

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Dora Marise Medeiros de Castro

**AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE 4^{OS} CANAIS NÃO
OBTURADOS E PRESENÇA DE LESÃO PERIAPICAL EM
1^{OS} MOLARES SUPERIORES POR MEIO DE UM NOVO
SOFTWARE (e-Vol DX) DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA CONE BEAM**

Passo Fundo

2022

Dora Marise Medeiros de Castro

**AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE 4^{OS} CANAIS NÃO
OBTURADOS E PRESENÇA DE LESÃO PERIAPICAL EM
1^{OS} MOLARES SUPERIORES POR MEIO DE UM NOVO
SOFTWARE (e-Vol DX) DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA CONE BEAM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UPF, para obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração em Clínica Odontológica, sob orientação do prof. Dr. Matheus Albino Souza.

Passo Fundo
2022

Folha reservada para
Ata de aprovação da Banca Examinadora

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ata de aprovação fornecida pela
Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho.

Folha reservada para
Ficha catalográfica

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ficha Catalográfica fornecida pela
Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Entrei no Curso de Odontologia na UPF no ano de 1995 e simplesmente me apaixonei pela profissão. Estou com 21 anos de formada e voltar para a faculdade depois de tantos anos para fazer mestrado foi um desafio muito grande, mas também foi muito gratificante e importante para o meu crescimento pessoal e profissional.

Sou proprietária de uma das maiores clínicas de Radiologia Odontológica no interior do estado do RS, a Clínica Kozma Radiologia Odontológica.

Desde sempre busquei conhecimento nas mais diversas áreas da odontologia e até mesmo fora dela. Fiz especialização em Radiologia Odontológica na Unicamp no ano de 2000 e de 2001 em Piracicaba deixando meu filho pequeno, mas sabendo que era melhor para o nosso futuro. Fiz Gestão Empresarial na FGV nos anos de 2003 e de 2004, entre outros tantos cursos de atualização, congressos, jornadas, encontros entre outros.

AGRADECIMENTOS

Só posso agradecer a paciência e a perseverança que todos os envolvidos neste projeto tiveram comigo. Aos colegas, aos colaboradores, aos alunos, aos professores, aos funcionários da UPF o meu muito obrigada de coração.

Agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Matheus A Souza que sempre me apoiou, me incentivou e confiou em mim. Obrigada pela confiança no meu trabalho, pelo respeito, por me ensinar, pela compreensão, pela paciência e por prontamente me ajudar sempre que o procurei. Minha eterna gratidão!

Agradecimento especial para o meu marido Ari Rheinheimer Filho e aos meus filhos e enteados Maria Luisa, Augusto, Eduarda e Germano para que se inspirem e nunca desistam de seus sonhos.

Finalizo, com o sentimento de dever cumprido e que venha a próxima etapa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3. PROPOSIÇÃO.....	37
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
5. RESULTADOS.....	42
6. DISCUSSÃO..	53
7. CONCLUSÃO.....	64
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Incidência de 4° canal em 1os molares superiores e distribuição de acordo com o lado, gênero e idade.....45

Tabela 2 – Incidência de obturação do 4° canal em 1os molares superiores e presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular de 1os molares superiores.....45

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de um 4º canal em 1º molar superior.....46
- Figura 2** – Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de um 4º canal obturado em 1º molar superior47
- Figura 3** – Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de um 4º canal não obturado em 1º molar superior48
- Figura 4** – Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de lesão periapical na raiz de MV de 1º molar superior com 4º canal obturado49
- Figura 5** – Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de lesão periapical na raiz de MV de 1º molar superior com 4º canal não obturado50
- Figura 6** – Recursos e filtros do software e-Vol DX de CBCT51
- Figura 7** – Recursos e filtros do software e-Vol DX de CBCT52

LISTA DE ABREVIATURAS

3D - tridimensional

°C – celsius

CBCT – tomografia computadorizada cone beam

MV – méso-vestibular

MV1 – méso-vestibular 1

MV2 – méso-vestibular 2

DV - canal distovestibular

P – canal palatino

PA – periodontite apical

PCR – polymerase chain reaction

PMMA – polimetimetacrilato

RNAr – ácido ribonucleico ribossômico

RR – risco relativo

TC – tomografia computadorizada

TCFC – tomografia computadorizada de feixe cônico

MD – mesiodistal

BL - bucolingual

MB - mediobucal

ML – mediolingual

dpi – Dots Per Inch (pontos por polegada)

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a incidência de 4^{os} canais não obturados e presença de lesão periapical em 1^{os} molares superiores, por meio do software e-Vol DX de tomografia computadorizada cone-beam (CBCT). Para a avaliação, foram selecionadas 300 imagens de CBCT, obtidas em clínica privada, de 1^{os} molares superiores de pacientes com presença de tratamento endodôntico nestes elementos dentários. O software e-Vol DX foi utilizado para a revisão retrospectiva dessas imagens. Foram registradas a presença ou não de 4^o canal, presença ou não de obturação nesse 4^o canal e presença ou não de lesão periapical associada ao ápice radicular de raízes méso-vestibulares do 1^{os} molares superiores analisados. Análise estatística específica foi realizada para a presente avaliação, com nível de significância estabelecido em 5%. Os resultados revelaram uma elevada incidência de 4^o canal em 1^{os} molares superiores e de não obturação destes canais, estando associadas significativamente à presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular destes dentes ($p < 0.05$). Pôde-se concluir que o software e-Vol de CBCT é uma efetiva ferramenta para

auxiliar na detecção de 4º canal e que a não obturação deste canal pode estar associada à indução ou progressão de uma lesão periapical.

Palavras-chave: 4º canal, canal méso-palatino, canal méso-vestibular 2, CBCT, e-Vol, molar superior, tomografia computadorizada cone-beam.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the incidence of unfilled 4th canals and the presence of periapical lesions in maxillary 1st molars, using the e-Vol DX cone-beam computed tomography (CBCT) software. For the evaluation, 300 CBCT images were selected, obtained in a private clinic, of the maxillary 1st molars of patients with the presence of endodontic treatment in these dental elements. The e-Vol DX software was used for the retrospective review of these images. The presence or absence of a 4th canal, the presence or absence of filling in this 4th canal and the presence or absence of a periapical lesion associated with the root apex of the mesiobuccal roots of the maxillary 1st molars were recorded. Specific statistical analysis was performed for the present evaluation, with a significance level set at 5%. The results revealed a high incidence of 4th canal in maxillary 1st molars and non-filling of these canals, being significantly associated with the presence of periapical lesion in the mesiobuccal root of these teeth ($p < 0.05$). It can be concluded that the e-Vol CBCT software is an effective tool to assist in the detection of the 4th canal and that the non-filling of this

canal may be associated with the induction or progression of a periapical lesion.

Key-words: 4th canal, mesiopalatine canal, mesiobuccal canal 2, CBCT, e-Vol, maxillary molar, cone-beam computed tomography

1. INTRODUÇÃO

Os microorganismos são os principais agentes etiológicos das alterações patológicas que acometem a polpa e os tecidos periapicais, atuando, de forma direta e indireta, na colonização do sistema de canais radiculares, bem como na indução e evolução destas patologias (Takehashi *et al.*, 1965). Dessa forma, um dos principais objetivos da terapia endodôntica é promover a eliminação destes microorganismos, por meio da ação mecânica de instrumentos endodônticos, que irão promover a modelagem do canal radicular, e ação química de substâncias químicas auxiliares, que irão promover a limpeza do sistema de canais radiculares (Byström & Sundqvist, 1981; Byström & Sundqvist, 1983).

No entanto, um grande número de variações e complexidades anatômicas tem sido encontrado no interior desse sistema, correspondendo a espaços amplamente propícios para a colonização e proliferação dos microorganismos, e dificultando a eliminação dos mesmos por parte dos procedimentos intracanaís de descontaminação. Embora a maioria dos microrganismos se encontre localizada dentro do canal principal, também podem ser observados na profundidade dos túbulos dentinários,

ramificações, lacunas de cimento (Shovelto, 1964), na região periapical (Nair *et al.*, 1990) ou, ainda, em canais não localizados durante a primeira intervenção endodôntica (Betancourt *et al.*, 2015).

A literatura científica revela que muitos dentes não respondem ao tratamento endodôntico porque erros de procedimento impedem o controle da infecção endodôntica intracanal (Lin *et al.*, 2005). Os molares superiores são os dentes mais comumente tratados e têm a maior frequência de falhas devido à não-localização do 4º canal, também denominado de canal méσιο-palatino ou méσιο-vestibular 2 (MV2) (Shah *et al.*, 2014). Assim, numerosos estudos analisaram a presença do 4º canal em molares superiores, sendo de fundamental importância sua detecção, pois esses canais podem estar presentes em 37%–96% dos casos (Degerness & Bowles, 2010). E a sua não localização, bem como o seu não tratamento, podem implicar na permanência de microorganismos e, conseqüentemente, no insucesso do tratamento endodôntico (Betancourt *et al.*, 2015). Portanto, o conhecimento da anatomia dental interna e a localização do 4º canal em molares superiores é de suma importância.

