

Endodontia guiada por tomografia computadorizada de feixe cônico: aplicações clínicas e direções futuras

Cone-beam computed tomography-guided endodontics: clinical applications and future directions

- 1 Maysa Gaudereto Laurindo  
- 2 Neiva Campos  
- 3 Anamaria Pessoa Pereira Leite  
- 4 Paola Cantamissa Rodrigues Ferreira  

- 1 Universidade Federal de Juiz de Fora
- 2 Universidade Federal de Juiz de Fora
- 3 Universidade Federal de Juiz de Fora
- 4 Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

Um dos grandes problemas do tratamento endodôntico é o acesso à câmara pulpar e canal radicular quando calcificados ou obstruídos. A proposta deste estudo foi revisar a literatura acerca da endodontia guiada quanto às aplicações clínicas, técnicas, vantagens e desvantagens, bem como perspectivas futuras. Foram consultadas as bases de dados Pubmed e periódicos CAPES, na língua inglesa, no período entre 2016 e 2022. Foram selecionados 28 relatos de casos clínicos, oito estudos *in vitro* e cinco estudos *ex vivo*. A técnica consiste na fusão de dados de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e varredura de superfície intraoral, a fim de guiar o trajeto de perfuração durante o acesso endodôntico. Foi possível constatar a sua aplicabilidade na localização de canais radiculares calcificados, dens invaginatus, remoção de pinos de fibra de vidro e MTA, e em cirurgias paraendodônticas. Apresenta vantagens como maior preservação da estrutura dental, menor tempo de trabalho e prevenção de iatrogenias. Fatores limitantes como, espaço interoclusal, acesso em linha reta e espessura da raiz foram relatados. Dentre as desvantagens estão o custo adicional, o tempo de planejamento, o número de visitas, a exposição à radiação pela TCFC e o uso de brocas especiais. Concluiu-se que a endodontia guiada é previsível, precisa e proporciona maior longevidade do dente tratado. No entanto, para que a técnica possa continuar a progredir é imprescindível o investimento em novas pesquisas.

Palavras-chave:

CAD-CAM; Endodontia; Tomografia computadorizada de feixe cônico; Cavidade pulpar.

ABSTRACT

One of the major problems of endodontic treatment is access to the pulp chamber and root canal when calcified or obstructed. The purpose of this study was to review the literature on guided endodontics regarding clinical applications, techniques, advantages and disadvantages, as well as future perspectives. Pubmed databases and CAPES journals were consulted, in English, between 2016 and 2022. Twenty-eight clinical case reports, eight *in vitro* studies and five *ex vivo* studies were selected. The technique consists of fusion of cone beam computed tomography (CBCT) data and intraoral surface scanning in order to guide the drilling path during endodontic access. It was possible to verify its applicability in the location of calcified root canals, dens invaginatus, removal of fiberglass posts and MTA, and in paraendodontic surgeries. It has advantages such as greater preservation of tooth structure, shorter working time and prevention of iatrogenesis. Limiting factors such as interocclusal space, straight-line access and root thickness have been reported. Among the disadvantages are the additional cost, planning time, number of visits, exposure to radiation by CBCT and the use of special drills. It was concluded that guided endodontics is predictable, accurate and provides greater longevity of the treated tooth. However, for the technique to continue to progress, investment in further research is essential.

Keywords:

CAD-CAM; Endodontic; Cone beam computed tomograph; pulp cavity.

1 INTRODUÇÃO

A terapêutica endodôntica tem como finalidade o controle adequado da microbiota residente através da modelagem, desinfecção e obturação do sistema de canais radiculares para que ocorra a cicatrização periapical. O processo de calcificação da câmara pulpar e do sistema de canais radiculares pode dificultar o acesso e desafiar os objetivos do tratamento endodôntico (VAN DER MEER et al., 2016). A calcificação dos canais radiculares está frequentemente associada a histórico de traumatismo dentário, irritação crônica, como a cárie, procedimentos restauradores, lesões pulpares, tratamento ortodôntico, envelhecimento e condições sistêmicas (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018; MORENO-RABIÉ et al., 2020). A calcificação do canal pulpar ocorre pela aposição de dentina, secundária ou terciária, a partir da câmara pulpar em direção ao ápice, podendo se apresentar como uma obliteração parcial ou total do canal radicular. A dentina secundária é fisiológica, relacionada ao processo de envelhecimento pulpar em pacientes idosos, diferentemente da dentina terciária, que se forma em resposta a estímulos patológicos, como a cárie, podendo ser reparadora ou reacional (CARVALHO; LUSSI, 2017; LARA-MENDES et al., 2018).

