

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

João Paulo Santana da Silva

**O ENDOGUIDE - ENDODONTIA GUIADA: INDICAÇÕES E
APLICABILIDADES CLÍNICAS**

Juiz de Fora

2020

JOÃO PAULO SANTANA DA SILVA

**O ENDOGUIDE - ENDODONTIA GUIADA: INDICAÇÕES E
APLICABILIDADES CLÍNICAS**

Monografia apresentada à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Anamaria Pessôa Pereira Leite

Juiz de Fora

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Santana da Silva, João Paulo .

O Endoguide - Endodontia guiada : indicações e aplicabilidades clínicas / João Paulo Santana da Silva. -- 2020.

73 f.

Orientadora: Anamaria Pessoa Pereira Leite
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2020.

1. endoguide. 2. endodontia guiada. 3. endodontia digital. I. Pessoa Pereira Leite, Anamaria , orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACODONTO - Coordenação do Curso de Odontologia

João Paulo Santana da Silva

O Endoguide - Endodontia guiada: indicações e aplicabilidades clínicas.

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Aprovada em 13 de novembro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Anamaria Pessôa Pereira Leite - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Celso Neiva Campos
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Leandro Marques de Resende
Universidade Federal de Juiz de Fora



Documento assinado eletronicamente por **Anamaria Pessoa Pereira Leite, Professor(a)**, em 13/11/2020, às 10:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Celso Neiva Campos, Professor(a)**, em 13/11/2020, às 10:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Marques de Resende, Professor(a)**, em 13/11/2020, às 10:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Paulo Santana da Silva, Usuário Externo**, em 13/11/2020, às 17:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0163563** e o código CRC **C9768106**.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha mãe, minha irmã e minha tia que durante todo o meu caminho foram o meu porto seguro. E dedico também ao meu pai que foi quem me ensinou a estudar e hoje guia os meus passos lá do céu. Dedico à Deus, que é uma fonte de energia, na qual não podemos explicar, mas que rege a minha perseverança, força de vontade e a minha luz.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha mãe, **Rosali Santana da Silva**, por me permitir viver esse sonho, se sacrificando por mim todos os dias da minha vida. Agradecer à minha família Daiana, Leonardo, Luciano, Rosângela, Andréia, Madalena, José Santana e Claudia, por todo o suporte que me deram ao longo de toda a minha graduação e da minha vida, sem vocês não seria fácil.

Agradeço a todos os meus amigos que estiveram comigo nesta caminhada, os que vieram, os que foram e os que permanecem, todos vocês fizeram parte da minha construção como pessoa.

Agradeço ao IF Sudeste MG, instituição onde cursei o ensino médio e mudou a minha vida. Agradeço também à minha escola onde estudei desde o 1º até o 9º anos, Escola Municipal Theodoro Frederico Mussel.

Agradeço a todos os projetos que já fiz parte ao longo de minha jornada na Faculdade de Odontologia, Dente da Gente, Só-riSo, Integrando o saber, clínica de adolescentes. Também às monitorias de Endodontia I e Odontopediatria, treinamentos profissionais no Laboratório de Bioquímica e iniciação científica no Laboratório de Imunologia, Microbiologia e Parasitologia. Agradeço às ligas acadêmicas da qual fiz parte, Liga Acadêmica de Toxicologia (LATOX) e Liga Acadêmica de Saúde Integral à população LGBTTI+ (LAS-LGBTTI+). Todos foram de grande importância para o meu desenvolvimento como profissional.

Agradeço aos meus grandes amigos Danielle, Yuri e Luan. Meu grupo, que me ajudou a crescer a cada dia e me tornar uma pessoa e um profissional melhor. Companhias de aula, congressos, festas, compartilhamento de dores, angústias, alegrias e tristezas. Sou completamente apaixonado por cada um de vocês!

Agradeço aos meus amigos Raphaela, Samuel, Geovany, Valdir, Matheus, Valmir, Jeferson, João Paulo, Alexandre, José Vitor, Guilherme. Todos esses indivíduos foram muito importantes na minha vida externa à Faculdade.

