foi o espessamento da mucosa. Todos os dentes com CBCT-PAI = 5 estavam associados a anormalidades sinusais. A maior frequência de anormalidades foi encontrada quando a área radiolúcida estava subjacente ao assoalho do seio. Foi concluído que os dentes posteriores superiores com lesões radiolúcidas periapicais apresentaram a maior frequência de anormalidades sinusais. O tamanho de uma lesão periapical não era associada à frequência das anomalias sinusais. Uma estreita relação espacial entre as lesões periapicais e o SM resultaram mais frequentemente em anomalias sinusais. A TCCB produz imagens tridimensionais

que permitem explorar, com a exatidão, a o relacionamento das lesões periapicais com o assoalho do seio maxilar.

Karabucak et al. (2016) salientam que presença de canais não obturados é um fator de infecção em potencial para gerar uma lesão periapical. Em seu estudo, foi avaliada a incidência de canais não encontrados em dentes tratados endodonticamente e o efeito de canais não tratados sobre o resultado endodôntico. Um total de 1397 volumes de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCCB) foram investigados. Todos os pré-molares e molares superiores tratados endodonticamente foram incluídos no estudo. A incidência global de canais não obturados foi de 23,04%. A incidência de canais não obturados foi maior nos molares superiores, em 40,1%, e menor nos pré-molares superiores, em 9,5%. Houve uma diferença significativa na prevalência de lesão quando um canal não foi tratado ($P < 0,05$). Os dentes com um canal não tratado tinham 4,38 vezes mais probabilidade de estar associados a uma lesão. Os autores indicam que a TCCB deve ser examinada antes de qualquer novo tratamento endodôntico para identificar a presença de canais não encontrados.

Viana Wanzeler et al. (2016) afirmam que apesar dos artefatos gerados na TCCB, esse sistema tem grande aplicabilidade na Endodontia, pois suas imagens fornecem maior grau de confiabilidade em relação às radiografias convencionais, auxiliando no diagnóstico e planejamento endodôntico, sendo muito utilizada na detecção de fraturas radiculares. Apesar de superar as limitações das radiografias convencionais, a TCCB, não deve ser usada rotineiramente, mas somente nos casos onde as radiografias convencionais forem consideradas inadequadas para o diagnóstico, comprometendo o tratamento. Em seu trabalho, os autores realizaram uma revisão de literatura sobre a aplicação da TCCB no diagnóstico de fraturas radiculares e concluíram que a possibilidade de uma análise tridimensional da estrutura dentária favorece um melhor diagnóstico, planejamento e prognóstico em Endodontia.

Kamburoglu et al. (2017) afirmam que as alterações nas dimensões das lesões periapicais juntamente com o espessamento da mucosa sinusal após o tratamento endodôntico ainda não foram estudados. Os autores, em seu estudo, objetivaram (1) obter medidas lineares e volumétricas das dimensões da lesão nos primeiros molares superiores com patologia periapical e (2) medir o espessamento

da mucosa do seio maxilar nas proximidades das lesões periapicais antes e 1 ano após o tratamento endodôntico, utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Vinte e um dentes molares superiores de 21 pacientes com lesão periapical com espessamento da mucosa sinusal nas proximidades da lesão periapical foram tratados endodonticamente. Foram incluídas 21 raízes dos primeiros molares superiores (8 raízes mesiovestibuciais, 6 raízes distobuciais e 7 raízes palatinas), cada uma de diferentes pacientes. Medidas de largura, altura, área superficial e volume das lesões periapicais e espessamento da mucosa do seio maxilar nas proximidades da lesão periapical foram mensuradas antes e 1 ano após o tratamento endodôntico. Diferenças estatisticamente significativas entre a média das medidas de pré-tratamento e a média das medidas pós-tratamento realizadas utilizando imagens de TCFC foram encontradas. Os valores máximos, médios e mínimos de espessamento sinusal foram medidos e registrados perpendicularmente à largura sagital da lesão periapical (Figura 19, anexo). A figura 19 mostra medidas lineares representativas da largura e altura da lesão periapical juntamente com o espessamento da mucosa sinusal, utilizando um software dedicado. Houve 36%, 41%, 53%, 54%, 53%, 73% e 75% de redução média na largura da lesão, altura da lesão, espessura máxima da mucosa sinusal, espessura média da mucosa sinusal, espessura mínima da mucosa sinusal, área de superfície da lesão e volume da lesão, respectivamente, antes e 1 ano após o tratamento endodôntico. Dentro das limitações desse estudo, foi encontrado uma redução significativa na largura da lesão periapical, altura da lesão, área superficial e volume nos molares superiores, juntamente com o espessamento da mucosa sinusal adjacente, usando TCFC e software específico 1 ano após o tratamento endodôntico. O estudo demonstrou que a avaliação através de TCCB das alterações na lesão periapical e das dimensões de espessamento da mucosa sinusal pode revelar informações úteis sobre o sucesso do tratamento endodôntico. A avaliação quantitativa radiológica tridimensional das dimensões das lesões periapicais pode fornecer informações úteis para o diagnóstico, diferenciação e tratamento da patologia periapical. Ao utilizar a TCFC, este estudo forneceu informações úteis sobre as medidas das dimensões da lesão periapical nos primeiros molares superiores e o espessamento da mucosa do seio maxilar nas proximidades das lesões antes e 1 ano após o tratamento endodôntico.

Rodríguez et al. (2017) reiteram que a informação clínica e as imagens de diagnóstico são componentes essenciais do diagnóstico. O objetivo do estudo destes autores foi determinar a influência da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) na tomada de decisões clínicas entre diferentes especialistas (protesistas, endodontistas, cirurgiões e periodontistas) no planejamento do tratamento endodôntico. O objetivo secundário foi avaliar o nível de dificuldade de tomada de decisão do tratamento antes e após a visualização de uma tomografia computadorizada de TCFC pré-operatória. De acordo com a forma de avaliação de dificuldade dos casos endodônticos da Associação Americana de Endodontistas, foram selecionados 10 casos de dificuldade mínima (Figura 20, anexo), 10 de dificuldade moderada (Figura 21, anexo) e 10 de dificuldade alta (Figura 22, anexo). Cada caso incluiu fotografias clínicas, radiografias periapicais digitais e um exame de TCFC em pequeno volume. Na primeira avaliação, os examinadores receberam todas as informações de cada caso, exceto a tomografia computadorizada de TCFC. Os examinadores foram solicitados a selecionar uma das alternativas de tratamento propostas e avaliar a dificuldade de tomada de uma decisão. Um mês depois, os examinadores avaliaram aleatoriamente os mesmos 30 casos com as informações adicionais dos dados da TCFC. Os exames de TCFC só tiveram uma influência significativa no plano de tratamento quando o caso endodôntico foi classificado como de alta dificuldade ($P < .05$). O nível de dificuldade na escolha do tratamento foi significativamente mais difícil após a visualização de uma TCFC pré-operatória ($P < .05$), com exceção dos endodontistas ($P = .033$). Após a visualização do exame de TCFC, a opção de extração aumentou significativamente ($P < 0,05$). O trabalho evidencia que a imagem da TCFC tem impacto na tomada de decisões endodônticas entre especialistas, especialmente em casos de alta dificuldade.

Aminoshariae et al. (2018) realizaram uma revisão sistemática com o intuito de avaliar a relação entre as imagens de TCCB e a radiografia periapical intrabucal no desfecho endodôntico de lesões intraorais. Através da abrangente pesquisa, foi demonstrado que a TCCB tem o dobro das chances de detectar uma lesão periapical em relação à radiografia periapical tradicional em estudos de resultados em Endodontia. A *odds ratio* de imagem de TCFC versus imagem tradicional para detectar uma lesão periapical foi de 2,04 (intervalo de confiança de 95%, 1,52-2,73).

Nascimento et al., (2018) destacam que o sucesso da terapia endodôntica depende essencialmente da redução bem-sucedida de microrganismos nos sistemas de canais radiculares infectados. Contudo, a causa dos prejuízos para tratamentos endodônticos é multifatorial e não pode ser associada a um único fator. Em seu estudo, por meio de TCCB, os autores avaliaram: os erros técnicos mais frequentes nos dentes tratados endodonticamente e os canais radiculares frequentemente associados a esses erros foram avaliados; bem como a relação dos erros técnicos endodônticos e a presença de restaurações coronárias com estado periapical. 618 dentes endodonticamente tratados (1146 canais radiculares) foram avaliados quanto à qualidade de seu tratamento endodôntico e quanto à presença de restaurações coronárias e lesões periapicais. 680 canais radiculares (59,3%) apresentavam lesões periapicais. Os molares superiores e dentes anteriores apresentaram maior prevalência de lesões periapicais ($p < 0,05$). A qualidade do tratamento endodôntico e a restauração coronária foram associadas ao estado periapical ($p < 0,05$). O preenchimento parcial foi o erro técnico mais frequente em todos os canais radiculares, com exceção do segundo canal radicular mésovestibular dos molares superiores e do canal radicular distovestibular dos molares inferiores, que não foram preenchidos em 78,4 e 30% dos casos, respectivamente.

Carmo (2019) avaliou a prevalência de canais não obturados em molares superiores tratados endodonticamente, por meio de imagens de TCCB, e determinou uma possível associação destes com a presença de lesões periapicais. Os cortes axiais, sagitais e coronais de 633 molares superiores foram avaliados. A análise estatística descritiva revelou que entre os 395 primeiros molares, 218 apresentavam no mínimo um canal não obturado. Dos 238 segundos molares avaliados, 121 apresentavam no mínimo um canal não obturado. Dos primeiros molares, 185 (46,5%) possuíam simultaneamente algum canal não obturado e lesão periapical. Destes, 72,4% (134) dos canais não obturados eram apenas o MV2 (mésovestibular 2). Dos segundos molares, 104 (43,6%) possuíam simultaneamente algum canal não obturado e lesão periapical. Destes, 81,7% (85) dos canais não obturados eram apenas o MV2. Dentes que apresentavam algum canal não obturado possuíam 2,57 vezes mais chances de apresentarem lesão periapical associada ($p < 0,001$). Concluiu-se que o canal MV2 foi o que mais

frequentemente se apresentou não obturado, estando associado à presença de lesão periapical em dentes tratados endodonticamente; a localização desse canal é essencial para a sua correta descontaminação e para o sucesso de tratamento endodôntico. Nesse trabalho a TCCB se mostrou útil no diagnóstico e localização precisa do canal MV2.

Endo et al. (2019) reforçam que o conhecimento da anatomia interna dental e suas variações são importantes para o planejamento endodôntico e que condutos radiculares não localizados podem levar ao insucesso do tratamento. Entre os grupos dentários, os pré-molares inferiores representam um desafio no tratamento endodôntico devido à suas variações anatômicas. Em seu estudo os autores utilizaram a TCCB para estudar detalhadamente a anatomia dentária dos pré-molares inferiores. Imagens tomográficas de 200 pré-molares inferiores (100 primeiros e 100 segundos pré-molares inferiores) foram avaliadas nos cortes axial, sagital e coronal. O número de raízes, canais e configuração, de acordo com Vertucci, foram analisados. Concluiu-se que a TCCB possibilitou a análise, de maneira eficaz e não invasiva, da morfologia dentária, permitindo determinar o número exato das raízes e canais radiculares. Foi possível verificar que o número de raízes e canais difere significativamente tanto entre os sexos quanto entre os tipos de dentes e que o tipo I foi o mais frequente.

Para Martins et al. (2019) superar as limitações impostas pela anatomia do canal radicular pode ser considerado um dos desafios mais relevantes que podem surgir durante os procedimentos endodônticos. Portanto, abordar as configurações anatômicas dos canais radiculares em cada grupo de dentes é importante para antecipar possíveis complicações durante o tratamento. Em sua revisão sistemática os autores reforçam a importância e a confiabilidade da TCCB nos estudos de prevalência em anatomia do canal radicular.