A abordagem endodôntica profilática em dentes com calcificação pulpar não se justifica (TODD et al., 2021). Portanto, o tratamento endodôntico desses dentes é recomendado apenas quando ocorre o desenvolvimento de necrose pulpar evidenciada por doença periapical e/ou sintomas clínicos (TORRES et al., 2019). Segundo a American Association of Endodontics, os tratamentos endodônticos em dentes com canais radiculares calcificados apresentam alto nível de dificuldade e estão associados a alto risco de complicações (KRUG et al., 2020; VAN DER MEER et al., 2016). A microscopia endodôntica e pontas ultrassônicas são utilizadas no acesso a canais radiculares obliterados, porém as taxas de sucesso são limitadas a 75% (MAIA et al., 2019). Mesmo o profissional mais experiente, ao tentar localizar a entrada do canal radicular calcificado e prepará-lo adequadamente, pode promover iatrogenias, como desgaste excessivo do tecido dentário, perfurações, fratura dos instrumentos endodônticos e localização incompleta do sistema de canais radiculares (GONÇALVES et al., 2021). Contudo, esta é uma questão importante, visto que pode afetar significativamente o sucesso da terapia endodôntica e consequentemente o prognóstico do dente (ZUBIZARRETA-MACHO et al., 2021).

Quando o tratamento endodôntico convencional não era possível, as alternativas para dentes com sistemas de canais radiculares calcificados se limitavam a intervenção cirúrgica, extração ou reimplante (MAIA et al., 2019). À vista disso, a endodontia guiada surgiu recentemente como uma nova abordagem para acessar o preparo cavitário nesses casos complexos e tem demonstrado ser precisa ao localizar os orifícios do canal radicular. Desde então, vem sendo desenvolvida e ampliando as suas indicações. Assim sendo, vários estudos têm relatado a eficácia e aplicabilidade desta técnica no tratamento de dens invaginatus, cirurgias paraendodônticas e reintervenção endodôntica com necessidade de remoção de pinos de fibra de vidro ou agregado de trióxido mineral (MTA) dos canais radiculares (ALI; ARSLAN, 2021; FONSECA et al., 2022; LEONTIEV et al., 2021; LOUREIRO et al., 2021; SANTIAGO et al., 2022).

A endodontia guiada se desenvolveu a partir dos avanços tecnológicos da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), scanner intraoral, software de planejamento e das tecnologias de impressão 3D (SANTIAGO et al., 2022). Inspirados nos sistemas de navegação inicialmente desenvolvidos para implantodontia, o uso combinado de TCFC e varredura intraoral da área alvo, permitiu o desenvolvimento do sistema endodôntico guiado por navegação estática (SN) e dinâmica (DN). A orientação estática implica no uso de um gabarito, enquanto a navegação dinâmica em tempo real depende de um sistema de câmeras e tecnologia de marcador (CONNERT et al., 2021; LOUREIRO et al., 2021). O acesso planejado e orientado aos canais radiculares permite a localização mais rápida e previsível, com maior preservação da estrutura dentária e previne acidentes, como desvios e perfurações, levando a maior longevidade do dente tratado (FONSECA et al., 2022). Além disso, a técnica se mostra segura, mesmo sendo realizada por operadores menos experientes (LARA-MENDES et al., 2018).

Ademais, existem limitações da técnica como, necessidade de treinamento prévio, impossibilidade de procedimentos de urgência por requerer TCFC e varredura intraoral com antecedência, exposição do paciente à radiação durante a TCFC e exigência de equipamentos e dispositivos únicos (SANTIAGO et al., 2022). Outros fatores agravantes são o custo adicional do tratamento (KOCH et al., 2022) e o tempo relativamente mais longo, necessário para planejar, projetar e fabricar o guia. O espaço interoclusal limitado, como é o caso da região posterior da arcada dentária também pode se apresentar como uma limitação, já que o espaço deve acomodar o guia e uma broca longa (TORRES et al., 2021). Também, a espessura da raiz, como em incisivos inferiores que apresentam raízes estreitas, pode ser um dificultador. Ademais, a técnica de acesso guiado é limitada a canais retos, portanto não é possível a negociação de curvaturas radiculares (MORENO-RABIÉ et al., 2020).