Agradecimento especial também a todas as funcionárias da limpeza da Faculdade de Odontologia, as “Tias”, por todo o carinho passado a mim e pelo café delicioso de cada dia.

Agradeço à minha orientadora prof.^a Anamaria Pessoa Pereira Leite, exemplo de orientadora, que desde o início apostou em mim e esteve sempre disposta a me ajudar e dar conselhos.

MUITO OBRIGADO A TODOS!

Poética

Estou farto do lirismo comedido

Do lirismo bem comportado

Do lirismo funcionário público com livro de ponto expediente protocolo e

manifestações de apreço ao Sr. diretor

Estou farto do lirismo que pára e vai averiguar no dicionário o cunho vernáculo de um vocábulo

Abaixo os puristas

Todas as palavras sobretudo os barbarismos universais

Todas as construções sobretudo as sintaxes de exceção

Todos os ritmos sobretudo os inumeráveis

Estou farto do lirismo namorador

Político

Raquítico

Sifilítico

De todo lirismo que capitula ao que quer que seja fora de si mesmo.

De resto não é lirismo

Será contabilidade tabela de co-senos secretário do amante exemplar com

cem modelos e cartas e as diferentes

maneiras de agradar às mulheres, etc.

Quero antes o lirismo dos loucos

O lirismo dos bêbados

O lirismo difícil e pungente dos bêbados

O lirismo dos clowns de Shakespeare

- Não quero mais saber do lirismo que não é libertação.

Manuel Bandeira

SILVA, J.P.S. **O Endoguide - Endodontia guiada: indicações e aplicabilidades clínicas**. Juiz de Fora (MG), 2019. 73f. Monografia (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

RESUMO

Este trabalho discutiu, a partir de uma revisão da literatura, sobre o *Endoguide* na atualidade e buscou elucidar a técnica, vantagens, desvantagens e limitações deste dispositivo. Foi possível apontar que a endodontia guiada é uma ferramenta valiosa, para localização e exploração dos canais radiculares obliterados uma vez que reduz o tempo do atendimento clínico e o risco de dano iatrogênico à estrutura dentária, além de ser uma técnica simples e que pode ser realizada até mesmo por um profissional menos experiente. A técnica apresenta algumas desvantagens e limitações como o gasto de tempo necessário para a aquisição de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), digitalização intraoral, planejamento virtual e impressão, o custo adicional e o aumento da dose de radiação devido à TCFC. Uma das limitações da técnica são o tratamento de canais curvos e de dentes posteriores. O uso do *endoguide* traz diversas aplicações que podem auxiliar o cirurgião-dentista a alcançar um sucesso mais previsível na endodontia, como o diagnóstico mais preciso e tratamento de dentes com anatomia complexa. Além disso, pode ser utilizado para a remoção de pinos de fibra de vidro e em microcirurgia endodôntica, com uma boa eficácia e proporcionando ao paciente um melhor prognóstico ao dente tratado. Concluiu-se que o advento do *endoguide* traz à endodontia uma alternativa de tratamento para os casos de acessos complexos reduzindo a taxa de falhas e alcançando um melhor prognóstico a longo prazo para os pacientes.

Palavras-chave: endoguide, endodontia guiada, endodontia digital

SILVA, J.P.S. **Endoguide – Endodontics’s guide: indications and clinical applications**. Juiz de Fora (MG), 2019. 73f. Monografia (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

ABSTRACT

This paper discussed, based on a literature review, about Endoguide today and sought to elucidate the techniques, disadvantages and limitations of this technology. It was possible to point out that guided endodontics is a valuable tool for locating and negotiating obliterated root canals, which reduces chair time and the risk of iatrogenic damage to the tooth structure, in addition to being a simple technique that can be performed even by a less experienced professional. The technique has some disadvantages and limitations, such as the time spent necessary to acquire Conical Beam Computed Tomography (TCFC), intraoral scanning, virtual planning and printing, the additional cost and the increase in the radiation dose due to the TCFC. One of the limitations of the technique is the treatment of curved channels and posterior teeth. The use of the endoguide brings several applications that can help the surgeon to achieve an accurate and more predictable success in endodontics, such as more accurate diagnosis, treatment of teeth with complex anatomy. In addition, it can be used to remove fiberglass pins and in endodontic microsurgery, with good efficacy and providing the patient with a better prognosis for the treated tooth. It was concluded that the advent of the endoguide brings to endodontics an alternative treatment for the cases examined, a failure rate and achieving a better long-term prognosis for patients.