Em relação ao diagnóstico das fraturas radiculares verticais e a produção de artefatos, Marinho e Vieira et al. (2020), avaliaram 2 sistemas tomográficos computadorizados de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares verticais (FRVs) induzidas artificialmente e na produção de artefatos em dentes birradiculares restaurados com diferentes materiais intracanal. A amostra consistiu em 20 pré-molares birradiculares extraídos. As fraturas radiculares foram induzidas em metade da amostra. Sete combinações de material intracanal foram utilizadas em cada

dente, uma de cada vez: não restaurado, gutta-percha, raiz vestibular com gutta-percha e raiz lingual com pino de fibra de vidro, raiz vestibular com gutta-percha e raiz lingual com pino de fibra de vidro com núcleo metálico, pinos de fibra de vidro, pinos de fibra de vidro com núcleo metálico e pinos de NiCr. As tomografias computadorizadas de feixe cônico foram adquiridas usando as unidades CS 9000 3D (Carestream Dental Rochester, NY) e OP300 (Instrumentarium Dental Inc, Tuusula, Finlândia). Os parâmetros de exposição foram fixados em 90 kV e 8 mA. O tamanho do voxel e o campo de visão foram fixados em 0,085 mm e 5 x 5 cm para OP300 e 0,076 mm e 5 x 3,75 cm para CS 9000, respectivamente. Dois observadores avaliaram todas as imagens usando uma escala de confiança de 5 pontos para detecção de fratura radicular vertical (FRV) e uma pontuação de 4 pontos para interferência de artefatos. Houve diferenças significativas entre os scanners e entre os diferentes grupos de material intracanal para especificidade. Quando um pino metálico estava presente em ambas as raízes, foi observada grave interferência do artefato em todas as imagens. Embora esse estudo tenha sido limitado pela sua natureza *in vitro*, pôde-se concluir que pinos de fibra de vidro e dentes não restaurados apresentam menor interferência de artefatos e maior precisão de detecção de fraturas radiculares verticais. Os materiais intracanaís que apresentam limites moderados e severos prejudicam a detecção de FRV. O CS 9000 3D apresentou melhor desempenho do que o OP300 na detecção de FRV em dentes tratados endodonticamente e a intensidade moderada e severa do artefato interfere na detecção da FRV.

Chogle et al. (2020) explicam que, embora as radiografias intrabucais sejam fundamentais para o diagnóstico e planejamento do tratamento em odontologia, a imagem bidimensional resultante varia na interpretação, exigindo julgamento. A tomografia computadorizada de feixe cônico fornece uma imagem tridimensional mais detalhada que pode afetar as decisões de tratamento. Nesse sentido, em seu estudo, os autores objetivaram determinar se as imagens de TCCB podem ou não fornecer informações úteis adicionais, e se essas informações podem ser usadas para melhorar o planejamento do tratamento quando a solicitação do exame tomográfico se baseia nas diretrizes da declaração conjunta da AAE/AAOMR. O estudo envolveu uma amostra de 45 casos que se apresentaram para tratamento endodôntico, 30 com uma TCCB em registro e 15 sem o exame. Na

fase 1, todos os 45 casos foram analisados por 3 examinadores sem acesso aos exames de TCFC. Na fase 2, 4 meses depois, os 3 examinadores reanalisaram os 30 casos, desta vez com o exame de TCFC associado. Os acordos intra e interexaminadores foram registrados e analisados. A concordância interexaminadores nas fases 1 e 2 foi de 65% e 72%, respectivamente. Para o diagnóstico endodôntico, houve uma mudança de 19% na categoria de diagnóstico pulpar quando a TCCB foi adicionada, enquanto houve uma mudança de 30% na categoria apical. A TCCB foi recomendada em 78,8% dos casos em que houve registro de tomografia, contra 33% nos casos sem registro. Em seu trabalho, os autores evidenciaram a sensibilidade da TCCB em detectar uma imagem radiolúcida periapical que não pôde ser detectada em radiografia periapical (Figura 23, anexo). O estudo deixa claro que as imagens de TCCB têm um efeito significativo na determinação da etiologia das patologias endodônticas (55% de mudança geral) e na formulação das recomendações de tratamento (49% de mudança geral) e que não houve superprescrição do exame entre os endodontistas.

Viana Wanzeler et al. (2020) avaliaram a influência da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) no nível de confiança dos endodontistas no diagnóstico de casos endodônticos e em seus planos de tratamento. Nesse estudo, vinte casos clínicos com radiografias periapicais e tomografias CBCT de pequeno volume foram classificados de acordo com as diretrizes da Associação Americana de Endodontistas. Foram fornecidas informações sobre a história clínica do paciente e simulados exames extrabuciais e intrabuciais. Quinze endodontistas preencheram 2 questionários. No primeiro (Q1), foi apresentada a descrição clínica e uma radiografia periapical, seguida das perguntas. Trinta dias depois, eles responderam um segundo questionário (Q2) contendo a mesma descrição clínica e imagens de TCCB. A confiança deles no diagnóstico e planejamento do tratamento foi analisada antes e depois de receberem as imagens tomográficas. Em 50% das respostas, os endodontistas responderam que solicitariam o exame de TCFC, independentemente do nível de complexidade, indicando que o exame bidimensional é muitas vezes inconclusivo em casos moderados e complexos. Embora a TCCB envolva níveis mais elevados de radiação em comparação com uma única radiografia periapical, ela aumenta o grau de confiança em decisões diagnósticas e no planejamento da abordagem terapêutica, especialmente em casos

complexos. Houve uma mudança substancial no tratamento planejado tanto nos casos moderados quanto nos complexos após a TCFC. Em casos complexos, a TCCB aumentou a confiança dos endodontistas para diagnosticar e planejar o tratamento, quando comparada com as radiografias periapicais. Endodontistas tendem a recomendar a intervenção quando as imagens periapicais são complementadas com as de TCCB. A TCCB provou ser um método de imagem que influencia a avaliação pré-operatória dos endodontistas e a escolha do tratamento. As decisões sobre propostas de diagnóstico e tratamento devem ser seguras e confiantes. Este estudo evidenciou que a TCCB aumenta a confiança dos endodontistas em fazer um diagnóstico e fornece informações que direcionam o plano de tratamento.

A micro-CT é uma técnica de imagem que permite investigar com precisão e minuciosamente a anatomia radicular. Wolf et al. (2020) em seu estudo, examinaram a morfologia do sistema radicular dos incisivos inferiores por meio de imagens tomográficas microcomputacionais. A configuração do canal radicular, as foraminas fisiológicas, a frequência dos canais acessórios e de conexão e o tamanho e forma dos forames fisiológicos de 125 incisivos inferiores foram investigados por meio de micro-TC e software de imagem tridimensional. A configuração dos canais radiculares nos terços coronal, médio e apical e o número de foraminas fisiológicas são descritos por um código de 4 dígitos do sistema. As configurações de canal radicular mais frequentes foram 1-1-1/1 (56%), 1-2-1/1 (17,6%) e 1-1-1/2 (10,4%) (Figuras 24 e 25, anexo); foram observadas 9 configurações diferentes de canais radiculares adicionais. Os incisivos de raiz única apresentaram 80% 1, 16% 2 e 4% 3 foraminas fisiológicas, respectivamente. Os canais acessórios foram encontrados em apenas 13,6% dos dentes investigados. Os canais de conexão foram observados em 36% da amostra, mais frequentemente em configurações de canal radicular 1-2-1/1 (12,8%) e 2-2-1/1 (7,2%). As dimensões morfológicas de um total de 146 foraminas fisiológicas foram medidas. Os diâmetros médio largo e estreito das foraminas fisiológicas foram 0,24mm (desvio padrão de 5 0,09mm) e 0,23mm (desvio padrão de 5 0,07mm), quando apenas 2 foraminas fisiológicas estavam presentes. Os formatos fisiológicos observados foram, oval (56%), redondo (28,8%) e irregular (15,2%). O estudo fornece informações detalhadas sobre a morfologia do canal radicular dos dentes anteriores em uma

população alemã. Dentro das limitações do estudo, os autores recomendam, de acordo com os resultados obtidos nessa investigação, um tamanho final de preparo fisiológico de forame de 0,35, 0,30 e 0,25mm nos dentes anteriores mandibulares com 1, 2 e 3 foraminas, respectivamente. Foi observado um forame fisiológico em todos os dentes; sua forma era oval (56,0%), redonda (28,8%), ou irregular (15,2%).

3. DISCUSSÃO

Diversos autores consideram que a TC é um método de diagnóstico por imagem que permite a obtenção de uma secção do corpo, em qualquer um dos três planos, com finalidade diagnóstica e está indicada para a visualização das estruturas ósseas. A TCCB é capaz de produzir imagem em três dimensões dos tecidos mineralizados com mínima distorção geométrica e dose de radiação significativamente reduzida quando comparada a TC médica. (BROOKS, 1993; PARKS, 2000; ARELLANO, 2001; SCARFE et al., 2006; PATEL et al., 2007; GARIB et al., 2007; RODRIGUES, VITRAL, 2007; SCARFE et al., 2009; PATEL, 2009; ANDRADE, 2011; DURACK, PATEL, 2012).

O sistema de TCCB ainda apresenta como características a visualização das estruturas anatômicas sem sobreposição de imagens, a possibilidade de obtenção de múltiplos ângulos de visão da mesma estrutura, a realização de reconstrução multiplanares e a possibilidade de reconstrução em 3D (SCARFE et al., 2009; CAVALCANTI, 2010).

Percebe-se claramente na literatura que uma das maiores limitações da TCCB é a produção dos artefatos. Na tomografia de feixe cônico, quando o volume mapeado apresenta materiais metálicos ocorre o aparecimento de artefatos e o mais comum deles é o *beam hardening* ou efeito de endurecimento do raio. O artefato é causado por um aumento da energia dos raios X (endurecimento) quando passa pelo objeto metálico examinado. Nesse tipo de artefato, a borda do objeto metálico examinado tem a aparência mais brilhante (raios e estrias claras) que o centro. A consequência mais prejudicial que os materiais metálicos causam sobre as imagens é a perda de dados e, com isso, a dificuldade de localizar e interpretar a área englobada pelo artefato (SCARFE et al., 2009; CAVALCANTI, 2010; DURACK, PATEL, 2012).

A interpretação das imagens tomográficas deve ser realizada com cautela, especialmente na presença pinos e núcleos metálicos. A produção de artefatos metálicos possui potencial de mascarar ou mimetizar alterações iatrogênicas ou patológicas na porção radicular, acarretando dificuldades na interpretação das

imagens (SCARFE et al., 2009; CAVALCANTI, 2010; DURACK, PATEL, 2012; BUENO et al., 2011; SCHULZE et al., 2011; PARIROKH et al., 2012).

É inegável que o processo de obtenção de imagens através da TCCB resulta em uma menor exposição dos pacientes à radiação, uma vez que o completo escaneamento da região de interesse é processado por um feixe de radiação em formato cônico que executa apenas uma volta em torno da cabeça do paciente. Estudos têm mostrado que a exposição à radiação com a TCCB corresponde a 20% da exposição gerada na TCFL (médica) e é equivalente a uma série radiográfica periapical completa (QUERESHY 2008; PATEL, 2009) em protocolos de aquisição de altíssima resolução.

Por outro lado, os critérios de seleção do exame de TCCB devem ser baseados, invariavelmente, em evidências científicas (PATEL et al., 2007; PATEL et al., 2009; AAE, AAOMR, 2015). A sua indicação também deve respeitar o princípio de ALARA (*as low as reasonably achievable*) (SCARFE et al., 2006; AAE, AAOMR, 2015; FARMAN, 2015) e os benefícios da investigação das imagens tomográficas devem superar os riscos potenciais para o paciente (FARMAN, 2015). Um dos autores argumenta que a TCCB tem o potencial de se tornar a primeira escolha para o planejamento do tratamento endodôntico e para a avaliação de resultados, quando novos scanners com doses mais baixas de radiação estiverem disponíveis (VENSKUTONIS et al., 2014).