Logo, compreendendo a importância desta tecnologia inovadora no cenário da endodontia contemporânea e visto que têm sido crescente o número de pesquisas e consequente aumento de sua utilização como alternativa terapêutica em casos complexos, o presente trabalho teve como objetivo revisar a literatura quanto às aplicações clínicas da endodontia guiada na atualidade, a descrição técnica, suas vantagens e desvantagens, bem como relatar importantes estudos encontrados na literatura que evidenciam as direções futuras da técnica.

2 METODOLOGIA

Este trabalho objetivou, a partir de uma revisão da literatura, conhecer as aplicações clínicas da técnica de endodontia guiada, suas vantagens e desvantagens, bem como descrever uma síntese do procedimento técnico. Também buscou-se discutir os resultados de pesquisas científicas relevantes sobre o tema que evidenciam as direções futuras da técnica. Utilizou-se artigos científicos, na língua inglesa, encontrados nas bases de dados Pubmed e periódicos CAPES, entre os anos de 2016 a 2022.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fluxo de trabalho: navegação estática e navegação dinâmica

Ambos os sistemas de navegação, SN e DN, foram inicialmente desenvolvidos para uso em implantodontia, servindo de inspiração para a aplicação endodôntica (CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022; FU et al., 2022; GONÇALVES et al., 2021; ZUBIZARRETA-MACHO et al., 2021).

A técnica de navegação estática utiliza um gabarito confeccionado com tecnologia de desenho assistido por computador ou fabricação assistida por computador (CAD/CAM) (FU et al., 2022). A aplicação de CAD/CAM envolve as etapas que serão mencionadas a seguir. Inicialmente é realizada uma TCFC detalhada da área alvo com alta resolução para visualização dos canais radiculares e um scanner intraoral ou digitalização de um molde de gesso usando um scanner de laboratório para criar uma varredura digital de superfície (CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022). A TCFC é armazenada como um arquivo DICOM e a partir da varredura digital de superfície é criado um arquivo de estereolitografia (STL). Em um software específico, os dados da TCFC e da varredura digital de superfície são sobrepostos para, então, criar a forma virtual da superfície 3D (NAYAK et al., 2018; SANTIAGO et al., 2022).

Ao ter um modelo virtual do dente, é criada uma imagem virtual em escala real de uma broca com dimensões específicas, para ser alinhada à parte visível do canal radicular. Quando não é possível a visualização do canal radicular na TCFC o ponto alvo escolhido é o ápice do dente (CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022; NAYAK et al., 2018). Uma manga guia é virtualmente confeccionada e incorporada ao

processo de planejamento para, posteriormente, ser integrada ao guia impresso para guiar os movimentos da broca durante a preparação do orifício (LARA-MENDES et al., 2018).

O guia bem adaptado deve se manter estável e sem movimentos durante o acesso, e para evitar esses movimentos pode ser feito o planejamento virtual de parafusos de fixação óssea (FONSECA et al., 2022). No entanto, uma série de vantagens podem ser alcançadas ao não fazer uso desses parafusos de fixação como, menos trauma para os tecidos moles e osso, colocação e remoção mais rápida do guia melhorando o processo de irrigação e remoção de detritos gerados durante o acesso ao canal radicular (GONÇALVES et al., 2021). A estabilidade do guia pode ser alcançada ao incluir os dentes adjacentes ao guia e respeitar uma folga mínima entre o guia virtual e as estruturas dentárias para garantir o autotravamento (BUCHGREITZ et al., 2016; LOUREIRO et al., 2021). Após ser projetado o gabarito aplicando a ferramenta CAD, é realizada a fase CAM, na qual o gabarito é impresso (ALI; ARSLAN, 2021; SANTIAGO et al., 2022). A fabricação do modelo pode ser feita a partir tanto do CAD/CAM subtrativo quanto da impressão 3D aditiva (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018; CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022). Para impressão, o gabarito virtual é exportado para uma impressora 3D no formato STL (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018). Ao final, se tem um gabarito de material rígido, fabricado com resinas biocompatíveis de modelagem de deposição fundida (FDM) ou STL ou fresados, usando disco de polimetilmetacrilato biocompatível (LLAQUET PUJOL et al., 2021). Uma manga metálica fabricada por tecnologia de controle numérico computadorizado (CNC) é incorporada no gabarito final (CONNERT et al., 2019; KRSTL et al., 2016).