Keywords: endoguide, endodontics’s guide, digital endodontics

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CCP	Calcificação do Canal Pulpar
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
3D	Três Dimensões
TCNC	Tecnologia de Controle Numérico Computadorizado
RPM	Rotações por minuto
mm	Milímetro
EDTA	Ácido Etilenodiaminotetracético
STL	Estereolitografia
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
DE	<i>Dens evaginatus</i>
CAD	Design Assistido por Computador
MTA	Agregado de Trióxido Mineral
DI	<i>Dens in dens</i>
MV1	Canal méso vestibular 1
NaOCl	Hipoclorito de sódio
PVS	Polivinil siloxano (PVS)

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
MV1	Canal méso vestibular 1

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	PROPOSIÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	O desenvolvimento do endoguide	16
3.2	Estudos <i>in vitro/ex vivo</i>	16
3.3	Aplicabilidades clínicas	20
3.3.1	Canais calcificados	20
3.3.2	Anomalias dentárias	31
3.3.3	Correção falhas	34
3.3.4	Uso em dentes anteriores inferiores	38
3.3.5	Uso em dentes posteriores	40
3.3.6	Cirurgia paraendodôntica	43
3.3.7	Remoção de pino adesivo / Retratamento endodôntico	53
3.4	Evidências atuais	56
4	DISCUSSÃO	60
5	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

A endodontia contemporânea vem apresentando avanços tecnológicos e científicos possibilitando um tratamento endodôntico mais seguro, eficaz e previsível. O procedimento endodôntico, entretanto, pode envolver desafios em sua execução e conclusão. Um dos momentos desafiadores para o endodontista é traduzido na abordagem de um canal radicular calcificado. Neste contexto, surgiu a endodontia guiada, o Endoguide, o qual é associado à tomografia computadorizada, delineando os horizontes para a endodontia digital. Com o aprimoramento da técnica, as suas aplicabilidades clínicas foram ampliadas. Desta forma, o dispositivo vem sendo indicado para os casos complexos de *dens invaginatus*, cirurgia pararendodôntica, retratamentos endodônticos e para facilitar a remoção de pinos adesivos (LARA-MENDES et al., 2018; MAIA et al., 2018, MAIA et al. 2020).

O fenômeno de calcificação dos canais radiculares pode ser desencadeado por diversos fatores, dentre eles se enquadram a cárie, o envelhecimento e os traumas (BUCHGREITZ, BUCHGREITZ e BJORN DAL, 2019). O mecanismo de calcificação pulpar pode ocorrer devido a uma deposição, realizada pelos odontoblastos, de uma grande quantidade de dentina secundária ou terciária. A dentina terciária geralmente está relacionada à lesão cariada (BJORN DAL e DARVANN, 1999), procedimentos restauradores (FLEIG, ATTIN e JUNGBLUTH, 2017) e lesões traumáticas (FLORES, et al., 2007), sendo produzida mais rapidamente e com um maior padrão de desorganização. Já a dentina secundária está mais associada ao fator idade, devido ao seu padrão de deposição mais lento (NEVILLE et al., 2016), porém o tratamento ortodôntico pode iniciar uma deposição acelerada desse tipo de tecido (BAUSS et al., 2008).