A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) proporciona o fornecimento de imagens tridimensionais dos

elementos dentários e suas complexidades anatômicas, apresentando excelente resolução de imagem e utilizando uma dose relativamente baixa de radiação (American Association of Endodontists & American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, 2011). A imagem advinda da CBCT oferece melhor sensibilidade e especificidade do que a radiografia convencional (Weissman *et al.*, 2015) e, atualmente, tem sido utilizada para diferentes aplicações na odontologia e endodontia (Patel *et al.*, 2007). Comparações com radiografias periapical e panorâmica, cujas limitações são bem conhecidas, revelaram que o uso da CBCT aumenta a precisão dos diagnósticos (Estrela *et al.*, 2008). Além disso, uma riqueza de dados está disponível para diagnóstico e plano de tratamento. Por consequência, os resultados do tratamento endodôntico se tornam mais previsíveis (Scarfe *et al.*, 2007).

Ao mesmo tempo em que diversos dispositivos de CBCT foram desenvolvidos nos últimos anos, também foram se desenvolvendo softwares específicos para cada um destes dispositivos. Isso porque as imagens originais de CBCT podem não ser adequadas para visualização, podendo estar borradas, não nítidas e com a presença de artefatos. Nesse sentido, essas imagens requerem uma série de ajustes para

melhorar a qualidade da visualização (Bueno *et al.*, 2018). Diante dessa necessidade foi desenvolvido o software e-Vol DX (CDT Software, Bauru, SP, Brasil), com recursos importantes para melhorar a qualidade da imagem. Dentre eles, se incluem ajuste de brilho e contraste, controle de espessura de imagem, filtro de nitidez de imagem, filtro de redução de ruído e a capacidade de reconhecer automaticamente dados de diferentes dispositivos de CBCT, resultando em economia de tempo durante a navegação de imagens e captura de imagens de alta resolução (Bueno *et al.*, 2018).

Diante do exposto e da escassez da literatura relacionando o tema e o novo software, se torna justificável a realização do presente estudo, no intuito de avaliar a incidência de 4os canais não obturados e sua relação com a presença de lesão periapical na raiz MV de molares superiores, por meio do software e-Vol DX de CBCT.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Gomes *et al.* (2006) avaliaram a presença de *E.faecalis* em infecções endodônticas por meio de testes de PCR (*polymerase chain reaction*) e cultura microbiana. As amostras microbiológicas foram obtidas a partir de 50 dentes com polpas necróticas não tratadas (infecção primária) e de 50 dentes com falha do tratamento endodôntico (infecção secundária). Foram utilizadas as técnicas de cultura, incluindo diluição em série, plaqueamento, incubação e identificação bioquímica. Para a análise por meio do teste de PCR foi utilizado um primer específico. Os resultados demonstraram que no teste de cultura o *E.faecalis* foi detectado em 23 dos 100 dentes, sendo 2 em canais com polpa necrosada e 21 em canais com tratamento endodôntico. Por outro lado, no teste de PCR o *E.faecalis* foi detectado em 79 dos 100 dentes, sendo 41 em canais com polpa necrosada e 38 em canais com tratamento endodôntico. Pode-se concluir que o *E.faecalis* é um microorganismo resistente, sendo encontrado tanto na infecção primária quanto na infecção secundária.

Cogulu *et al.* (2008) avaliaram a presença de patógenos endodônticos em amostras coletadas do interior de canais radiculares de dentes decíduos e permanentes, utilizando o

método de PCR, e determinaram a associação desses microrganismos com os sintomas clínicos de infecções endodônticas. Cento e quarenta e cinco crianças de 5 a 13 anos de idade participaram do estudo. Dentre os microrganismos isolados, foram identificados os seguintes patógenos: *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia* e *Treponema denticola*. Os patógenos endodônticos *Treponema denticola* e *Enterococcus faecalis* foram significativamente associados com radiolucidez periapical, enquanto que o *Porphyromonas gingivalis* foi significativamente associado aos casos de dentes sensíveis a percussão.

Chávez De Paz (2012) avaliou a capacidade de quatro patógenos endodônticos em estabelecer uma comunidade multiespécies, determinando as características estruturais, fisiológicas e a composição desta comunidade. Foram isoladas as seguintes estirpes *Actinomyces naeslundii*, *Lactobacillus salivarius*, *Streptococcus gordonii*, e *E.faecalis*, sendo cultivados em conjunto em um sistema celular miniflow, além de avaliar a viabilidade celular e os

parâmetros de biovolume. Os resultados demonstraram que as quatro espécies testadas foram capazes de formar comunidades estáveis e reprodutíveis, mostrando um crescimento contínuo ao longo do tempo. No entanto, na ausência de glicose mostrou biovolumes significativamente menores. Uma elevada proporção de células viáveis (>90%) foi observada e o crescimento do biofilme estava correlacionado com a atividade metabólica celular. A estrutura em meio rico não mudou consideravelmente nas primeiras 120 horas, período no qual o *E.faecalis*, *L.salivarius*, e *S.gordonii* foram mais abundantes. Pode-se concluir que os quatro patógenos endodônticos testados apresentam capacidade de formação de biofilme microbiano.

Guerreiro-Tanomaru *et al.* (2013) analisaram a capacidade do *E.faecalis* na formação de biofilme microbiano em diferentes substratos. Placas infectadas com *E.faecalis* foram utilizadas para o crescimento de biofilme em dentina, osso bovino, guta-percha e hidroxiapatita. Os substratos foram incubados a 37°C durante 14 ou 21 dias e o meio nutriente foi trocado a cada 48 horas. Após os períodos de indução do crescimento microbiano, as amostras (n= 5 por grupo e por período de indução) foram coradas usando o

sistema *Live/Dead cells* e as imagens foram analisadas ao microscópio confocal. Os resultados revelaram que a formação do biofilme microbiano foi observada em todos os grupos, sendo o menor volume observado na guta-percha após 14 dias e o maior volume observado na hidroxiapatita após 21 dias. Diante dos resultados, foi possível concluir que o *E.faecalis* possui elevada capacidade formação de biofilme.

Tennert *et al.* (2014) analisaram a microbiota de pacientes submetidos a tratamento de infecções endodônticas persistentes primárias e secundárias, relacionando os aspectos clínicos e radiográficos. Foram coletadas amostras de 21 pacientes por meio de cones de papel esterilizados. As amostras foram plaqueadas, e em seguida, os microrganismos foram isolados e identificados morfológicamente por análise bioquímica e sequenciamento dos genes de RNAr 16S dos microrganismos que foram isolados. Os resultados mostraram que foram isoladas 33 espécies bacterianas em 12 dos 21 canais radiculares avaliados, sendo 12 anaeróbios facultativos e 21 anaeróbios estritos. O *E.faecalis* foi mais frequentemente isolado em infecções endodônticas secundárias, podendo-se incluir que esta espécie bacteriana é altamente resistente e de difícil eliminação a partir da

utilização de estratégias antimicrobianas de descontaminação.

Cotton *et al.* (2007) avaliaram 7 casos clínicos com intuito de mostrar a aplicabilidade da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), tendo como objetivo revisar imagens tridimensionais (3D) e suas vantagens em relação a tomografia computadorizada tradicional (TC) e radiografias convencionais. Mais especificamente na área endodôntica, pode ser utilizada para fins de diagnóstico e detectar a morfologia dos canais radiculares, como no caso 1, onde a TCFC se mostrou imprescindível para identificação e localização de um canal distolingual com lesão perirradicular em um elemento que já havia tratamento endodôntico prévio. No caso 2 mostra-se útil para identificação de patologias não endodônticas, como um aumento do canal incisivo, que na radiografia convencional mostrou resultados imprecisos. No caso 3, fratura radicular em que uma radiografia periapical mostrou apenas sinais de reabsorção óssea e alargamento do periodonto. No caso 4, as radiografias periapicais revelaram a presença de uma radioluscência na junção do terço médio e apical da raiz. A aparência foi sugestiva de uma grande reabsorção interna,

confirmada pela TCFC, que além de trazer imagens mais detalhadas como a determinação da extensão do defeito reabsortivo, auxiliou na concepção um plano de tratamento apropriado. No caso 5 onde se relata uma reabsorção cervical invasiva, as informações da TCFC auxiliaram no planejamento do tratamento do caso multidisciplinar complexo. No caso 6, para avaliação anatomica pré-cirúrgica em que a radiografia periapical revelou a extrusão de material apical após endodontia do 45 e a TCFC foi realizada para melhor inspecionar os tecidos perirradiculares. Por fim, no caso 7, a TCFC foi utilizada para localizar e para melhor apreciar o tamanho e extensão de lesões associadas ao implante.

Estrela *et al.* (2008) realizaram um estudo com objetivo de avaliar a precisão dos métodos de imagem tomográficas, radiografias panorâmicas e periapicais para detecção de periodontite apical (PA). Foram avaliados exames de imagem de 888 pacientes. Todos os pacientes tiveram 1 dente com história de infecção endodôntica confirmada por exame clínico. Um total de 1508 dentes foram selecionados para o estudo, 523 molares, 597 pré-molares, 154 caninos e 234 incisivos, sendo que 94,5% da amostra já haviam tratamento

endodontio prévio. As imagens tomográficas foram examinadas com software específico (3D tomo X versão 1.0.51) em uma estação de trabalho PC executando o Microsoft Windows XP profissional SP-1 (Microsoft Corp, Redmond, WA). Para determinar a condição periapical foram usadas as seguintes divisões: 1, estrutura periapical normal; 2, pequenas mudanças na estrutura óssea; 3, mudanças na estrutura óssea com alguma perda mineral; 4, periodontite com áreas radiolúcentes bem definidos; 5, periodontite grave com características exacerbantes. Pode-se concluir que as imagens de TCFC apresentam alta precisão para a detecção de PA, pois tendem a oferecer escores maiores que as radiografias periapicais e panorâmicas, sugerindo que o diagnóstico da PA por métodos convencionais é, muitas vezes, subestimado.