Vários tomógrafos de feixe cônico de diferentes especificações e características (FOV, voxel, mA, Kvp) estão disponíveis no mercado. A literatura indica um protocolo de aquisição específico para os casos endodônticos. Na endodontia a TCCB com FOV limitado ou reduzido é preferível, pois há menos dose de radiação para o paciente e maior resolução espacial (DURACK, PATEL, 2012; AAE, AAOMR, 2015). O tamanho do voxel do aparelho também tem sua importância, pois quanto menor o voxel, maior a resolução da imagem (BROOKS, 2006; CAVALCANTI, 2010).

O exame radiográfico é essencial para o diagnóstico, planejamento e acompanhamento dos casos em Endodontia. A radiografia convencional tem se permanecido como o principal pilar de imagem na Endodontia, sendo o sistema padrão de imagem no campo. Contudo, a natureza bidimensional da radiografia

convencional não permite a interpretação na terceira dimensão (plano vestibulolingual) e produz imagens com distorções e sobreposições (PATEL, 2009). Nesse sentido, muitos autores destacam que a radiografia convencional fornece informações limitadas e insuficientes e possui eficácia diagnóstica reduzida quando comparada à TCCB (SCARFE et al., 2006; PATEL et al., 2007; LOFTHAG-HANSEN et al., 2007; ESTRELA et al., 2008a; MATHERNE et al., 2008; PATEL, 2009; PATEL et al., 2009a; PATEL et al., 2009b; COSTA et al., 2009; CAVALCANTI, 2010; DURACK, PATEL, 2001; DURACK, PATEL, 2012; AAE, AAOMR, 2015);

A TCCB tem ampla aplicação na Odontologia e na área de Endodontia, de acordo com a literatura, essa modalidade de imagem possui uma gama de aplicações. No cenário atual, a solicitação da TCCB na especialidade vem crescendo rapidamente, principalmente para resolução de casos endodôntico complexos e na avaliação de resultados do tratamento de canal. A TCCB é indicada para visualização tridimensional dos elementos dentários e das estruturas anatômicas adjacentes e supera muitas das limitações das radiografias convencionais, produzindo imagens sem distorção e sobreposição, sendo adequada a utilização na Endodontia (DURACK, PATEL, 2012). A tomografia computadorizada de feixe cônico destaca-se como modalidade de imagem para auxiliar na avaliação, interpretação e tratamento das alterações endodônticas (SCARFE et al., 2009; DURACK E PATEL, 2012; VENSKUTONIS et al., 2014).

É importante ressaltar que a indicação dos exames complementares se baseia, principalmente, no quanto estes podem influenciar o tratamento proposto e o prognóstico da doença. A TCCB, em geral, deve ser indicada em casos complexos, quando os sintomas clínicos são contraditórios e inespecíficos e quando as radiografias convencionais fornecem informações limitadas para elucidação diagnóstica. A TCCB não deve ser usada rotineiramente para diagnóstico endodôntico ou para fins de triagem na ausência de sinais e sintomas clínicos, especialmente para casos de baixa complexidade (AAE, AAOMR, 2015).

Na Endodontia, a anatomia do sistema de canais radiculares a ser avaliada é bastante complexa. A TCCB é uma tecnologia mais precisa que complementa a avaliação e o planejamento do tratamento, pois permite visualizar a morfologia interna das estruturas anatômicas dentárias (número de raízes, canais radiculares, foramina

apical, istmos, ramificações radiculares, curvaturas radiculares, distúrbios de desenvolvimento). As imagens de TCCB assumem papel relevante nos estudos de prevalência em anatomia do canal radicular, pois permitem avaliar não só o número, a forma e a posição das raízes como também a configuração do sistema de canais radiculares. Esse sistema é capaz de mapear canais radiculares que não foram encontrados clinicamente e determinar se eles convergem ou divergem entre si. Diversos autores confirmaram a confiabilidade e precisão da TCCB na avaliação da anatomia radicular interna. (SCARFE et al., 2006; PATEL et al., 2007; ESTRELA et al., 2008c; PATEL, 2009; CAVALCANTI, 2010; DURACK, PATEL, 2012; ACOORSI-MENDONÇA et al., 2012; VENSKUTONIS et al., 2014; ESTRELA et al., 2015; NEVES et al., 2016; ENDO et al., 2019; MARTINS et al., 2019). A micro-CT, citada em um único estudo, é uma outra tecnologia bastante utilizada nos estudos *in vitro* de anatomia interna, visto que possibilita a reprodução minuciosa e detalhada da real anatomia dentária (WOLF et al., 2020).

Sabe-se que a radiografia periapical é bastante utilizada para o diagnóstico das periodontites e lesões periapicais (PATEL et al., 2007; ; LOFTHAG-HANSEN et al., 2007; ESTRELA et al., 2008a; ESTRELA et al., 2008b; PATEL et al., 2009a; ESTRELA et al., 2009a; CAVALCANTI, 2010; DURACK, PATEL, 2012; VENSKUTONIS et al., 2014). Deve-se conhecer a extensão da lesão, o número e a anatomia das raízes infectadas, e a relação da patologia com as estruturas anatômicas nobres adjacentes. Dependendo do grau da destruição óssea provocada pela periapicopatia e a sua localização, as radiografias periapicais poderão não revelar estas condições. Quando as lesões estão somente no osso esponjoso e limitam-se à superfície do osso cortical são de difícil visualização nas radiografias convencionais (CAVALCANTI, 2010). As radiografias periapicais são eficazes em detectar a periodontite apical quando uma condição mais grave está presente (ESTRELA et al., 2008a).

A TCCB é capaz de identificar com confiança o verdadeiro tamanho, extensão, natureza e posição das lesões periapicais e a qual raiz real está associada. Além disso, esse sistema fornece a exata relação da lesão com as estruturas anatômicas adjacentes. Vários autores avaliaram a precisão e a sensibilidade da TCCB em detectar a periodontite apical e concluíram que a TCCB pode detectar precocemente essa condição, antes do surgimento das imagens radiolúcidas nas

radiografias convencionais (PATEL et al., 2007; ; LOFTHAG-HANSEN et al., 2007; ESTRELA et al., 2008a; ESTRELA et al., 2008b; PATEL et al., 2009a; ESTRELA et al., 2009a; CAVALCANTI, 2010; DURACK, PATEL, 2012; VENSKUTONIS et al., 2014).

O diagnóstico de fraturas radiculares nunca foi uma tarefa fácil. Vários estudos citaram a limitação das radiografias periapicais em detectar fraturas radiculares, principalmente as verticais. A TCCB, por ser um exame tridimensional, fornece maior grau de confiabilidade em relação às radiografias convencionais, auxiliando no diagnóstico precioso das fraturas radiculares. Essa aplicação foi corroborada por número grande de trabalhos na literatura (PATEL et al., 2007; COSTA et al., 2009; CAVALVANTI, 2010; LIMA, RESENDE, 2011; DURACK, PATEL, 2012, ACOORSI-MENDONÇA et al., 2012; VENSKUTONIS et al., 2014; AAE, AAOM, 2015; NIKOLOUDAKI et al., 2015; NEVES et al., 2016; MARINHO, VIEIRA et al., 2020).

Outra aplicabilidade da TCCB na Endodontia é no diagnóstico das reabsorções radiculares inflamatórias ou cervicais invasivas. A TCCB é capaz de detectar com precisão a face radicular envolvida, a extensão e a natureza da reabsorção. Na literatura, muitos autores constataam a precisão desse sistema na evidenciação dessa patologia (PATEL et al., 2007; PATEL et al., 2009b; COSTA et al., 2009; ESTRELA et al., 2009b; CAVALCANTI, 2010; LIMA, RESENDE, 2011; DURACK, PATEL, 2012, ACOORSI-MENDONÇA et al., 2012; VENSKUTONIS et al., 2014; AAE, AAOM, 2015; NEVES et al., 2016).

A TCCB é também uma ferramenta de auxílio para localização de perfurações (CAVALCANTI, 2010; ALENCAR et al, 2010; LIMA, RESENDE, 2011; VENSKUTONIS et al., 2014; AAE, AAOM, 2015; NEVES et al., 2016) e avaliação de lesões alveolares e luxações (PATEL et al., 2007).

O exame tomográfico ainda permite avaliar as inclinações radiculares e ápices isoladamente, mensurar a espessura do osso cortical e esponjoso com precisão e estabelece a relação espacial entre o ápice radicular, lesão e estruturas anatômicas nobres adjacentes. Essas características torna a TCCB a modalidade de imagem de escolha para o planejamento de cirurgias periapicais (PATEL et al.,

2007; LOFTHAG-HANSEN et al., 2007; PATEL et al., 2009b; CAVALCANTI, 2010; LIMA, RESENDE, 2011; AAE, AAOM, 2015).

Nessa revisão de literatura, dois trabalhos avaliaram a ocorrência de erros de procedimentos e erros técnicos através da TCCB. Em um dos estudos erros como: fratura de instrumentos, perfurações e transposição apical foram verificados (ALENCAR et al., 2010). O segundo estudo verificou, a qualidade da obturação e a presença de canais não preenchidos em dentes tratados endodonticamente (NARCIMENTO et al., 2018). Ambos os estudos destacaram que a TCCB possui mais valor de diagnóstico na identificação de erros ou falhas endodônticas em relação a outras técnicas radiográficas.

A aplicabilidade da TCCB ainda se estende para a avaliação dos seios maxilares. Sabe-se que patologias sinusais podem ser decorrentes de infecções endodônticas, principalmente nos dentes posteriores superiores, devido à proximidade dos seus ápices com o assoalho do seio maxilar. Alguns autores argumentaram que a TCCB, através das suas imagens tridimensionais, permite explorar com exatidão a relação das lesões periapicais com o seio maxilar, evidenciando alterações sinusais relevantes clinicamente (CAVALCANTI, 2010; NUNES et al. 2016; KAMBUROGLU et al., 2017).

Nos casos de retratamentos, é bastante evidente na literatura, que a TCCB deve ser a modalidade de imagem de escolha (CAVALCANTI, 2010) para avaliar a não cicatrização da doença endodôntica anterior e para determinar a necessidade de tratamento não cirúrgico adicional ou para determinar a necessidade de intervenção cirúrgica ou extração (AAE, AAOM, 2015). Uma utilização bem interessante da TCCB na Endodontia é na determinação do resultado do tratamento de canal (PATEL et al., 2007).

Diante de tantas evidências na literatura, a utilização da TCCB na Endodontia vem aumentando rapidamente. Um número enfático de estudos comprova a eficácia da TCCB no diagnóstico de diversas patologias endodônticas em relação às radiografias convencionais. Nessa perspectiva, estudos que objetivam determinar se as imagens de TCCB são capazes de influenciar nas decisões diagnósticas e terapêuticas dos profissionais estão sendo realizados cada vez mais. Neste trabalho, alguns estudos mostraram que a solicitação adequada da TCCB pode provocar uma

mudança no diagnóstico e na terapia escolhida, tendo impacto na tomada de decisões entre especialistas frente a casos endodônticos moderados e complexos (MOTA DE ALMEIDA et al., 2014; RODRÍGUEZ et al., 2017; CHOGLE et al., 2020; VIANA WANZELER et al., 2020). Além disso, o exame tomográfico é capaz de aumentar o grau de confiança do profissional nas decisões diagnósticas e terapêuticas nos casos mais complexos (MOTA DE ALMEIDA et al., 2014; VIANA WANZELER et al., 2020).

A Radiologia Odontológica e a Endodontia estão passando por um processo de evolução, graças ao desenvolvimento tecnológico dos aparelhos de TCCB. Até pouco tempo, a TCCB era direcionada para uma parcela das especialidades odontológicas (cirurgia, implantodontia, ortodontia), com o desenvolvimento de tomógrafos mais precisos, a tomografia passa ser uma realidade para as mais diferentes especialidades, incluindo a Endodontia. Nesse contexto, percebe-se que a tecnologia da TCCB está promovendo um avanço na qualidade dos serviços prestados em endodontia e dentro dos centros de radiologia.