A calcificação do canal pulpar (CCP) é considerada um sinal de vitalidade da polpa e, a menos que haja evidências clínicas e radiográficas de necrose pulpar, o tratamento endodôntico não é indicado (HOLCOMB e GREGORY, 1967). No entanto, até um terço dos dentes com CCP podem desenvolver patologia apical em longo prazo (OGINNI, ADEKOYA-SOFOWORA e KOLAWOLE, 2009). Dentes com obliteração do canal podem dificultar o fácil acesso ao canal pulpar levando à dificuldade de negociação do canal radicular completo, o que pode resultar em erros iatrogênicos, como separação do instrumento e perfuração da raiz, comprometendo a estrutura

dentária íntegra (DORANALA et al., 2020). Nesses casos o uso de microscópio é recomendado, no entanto, a perda excessiva da estrutura dentária, que leva a uma perda de estabilidade e o alto risco de perfuração, podem prejudicar consideravelmente o prognóstico do dente afetado (CVEK, GRANATH e LUNDBERG, 1982). Portanto, a American Association of Endodontists classifica o tratamento de dentes com calcificação dos canais pulparez como de alto nível de dificuldade (AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS, 2016).

A endodontia guiada é uma nova abordagem para localização e negociação dos canais radiculares obliterados. O planejamento do tratamento do canal radicular previamente, em 3 dimensões no volume de uma tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e em associação com uma varredura de superfície, permite a fabricação de um modelo para orientar o tratamento de canais pulparez obliterados, o chamado *Endoguide* (BUCHGREITZ et al., 2019). O tratamento endodôntico guiado permite um acesso preciso para o preparo cavitário utilizando guias impressos. Além disso, esta técnica pode ser uma ferramenta valiosa para a intervenção endodôntica, reduzindo o tempo de cadeira e o risco de dano iatrogênico à estrutura dentária (ALI e ARSLAN, 2019), devido a previsibilidade da técnica. Outro aspecto valioso é que a curva de aprendizado para realizar essa técnica é pequena, permitindo que profissionais menos experientes a realizem (CASADEI et al., 2020).

Uma desvantagem da endodontia guiada é o gasto de tempo necessário para a aquisição de TCFC, digitalização intraoral, planejamento virtual e impressão, quando comparado ao tratamento de canal radicular convencional. Outro aspecto crítico da 'Endodontia guiada' é o custo adicional, incluindo TCFC, varredura intraoral, software e fabricação de modelos (ZEHNDER et al., 2015). Também vale ressaltar que há um aumento da dose de radiação devido à TCFC (CONNERT et al., 2017). Uma das limitações da técnica é o tratamento de canais curvos, uma vez que para permitir um preparo guiado, um acesso em linha reta ao canal radicular é obrigatório (KRASTL et al., 2015), e de dentes posteriores (FONSECA TAVARES et al., 2018), pois a acessibilidade fica comprometida devido ao espaço limitado para a guia e a broca na região posterior (CONNERT et al., 2017).

Entendendo a importância desta nova tecnologia no contexto atual da terapia endodôntica e o seu crescente emprego, o objetivo do presente trabalho foi realizar

uma revisão de literatura sobre o *Endoguide*, as suas indicações e aplicabilidades clínicas.

2 PROPOSIÇÃO

Realizar uma revisão da literatura sob consulta na base de dados Pubmed a partir do ano de 2013, acerca do *Endoguide* na atualidade, abordando a técnica, vantagens, desvantagens e limitações.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1. O DESENVOLVIMENTO DO *ENDOGUIDE*

Com os avanços da Odontologia digital e da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, a tecnologia 3D vem se tornando gradualmente aplicável nos procedimentos endodônticos, como em casos de tratamento de malformações dentárias, canais complexos e cirurgias endodônticas (LARA-MENDES et al., 2018). O conceito de endodontia guiada, surgiu com o auxílio da TCFC e impressão 3D, apresentando um novo método seguro e clinicamente viável para localizar canais radiculares e evitar a perfuração do canal em dentes com calcificação pulpar (KRASTL et al., 2016). É possível obter uma alta precisão para o guia endodôntico, através da sobreposição da tomografia com o escaneamento intraoral, juntamente com o planejamento virtual em software especializado. Posteriormente ao planejamento, um modelo virtual é exportado como um arquivo STL e enviado para uma impressora 3D que fará a impressão da guia. Estereolitografia (SLA) faz a confecção do guia 3D, gerando uma réplica fiel de um modelo virtual, o guia de acesso. Após a fixação do guia e o acesso do canal radicular, o tratamento endodôntico segue de forma convencional (ZEHNDER et al., 2015).