Para iniciar o procedimento de acesso aos canais radiculares, o gabarito é encaixado na superfície dentária e a broca é deslocada alguns milímetros de profundidade a baixa velocidade e com movimentos de bombeamento, enquanto é guiada pela manga. É realizada a tentativa de negociação do canal radicular com uma lima manual e, após a limpeza da broca e seus detritos, a perfuração é continuada até que a broca atinja o batente mecânico da manga, indicando que o ponto alvo apical foi alcançado (CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022). Devido à capacidade da broca de gerar calor, um gel lubrificante pode ser empregado, bem como, a irrigação abundante após cada incremento de movimento, a fim de minimizar os danos térmicos à estrutura do dente (CHO; JO; HA, 2021). Apesar do acesso ser controlado virtualmente, clinicamente, pode ser necessário radiografias transoperatórias e uso de um microscópio para conferir a profundidade e o caminho de perfuração. Após o canal radicular ser detectado e negociado, é possível realizar o tratamento endodôntico convencional (BUCHGREITZ et al., 2016; TODD et al., 2021).

O sistema de DN também é baseado em conjunto de dados de TCFC pré-operatória que são enviados para o software X-Guide. Esta abordagem requer um sistema de triangulação óptica que usa câmeras de rastreamento de movimento estereoscópico e tecnologia de marcadores posicionados na boca do paciente (CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022; ZUBIZARRETA-MACHO et al., 2021). É realizado o planejamento virtual do ponto de entrada da perfuração, o ângulo e a profundidade necessários para localizar o canal radicular. O clínico acompanha em um monitor, em tempo real, informações sobre o ângulo de posicionamento e a profundidade da broca da peça de mão com base no plano virtual relacionado às seções axial, coronal e sagital (DIANAT et al., 2021).

Revisão da literatura atual e perspectivas futuras

O método de planejamento digital e acesso guiado elimina a imprevisibilidade causada por estratégias convencionais e é considerada um importante auxílio no tratamento de acidentes e complicações em endodontia (CASADEI et al., 2020; MAIA et al., 2019; VAN DER MEER et al., 2016)

Sabe-se que mesmo quando a localização de um canal radicular obliterado é bem-sucedida pela técnica convencional o desgaste excessivo de estrutura dentária pode estar presente, principalmente na região cervical, a qual é propensa a fraturas radiculares (CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022). Em um

estudo *in vitro*, realizado por Connert et al. (2019), a técnica endodôntica guiada demonstrou remover cinco vezes menos estrutura dental de um dente calcificado do que a técnica convencional.

O tempo de cadeira para o tratamento do canal radicular calcificado é consideravelmente reduzido quando realizado a partir do acesso guiado (KRASTL et al., 2016). Connert et al. (2017) demonstraram em estudo laboratorial que com a ajuda de um guia impresso em 3D, o tempo gasto para localizar os canais radiculares obliterados pode variar de 9 a 208 segundos. Enquanto um especialista em endodontia, com auxílio de um microscópio operacional pode levar de 15 min à 1h (TORRES et al., 2019). Além disso, o acesso guiado elimina a necessidade de uso do microscópio cirúrgico e pode ser realizado por operadores menos experientes (FONSECA et al., 2022).

A precisão do acesso endodôntico guiado pode ser obtida através do desvio entre a cavidade de acesso planejada e a realizada. Zehnder et al. (2016), ao realizarem um estudo *ex vivo*, avaliaram a precisão da endodontia guiada, obtendo como resultado pequenos desvios que variaram de 0,16 a 0,21 mm para diferentes aspectos na base da broca, 0,17 a 0,47 mm na ponta da broca e desvio angular médio de 1,81°. Também em um estudo *ex vivo*, Connert et al. (2017) mostraram que a precisão pode ser aumentada ainda mais ao otimizarem o ajuste entre a broca e a manga e ao abordarem um acesso miniaturizado, chegando a desvios médios de 0,12 a 0,34 mm no ponto alvo apical e desvio médio do ângulo de 1,59°. Ambos os estudos demonstraram uma precisão abaixo de um limiar de risco, confirmando a alta acurácia do acesso endodôntico guiado. Vale ressaltar que a precisão obtida no acesso guiado parece superar a dos procedimentos guiados em implantodontia, visto que é encontrado na literatura resultados com desvios médios de 1,12 mm no ponto de entrada, 1,39 mm no ápice do implante e desvio angular médio de 3,89°(CONNERT et al., 2017).

A técnica de acesso cavitário guiado também foi descrita como uma alternativa segura para dens invaginatus (DI), visto que a anatomia complexa e variável destes dentes representa risco de perfurações, fraturas e insucesso do tratamento endodôntico, quando realizada por procedimentos convencionais (ZUBIZARRETA-MACHO et al., 2019).