4. CONCLUSÃO

No cenário atual a tomografia computadorizada está sendo amplamente utilizada na Odontologia e na área de Endodontia está se tornando parte integrante da prática clínica. É evidente a aceitação e o crescimento da utilização dessa modalidade de exame entre os endodontistas. A TCCB traz uma previsibilidade para o tratamento endodôntico apresentando a verdadeira anatomia da área de interesse. Dessa forma, esse método aprimora o diagnóstico e possibilita um planejamento mais efetivo da abordagem terapêutica.

Diante dos estudos apresentados nessa revisão podemos concluir que TCCB é uma ferramenta de alto valor de diagnóstico dentro da Endodontia, pois o número de trabalhos na literatura que corroboram as suas aplicações é bastante enfático.

REFERÊNCIAS

- ACCORSI-MENDONÇA, T.; SOUZA LEITE, C. A.; LÚCIO ROCHA; M. C.; PIRES SILVA, C. O.; CARVALHO; R. G.; ANTUNES; H. S.; CARNEIRO VIANNA; G. A. D.; LIMA MOREIRA; E. J. Uso da tomografia computadorizada por feixe cônico na endodontia. **Revista Fluminense de Odontologia**, v. 1, n. 37, p. 39-42. 2012.
- ALENCAR, A. H; DUMMER, P. M. H.; OLIVEIRA, H. C. M.; PÉCORA, J. D; ESTRELA, C. Procedural Errors During Root Canal Preparation Using Rotary NiTi Instruments Detected by Periapical Radiography and Cone Beam Computed Tomography. **Braz Dent**, v. 21, n. 6, p. 543-549. 2010.
- AMINOSHARIAE A.; KULILD, J. C.; SYED, A. Cone-beam computed tomography compared with intraoral radiographic lesions in endodontic outcome studies: a systematic review. **J Endod**, v. 44, n. 11, p.1626-1631. 2018.
- ANDRADE, F. B. Tomografia computadorizada de feixe cônico na Odontologia. MONOGRAFIA. (Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.
- ARELLANO, J. C. V. Tomografia computadorizada no diagnóstico e controle do tratamento das disfunções da articulação temporomandibular. **J Bras ATM Dor Orofacial Oclusão**, v. 1, n. 4, p. 315-323. 2001.
- BROOKS S. L.; LUDLOW, J. B.; DAVIES-LUDLOW, L. E.; HOWERTON, W. B. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 35, n. 4, p. 219–226, sep. 2006.
- BROOKS, S.L. Computed tomography. **Den Clin North Am**, Philadelphia, v. 37, n. 4, p.575-590, oct.1993.
- BUENO M. R.; ESTRELA, C.; DE FIGUEIREDO, J.A, AZEVEDO, B.C. Map-reading strategy to diagnose root perforations near metallic intracanal posts by using cone beam computed tomography. **J Endod**, v. 37, n. 1, p.85-90. 2011.
- CARMO, W. D. Prevalência de canais não obturados em molares e sua associação com a presença de lesões periapicais: estudo em tomografia computadorizada de feixe cônico. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Governador Valadares. 2019.
- CHOGLE S.; ZUAITAR M.; SARKIS R.; SAADOUN M.; MECHAM A.; ZHAO Y. The recommendation of cone-beam computed tomography and its effect on endodontic diagnosis and treatment planning. **J Endod**, v. 46, n. 2, p. 162-168, feb. 2020.
- COSTA, C. C.; MOURA-NETTO, C.; AGUIAR Koubki, A. C. G.; COSTA MICHELOTTO, A. L. Aplicações clínicas da tomografia computadorizada cone beam na Endodontia. **Rev Inst Ciênc Saúde**, v. 27, n. 3, p. 279-286. 2009.

CAVALCANTI, M. Tomografia computadorizada de feixe cônico. In: CAVALCANTI, M et al. **Endodontia e Periodontia**. São Paulo: Santos, 2010. p.171-201.

CAVALCANTI, M. Tomografia computadorizada de feixe cônico. In: CAVALCANTI, M. **Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico: Princípios de Formação da Imagem, Técnicas e Indicações em Odontologia**. São Paulo: Santos, 2010. p.1-25.

DURACK, C. PATEL, S. The use of cone beam computed tomography in the management of dens invaginatus affecting a strategic tooth in a patient affected by hypodontia: a case report. **Int Endod J**, v. 44, n. 5, p.474-483, may. 2011.

DURACK, C.; PATEL, S. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. **Braz Dent J**, v. 23, p. 179-191. 2012.

ENDO, M. S.; MAZUQUINI, A. C.; CAPITANIO, M.; VESSONI IWAKI, L. C.; TOZZO MARTINS, A. B.; ORITA PAVAN, N. N. Estudo da anatomia de pré-molares inferiores por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico. *Dental Press*, v. 9, n. 3, p. 44-49, sept./dec. 2019.

ESTRELA, C.; BUENO, M. R.; COUTO, G. S.; RABELO, L. E.; ALENCAR, A. H.; SILVA, R. G.; PÉCORÁ, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Study of Root Canal Anatomy in Human Permanent Teeth in A Subpopulation of Brazil's Center Region Using Cone-Beam Computed Tomography - Part 1. **Braz Dent J**, v. 26, n. 5, p. 530-6, oct. 2015.

ESTRELA, C.; BUENO, M.R.; LELES, C.R.; AZEVEDO, B.; AZEVEDO, J. R. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. **J Endod**, v. 34, n. 3, p. 273-279, mar. 2008.

ESTRELA, C; BUENO, M.R.; AZEVEDO, B. C; AZEVEDO, J. R., PÉCORÁ, J. D. A new periapical index based on cone beam computed tomography, **J Endod**, v. 34, n.11, p. 1325-1331, nov. 2008.

ESTRELA, C.; BUENO, M. R.; PORTO, O. C.; RODRIGUES, C.D.; PÉCORÁ, J.D. Influence of intracanal post on apical periodontitis identified by cone-beam computed tomography. **Braz Dent J**, v. 20, n. 5. 2009.

ESTRELA, C.; BUENO, M. R; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORÁ, J.D. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images, **Braz Dent J**, v. 19, n. 2, p. 114-118. 2008.

ESTRELA, C.; BUENO M. R.; DE ALENCAR, A. H.; MATTAR, R.; VALLADARES NETO, J.; AZEVEDO, B.C.; DE ARAÚJO ESTRELA, C. R. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod*, v. 35, n. 11, p. 1491- 1497, nov. 2009.

FARMAN, A.G. ALARA still applies. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 100, n. 4, p. 395-97, oct. 2005.

FAYAD M. I., NAIR, M.; LEVIN, M. D.; BENAVIDES, E.; RUBINSTEIN, R. A.; BARGHAN, S.; HIRSCHBERG, C. S.; RUPRECHT, A. AAE and AAOMR joint position

statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol and Oral Radiol Endod**, v. 120, n. 4, p. 508-512, oct. 2015.

GARIB, D. G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Revista Dental Press Ortodontia Ortopedia Facial**, Maringá, v. 12, n. 2, p.139-156, mar./abr. 2007.

KAMBUROĞLU K.; YILMAZ F.; GULSAHI K.; GULEN O.; GULSAHI A. Change in periapical lesion and adjacent mucosal thickening dimensions one year after endodontic treatment: volumetric cone-beam computed tomography assessment. **J Endod**, v. 43, n. 2, p. 218-224, feb. 2017.

KARABUCAK, B.; BUNES, A.; CHEHOUD, C.; KOHLI, M. R.; SETZER, F. Prevalence of apical periodontitis in endodontically treated premolars and molars with untreated canal: a cone-beam computed tomography study. **J Endod**, v. 42, n. 4, p. 538-41, apr. 2016.

KURAMOCHI M. M., et al. O uso racional da imageologia para diagnóstico de fraturas mandibulares. **ConScientiae Saúde**, v.5, p.39-46. 2006.

LIMA, S. M. F.; REZENDE, T. M. B. Benefícios de Exames Tomográficos na Endodontia: Revisão de Literatura. **Oral Sci**, v. 3, n. 1, p. 26-31, jan./dez. 2011.

LOFTHAG-HANSEN, S., HUMMONEN, S., GRONDAHL, K., GRONDAHL, HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol.**, v. 103, p.114-19. 2007.

MARINHO VIEIRA, L.E.; DINIZ DE LIMA, E.; PEIXOTO, L. R.; OLIVEIRA PINTO, M. G.; SOUSA MELO, S. L.; OLIVEIRA, M.L.; ROVARIS SILVA K.; BENTO, P.M.; PITA DE MELO D. Assessment of the influence of different intracanal materials on the detection of root fracture in bicroot teeth by cone-beam computed tomography. **J Endod**, v. 46, n. 2, p. 264-270, feb. 2020.

MARTINS, J. N. R.; MARQUES, D.; SILVA, E. J. N. L.; CARAMÊS J.; VERSIANI, M. A. Prevalence studies on root canal anatomy using cone-beam computed tomographic imaging: a systematic review. **J Endod**, v. 45, n. 4, p. 342-386, apr. 2019.

MATHERNE, R. P. et al. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. **J Endod**, v. 34, n.1, p. 87-89, jan. 2008.

MOTA DE ALMEIDA, F.J.; KNUTSSON, K.; FLYGARE, L. The effect of cone beam CT (CBCT) on therapeutic decision-making in endodontics. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 43, n. 4, p. 2-8. 2014.

NASCIMENTO, E. H. L.; GAÊTA-ARAÚJO, H.; ANDRADE, M. F. S.; FREITAS, D.Q. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically

treated teeth: a CBCT analysis. **Clin Oral Investig**, v. 22, n. 7, p. 2495-2503, sep. 2018.

NEVES, F. S.; BARBOSA, J. P.; REBELLO, I. C. Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia. **ClipeOdonto**, v. 5, n.1, p. 58-64. 2013.

NIKOLOUDAKI, G. E.; KONTOGIANNIS T. G.; KEREZOUZIS, N. P. Evaluation of the Root and Canal Morphology of Maxillary Permanent Molars and the Incidence of the Second Mesio Buccal Root Canal in Greek Population Using Cone-beam Computed Tomography. **Open Dent J**, v. 9, p. 267-72, jul. 2015.

NUNES, C. A.; GUEDES, A. O.; ALENCAR, A. H.; PETERS A. O.; ESTRELA, C. R.; ESTRELA, C. Evaluation of periapical lesions and their association with maxillary sinus abnormalities on cone-beam computed tomographic images. **J Endod**, v. 42, n. 1, p. 42-46, jan. 2016.

PARIROKH, M.; ARDJOMAND, K.; MANOCHEHRIFAR, H. Artifacts in cone-beam computed tomography of post and core restoration: a case report. **Iranian Endodontic Journal**, v. 7, n. 2, p. 98-101. 2012.

PARKS, E.T. Computed tomography applications for dentistry. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 44, n. 2, p.371-410, april. 2000.

PATEL, S. et al. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. **Int Endod J**, v. 42, n. 6, p. 507-515, jun. 2009.

PATEL, S. et al. New dimensions in endodontic imaging: Part 1. Conventional and alternative radiographic systems. **Int Endod J**, v. 42, n. 6, p. 447-462, march. 2009.

PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed Tomography, **Int Endod J**, v. 42, p. 463-475. 2009.

PATEL, S. et al. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. **Int. Endod. J.**, v. 40, p. 818–830. 2007.

QUERESHY, F.A. et al. Applications of Cone Beam Computed Tomography in the Practice of Oral and Maxillofacial Surgery. **Journal Oral Maxillofacial Surgery**, v. 66, p. 791-796. 2008.

RODRIGUES, A. F.; VITRAL, R. W. F. Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia. **Pes Bras Odontoped Clin Integr**, João Pessoa, v. 7, n. 3, p. 317-324, set./dez. 2007.