3.2. ESTUDOS *IN VITRO/EX VIVO*

Zehnder et al. (2016) realizaram um estudo com o objetivo de apresentar um novo método de endodontia guiada, que utiliza modelos impressos em 3D para conseguir o acesso minimamente invasivo aos canais radiculares e avaliar sua acurácia *in vitro*, sob as hipóteses de que o método de 'Endodontia guiada' permitisse a localização dos canais radiculares no terço apical da raiz e que mostrasse um desvio aceitável em comparação com o planejamento virtual. Para isso foram fabricados seis

modelos maxilares utilizando 60 dentes humanos unirradiculares. Foram obtidas imagens pré-operatórias e utilizando um scanner de superfície intraoral foram realizadas as varreduras de superfície. Foi criada uma imagem virtual de uma broca com um comprimento total de 37 mm, um comprimento de trabalho de 18,5 mm e um diâmetro de 1,5 mm, sendo a mesma sobreposta sob cada dente com o objetivo de criar um acesso direto ao terço apical do canal radicular. Além disso, um guia virtual para orientação com um diâmetro interno de 1,5 mm, um diâmetro externo de 2,8 mm e um comprimento de 6 mm foi criado para fins de planejamento. Os arquivos permitiram que uma impressora 3D produzisse os modelos e uma tecnologia de controle numérico computadorizado (TCNC) foi usada para fabricar os guias projetados que foram integrados aos modelos impressos. Foram realizadas marcas nos guias do modelo para indicar a região da cavidade de acesso, e em seguida o esmalte foi removido nesta área com uma broca diamantada até a dentina ser exposta, e então a broca específica foi usada para obter acesso ao canal radicular, a uma velocidade de rotação de 10.000 rpm, realizando movimentos de vai e vem, sendo a posição final alcançada quando a broca atingiu o batente mecânico do guia. Em seguida, o acesso a cada canal radicular foi verificado com uma lima K tamanho 10 sob um microscópio odontológico. Após o preparo da cavidade de acesso, foram realizadas Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) pós-operatórias dos modelos e os dados foram carregados no software coDiagnostiXTM para avaliar o desvio entre a cavidade de acesso planejada e realizada, combinando as varreduras de TCFC pré e pós-operatórias. Após o alinhamento dos dois exames, as brocas virtuais utilizadas para o planejamento foram sobrepostas às cavidades de acesso do exame pós-operatório. A média do desvio entre o planejamento e o que foi executado com o guia na base da broca foi de 1.81°. A média da diferença absoluta da direção méso-distal foi de 0,21 mm, 0,2 mm para a vestibulo-lingual e 0,16 mm na direção corono-apical. Na ponta da broca esses parâmetros foram respectivamente: 0,29 mm, 0,47 mm e 0,17 mm. Com base na sobreposição de todos os intervalos de confiança, foi observado que não houve diferença estatisticamente significativa entre os operadores. Os resultados do estudo apontaram para uma alta precisão da técnica de 'Endodontia guiada' com uma influência pequena do operador. O estudo *ex vivo* apresentou como desvantagem, a falta de canais calcificados, não havendo conhecimento sobre até que ponto esse aspecto influenciou os resultados. Além disso, o gasto de tempo necessário para a endodontia guiada, incluindo aquisição de

TCFC, digitalização intraoral, planejamento virtual e impressão foi longo quando comparado ao tratamento de canal radicular convencional. Outro aspecto crítico da 'Endodontia guiada' que foi ressaltado, foi o custo adicional, incluindo TCFC, varredura intraoral, software e fabricação de modelos. Concluíram que a técnica do guia endodôntico permitiu um acesso preciso para o preparo cavitário utilizando guias impressos ao combinar os dados da tomografia computadorizada de feixe cônico com os do scanner intraoral. Foi possível localizar todos os canais radiculares no terço apical, sendo todas as hipóteses confirmadas.