De Oliveira *et al.* (2017) realizaram um estudo com objetivo de aplicar um programa de software livre recém desenvolvido, para avaliar a qualidade das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Um fantasma cilíndrico de polimetilmetacrilato (PMMA), com 70 mm de altura e 150 mm de diâmetro, foi dividido em 7 discos circulares (10 mm de altura e 140 mm de diâmetro), composto

por diferentes materiais que representam estruturas com várias densidades, permitindo avaliar a qualidade da imagem nos diferentes parâmetros. Um programa macro foi desenvolvido, usando o software livre ImageJ, para avaliar automaticamente os parâmetros de qualidade da imagem baseada em 8 parâmetros: uniformidade, sinal-ruído (SNR), ruído, a relação contraste / ruído (CNR), resolução espacial, índice de artefato, precisão geométrica e resolução de baixo contraste. A aquisição de imagens foi realizada usando três scanners CBCT diferentes: NewTom TM 5G (QR srl, Verona, Itália), Cranex® 3D (Soredex Oy, Tuusula, Finlândia) e Scanora 3D (Soredex Oy, Tuusula, Finlândia). O software foi testado em 3 unidades de TCFC, usando 7 protocolos. Em relação ao CNR, a alta estrutura e densidade foram mais sensíveis ao efeito dos parâmetros de varredura. Não houve diferenças significativas entre SNR e CNR em objetos centralizados e periféricos. A avaliação da precisão geométrica mostrou que todos os as medidas de distância foram inferiores aos valores reais. A resolução de baixo contraste foi influenciada pela digitalização parâmetros e a haste de 1 mm presente no fantasma não foi representada em nenhuma das três unidades de CBCT. Voxel de menor

tamanho apresentaram maior resolução espacial. Não houve diferenças significativas entre os protocolos em relação a presença de artefato.

Gambarini *et al.* (2018) realizaram um estudo, cujo objetivo foi investigar *in vivo* a complexidade dos canais mesiais de molares inferiores usando o software 3D Endo TM vinculado as imagens de TCFC. Um total de 50 molares inferiores direito e 50 esquerdo foram examinados. As imagens foram manipuladas utilizando o 3D Endo TM (Dentsply Sirona). O software foi utilizado para cortar a área correspondente ao dente nos planos axial e parasagital. Uma vez selecionado o dente, os dois canais na raiz mesial foram identificados e seus orifícios no assoalho da câmara pulpar identificados junto com o forame correspondente. Isso permitiu que o software revelasse automaticamente o caminho de cada canal e, em seguida, visto em frontal e mesial. Os parâmetros iniciais avaliados foram o número de canais radiculares, o comprimento do canal (do orifício ao forâmen apical), a presença de confluências apicais (definidas como dois canais saindo da câmara pulpar que se juntam e terminam forame apical único) e a configuração do canal radicular de acordo com a

classificação de Vertucci. Os canais tipo IV foram encontrados em 44% dos casos, enquanto 54% eram do tipo II. A distância média do forame apical ao orifício foi de 13,15 mm ($\pm 1,21$) e aquele entre uma confluência e o forame, 2,81 mm ($\pm 1,13$). O número de curvaturas e a os escores de complexidade do canal na visão MD foram ligeiramente superiores à vista BL ($P < 0,05$). As pontuações não foram diretamente correlacionadas ao canal (MB versus ML), ao comprimento do canal ou à presença de confluências.

Bueno *et al.* (2018) realizaram um estudo inovador onde analisam as limitações atuais da TCFC e o potencial de um novo modelo de software CBCT (e-Vol DX, CDT-Brasil). Esse método fornece imagens de alta resolução devido ao tamanho do voxel submilímetro e navegação dinâmica de imagens. As principais diferenças entre o e-Vol DX e outros software são a sua compatibilidade com todos os scanners de TCFC atuais, pois possui capacidade de exportação de dados DICOM, ajuste de brilho e contraste mais abrangentes, ajuste de espessura de corte personalizado; ajuste de nitidez personalizado, algoritmo avançado de redução de ruído que proporciona uma grande melhora na qualidade da imagem; filtros de imagem

predefinidos, filtros de análise de volume do canal radicular com capacidade de ampliar a imagem em mais de 1000x (reconstruções tridimensionais) sem perda de resolução, personalização de imagem automática para melhor padronização e oportunidades de pesquisa; captura com resolução de tela de 192 dpi, com uma opção de 384 dpi, em contraste com 96 dpi de aplicativos semelhantes. Todas essas ferramentas possuem a capacidade de causar uma redução de artefatos que podem atuar negativamente nos diagnósticos, tornando assim esse novo software um aliado na tomada de decisões para o tratamento e diagnóstico.

De acordo com Lo Giudice *et al.* (2018), a avaliação radiológica é fundamental na endodontia para fins de diagnóstico, planejamento, execução do tratamento e preservação do caso. A radiografia periapical é a principal forma de investigação radiográfica porém apresenta limitações por reproduzir uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional (3D) podendo levar a distorções e estruturas anatômicas sobrepostas além de fornecer dados insuficientes sobre a dimensão, extensão e posição de alterações no periápice, impossibilitando uma boa análise da área de interesse. Por esse motivo a tomografia

computadorizada de feixe cônico (TCFC) vem sendo mais utilizada, por permitir uma excelente visualização da anatomia dental e sua relação com estruturas vizinhas, mostrando ser um instrumento poderoso para o diagnóstico endodôntico, bem como no planejamento e acompanhamento. Na pesquisa realizada por Lo Giudice *et al.* (2018) mostra que muitos dos sinais endodônticos obtidos a partir da análise de imagens CBCT não são visíveis nas radiografias intra orais evidenciando limitações que podem ser superadas através de exames 3D, como por exemplo: anatomia complexa, patologias, fraturas, perfurações, reabsorções, ausência de tratamento endodôntico no canal lingual de incisivos inferiores e do segundo canal méso vestibular de molares superiores (MV2).

O primeiro molar superior é o dente que apresenta maior complexidade e variação morfológica, que se reflete na maior taxa de insucesso clínico, o que o torna um desafio constante. É anatomicamente descrito com três raízes, a mesiovestibular, a distovestibular e a palatina. Vários estudos mostraram que o canal mesiovestibular secundário (MV2) está presente em mais de 50% dos primeiros molares superiores, portanto, todos os métodos possíveis devem ser usados para localizar e

detectar os canais do sistema radicular, bem como estudar sua morfologia (Betancourt *et al.*, 2015).

Um estudo realizado em uma população brasileira, para avaliar a configuração dos canais radiculares de molares superiores por meio da CBCT, revelou que 42,63% dos dentes apresentaram dois canais na raiz MV, à medida que nos segundos molares foram apontados 2 canais em 34,32%. A alteração de anatomia mais frequente no primeiro molar superior foi relacionada à configuração do canal radicular da raiz MV, enquanto que o sistema de canais radiculares dos segundos molares superiores demonstrou maior variabilidade anatômica, sendo que as raízes MV dos dentes molares superiores apresentaram maior variação em seu sistema de canais do que as raízes disto vestibular ou palatina (Silva *et al.*, 2014). As alterações de morfologia estão suscetíveis a ocorrer em qualquer dente e, mesmo que as raízes mais acometidas por estas variações sejam as vestibulares, as raízes palatinas dos primeiros e segundos molares superiores não são exceção e também requerem um exame cuidadoso (Holderrieth & Gernhardt, 2009).

De acordo com Zhuk *et al.* (2020), molares superiores são dentes com um maior número de raízes e anatomia interna

complexa. Numerosos estudos encontraram uma alta incidência de MV2 nos primeiros molares superiores, variando de 51,5% a 96,1%. Outros estudos mostram que a idade, raça e gênero são fatores potenciais na variabilidade e frequência de ocorrência desse canal. A localização do MV2 é crucial para se obter sucesso no tratamento endodôntico e a alta porcentagem de falha nos tratamentos de molares superiores está relacionada à dificuldade em localizar e instrumentar o MV2, principalmente devido a sua localização variada. Tendo em vista a grande dificuldade na sua localização, Zhuk *et al.* (2020) realizaram um estudo através de TCFC para estimar uma localização do MV2 em relação ao MV1, e chegaram às seguintes conclusões: para os casos de tratamento inicial a distância do MV1 até o MV2 foi de $2,06 + 0,52$ mm. Isso não mudou significativamente para os casos de retratamento. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre homens e mulheres sendo que os homens apresentaram maiores distâncias em relação às mulheres, estabelecendo assim algumas diretrizes para o clínico facilitar a localização dos canais e auxiliar no tratamento.

A prevalência do MV2 pode mudar de acordo com as diferentes populações. Diante disso, Martins *et al.* (2018) realizaram um estudo com grande relevância ao analisar a prevalência mundial do MV2 e entender sua relação com sexo, idade, lado, e configuração de raiz utilizando a TCFC. Foram avaliadas 21 regiões totalizando 5250 primeiros molares superiores de 3935 pacientes (1723 homens e 2212 mulheres) incluídos no estudo. A proporção da presença do canal radicular MV2 variou conforme as regiões, onde a menor porcentagem encontrada foi de 48,0% na Venezuela e a maior de 97,6% na Bélgica. Das 21 regiões, 14 apresentaram dados que permitiram análise bilateral da anatomia; 1315 pacientes tiveram ambos os primeiros molares superiores, 247 (18,8%) tinham ausência bilateral de MV2, 134 (10,2%) tinham presença unilateral, e 934 (71,0%) tinham um canal MV2 em ambos os molares. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os lados esquerdo e direito; no entanto, os homens apresentaram prevalência de MV2 significativamente maior (76,3%) quando em comparação com o sexo feminino (71,8%), enquanto pacientes mais velhos (61 anos) apresentaram significativamente prevalência mais baixa quando comparada

com pacientes mais jovens (20 anos e 21–40 anos). A prevalência do MV2 também foi significativamente maior em molares com 3 raízes (75,1%) quando comparado com dentes com 2 raízes (55,4%).