Após procedimentos endodônticos regenerativos a remoção do MTA pode ser necessária devido a trauma ou falha do tratamento. Em um estudo *in vitro*, Ali e Arslan (2021) avaliaram pela primeira vez a técnica de acesso guiado na remoção do MTA, chegando à conclusão que essa técnica leva a uma remoção mais rápida e reduz danos iatrogênicos (ALI; ARSLAN, 2021).

Quando se tem um tratamento endodôntico ou pino de fibra de vidro insatisfatórios associados a lesão periapical, a sua remoção torna-se necessária. Para isto uma broca redonda ou pontas ultrassônicas podem ser usadas, no entanto, é desafiador distinguir um pino da dentina radicular, mesmo com o uso de um microscópio cirúrgico odontológico. Dessa forma, a orientação de perfuração pode ser inadequada, resultando potencialmente em perfuração da raiz (CHO; JO; HA, 2021). À vista disso, a técnica de acesso guiado foi proposta como uma opção útil para a remoção de pinos de fibra de vidro, obtendo resultados satisfatórios (CHO; JO; HA, 2021; GONÇALVES et al., 2021; MAIA et al., 2022; PEREZ et al., 2021).

As brocas utilizadas em estudos pioneiros variam de 1 a 1,5 mm, podendo haver restrições ao aplicá-las no tratamento de dentes com raízes estreitas como é o caso de incisivos inferiores (CONNERT et al., 2018; LOUREIRO et al., 2021). Assim, para permitir um acesso de baixo risco à raiz calcificada de canais de incisivos inferiores, Connert et al. (2018) descreveram o conceito de endodontia microguiada ao utilizarem uma broca de pequeno diâmetro correspondente a 0,85 mm.

A necessidade frequente de desgaste da borda incisal em dentes anteriores para permitir acesso em linha reta foi inicialmente vista como uma desvantagem da técnica, visto que o comprometimento

incisal dos dentes causa maior destruição da estrutura dental (CONNERT et al., 2018; LARA-MENDES et al., 2018; VINAGRE et al., 2021; ZEHNDER et al., 2016). No entanto, Lara-Mendes et al. (2018) e Fonseca Tavares et al. (2018) demonstraram ser possível evitar a borda incisal do dente ao angular a broca virtual e conduzir ao lúmen visível do canal radicular durante o planejamento virtual.

A endodontia guiada foi inicialmente proposta para o tratamento de dentes anteriores com calcificação pulpar, porém esta abordagem não se limita apenas aos dentes anteriores, podendo ser utilizada para o tratamento de pré-molares e molares. Porém, o espaço limitado para o molde e a broca na região posterior pode se apresentar como uma limitação (TORRES et al., 2021). Buchgreitz, Buchgreitz e Bjørndal (2019) propôs uma técnica modificada usando um guia intracoronal, que resultou em uma menor necessidade de espaço interoclusal. Santiago et al. (2022) também propôs um design inovador ao utilizar um modelo de desenho aberto. O desenho facilitou o posicionamento da broca na manga, a irrigação direta, a visualização da área de trabalho e a remoção da camada de smear layer. Outra alternativa proposta para a negociação da calcificação pulpar em dentes posteriores foi relatada por Torres et al. (2021) usando um guia impresso em 3D sem mangas possibilitando um ganho de espaço vertical. Além de permitir uma visão aberta do dente, melhorou a irrigação durante a perfuração, e possibilitou o uso de qualquer broca durante o tratamento.

A abordagem de acesso endodôntico guiado é realizada em linha reta e, dessa forma, canais severamente curvos, comumente encontrados em molares, podem representar uma limitação da técnica (KRUG et al., 2020). Geralmente, as curvaturas ocorrem no terço apical do dente, enquanto as calcificações se iniciam no terço coronal e se estendem apicalmente. Dessa forma é possível realizar o acesso ao canal em sua porção reta (MORENO-RABIÉ et al., 2020). No entanto, quando a curvatura torna o acesso guiado arriscado, a abordagem alternativa pode ser a apicectomia, a qual pode ser conduzida pela técnica de microcirurgia guiada (KRUG et al., 2020).