Connert et al. (2017) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a acurácia da endodontia guiada utilizando uma técnica miniaturizada (instrumentos de menor calibre) para preparação de cavidade de acesso estendido apicalmente em incisivos inferiores. Para isso foram fabricados dez modelos mandibulares usando 100 dentes humanos sadios, extraídos por razões periodontais e cada operador (2) ficou com 5 modelos (n= 30 dentes). Uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) foi realizada para cada modelo e, por meio de um scanner intraoral tridimensional (3D) foram criados os arquivos de linguagem de mosaico de superfície (STL-). Foi projetada uma broca com comprimento total de 28 mm com um comprimento de trabalho de 20 mm e o diâmetro era de 0,85 mm e a manga tinha um comprimento de 6 mm, um diâmetro externo de 4 mm e um diâmetro interno de 0,88 mm. O ajuste de cada guia foi verificado em seu modelo dentário, e as marcas foram feitas nas mangas para indicar a posição coronal exata da cavidade de acesso. Primeiramente, foi removido o esmalte utilizando uma broca diamantada até a exposição da dentina, em seguida, a broca microguiada foi usada a 10.000 rpm através da luva e do gabarito com movimentos de vai e vem para obter acesso ao canal radicular. Quando a broca atingiu a manga, a cavidade de acesso foi finalizada, de acordo com o plano virtual. Foi registrado para cada um dos operadores o tempo necessário para cada etapa do fluxo de trabalho. Após a conclusão dos preparos da cavidade de acesso, uma varredura de TCFC pós-operatória com os mesmos parâmetros foi realizada, e os dados DICOM foram carregados para o software coDiagnostix. As varreduras pré e pós-operatórias de TCFC foram alinhadas e o planejamento virtual foi sobreposto. Esse processo permitiu que o software calculasse automaticamente o desvio entre as preparações da cavidade de acesso planejadas e realizadas. O tempo médio para realizar o escaneamento intrabucal, planejamento virtual e preparo da cavidade de

acesso foi de 613 segundos e o preparo da cavidade de acesso usando o guia endodôntico requisitou, em média, 30 segundos. A média do desvio no ângulo foi de $1,59^\circ$, a média da diferença da base da broca foi de 0,12 mm no sentido mésio-distal, de 0,13 mm no sentido vestibulo-lingual e de 0,12 mm no sentido ápice-coroa; a média da diferença na ponta da broca foi de 0,14 mm no sentido mésio-distal, 0,34 mm no sentido vestibulo-lingual e 0,12 mm no sentido ápice-coroa. Não houve diferença significativa entre os operadores, nenhuma broca fraturou e não houve perfuração. O estudo, assim como a técnica endodôntica guiada, apresentou limitações, uma vez que foi um estudo *ex vivo* em dentes sem calcificações completas. Concluíram que a Endodontia guiada garante uma técnica de preparo de cavidades de acesso extensas apicalmente em dentes com canais menos calibrosos de forma correta, rápida e independente do operador.

Ackerman et al. (2019) realizaram um estudo com cadáver humano com o objetivo de avaliar a precisão do acesso cirúrgico endodôntico guiado por Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) em comparação com o acesso à mão livre usando a TCFC para aproximar visualmente as medidas cirúrgicas. Para isso duas cabeças de cadáveres embalsamadas foram obtidas, destes espécimes, 48 raízes foram incluídas no estudo (24 raízes / grupo). Foram obtidas varreduras de TCFC pré-operatórias de todas as amostras de cadáveres e realizaram impressões ópticas dos dentes utilizando um scanner intraoral. As guias foram projetadas de forma que uma broca cirúrgica Lindemann pudesse ser usada para acessar cada raiz a 3 mm do ápice. Para a cirurgia, o tecido foi removido da peça, simulando o reflexo do retalho e os guias de osteotomia foram usados para direcionar uma broca Lindemann de comprimento cirúrgico para o local predeterminado. Para o grupo controle, foi calculada a distância da junção cimento-esmalte ao ápice de menos que 3 mm, a partir da TCFC pré-operatória. Um corte axial da TCFC naquele nível foi usado para medir a profundidade da placa cortical até a superfície lingual do dente. As medições foram registradas e marcações foram colocadas na broca para aproximar essas medições. As TCFCs pós-operatórias foram realizadas para cada arco com as mesmas configurações das varreduras pré-operatórias. Usando um software *in vivo*, as varreduras pré-operatórias com o planejamento virtual foram sobrepostas às varreduras pós-operatórias. Se o ponto final do caminho de perfuração estava dentro dos 4 mm apicais da raiz, o procedimento foi considerado um "sucesso" clínico. Caso