O planejamento e execução do tratamento endodôntico em molares é complexo visto que estes dentes possuem variações anatômicas que contribuem para o insucesso se não identificadas corretamente. As raízes mésiovestibulares de molares superiores são as que apresentam maiores alterações e por consequência, o número de retratamentos realizados nesses dentes também é alto pois a permanência de áreas despreparadas nos canais pode levar à proliferação de microrganismos e desenvolvimento de lesões periapicais, contribuindo para a falha do tratamento. No estudo realizado por Do Carmo *et al.* (2020), molares superiores foram avaliados por meio de TCFC em relação ao número de raízes, número de canais radiculares, número de canais perdidos, identificação anatômica de canais perdidos, presença de lesões periapicais e localização da raiz das lesões periapicais concluindo que o número de canais no primeiro molar superior variou entre três e cinco, dos quais 50,89% possuíam três canais e 48,10% possuíam quatro. Ao analisar a

frequência de perdas canais radiculares foi encontrado um ou mais canais radiculares perdidos, sendo o MV2 o mais frequente apresentando lesão apical em molares superiores tratados endodonticamente.

3. PROPOSIÇÃO

Esse estudo tem como objetivo avaliar a incidência de 4^{os} canais não obturados e presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular de 1^{os} molares superiores, por meio do software e-Vol DX de tomografia computadorizada cone-beam.

As hipóteses em estudo são de que (i) existe uma incidência significativa de 4^{os} canais não obturados, (ii) existe uma relação dessa não localização e obturação com a presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular de 1^{os} molares superiores, e que (iii) o software e-Vol DX de tomografia computadorizada cone-beam se constitui um importante recurso no diagnóstico destas situações.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo não foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo, por não envolver exposição direta de sujeitos de pesquisa à avaliação.

Esta revisão retrospectiva foi realizada por meio de um levantamento de dados em prontuários eletrônicos de uma clínica privada de radiologia do município de Passo Fundo (Passo Fundo, RS, Brasil). Nestes prontuários, foram analisados exames tomográficos de pacientes que procuraram o serviço de radiologia da clínica, no período compreendido entre janeiro de 2017 a janeiro de 2022, identificando a presença de tratamento endodôntico em 1º molar superior direito e 1º molar superior esquerdo. Os casos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão do estudo, totalizando 326 casos selecionados para avaliação do presente estudo.

Os critérios de inclusão do presente estudo foram daqueles pacientes já examinados, clínica e tomograficamente, como parte de seus cuidados regulares ou de avaliação na clínica privada. Todos os casos incluídos foram de apresentar

tratamento endodôntico concluído em um dente 1º molar superior, com a presença de restauração coronária definitiva.

Os critérios de exclusão do presente estudo foram daqueles pacientes que ainda não tiveram tratamento endodôntico iniciado ou concluído em um dente 1º molar superior, a ponto de o número de canais radiculares no dente poder ser determinado clínica ou radiograficamente. Ou, ainda, daqueles pacientes com tratamento endodôntico concluído em um dente 1º molar superior, com ausência de restauração coronária definitiva ou presença de restauração coronária provisória.

Os casos selecionados não foram submetidos a nenhum exame ou procedimento clínico adicional para o presente estudo, bem como não houve qualquer envolvimento dos pacientes selecionados nos prontuários eletrônicos com a pesquisa, sendo mantido sob sigilo todos os dados dos mesmos.

Todas as imagens de CBCT foram obtidas de tomógrafo Kodak 9000 (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, Estados Unidos), onde foram utilizados os seguintes parâmetros: 74 kV e 10 mA, FOV 50 x 37 mm e voxel de 0,076 mm³. As imagens foram adquiridas em formato DICOM, processadas no software e-Vol (CDT Software, Bauru, SP, Brasil) e projetadas em tela de LED (Sony, Minato, Japão) para análise e registro dos dados.

Foram observados cortes coronais, sagitais e axiais. Primeiramente, os cortes sagitais e coronais foram orientados paralelamente ao longo eixo da raiz e, em seguida, cortes axiais foram obtidos em intervalos de 0,5 mm e espessura de 1 mm para todas as amostras, utilizando reformatação multiplanar. Este recurso constrói um modelo tridimensional e mostra todas as estruturas dentro da espessura de 1 mm sobrepostas umas às outras. Foi feita uma exploração no sentido coroa-ápice, no intuito de registrar a presença do 4º canal, a presença ou não de obturação desse 4º canal e a presença de lesão periapical associada ao ápice radicular da raiz MV de 1^{os} molares superiores. O lado em que se encontrava o 1º molar superior, o gênero e a idade dos pacientes também foram registrados.

Em relação à análise estatística, os dados categóricos foram descritos por contagens e percentuais. Dados quantitativos foram descritos por média e desvio-padrão. As comparações entre as contagens foram realizadas pelo teste do qui-quadrado ou exato de Fisher, quando necessário. Adicionalmente, foi obtido o risco relativo (RR) de seu intervalo de confiança de 95%. Achados de $p < 0.05$ foram considerados estatisticamente significativos. As análises foram realizadas com o programa IBM-SPSS (Armonk, NY, Estados Unidos).

5. RESULTADOS

Os dados referentes a incidência de 4º canal em 1º molares superiores, bem como a distribuição de acordo com o lado, gênero e idade dos indivíduos do estudo estão expressos na Tabela 1. Os resultados revelaram que o 4º canal foi encontrado por meio do software e-Vol de CBCT em 66.9% dos casos analisados (218/326). A figura 1 revela a presença de um 4º canal em 1º molar superior por meio do software e-Vol DX de CBCT. A distribuição percentual do 4º canal de acordo com o lado foi homogênea, sendo encontrado em 48.1% dos casos no lado direito (105/218) e 51.9% dos casos no lado esquerdo (113/218), sem diferença estatisticamente significativa ($p>0.05$). Em relação à incidência do 4º canal de acordo com o gênero, diferenças estatisticamente significantes foram observadas ($p<0.05$), com 66.1% em mulheres (144/218) e 33.9% em homens (74/218). A média de idade dos indivíduos do estudo onde o 4º canal foi encontrado foi de 45.2 ± 15.5 anos.

Os dados referentes à incidência de obturação no 4º canal em 1º molares superiores, bem como à incidência de presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular de 1º

molares superiores, estão expressos na Tabela 2. Os resultados revelaram que o 4º canal estava obturado em apenas 16.5% dos casos (36/218), enquanto que o 4º canal não estava obturado em 83.5% dos casos (182/218), havendo diferença estatisticamente significativa entre si ($p < 0.05$). A figura 2 revela a presença de um 4º canal obturado em 1º molar superior e a figura 3 revela a presença de um 4º canal não obturado em 1º molar superior, por meio do software e-Vol DX de CBCT. Dos 36 casos em que o 4º canal estava obturado, 19.4% apresentavam a presença de lesão periapical (7/36), enquanto que dos 182 casos em que o 4º canal não estava obturado, 80.8% apresentavam a presença de lesão periapical (147/182). A figura 4 revela a presença de lesão periapical na raiz de MV de 1º molar superior com 4º canal obturado e a figura 5 revela a presença de lesão periapical na raiz de MV de 1º molar superior com 4º canal não-obturado, por meio do software e-Vol DX de CBCT. Estes achados revelam que a não localização e não obturação do 4º canal apresentam relação estatisticamente significativa para presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular de 1º molares superiores ($p < 0.05$).

As figuras 6 e 7 revelam alguns recursos e filtros do software e-Vol DX de CBCT, que permitem uma navegação tridimensional avaliados e a aquisição de imagens elucidativas da real situação anatômica presente nos elementos dentários.