Lai et al. (2019) relataram um caso clínico de microcirurgia endodôntica guiada utilizando um guia 3D para ressecção da raiz em um molar mandibular com hiper cementose. Ao final do estudo, concluíram que a partir do direcionamento do local de perfuração da osteotomia, os guias 3D podem promover maior eficiência e precisão na localização da raiz evitando dentes adjacentes. Em contrapartida, o uso do guia pode dificultar a passagem das soluções irrigadoras (MORENO-RABIÉ et al., 2020).

A fim de evitar a radiação ionizante associada à imagem TCFC, Leontiev et al. (2021) realizaram um estudo in vitro que demonstrou a ressonância magnética como uma alternativa viável à imagem TCFC para a detecção de canais radiculares usando endodontia guiada. No entanto, mais avanços e redução de custos são necessários para aplicação ampla da técnica em endodontia.

O acesso endodôntico guiado apresenta também desvantagens como, necessidade de um número maior de visitas e custo adicional, em comparação com o acesso endodôntico convencional, devido a necessidade de exames complementares e uso de tecnologias avançadas. No entanto, é consenso entre os autores que o alto custo da técnica é justificado pelos benefícios, uma vez que aumenta a probabilidade de salvar o dente (CONNERT et al., 2018; DIANAT et al., 2021; FONSECA et al., 2022; GONÇALVES et al., 2021; KRASTL et al., 2016; TODD et al., 2021). Os custos de um implante seriam maiores se o tratamento convencional com falha técnica levasse à extração do dente posteriormente (CONNERT et al., 2018).

Koch et al. (2022) propôs como possível solução ao alto custo da técnica e número de visitas o uso de impressoras 3D desktop, no entanto, a necessidade de pesquisas clínicas que testem essas impressoras para acesso endodôntico guiado (VAN DER MEER et al., 2016).

Apesar da menor duração dos procedimentos pelas técnicas de acesso guiado, seu planejamento pode ser mais demorado (LOUREIRO et al., 2021). Connert et al. (2017) relataram que o tempo médio de

planejamento, incluindo impressão intraoral, planejamento virtual e design de modelo, leva em média 9,4 min.

As brocas até então utilizadas para o acesso endodôntico guiado tem origem na implantodontia e, apesar de apresentar grandes vantagens em comparação ao acesso convencional, é imprescindível ressaltar a necessidade de se discutir sobre a parte ativa e o desenho da broca, bem como o tipo de tecido que será perfurado, visto que pode ser necessária uma broca específica para cada caso (LARA-MENDES et al., 2018; SANTIAGO et al., 2022). Portanto, é imprescindível abordar, em novas pesquisas, o desenvolvimento de brocas mais específicas para fins endodônticos, assim como investigar como reduzir o risco de formação de microfissuras (KRSTL et al., 2016; LARA-MENDES et al., 2018).

A endodontia guiada para localização do sistema de canais radiculares tem sido concentrada na utilização de guias estáticos. No entanto, a utilização da guia dinâmica para acesso aos canais radiculares vem sendo avaliada atualmente. Connert et al. (2021), em um estudo in vitro, e Dianat et al. (2021), em um relato de caso, obtiveram resultados satisfatórios, ao realizarem o acesso endodôntico com o uso do sistema de DN.

4 CONCLUSÃO

Com base na literatura consultada, acerca da endodontia guiada, podemos concluir que:

- Investigações in vivo, ex vivo e in vitro relatadas apontaram o acesso endodôntico guiado como um método seguro, previsível e preciso no tratamento do canal radicular obliterado, mesmo quando realizado por profissionais menos experientes e sem o auxílio de microscópio cirúrgico;
- Há maior preservação da estrutura dentária, menor tempo operatório, prevenção de acidentes como desvios e perfurações e, conseqüentemente, a maior longevidade do dente tratado pela técnica endodôntica guiada;
- A aplicação clínica da endodontia guiada não se limita a localização de canais radiculares calcificados, podendo esta ser útil no tratamento de dens invaginatus, na remoção de pinos de fibra de vidra e MTA, no tratamento de acidentes em endodontia, bem como em microcirurgias endodônticas;
- Fatores limitantes da técnica como, exigência de espaço interoclusal, acesso em linha reta e espessura da raiz têm sido abordados em estudos, apontando uma solução viável;
- Desvantagens como o custo adicional, o tempo de planejamento, o número de visitas, a exposição à radiação pela TCFC e o uso de brocas destinadas à implantodontia, podem ser superadas pelos benefícios da técnica, visto que a possibilidade de sucesso do tratamento é maior que pelos meios convencionais;
- No presente trabalho foram encontrados na literatura 28 relatos de casos clínicos, oito estudos in vitro e cinco estudos ex vivo, o que reflete a necessidade de novos estudos experimentais padronizados de alta qualidade e estudos populacionais associados a um prazo de acompanhamento maior, para investigar os impactos dos acessos guiados nas etapas de negociação, modelagem, obturação e longevidade dos dentes, a fim de avaliar a viabilidade da técnica, seus pontos fortes e limitações; e

- Para um melhor desenvolvimento da técnica, é imprescindível o investimento em novas pesquisas, no desenvolvimento de brocas mais específicas para fins endodônticos e na redução de seu alto custo, com o intuito de torná-la mais acessível à população e mais presente nos consultórios odontológicos.