contrário, foi determinado como uma "falha" clínica. As distâncias médias entre os caminhos planejados e reais nos grupos controle e tratamento foram estatisticamente diferentes. Assim, a probabilidade de um acesso clinicamente bem sucedido usando um guia impresso em 3D foi determinada como sendo significativamente maior do que o grupo à mão livre aproximado por TCFC. Concluíram que os guias permitem acesso cirúrgico mais preciso na cirurgia endodôntica em comparação com os métodos à mão livre. Estudos clínicos adicionais devem ser conduzidos para determinar a previsibilidade da endodontia cirúrgica guiada por TCFC em vários cenários clínicos.

3.3. APLICABILIDADES CLÍNICAS

3.3.1 CANAIS CALCIFICADOS

Fonseca Tavares et al. (2018) relataram dois casos clínicos a respeito do uso de endodontia guiada programada com acesso palatino convencional em dentes anteriores e com o objetivo de discutir a aplicabilidade dessa abordagem em casos de calcificação pulpar com lesão periapical e sintomas agudos. O primeiro caso, se tratou de uma paciente que relatava dor em incisivo central superior direito, com histórico de traumatismo dentário há 25 anos. Foi realizada uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) para confirmar a presença de um canal radicular gravemente calcificado e de periodontite apical, sendo a técnica de endodôntica guiada foi escolhida como a abordagem de tratamento. Foi realizado um acesso convencional utilizando broca diamantada esférica em alta velocidade, removendo o esmalte da superfície até expor a dentina. Em seguida, foi feita uma impressão de silicone e criado um modelo dental de gesso e tanto a imagem TCFC quanto os modelos de varredura foram alinhados e processados. Foi sobreposta às imagens uma cópia virtual de uma broca com diâmetro de 1,3 mm e comprimento de 20 mm em uma posição que permitiu seu acesso ao sistema radicular dentro do terço apical do dente. Posteriormente, o modelo 3D foi exportado como um arquivo STL e enviado para uma impressora 3D. A broca foi acoplada a uma peça de mão de baixa rotação ajustada para 10.000 rpm e foi realizada a perfuração com movimentos de vai e vem para penetrar na parte calcificada do canal radicular sob irrigação abundante com solução salina. O canal radicular apical patente foi alcançado e um dique de borracha foi adaptado, uma lima K 15 foi introduzida e o comprimento do canal radicular foi