Tabela 1 – Incidência de 4º canal em 1^{os} molares superiores e distribuição de acordo com o lado, gênero e idade

Amostra Total	Incidência 4º canal		Lado		Gênero		Idade Média ± DP
	% (nº)		Direito	Esquerdo	Masc	Fem	
n = 326	66.9% (218/326)	48.1% (105/218)	51.9% (113/218)*	33.9% (74/218)	66.1% (144/218)**		45.2 ± 15.5

* na linha, se refere a p > 0.05; ** na linha, se refere a p < 0.05

Tabela 2 – Incidência de obturação do 4º canal em 1^{os} molares superiores e presença de lesão periapical na raiz médio-vestibular de 1^{os} molares superiores

Incidência 4º canal	Presença de obturação % (nº)	Presença de Lesão % (nº)	RR (IC 95%)	p
n = 218	Sim – 16.5% (36/218)	19.4% (7/36)	-	-
	Não – 81.5% (182/218)**	80.8% (147/182)**	4.15 (2.13-8.11)	< 0.001

** na coluna, se refere a p < 0.05

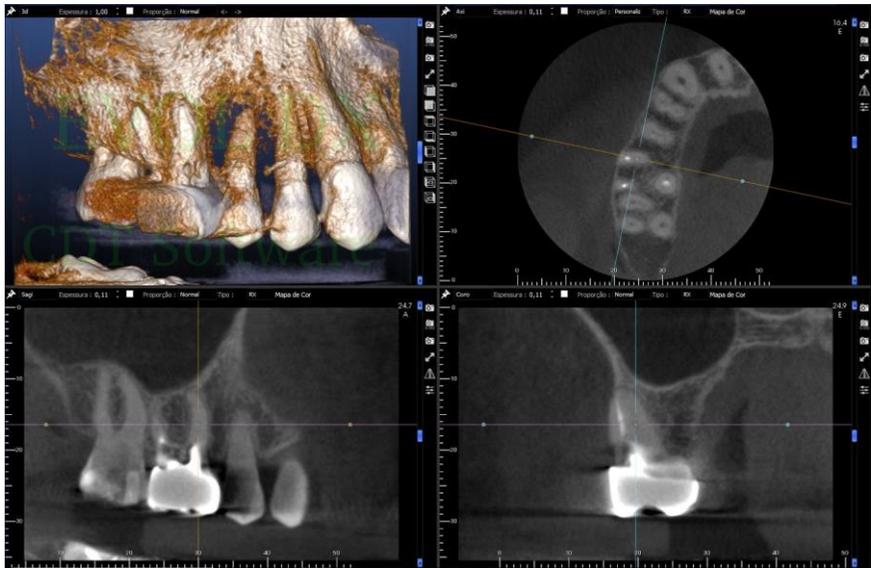


Figura 1 - Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de um 4º canal em 1º molar superior.



Figura 2 - Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de um 4º canal obturado em 1º molar superior.

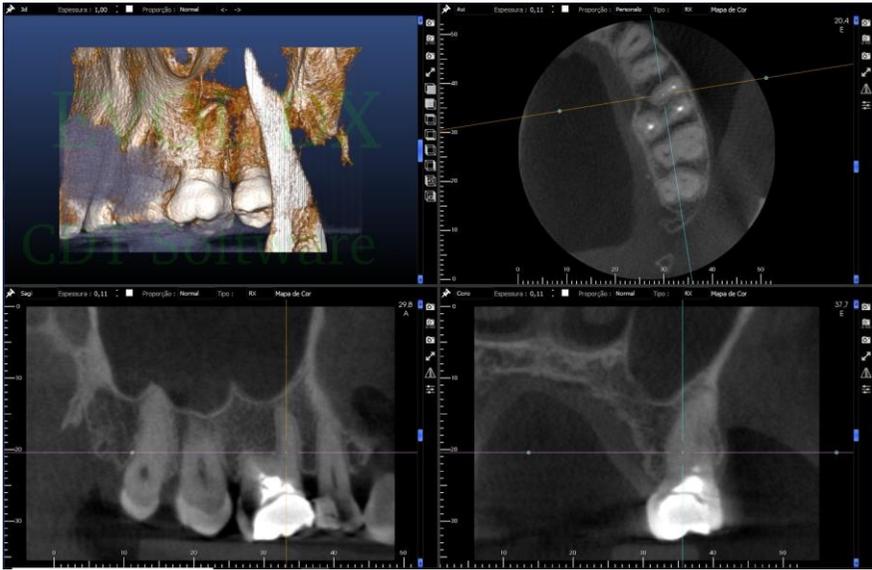


Figura 3 - Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de um 4º canal não obturado em 1º molar superior.



Figura 4 - Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de lesão periapical na raiz de MV de 1º molar superior com 4º canal obturado.

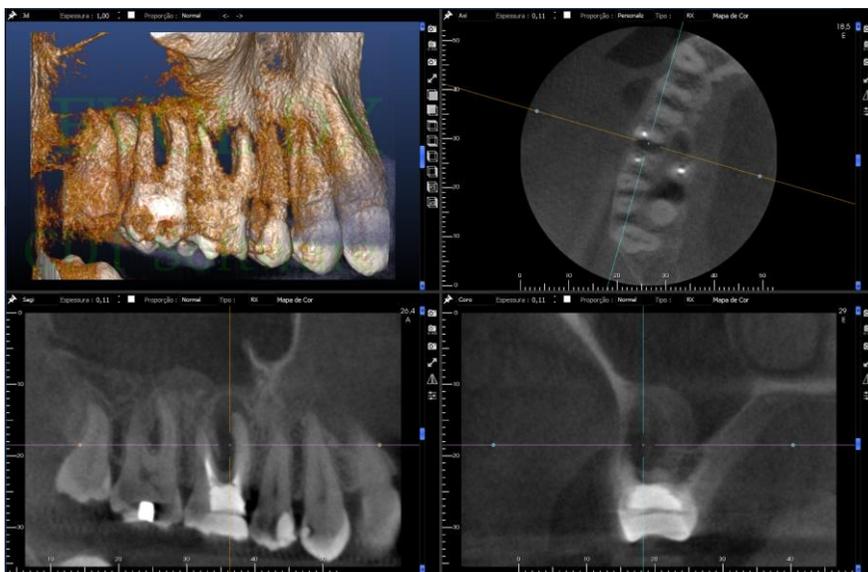


Figura 5 - Imagem do software e-Vol DX de CBCT revelando a presença de lesão periapical na raiz de MV de 1º molar superior com 4º canal não obturado.

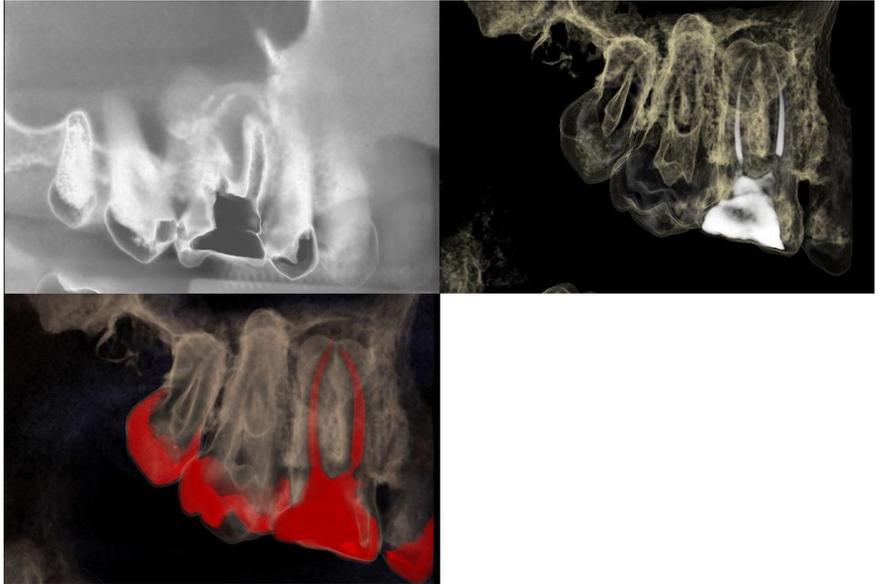


Figura 6 - Recursos e filtros do software e-Vol DX de CBCT.

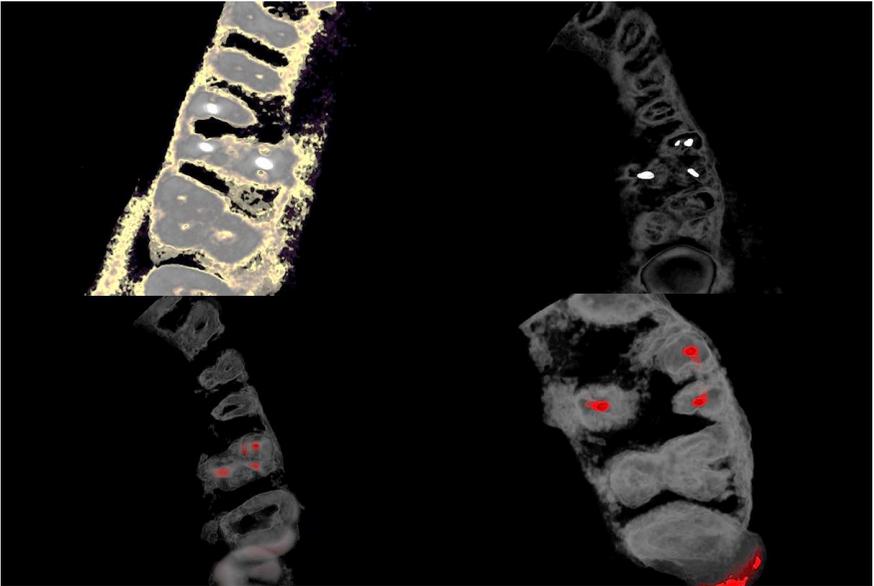


Figura 7 - Recursos e filtros do software e-Vol DX de CBCT.

6. DISCUSSÃO

A presença de complexidades anatômicas corresponde a uma constante da terapia endodôntica, impondo dificuldades durante a realização do preparo químico-mecânico e o processo de descontaminação do sistema de canais radiculares (Degerness & Bowles, 2010). Estudos prévios relataram a presença e prevalência de canais radiculares adicionais, abordando várias metodologias para identificar a presença dessas variações anatômicas. Dentre essas metodologias se incluem radiografias periapicais, magnificação com microscópio clínico operatório, injeção de corante, seccionamento do dente e microscopia eletrônica de varredura (Rammamurthy *et al.*, 2006). Ao longo dos últimos anos, imagens 3D oriundas de tomadas de CBCT ganharam considerável importância na endodontia, apresentando expressivo potencial para detecção de canais adicionais nos elementos dentários, especialmente aqueles com maior quantidade de variações anatômicas (Matherne *et al.*, 2008).