RODRÍGUEZ G.; ABELLA F.; DURÁN-SINDREU F.; PATEL S.; ROIG M. Influence of cone-beam computed tomography in clinical decision making among specialists. **J Endod**, v. 43, n. 2, p. 194-199, feb. 2017.

SCARFE, W. C FARMAN A.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **J Can Dent Assoc.**, v. 72, n.1, p. 75-80, feb. 2006.

SCARFE, W.C. LEVIN, M.D.; GANE, D.; FARMAN, A. G. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. **International Journal of Dentistry**, p. 1-20. 2009.

SCHULZE, R. HEIL, U.; GROSS, D.; BRUELLMANN, D.D.; DRANISCHNIKOW, E.; SCHWANECKE, U. SCHOEMER, E. Artefacts in CBCT: a review. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 40, p. 265–73. 2011.

VENSKUTONIS, T.; PLOTINO, G.; JUODZBALYS, G.; MICKEVIČIENĖ, L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. **J Endod**, v. 40, n. 12, p. 1895-901, dec. 2011.

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

VIANA WANZELER A.M.; MONTAGNER, F.; VIEIRA H.T.; DIAS DA SILVEIRA H.L.; ARÚS, N.A.; VIZZOTTO M.B. Can cone-beam computed tomography change endodontists' level of confidence in diagnosis and treatment planning? A before and after study. **J Endod**, v. 46, n. 2, p. 283-288, feb. 2020.

WOLF T.G.; STIEBRITZ M.; BOEMKE N.; ELSAYED I.; PAQUÉ F.; WIERICHS R.J.; BRISEÑO-MARROQUÍN, B. 3-dimensional Analysis and Literature Review of the Root Canal Morphology and Physiological Foramen Geometry of 125 Mandibular Incisors by Means of Micro-Computed Tomography in a German Population. **J Endod**, v. 46, n. 2, p. 184-19, feb. 2020.

6. ANEXOS

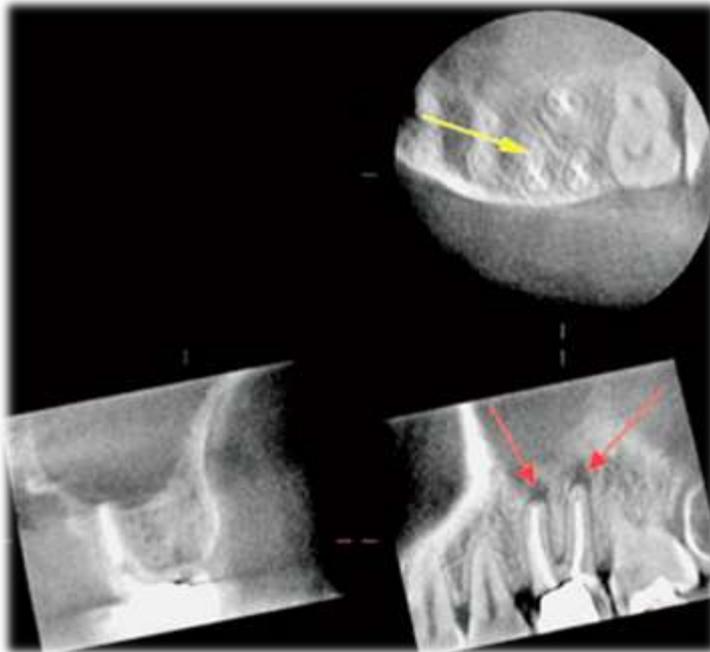


Figura 1 Exame de TCCB de tamanho reduzido do dente 26. A tomografia axial mostra um segundo canal mésovestibular não tratado (seta amarela), a tomografia sagital revela hipodensidades periapicais (setas vermelhas) associadas às raízes mésovestibular e distobucal. A fatia coronal revela que o ápice da raiz palatina parece ser saudável (Fonte: Patel et al., 2007).

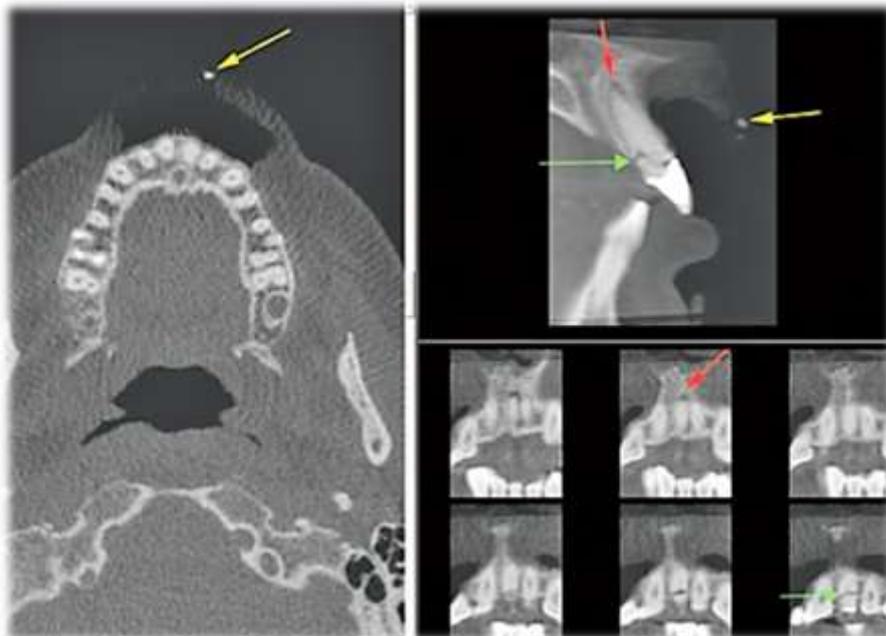


Figura 2 TCCB usada no manejo de uma lesão de luxação. As vistas axial (esquerda) e sagital (superior direita) revelam a presença e localização exata da porção fraturada do fragmento da coroa (seta amarela) no lábio superior, a tomografia também revela uma fratura oblíqua do dente 21 (seta verde) e um alargamento do espaço do ligamento periodontal apical, voltado para a face vestibular, como resultado de uma lesão de luxação lateral (seta vermelha) (Fonte: Patel et al., 2007).

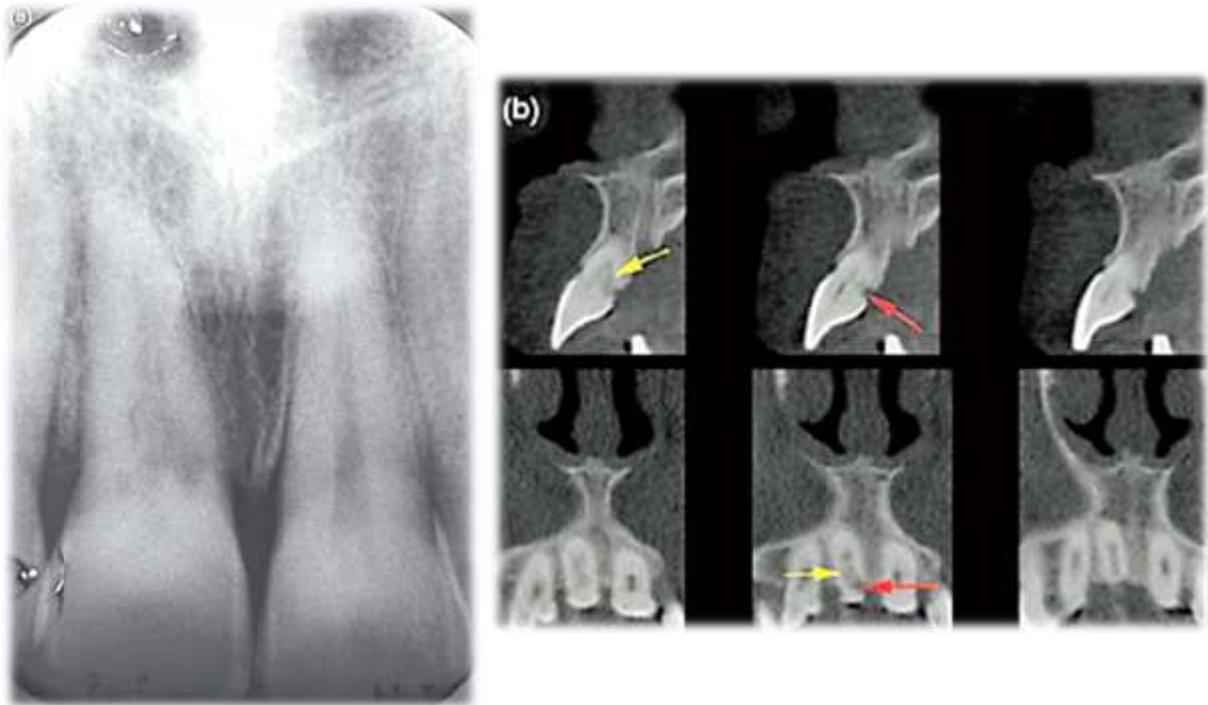


Figura 3 (a) Radiografia periapical revela reabsorção cervical externa no dente 11. As imagens de TCCB revelam a localização exata e as dimensões da reabsorção. (b) As fatias sagitais (superior) e axiais (inferior) revelam a verdadeira natureza da lesão que possui duas áreas distintas. A porção externa (seta vermelha) tem a aparência clássica de reabsorção cervical externa (ou seja, lesão hipodensa com bordas irregulares), e a porção interna (seta amarela) que tem aparência mosqueada (não detectável nas radiografias periapicais), sugerindo que esta porção da lesão contém tecido fibro-ósseo (Fonte: Patel et al., 2007).

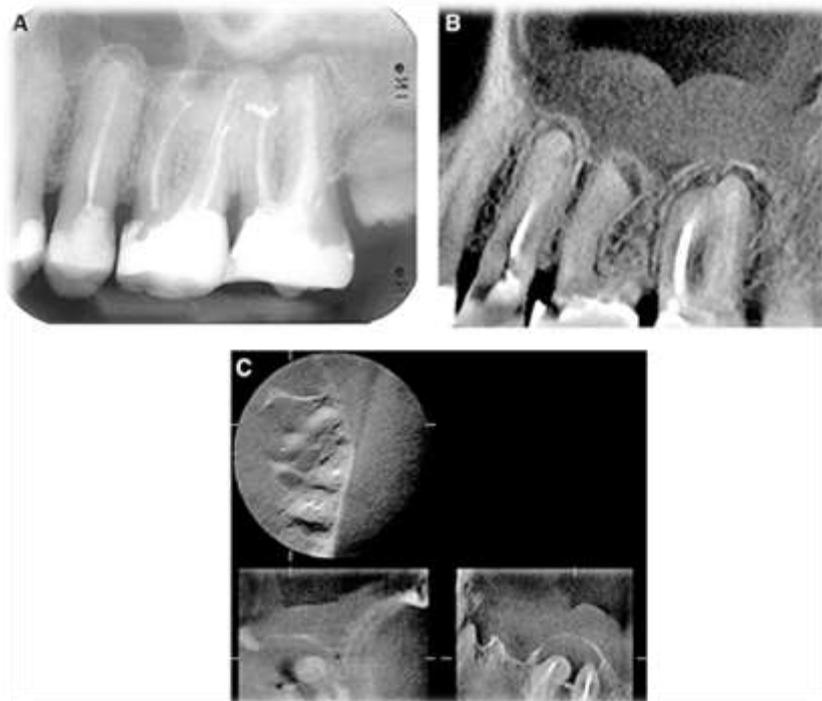


Figura 4 As lesões do primeiro e segundo molar superior não foram detectadas nas radiografiasperiapicais (A), mas foram claramente visíveis nas imagens de TCCB (B, C). C, A lesão no segundo molar é vista em 3 planos perpendiculares. Os cortes axial e coronal mostram a cortical óssea palatina perfurada. B, Espessamento da membrana sinusal ao longo do assoalho do seio acima das raízes vestibulares é observado no corte sagital (Fonte: Lofthag-Hansen et al., 2007).