REFERÊNCIAS

- ALI, A.; ARSLAN, H. Effectiveness of the static-guided endodontic technique for accessing the root canal through MTA and its effect on fracture strength. **Clin Oral Investig**, v. 25, n. 4, p. 1989–1995, Apr. 2021.
- ANDERSON, J.; WEALLEANS, J.; RAY, J. Endodontic applications of 3D printing. **Int Endod J**, v. 51, n. 9, p. 1005–1018, Sept. 2018.
- BUCHGREITZ, J. *et al.* Guided access cavity preparation using cone-beam computed tomography and optical surface scans - an ex vivo study. **Int Endod J**, v. 49, n.8, p. 790-5, Aug. 2016.
- BUCHGREITZ, J.; BUCHGREITZ, M.; BJØRNDAL, L. Guided Endodontics Modified for Treating Molars by Using an Intracoronaral Guide Technique. **J Endod**, v. 45, n. 6, p. 818–823, June. 2019.
- CARVALHO, TS; LUSSI, A. Age-related morphological, histological and functional changes in teeth. **J Oral Rehabil**, v. 44, n. 4, p. 291-298, Apr. 2017.
- CASADEI, B. *et al.* Access to original canal trajectory after deviation and perforation with guided endodontic assistance. **Aust Endod J**, v. 46, n. 1, p. 101–106, Apr. 2020.
- CHO, C.; JO, H. J.; HA, J.-H. Fiber-reinforced composite post removal using guided endodontics: a case report. **Restor Dent Endod**, v. 46, n. 4, p. 1–8, Nov. 2021.
- CONNERT, T. *et al.* Microguided endodontics: Accuracy of a miniaturized technique for apically extended access cavity preparation in anterior teeth. **J Endod**, v. 43, n. 5, p. 787-790, May. 2017.
- CONNERT, T. *et al.* Microguided Endodontics: a method to achieve minimally invasive access cavity preparation and root canal location in mandibular incisors using a novel computer-guided technique. **Int Endod J**, v. 51, n. 2, p. 247-255, Feb. 2018.
- CONNERT, T. *et al.* Guided endodontics versus conventional access cavity preparation: a comparative study on substance loss using 3-dimensional-printed teeth. **J Endod**, v. 45, n. 3, p. 327-331, mar. 2019.
- CONNERT, T. *et al.* Real-time guided endodontics with a miniaturized dynamic navigation system versus conventional freehand endodontic access cavity preparation: Substance loss and procedure time. **J Endod**, v. 47, n. 10, p. 1651–1656, Oct. 2021.
- CONNERT, T.; WEIGER, R.; KRSTL, G. Present status and future directions – Guided endodontics. **Int Endod J**, v. 55, n. 4, p. 995-1002, Jan. 2022.
- DIANAT, O. *et al.* Guided endodontic access in a maxillary molar using a dynamic navigation system. **J Endod**, v. 47, n. 4, p. 658-662, Apr. 2021.
- FONSECA TAVARES, W. L. *et al.* Guided endodontic access of calcified anterior teeth. **J Endod**, v. 44, n. 7, p. 1195-1199, July 2018.

FONSECA TAVARES, W. L. *et al.* Limitations and management of static-guided endodontics failure. **J Endod**, v. 48, n. 2, p. 273–279, Feb. 2022.

FU, W. *et al.* Endodontic microsurgery of posterior teeth with the assistance of dynamic navigation technology: A report of three cases. **J Endod**, v. 48, n. 7, p. 943-950, July 2022.

GONÇALVES W. F. *et al.* Guided endodontics in root canals with complex access: two cases reports. **Braz. Dent. J.**, v. 36, n. 6, p. 115-123, Nov-Dec. 2021.

KOCH, G. K. *et al.* Guided Access Cavity Preparation Using Cost-Effective 3D Printers. **J Endod**, v. 48, n. 7, p. 909-913, July 2022.