Os 1^{os} molares superiores permanentes correspondem aos elementos dentários que apresentam a maior quantidade de

complexidades e variações anatômicas no sistema de canais radiculares (Zheng *et al.*, 2010). Por essas razões, as maiores taxas de insucesso do tratamento endodôntico são observadas nestes elementos dentários, devido, principalmente, à impossibilidade de detecção do 4º canal na raiz méso-vestibular (Zhang *et al.*, 2011). Os casos de insucesso do tratamento endodôntico são marcados pela presença de bactérias extremamente resistentes que sobrevivem ou, ainda, que não são atingidas pelos procedimentos intracanais de descontaminação, a partir do momento em que se instalam e proliferam em áreas de complexidades do sistema de canais radiculares (Ran *et al.*, 2015). Como consequência, bactérias colonizam este espaço, proliferam e progredem em direção à região periapical, desenvolvendo lesões patológicas e a degradação do tecido ósseo nesta região (Estrela *et al.*, 2008).

O isolamento dessas bactérias de canais radiculares está relacionado às infecções persistentes e que exprimem o insucesso da terapia endodôntica (Tennert *et al.*, 2014). Desse modo, ao se aderir e invadir os tecidos dentários, essas bactérias se multiplicam e induzem danos por meio de seus fatores de virulência. Além disso, a capacidade de se manterem viáveis sob condições desfavoráveis e habilidade

de sobrevivência a períodos extensos em ambientes nutricionais limitados somam características importantes em relação à sua patogênese em processos patológicos de falhas no tratamento endodôntico, que culminam com o desenvolvimento e evolução de lesões periapicais no espaço extra-radicular (Rôças *et al.* 2004). Nesse sentido, é de suma importância a detecção, limpeza e obturação do 4º canal em molares superiores, no intuito de eliminar os microorganismos de forma efetiva e atingir taxas mais elevadas do sucesso do tratamento endodôntico.

Anatomicamente, o 4º canal pode apresentar variadas localizações em 1^{os} molares superiores, sendo o canal MV uma referência para sua localização. A localização geométrica do 4º canal foi reportada, *in vitro*, em estudos prévios (Degerness & Bowles, 2010; Tuncer *et al.*, 2010). Ao mesmo tempo, estudos *in vivo* utilizando a CBCT proporcionam uma maior precisão quanto a esta localização (Betancourt *et al.*, 2015), sendo observado que o 4º canal está localizado de 1 até 3 mm palatalmente e menos de 1 mm mesialmente em relação ao canal MV1 (Betancourt *et al.*, 2016). Nessas situações, além do recurso da CBCT para o diagnóstico e detecção da presença do 4º canal, o uso do

microscópio clínico operatório associado ao uso de insertos ultrassônicos pode facilitar a localização destas variações anatômicas (Alaçam *et al.*, 2008).

A CBCT representa uma técnica não-invasiva no campo da imaginologia para a obtenção de imagens tridimensionais de um determinado objeto ou estrutura anatômica, com uma baixa dose de exposição ao paciente e elevada precisão na aquisição destas imagens. Por meio dessa técnica, temos uma maior qualidade na etapa de diagnóstico e, conseqüentemente, um maior percentual de sucesso dos tratamentos propostos (Patel *et al.*, 2009). De acordo com estudos prévios, o uso da CBCT representa um método diagnóstico efetivo para detectar a presença de 4º canal em molares superiores (Lee *et al.*; 2011; Betancourt *et al.*, 2015; Betancourt *et al.*; 2016). Além disso, é um método mais efetivo se comparado ao método radiográfico convencional (Matherne *et al.*, 2008) ou, ainda, se comparado ao seccionamento das raízes (Blattner *et al.*, 2010). Por sua vez, o software e-Vol DX apresenta uma série de ferramentas e filtros que permitem uma navegação mais precisa pelas estruturas anatômicas, remoção de artefatos, isolamento das estruturas que pretendem ser avaliadas, bem como uma

elevada resolução e nitidez nas imagens adquiridas (Bueno *et al.*, 2018). Por essas razões, imagens de CBCT foram utilizadas para serem exploradas por meio do software e-Vol DX, não somente no intuito de detectar a presença de 4^{os} canais em 1^{os} molares superiores, mas também para identificar se estes canais tem sido tratados e se essa variável traria alguma relação expressiva com a presença de alterações patológicas na região periapical.

De acordo com os resultados do presente estudo, a presença do 4^o canal foi detectada por meio do software e-Vol de CBCT em 66.9% dos casos analisados (218/326). Estes achados estão em acordância com estudos prévios, onde a incidência de 4^o canal em 1^{os} molares superiores, por meio de recursos e softwares de CBCT, foi observada na faixa de 65% a 70% dos casos (Lee *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2012; Betancourt *et al.*, 2015; Betancourt *et al.*; 2016). Dessa forma, podemos considerar que a incidência de 4^o canal em 1^{os} molares superiores é elevada, devendo haver a associação do recurso de imagem da CBCT para a detecção destas variações e correto planejamento do caso. E, a partir do diagnóstico e adequado planejamento, usar dos recursos disponíveis para

acessar e promover um adequado preparo químico-mecânico no 4º canal, favorecendo o reparo nos tecidos adjacentes.

O 4º canal apresenta uma tendência significativa de estar presente bilateralmente em 1^{os} molares superiores, sendo detectado tanto do lado direito quanto do lado esquerdo de um mesmo paciente. Isso pode ser confirmado a partir de achados de estudos prévios que observaram, por meio de imagens de CBCT, esta incidência (Lee *et al.*, 2011; Betancourt *et al.*, 2012; Betancourt *et al.*, 2015; Betancourt *et al.*, 2016). Isso significa dizer que, se o 4º canal está presente em um molar superior de um lado, deve ser considerada a possibilidade de existência de um 4º canal no molar superior do lado oposto. Tais achados estão de acordo com os resultados do presente estudo, onde a incidência de um 4º canal, em um molar superior tratado endodonticamente no lado direito, se repetiu do lado esquerdo. Além disso, a distribuição percentual do 4º canal de acordo com o lado foi homogênea, sendo encontrado em ambos os lados, sem diferença significativa entre si, revelando que, independente do lado, o 4º canal se faz presente de maneira constantes nos molares superiores.

A presença do 4º canal em 1^{os} molares superiores de mulheres foi mais frequente, se comparada à incidência desta

variação anatômica em homens, de acordo com os resultados do presente estudo. Outros estudos da literatura revelaram uma maior incidência em homens (Fogel *et al.*, 1994) ou, ainda, uma incidência similar em ambos os gêneros (Zheng *et al.*, 2010). A desmineralização e perda de massa óssea em adultos pode ser até três vezes maior em mulheres do que em homens, o que pode interferir no recurso de contraste de softwares de CBCT, dificultando a detecção do 4º canal (Benson *et al.*, 1991). No entanto, isso não foi observado no presente. Diferenças quanto às características de uma população que, no caso, compõem a amostra dos estudos, podem ajudar a explicar esta diferença de resultados encontrada.

A idade pode ser um fator que interfere na detecção do 4º canal em 1^{os} molares, principalmente em pacientes com idade mais avançada. Com o passar do tempo, aumenta o depósito de tecido mineral e, por consequência, pode haver a obliteração ou calcificação completa desse canal. A produção de dentina reacional, em decorrência de procedimentos restauradores, trauma e/ou stress, também pode interferir na detecção desta variação anatômica (Qualtrough & Mannocci, 2011). Além disso, com o aumento da idade, aumenta também

a porosidade da cortical óssea, trazendo radiolucidez na imagem e dificultando o contraste com o 4º canal propriamente dito (Hildebolt, 1997). Esta realidade pôde ser observada no presente estudo. A amostra foi composta por indivíduos de idade mínima de 15 anos e idade máxima de 83 anos. Apesar da média de idade ter se concentrado na faixa de 45 anos, escassas foram as amostras de indivíduos com idade superior a 60 anos.

Os resultados do presente estudo demonstraram que, além, de uma elevada incidência de 4^{os} canais em 1^{os} molares superiores, existe uma significativa incidência de não obturação desses canais. Isso significa que o clínico ou endodontista realizou o tratamento endodôntico convencional e não localizou e/ou tratou o 4º canal. A CBCT se constitui uma fundamental ferramenta na detecção do 4º canal (Matherne *et al.*, 2008). No entanto, tão importante quanto diagnosticar a presença, é localizar clinicamente esta variação anatômica, visto que, caso não seja acessado, tratado e obturado, pode acarretar na persistência da infecção e insucesso do tratamento endodôntico (Estrela *et al.*, 2008). Em condições clínicas, o microscópio clínico operatório aumenta, significativamente, a taxa de detecção do 4º canal

em molares superiores (Stropko, 1999; Buhley *et al.*, 2002). Além disso, quando a microscopia foi associado ao uso de insertos ultrassônicos para este fim foram usados como parte da prática clínica endodôntica, uma taxa de até 93% foi relatada para a localização do 4º canal (Stropko, 1999). Portanto, estes recursos são fundamentais para adequado acesso e localização do 4º canal, favorecendo, posteriormente, o preparo-químico mecânico e obturação.