Figura 5 (A) As radiografias panorâmicas e (B, C) periapicais mostram a área periapical normal do incisivo superior direito. O PA pode ser visto na TCFC (D, E) (Fonte: Estrela et al., 2008).



Figura 6 Caso clínico de um molar inferior nos planos axial (A), sagital (B), e coronal (C). O CBCTPAI pela maior extensão da lesão (Fonte: Estrela et al., 2008).

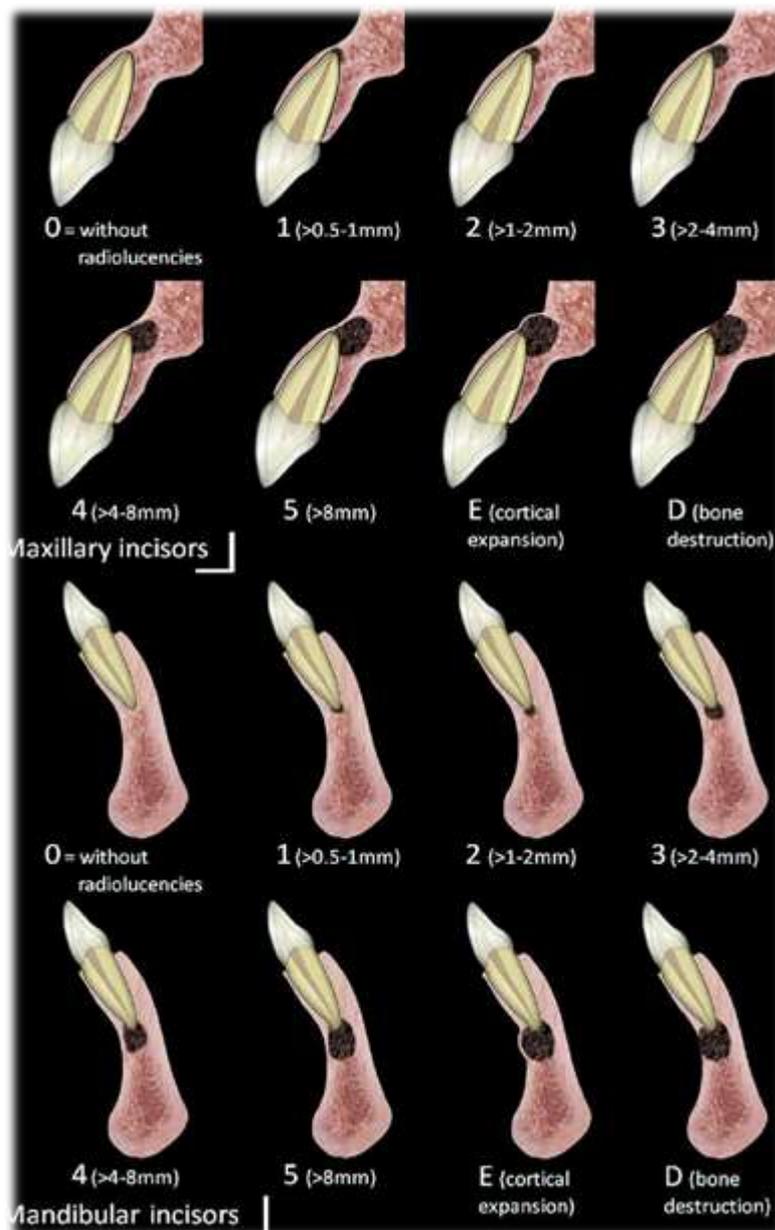


Figura 7 Caso clínico de um molar inferior nos planos axial (A), sagital (B), e coronal (C). O CBCTPAI pela maior extensão da lesão (Estrela et al., 2008)

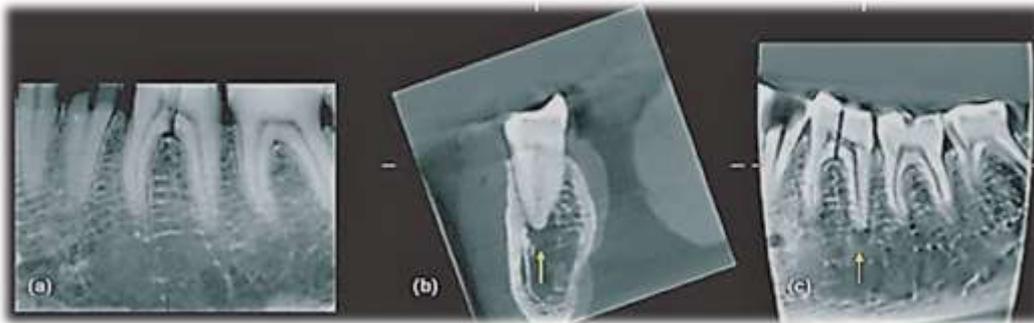


Figura 8 (a) Radiografia periapical; (b) e (c) TCCB do mesmo molar inferior. Note que uma lesão artificial (setas amarelas) pode ser identificada nas imagens da TCFC, mas não na radiografia periapical (Fonte: Patel et al., 2009)

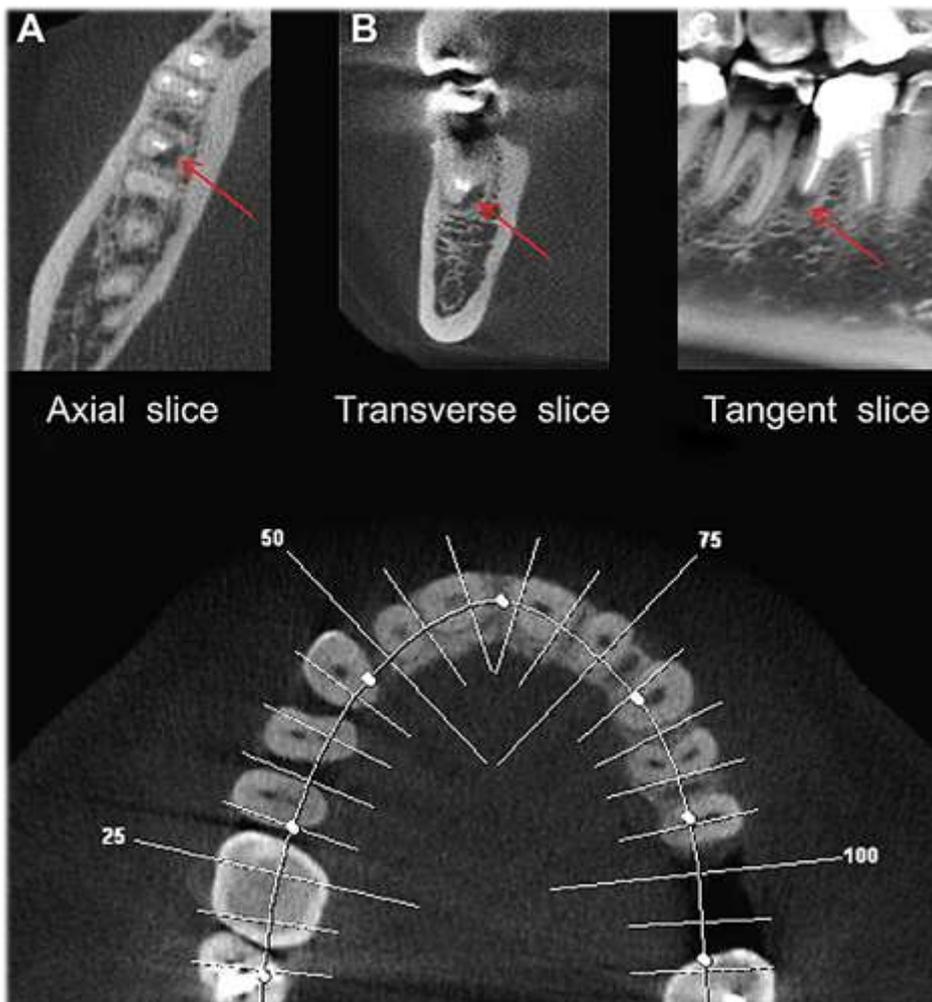


Figura 9 Cortes axial (A), transversal (B) e tangente (C) do molar mandibular. A maior extensão da lesão foi usada para o método RRI-TCCB (Fonte: Estrela et al., 2009).

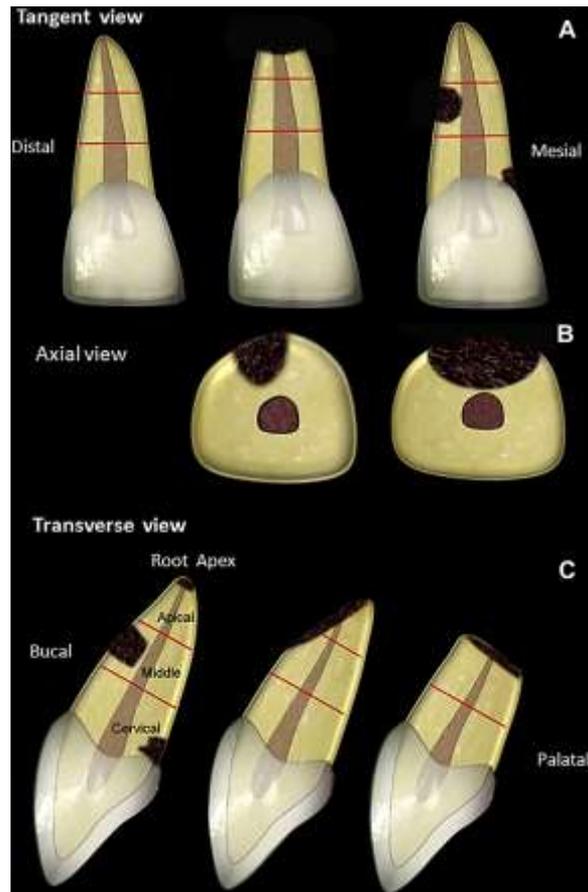


Figura 10 Representação esquemática do método RRI-TCCB em incisivo superior mostrando as vistas tangencial (A), axial (B), e transversal (C) e as diferentes superfícies com RRI (Fonte: Estrela et al., 2009).



Figura 11 Caso clínico de RRI de incisivo lateral superior identificado por radiografia (A) e TCCB em vistas axial (B), transversal (C) e tangencial (D) (Estrela et al., 2009).