KRASTL, G. *et al.* Guided Endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. **Dent Traumatol**, v. 32, n. 3, p. 240-246, June 2016.

KRUG, R. *et al.* Guided endodontic treatment of multiple teeth with dentin dysplasia: a case report. **Head Face Med**, v. 16, n. 1, p. 27, Nov. 2020.

LAI, P. T. *et al.* Computer-aided design-guided endodontic microsurgery for a mandibular molar with hypercementosis. **J Formos Med Assoc**, v. 118, n. 10, p. 1471–1472, Oct. 2019.

LARA-MENDES, S. T. O. *et al.* Guided endodontic access in maxillary molars using cone-beam computed tomography and computer-aided design/computer-aided manufacturing system: A case report. **J Endod**, v. 44, n. 5, p. 875-879, May 2018.

LARA-MENDES, S. T. O. *et al.* A new approach for minimally invasive access to severely calcified anterior teeth using the guided endodontics technique. **J Endod**, v. 44, n. 10, p. 1578–1582, Oct. 2018.

LEONTIEV, W. *et al.* Suitability of magnetic resonance imaging for guided endodontics: Proof of principle. **J Endod**, v. 47, n. 6, p. 954–960, June 2021.

LLAQUET PUJOL M. *et al.* Guided endodontics for managing severely calcified canals. **J Endod**, v. 47, n. 2, p. 315-321, Feb. 2021.

LOUREIRO, M. A. Z. *et al.* Guided endodontics: The impact of new technologies on complex case solution. **Aust Endod J**, v. 47, n. 3, p. 664–671, Feb. 2021.

MAIA, L. M. *et al.* Case reports in maxillary posterior teeth by guided endodontic access. **J Endod**, v. 45, n. 2, p. 214–218, Feb. 2019.

MAIA, L. M. *et al.* Endodontic guide for the conservative removal of a fiber-reinforced composite resin post. **J Prosthet Dent**, v. 128, n. 1, p. 4-7, July 2022.

MORENO-RABIÉ, C. *et al.* Clinical applications, accuracy and limitations of guided endodontics: a systematic review. **Int Endod J**, v. 53, n. 2, p. 214–231, Feb. 2020.

NAYAK A. *et al.* Computer-aided design-based guided endodontic: A novel approach for root canal access cavity preparation. **Proc Inst Mech Eng H**, v. 232, n. 8, p. 787-795, Aug 2018.

PEREZ C. *et al.* Microguided endodontics: Accuracy evaluation for access through intraroot fibre-post. **Aust Endod J**, v. 47, n. 3, p. 592-598, Dec. 2021.

SANTIAGO, M. C. *et al.* Guided endodontic treatment in a region of limited mouth opening: a case report of mandibular molar mesial root canals with dystrophic calcification. **BMC Oral Health**, v. 22, n. 1, p. 1–11, Feb. 2022.

TODD, R. *et al.* Template-guided endodontic access. **J Am Dent Assoc**, v. 152, n. 1, p. 65–70, Jan. 2021.

TORRES, A. *et al.* Microguided Endodontics: a case report of a maxillary lateral incisor with pulp canal obliteration and apical periodontitis. **Int Endod J**, v. 52, n. 4, p. 540–549, Apr. 2019.

TORRES, A. *et al.* Guided endodontics: Use of a Seeveless Guide System on an upper premolar with pulp canal obliteration and apical periodontitis. **J Endod**, v. 47, n. 1, p. 133-139, Jan. 2021.

VAN DER MEER WJ. *et al.* 3D Computer aided treatment planning in endodontics. **J Dent**, v. 45, p. 67-72, Feb. 2016.

VINAGRE, A. *et al.* Management of pulp canal obliteration—systematic review of case reports. **Medicina (kaunas)**, v. 57, n. 11, p. 1237, Nov. 2021.

ZEHNDER MS. *et al.* Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. **Int Endod J**, v.49, n. 10, p. 966-972, Oct. 2016.

ZUBIZARRETA-MACHO, Á. *et al.* Endodontic re-treatment and restorative treatment of a dens invaginatus type II through new technologies. **J Clin Exp Dent**, v. 11, n. 6, p. 570–576, June 2019.

ZUBIZARRETA-MACHO, Á. *et al.* Effect of computer-aided navigation techniques on the accuracy of endodontic access cavities: A systematic review and meta-analysis. **Biology**, v. 10, n. 3, p. 1–11, Mar. 2021.