A presença de microorganismos e o estabelecimento de uma infecção no interior do sistema de canais radiculares envolvem estágios evolutivos da inflamação e alterações da estrutura óssea na região do periápice, culminando na reabsorção óssea que é identificada, nas radiografias convencionais, como radioluscência e, comumente, denominada, de lesão periapical (Nair *et al.*, 1999). No entanto, uma lesão periapical de origem endodôntica pode estar presente sem ser detectada por uma radiografia convencional (White *et al.*, 1995), trazendo a necessidade de um exame e recursos mais precisos para o diagnóstico destas alterações, como é o caso da CBCT e dos softwares utilizados neste propósito.

De acordo com os resultados do presente estudo, mais de 80% dos casos de 4^{os} canais presentes nos 1^{os} molares superiores, tratados endodonticamente e incluídos na amostra, não estavam obturados. Além disso, em mais de 80% destes casos houve uma associação significativa com a presença de lesão periapical. Estes achados revelam a importância da utilização da CBCT para o diagnóstico da presença do 4^o canal em molares superiores e, também, para adequado planejamento do tratamento endodôntico, seja para utilização de recursos que viabilizem ao acesso ao 4^o canal, seja para adequada realização das etapas do preparo químico-mecânico e obturação desta variação anatômica. O preparo químico-mecânico irá contribuir para a efetiva limpeza do sistema de canais radiculares (Siqueira *et al.*, 1998) e a obturação irá assegurar o vedamento hermético deste espaço (Silva *et al.*, 2016). Com isso, se criam condições favoráveis para o reparo e cicatrização das regiões acometidas por alterações patológicas de origem endodôntica (Schilder, 1974).

Mesmo nos casos em que o 4^o canal estava obturado nos 1^{os} molares superiores incluídos no presente estudo, foi detectada a presença de lesão periapical em um percentual

próximo a 20% dos casos. Isso revela a deficiência do preparo químico-mecânico realizado nestas situações. Com a evolução dos instrumentos endodônticos, a técnica de instrumentação se tornou mais rápida. Ao mesmo tempo, uma área significativa do canal radicular não é tocada por esses instrumentos (Vaudt *et al.*, 2009) e ocorre uma redução significativa do tempo de contato das substâncias químicas auxiliares com as paredes do canal radicular, o que incorre na redução das propriedades antimicrobianas destas substâncias (Souza *et al.*, 2017). De acordo com estudos prévios, o preparo químico-mecânico convencional, utilizando hipoclorito de sódio como substância química auxiliar e instrumento reciprocante na instrumentação, promove uma inadequada descontaminação dos canais radiculares (Souza *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020). Diante do exposto, o uso de recursos auxiliares de descontaminação devem ser considerados, no intuito de reduzir a carga microbiana de forma efetiva e contribuir para o sucesso do tratamento endodôntico, ao contrário do que foi visto neste percentual de casos com presença de lesão periapical, mesmo quando o 4º canal estava obturado.

Diante do exposto e dos resultados demonstrados, temos a confirmação das três hipóteses do presente estudo. Existe uma elevada incidência de 4º canal não obturados em 1^{os} molares superiores, existe uma relação dessa não obturação com a presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular de 1^{os} molares superiores e o software e-Vol DX de CBCT se constitui um importante recurso no diagnóstico destas situações.

7. CONCLUSÕES

Diante das limitações do presente estudo, pôde-se concluir que o software e-Vol de CBCT é uma efetiva ferramenta para auxiliar na detecção de 4º canal; existe uma elevada de incidência de 4^{os} canais presentes na anatomia de 1^{os} molares superiores; e que a não obturação destes canais pode estar associada à indução ou progressão de uma lesão periapical.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com estudo prévio de Abuabuara *et al.*, em 2013, o 4º canal foi detectado em apenas 8% dos casos de molares superiores, por meio da radiografia periapical convencional. Estes achados estão em acordância com os resultados observados por Nattress & Martin, em 1991, que concluíram que as imagens radiográficas convencionais apresentam baixa efetividade para este propósito.

A CBCT é um consolidado método de diagnóstico na área da imaginologia e que, nos últimos anos, se mostra como um recurso auxiliar efetivo para o planejamento do tratamento endodôntico. Além da otimização da técnica, a quantidade de softwares disponíveis, atualmente, permite a obtenção de imagens mais nítidas e de maior resolução, favorecendo, em larga a escala, a detecção de variações anatômicas nos elementos dentários e no sistema de canais radiculares.

Apesar de encontrarmos inúmeros estudos na literatura avaliando a incidência de 4º canal em molares superiores por meio da CBCT, ainda são poucos os estudos publicados associando esta incidência com a presença ou não de obturação, e a associação destas intercorrências com a

presença ou não de lesão periapical. Além disso, escassos são os estudos na literatura acerca desse tema, abordando a utilização deste novo software (e-Vol DX) de CBCT, que traz uma série de novos recursos e filtros, que permite, com maior precisão, o diagnóstico dessas situações.

Neste cenário, o presente estudo objetivou avaliar a incidência de 4^{os} canais não obturados e presença de lesão periapical na raiz méso-vestibular de 1^{os} molares superiores, por meio do software e-Vol DX de CBCT. Os resultados desta avaliação demonstraram uma elevada incidência de 4^o canal não obturados em 1^{os} molares superiores, uma relação dessa não obturação com a presença de lesão periapical e, ainda, a efetividade do software e-Vol DX de CBCT no diagnóstico destas condições.

Claro está que, além da fundamental detecção destas incidências, para adequado planejamento e conduta do caso, é, também, fundamental a utilização de recursos disponíveis na prática da clínica endodôntica para acessar e promover o adequado tratamento destas variações anatômicas. Pois, somente dessa forma, serão criadas condições favoráveis para que ocorra o reparo e a cicatrização das áreas acometidas por alterações patológicas de origem endodôntica.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUABUARA, A.; BARATTO-FILHO, F.; AGUIAR ANELE, J.; LEONARDI, D.P.; SOUSA-NETO, M.D. Efficacy of clinical and radiological methods to identify second mesiobuccal canals in maxillary first molars. *Acta Odontol Scand*, v. 71, p. 205–209, 2013.

American Association of Endodontists, American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Use of cone-beam computed tomography in endodontics Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 111, p. 234-237, 2011.

ALAÇAM, T.; TINAZ, A.C.; GENÇ, O.; KAYAOGU, G. Second mesiobuccal canal detection in maxillary first molars using microscopy and ultrasonics. *Aust Endod J*, v. 34, p. 106-109, 2008.

BENSON, B.W.; PRIHODA, T.J.; GLASS, B.J. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v.71, p. 349–356, 1991

BETANCOURT, P.; FUENTES, R.; ARACENA ROJAS, S.; CANTIN, M.; NAVARRO, CP. Prevalencia del segundo canal en la raíz mesiovestibular de los primeros molares maxilares mediante tomografía computarizada de haz de cono. *Av Odontoestomatol*, v. 29, p. 31–36, 2012.

BETANCOURT, P.; NAVARRO, P.; CANTÍN, M.; FUENTES R. Cone-beam computed tomography study of prevalence and location of MB2 canal in the mesiobuccal root of the maxillary second molar. *Int J Clin and Exp Med*, v. 8, p. 9128-9134, 2015.

BETANCOURT, P.; NAVARRO, P.; MUÑOZ, G.; FUENTES R. Prevalence and location of the secondary mesiobuccal canal in 1,100 maxillary molars using cone beam computed tomography. *BMC Med Imag*, v. 16, p. 1-8, 2016.

BLATTNER, T.; GEORGE, N.; LEE, C.; KUMAR, V.; YELTON, C. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: A pilot study. *J Endod*, v. 36, p. 867–870, 2010

BUENO, M.R.; ESTRELA, C.; AZEVEDO, B.C.; DIÓGENES, A. Development of a new cone-beam computed tomography software for endodontic diagnosis. *Braz Dent J*, v. 29, p. 517-529, 2018.

BUHRLEY, L.J.; BARROWS, M.J.; BEGOLE, E.A.; WENCKUS, C.S. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. *J Endod*, v. 28, 324–327, 2002.

BYSTRÖM, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*, v. 89, p. 321-328, 1981.

BYSTRÖM, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5% sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v. 55, p. 307-312, 1983.

CHÁVEZ DE PAZ, L. E. Development of a multispecies biofilm community by four root canal bacteria. *J Endod*, v. 38, p. 318-323, 2012.

COTTON, T. P. GEISLER, T.M.; HOLDEN, D.T.; SCHWARTZ, S.A.; SCHINDLER, W.G. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod*, v. 33, p. 1121-1132, 2007.

COGULU, D.; UZEL, A.; ONCAG, O.; ERONAT, C. PCR-based identification of selected pathogens associated with endodontic infections in deciduous and permanent teeth. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol and Endod*, v. 106, p. 446-449, 2008.

DEGERNESS, R.A.; BOWLES W.R. Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars, *J Endod*, v. 36, p. 985-989, 2010.

DE OLIVEIRA, M. V. L.; SANTOS, A.C.; PAULO, G.; CAMPOS, P.S.F.; SANTOS, J. Application of a newly developed software program for image quality assessment in conebeam computed tomography. *Imaging Sci Dent*, v. 47, p. 75-86, 2017.

DO CARMO, W. D.; VERNER, F.S.; AGUIAR, L.M.; VISCONTI, M.A.; FERREIRA, M.D.; LACERDA, M.F.L.S.; JUNQUEIRA, R.B. Missed canals in endodontically treated maxillary molars of a Brazilian subpopulation: prevalence and association with periapical lesion using cone-beam computed tomography. *Clin Oral Investig*, v. 25, p. 2317-2323, 2021.