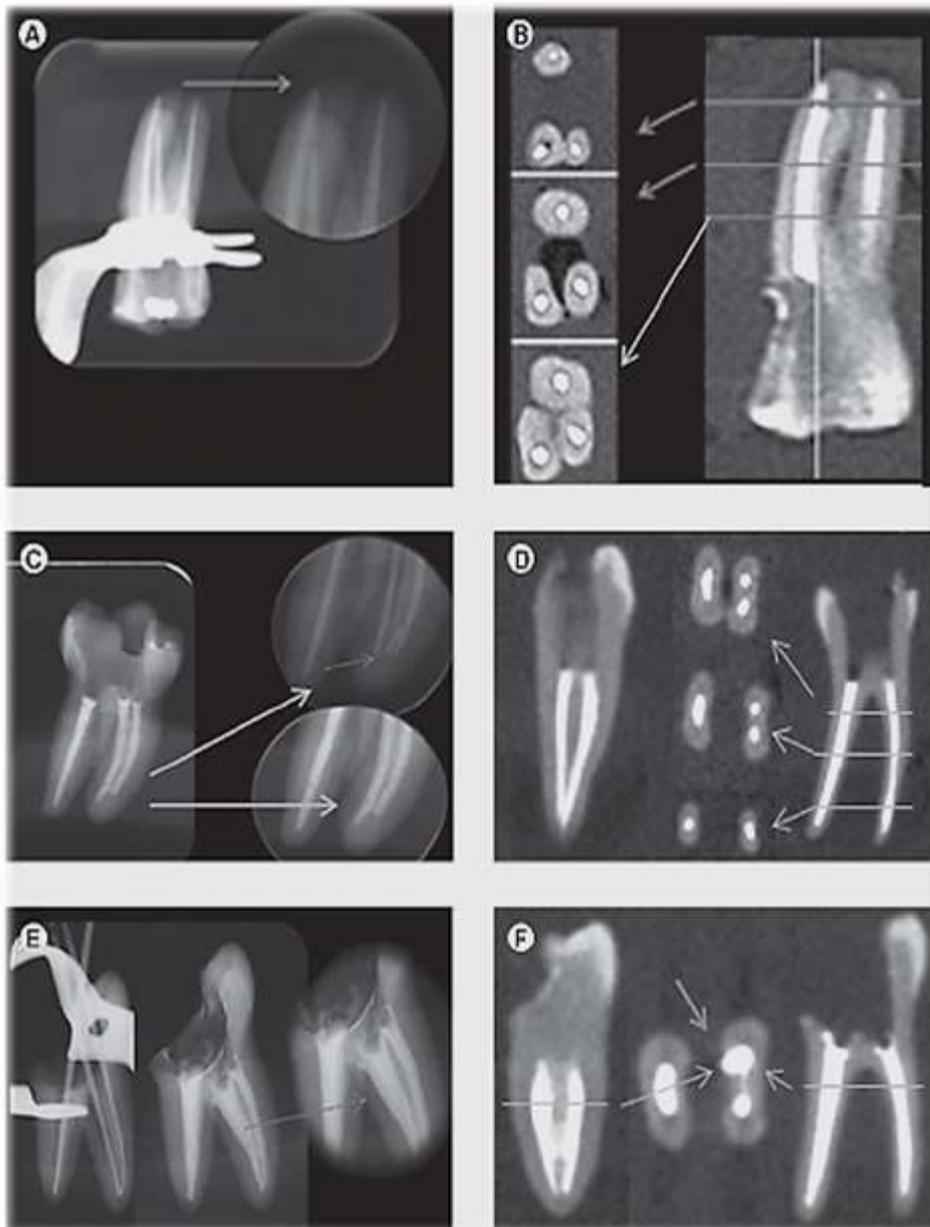


Figura 12 Transporte do canal, instrumento fraturado e perfuração radicular observada em radiografias periapicais (A, C, E) e em imagens de TCCB (B, D, F) (Fonte: Alencar et al., 2010).

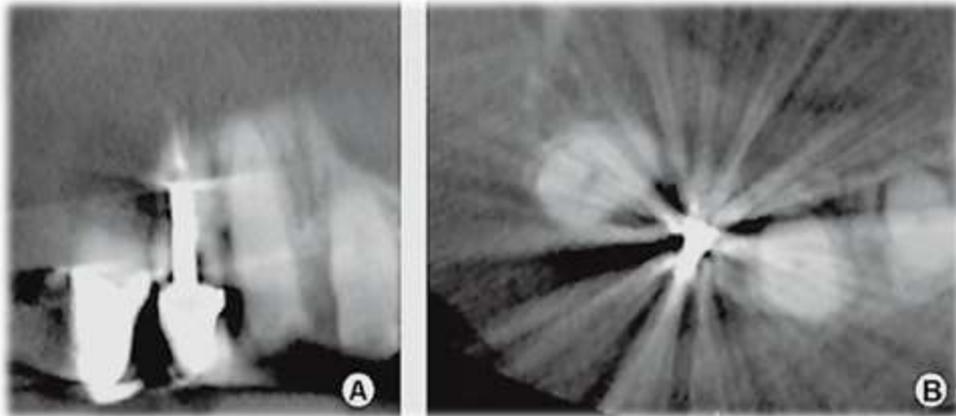


Figura 13 (a,b) Cortes coronais (a) e axiais (b) de TCCB através de um dente do incisivo central superior com núcleo/pino metálico. O endurecimento do feixe causado pelo pino metálico, resultando no aparecimento de estrias e bandas e prejudicando a qualidade das imagens (Fonte: Durack & Patel, 2012).

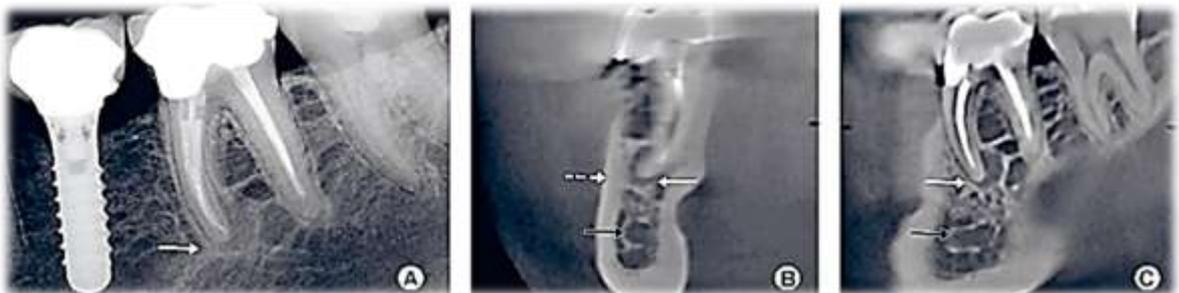


Figura 14 (a) Radiografia periapical dente 36. O dente permaneceu sintomático e há evidência radiográfica de periodontite apical persistente (seta branca sólida) um ano após o tratamento não cirúrgico do canal radicular. (b,c) Coronal (b) e sagital (c), cortes de TCCB através do mesmo dente. A relação espacial da extremidade da raiz mesial (setas brancas sólidas) com a cortical óssea vestibular (seta branca tracejada) e o canal alveolar inferior (setas pretas) podem ser avaliados e medidos com precisão antes da cirurgia apical (Fonte: Durack & Patel, 2012).

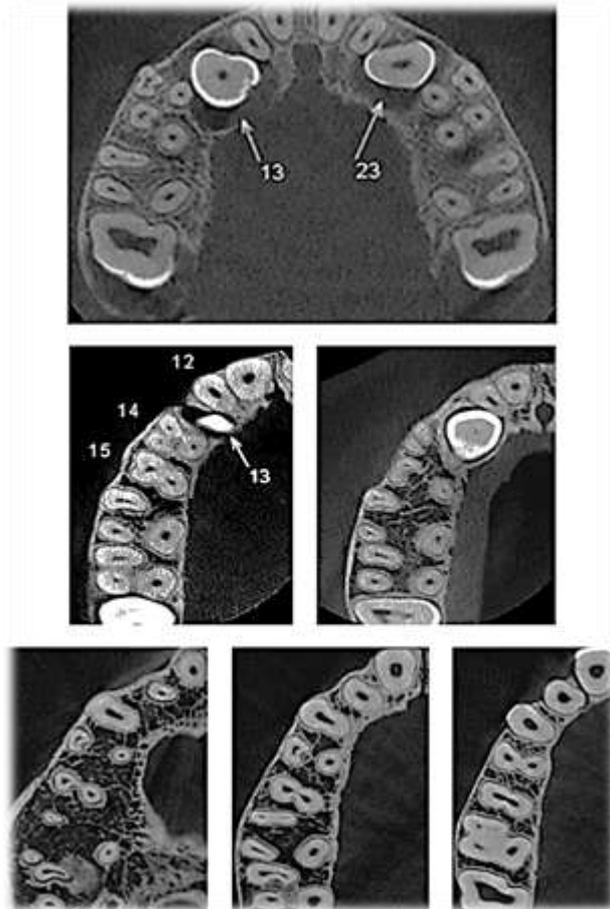


Figura 15 Imagens de TCCB de incisivos, caninos, pré-molares e molares superiores no plano axial (Fonte: Estrela et al, 2015).

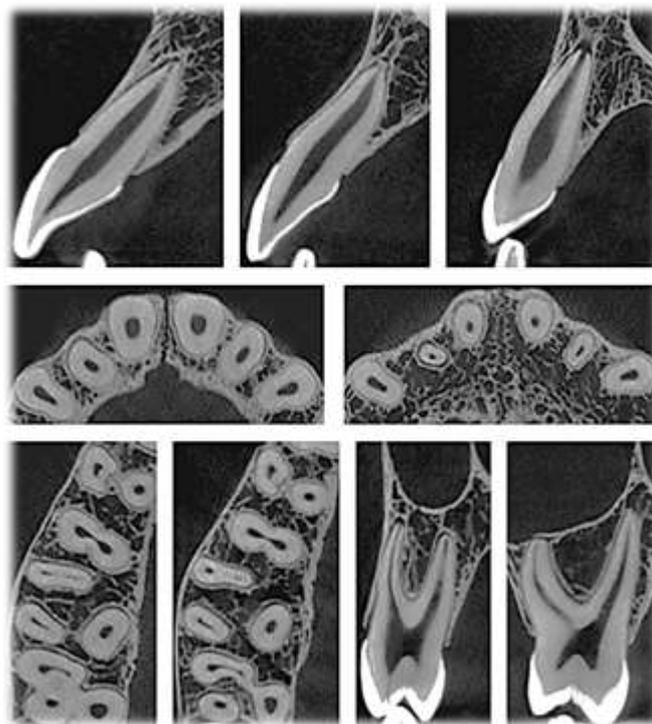


Figura 16 Imagens de TCCB de incisivos, caninos, pré-molares e molares superiores nos diferentes planos (Fonte: Estrela et al, 2015).

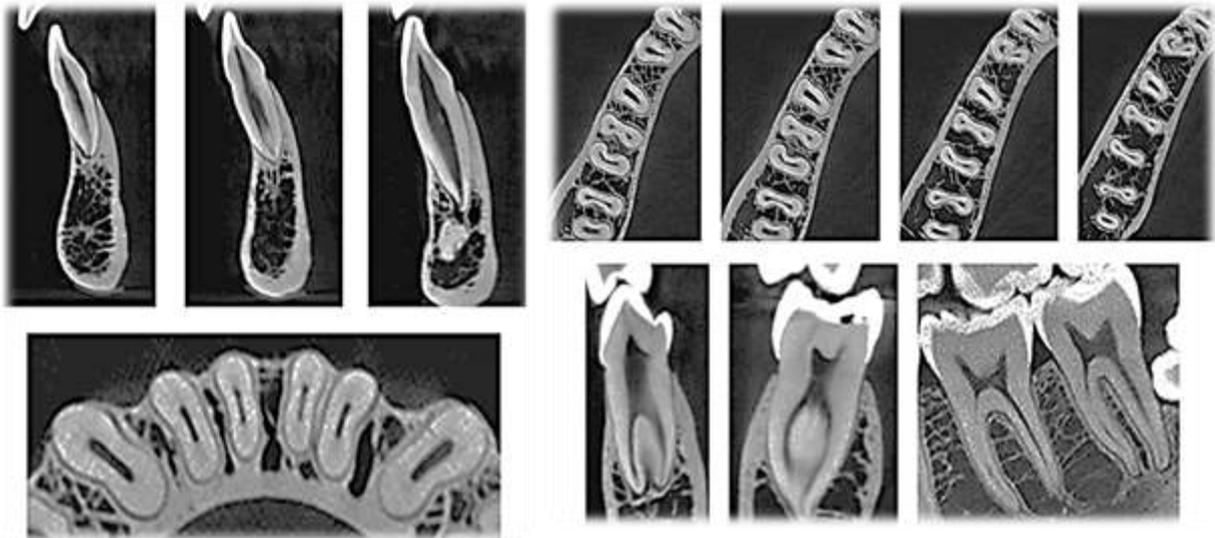


Figura 17 Imagens de TCCB de incisivos, caninos, pré-molares e molares superiores nos diferentes planos (Fonte: Estrela et al, 2015)



Figura 18 Alterações no SM observadas na imagem sagital da TCCB: (A) ausência de alteração; (B) espessamento da mucosa; (C) pólipos sinuais; (D) pseudocisto antral; (E) opacificação inespecífica; (F) espessamento da mucosa e periostite; (G) antrólito; e (H) espessamento da mucosa e antrólito (Fonte: Nunes et al. 2016)



Figura 19 Medidas lineares representativas obtidas da lesão periapical juntamente com a espessura da mucosa sinusal perpendicular utilizando um software dedicado (Kodak Imaging Software CS 3D Imaging V 3.5.7) em imagem sagital de TCCB. (A) Corte sagital proporcionando largura, altura da lesão e espessamento máximo, médio e mínimo da mucosa sinusal antes do tratamento endodôntico. (B) Corte sagital que proporciona largura, altura da lesão e espessamento máximo, médio e mínimo da mucosa sinusal 1 ano após o tratamento endodôntico (Fonte: Kamburoglu et al., 2017).