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

FOGEL, H.M.; PEIKOFF, M.D.; CHRISTIE, W.H. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar: A clinical study. *J Endod*, v. 20, p. 135–137, 1994.

GAMBARINI, G.; ROPINI, P.; PIASECKI, L.; CONSTANTINI, R.; CARNEIRO, E.; TESTARELLI, L.; DUMMER, P.M.H.A preliminary assessment of a new dedicated endodontic software for use with CBCT images to evaluate the canal complexity of mandibular molars. *Int Endod J*, v. 51, p. 259-268, 2018.

GOMES, B. P. F. A.; PINHEIRO, E.T.; SOUSA, E.L.; JACINTO, R.C.; ZAIA, A.A.; FERRAZ, C.C.; DE SOUZA-FILHO, FJ. Enterococcus faecalis in dental root canals detected by culture and by polymerase chain reaction analysis. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol and Endod*, v. 102, p.247-253, 2006.

GUERREIRO-TANOMARU, J. M.; FARIA-JUNIOR., N.B.; DUARTE, M.A.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; GRAEFF, M.S.; TANOMARU-FILHO, M. Comparative analysis of *Enterococcus faecalis* biofilm formation on different substrates. *J Endod*, v. 39, p. 346-350, 2013.

HILDEBOLT, C.F. Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxillofac Radiol*, v. 26, p. 3–15, 1997.

HOLDERRIETH, S.; GERNHARDT, C. R. Maxillary molars with morphologic variations of the palatal root canals: A report of four cases. *J Endod*, v. 35, p. 1060-1065, 2009.

KAKEHASHI, S.; STANLEY, H. R.; FITZGERALD, R. J. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol*, v. 20, p. 340-349, 1965.

KIM, Y.; LEE, S.J.; WOO, J. Morphology of maxillary first and second molars analyzed by cone beam computed tomography in a Korean population: Variations in the number of roots and Canals and the incidence of fusion. *J Endod*, v. 38, p. 1063–1068, 2012.

LEE, J.; KIM, K.; LEE, J.; PARK, W.; JEONG, J.; LEE, Y.; et al. Mesiobuccal root canal anatomy of Korean maxillary first and second molars by cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 111, p. 785–791, 2011.

LIN, L.M.; ROSENBERG, P.A.; LIN, J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc*, v. 136, p. 187-193, 2005.

LO GIUDICE, R.; NICITA, F.; PULEIO, F.; ALIBRANDI, A.; CERVINO, G.; LIZIO, A.S.; PANTALEO, G. Accuracy of periapical radiography and CBCT in endodontic evaluation. *Int J Dent*, 2018 [In Press].

MARTINS, J. N. R.; ALKHAWAS, M.A.M.; ALTAKI, Z.; BELLARDINI, G.; BERTI, L.; BOVEDA, C.; *et al.* Worldwide analyses of maxillary first molar second mesiobuccal prevalence: A multicenter cone-beam computed tomographic study. *J Endod*, v. 44, p. 1641-1649. 2018.

MATHERNE, R.P.; ANGELOPOULOS, C.; KULILD, J.C.; TIRA, D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod*, v. 34, p. 87–89, 2008.

NAIR, P.N.; SJOGREN, U.; KREY, G.; KAHNBERG, KE.; SUNDQVIST, G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod*, v. 16, p. 580-588, 1990.

NAIR, P.N.R.; SJÖGREN, U.; FIGDOR, D.; SUNDQVIST, G. Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 87, p. 617–627, 1999.

NATTRESS, B.R.; MARTIN, D.M. Predictability of radiographic diagnosis of variations in root canal anatomy in mandibular incisors and premolar teeth. *Int Endod J*, v. 24, p. 58–62, 1991.

PATEL, S.; DAWOOD, A.; FORD, T.P.; WHAITES, E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J*, v. 40, p. 818-830, 2007.

PATEL, S.; DAWOOD, A.; WHAITES, E.; PITT, FT. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J*, v. 42, p. 447–62, 2009.

QUALTROUGH, A.J.; MANNOCCI, F. Endodontics and the older patient. *Dent Update*, v. 38, p. 559-62, 2011.

RAMAMURTHY, R.; SCHEETZ, J.P.; CLARK, S.J.; FARMAN, A.G. Effects of imaging system and exposure on accurate detection of the second mesio-buccal canal in maxillary molar teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 102, p. 796–802, 2006.

RAN, S.; WANG, J.; JIANG, W.; ZHU, C.; LIANG, J. Assessment of dentinal tubule invasion capacity of *Enterococcus faecalis* under stress conditions ex vivo. *Int Endod J*, v. 48, n. 4, p. 362-72, 2015.

RÖÇAS, I.N.; SIQUEIRA, J.F.Jr.; SANTOS, K.R. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*, v. 30, n. 5, p. 315-20, 2004.

SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Ass*, v. 72, p. 75-80, 2007.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, v. 18, p. 269–296, 1974.

SHAH, M.; PATEL, P.; DESAI, P.; PATEL, J.R. Anatomical aberrations in root canals of maxillary first and second molar teeth: an endodontic challenge. *BMJ Case Rep* 2014; <http://dx.doi.org/10.1136/bcr-2013-201310>.

SHOVELTON, DS. The presence and distribution of microorganisms within non vital teeth. *Br Dent J*, v. 117, p. 101-107, 1964.

SIQUEIRA, J.; BATISTA, M.; FRAGA, R.; DE UZEDA M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod*, v. 24, p. 414–416, 1998

SILVA, E. J. N. L.; NEJAIM, Y.; SILVA, A.I.V.; HAITERNETO, F.; ZAIA, A.A.; COHENCA, N. Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam computed tomographic imaging: An in vivo study. *J Endod*, v. 40, p. 173-176, 2014.

SILVA, E.J.N.L.; CARVALHO, N.K.; PRADO, M.C.; ZANON, M.; SENNA, P.M.; , SOUZA, E.M.; DE-DEUS, G. Push-out bond strength of injectable pozzolan-based root canal sealer. *J Endod*, v. 42, 1656–1659, 2016.

SOUZA, M.A.; MENON, C.Z.; NERY, L.F.; BERTOL, C.D.; ROSSATO-GRANDO, L.G.; CECCHIN, D. Effect of root canal preparation techniques on chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis, *Clin Oral Investig*, v. 22, p. 859–865, 2017.

SOUZA, M.A.; DIAS, C.T.; ZANDONÁ, J.; HOFFMANN, I.P.; MENCHIK, V.H.S.; PALHANO, H.S.; BERTOL, C.D.; ROSSATO-GRANDO, L.G.; CECCHIN, D.; FIGUEIREDO, J.A.P. Antimicrobial activity of hypochlorite solutions and reciprocating instrumentation associated with photodynamic therapy on root canals infected with *Enterococcus faecalis* - An in vitro study. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, v. 23, p. 347-352, 2018.

SOUZA, M.A.; LAGO, B.L.T.; PLETSCH, A.; BINOTTO, A.; POLETTI, A.; RODRIGUES, F.T.; RICCI, R.; BISCHOFF, K.F.; DIAS, C.T.; PALHANO, H.S.; LAGO, C.T.R.; FARINA, A.P.; CECCHIN, D.; BERVIAN, J.; FIGUEIREDO, J.A.P. Association of calcium hypochlorite, reciprocating instrumentation and photodynamic therapy: Antimicrobial analysis and effects on root dentin structure. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, v. 29, 101625, 2020.

STROPKO, J.J. Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. *J Endod*, v. 25, p. 446–450, 1999.

TENNERT, C.; FUHRMANN, M.; WITTMER, A.; KARYGIANNI, L.; ALTENBURGER, M.J.; PELZ, K.; *et al.* New bacterial composition in primary and persistent/secondary endodontic infections with respect to clinical and radiographic findings. *J Endod*, v. 40, p. 670-677, 2014.

TUNCER, A.; HAZNEDAROGLU, F.; Sert, S. The location and accessibility of the second mesiobuccal canal in maxillary first molar. *Eur J Dent*, v. 4, p. 12–16, 2010.

VAUDT, J.; BITTER, K.; NEUMANN, K.; Kielbassa, A.M. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J*, v. 42, p. 22–33, 2009.

WEISSMAN, J.; JOHNSON, J.D.; ANDERSON, M.; et al. Association between the presence of apical periodontitis and clinical symptoms in endodontic patients using cone-beam computed tomography and periapical radiographs. *J Endod*, v. 41, p. 1824-1829, 2015.

WHITE, S.C.; ATCHISON, K.A.; HEWLETT, E.R.; FLACK, V.F. Efficacy of FDA guidelines for prescribing radiographs to detect dental and intraosseous conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 80, p. 108-114, 1995.

ZHANG, R.; YANG, H.; YU, X.; WANG, H.; HU, T.; DUMMER, P.M.H. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. *Int Endod J*, v. 44, p. 162–169, 2011

ZHENG, Q.; WANG, Y.; ZHOU, X.; WANG, Q.; ZHENG, G.; HUANG, D. A cone-beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a chinese population. *J Endod*, v. 36, p. 1480–1484, 2010.

ZHUK, R.; TAYLOR, S.; JOHNSON, J.D.; PARANJPE, A. Locating the MB2 canal in relation to MB1 in Maxillary First Molars using CBCT imaging. *Aust Endod J*, v. 46, p. 184-190, 2020.