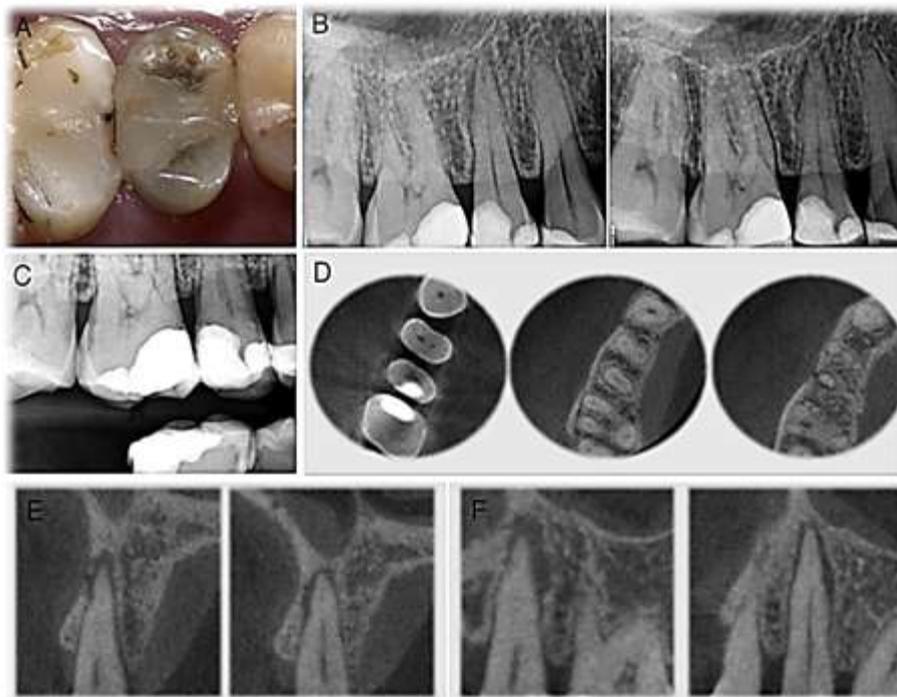


Figura 20 (A) Imagem clínica de um dente 15. (B) Radiografia periapical do dente com angulações horizontais diferentes mostrando uma pequena lesão apical. (C) Uma radiografia interproximal forneceu informações mais precisas e menos distorcidas sobre o estado da câmara pulpar e a distância até à crista óssea alveolar. Note que a lesão apical pode ser claramente identificada nas fatias (D) axial, (E) coronal e (F) sagital obtidas a partir de imagens de TCFC (Fonte: Rodríguez et al., 2017).

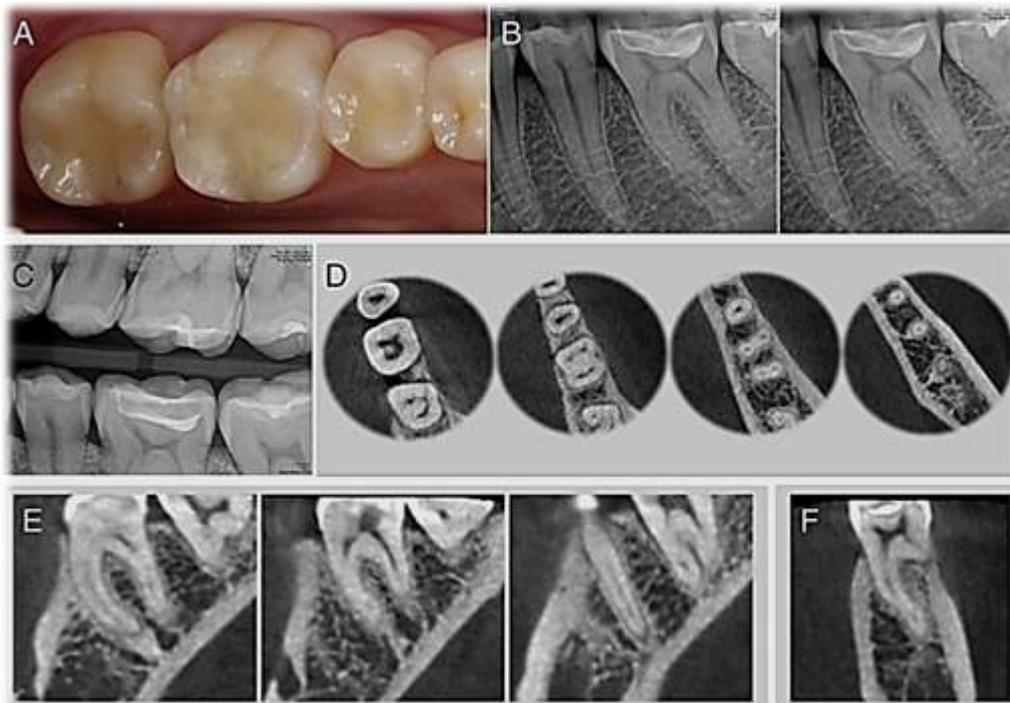


Figura 21 (A) Imagem clínica de um dente 36. (B) As radiografias periapicais mostraram osteíte condensante na região periapical da raiz mesial. (C) Radiografia interproximal. As imagens (D) axial, (E) sagital e (F) coronal obtidas com TCFC mostraram uma lesão apical associada à raiz distal que não era óbvia nas radiografias periapicais. (Fonte: Rodríguez et al., 2017).

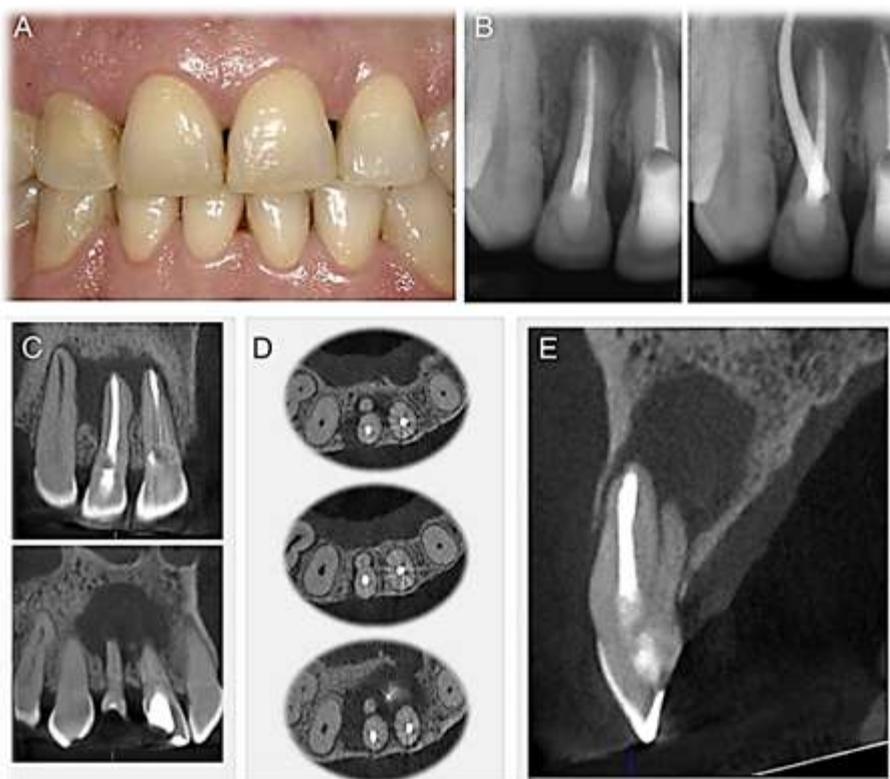


Figura 22 (A) Imagem clínica de um dente (B) Radiografias periapicais com angulações diferentes, em cima à direita, um cone de guta-percha foi colocado para rastreamento da lesão. (C) Uma visão coronal mostrando a extensão da lesão apical. As vistas (D) axial e (E) sagital revelaram a presença de uma raiz adicional (palatina). (Fonte: Rodríguez et al., 2017).



Figura 23 (A) Radiografia periapical do quadrante esquerdo maxilar. O primeiro molar não apresenta alterações periapicais. (B) O corte sagital de TCCB mostrando ambas as raízes vestibulares com radiolucência periapical. (C) O corte sagital mostrando a raiz palatina com o alargamento do espaço periodontal (Fonte: Chogle et al., 2020).

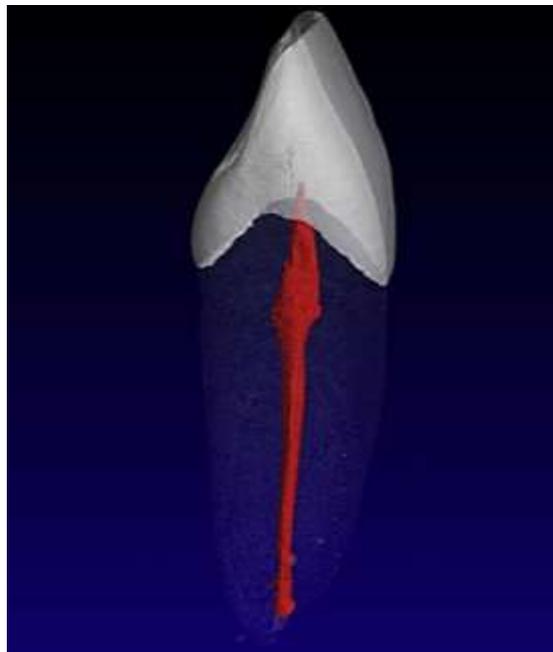


Figura 24 Imagem de micro-CT de um incisivo mandibular. As estruturas dentárias são codificadas por cores (sistema de polpa e canal radicular com vermelho, esmalte com branco, e dentina com cinza transparente). A configuração mais comum do canal radicular 1-1-1/1 (56,0%) sem nenhum canal acessório ou foramina observada (Fonte: Wolf et al., 2020)

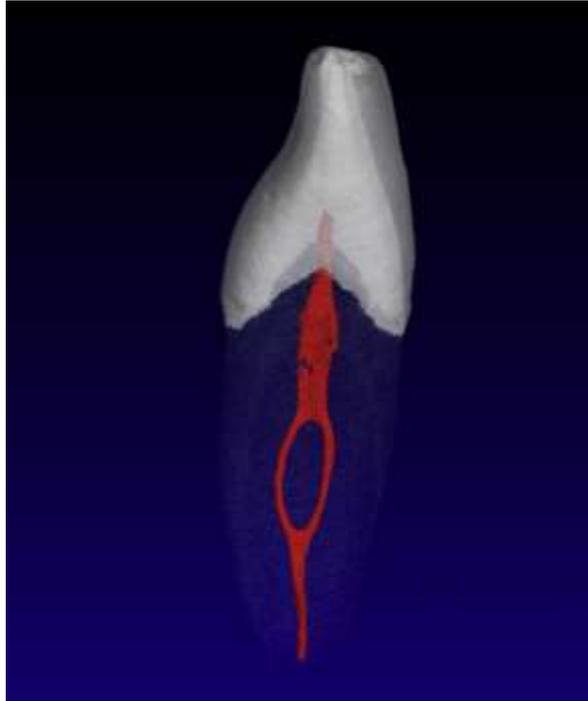


Figura 25 Micro-CT de um incisivo mandibular com a segunda configuração de canal radicular mais comum 1-2-1/1 (10,4%); 1 canal de conexão e 1 forame acessório podem ser distinguidos (Wolf et al. 2020).