eletrônica e radiograficamente confirmado. Posteriormente, o dente foi instrumentado utilizando um sistema rotatório, irrigado com hipoclorito de sódio 2,5%, secagem do canal radicular e a sua obturação. Foi feito o acompanhamento após 15 dias e o dente se apresentava assintomático. O segundo caso, se tratou de uma paciente com dente apresentando periodontite apical, com histórico de trauma por acidente automobilístico e luxação dentária na infância e houve uma tentativa malsucedida de acesso ao canal patente por outro endodontista. A paciente foi encaminhada para exame de TCFC, uma vez que o acesso palatino prévio já havia sido feito, e pode-se confirmar a presença de calcificação grave do canal e periodontite apical. Foi feita a construção do guia 3D levando em consideração o acesso palatino convencional, e, em seguida, as imagens foram alinhadas e processadas, e a broca pôde obter acesso à porção apical do canal radicular visível. Foi realizado o ajuste do guia e a sua verificação, seguido do acesso, que foi feito com peça de mão de baixa rotação a 10.000 rpm, irrigado com solução salina a fim de evitar microfissuras. O canal foi alcançado com uma lima K 10, e o comprimento de trabalho foi confirmado. Essa etapa levou em média 5 a 10 minutos. Foi feita a instrumentação com o sistema rotatório, irrigação com hipoclorito de sódio 2,5%, a terapia fotodinâmica antimicrobiana e após secagem do canal radicular, foi realizada a obturação. Foi feito o acompanhamento após 30 dias e o dente se apresentava completamente assintomático. Concluíram que a abertura convencional da cavidade de acesso programada pela endodontia guiada, em casos de calcificação pulpar em dentes anteriores com lesão periapical, se mostrou muito confiável e permite uma desinfecção intracanal apropriada. Também apontaram que há previsão de melhoria na técnica, uma vez que há a previsão da testagem e produção de protótipos de brocas com menores diâmetros e diferentes comprimentos. Isso pode permitir um acesso aos canais calcificados em dentes maiores, como caninos, além de evitar o risco de desgastar excesso de dentina e o risco de perfuração em dentes mais finos, como incisivos inferiores.

Lara-Mendes et al. (2018) realizaram um relato de caso clínico com o objetivo de descrever uma técnica de tratamento minimamente invasivo que leva a nenhum dano dentário à borda incisal, utilizando a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) e guias endodônticos tridimensionais (3D). O caso selecionado foi de um paciente que apresentava dor na região dos incisivos centrais superiores e com

história de traumatismo dentário na região anterior da maxila há 13 anos. Através do exame radiográfico revelou-se que a câmara pulpar e canal radicular dos dentes estavam completamente calcificados e o diagnóstico foi de periodontite apical aguda inicial. Foi proposta a terapia endodôntica com acesso guiado. Foi realizada uma TCFC e um afastador labial de plástico para TCFC de tecidos moles foi utilizado para permitir uma visão mais detalhada da unidade dentogengival. Observou-se área radiotransparente apical no incisivo central superior esquerdo, coincidindo com a dor descrita pela paciente e o espaço do canal era visível apenas nos 2 mm apicais da raiz. Para criar um modelo impresso 3D, uma impressão intraoral foi convertida em um arquivo de estereolitografia 3D, e, em seguida, carregada para o software de planejamento de implante virtual. O software Simplant foi configurado para projetar 2 brocas a serem usadas para cada guia. Customizou-se virtualmente uma manga (com diâmetro externo de 3,0 mm, diâmetro interno de 1,4 mm e comprimento de 8 mm) e o mesmo foi incorporada ao processo de planejamento. O modelo gerado foi exportado como um arquivo de estereolitografia e enviado para uma impressora 3D. A manga foi integrada no guia impresso para guiar a broca durante o processo de preparação do orifício e fixação da broca. Foi realizado o posicionamento do primeiro guia de acesso ao esmalte dentário e uma marca foi realizada na manga do guia para indicar precisamente a região da cavidade de acesso endodôntico. Utilizando uma broca diamantada, o esmalte do local foi removido até que houvesse a exposição dentinária. Em seguida, removeu-se a primeira guia e uma segunda guia foi posicionada e fixada na arcada superior do paciente, para acesso na dentina, foi utilizada uma broca de corte ósseo para acessar a porção calcificada do canal a uma velocidade de 1200 rpm, então, o gabarito foi removido e feito o isolamento absoluto. Posteriormente introduziu-se uma lima do tipo K 10 no canal até o comprimento de trabalho, utilizando um localizador apical e uma radiografia digital. Foi realizado O preparo químico-mecânico do canal utilizando um instrumento recíprocante sob irrigação abundante com hipoclorito de sódio 2,5%, seguido da medicação intracanal e o selamento temporário. O paciente retornou após 14 dias, assintomático e foi realizada a obturação do canal radicular pela técnica de compressão hidráulica com cones de guta-percha. Foi realizado um acompanhamento clínico e radiográfico por 1 ano após o tratamento e a paciente se apresentava assintomática, com imagem radiográfica que parecia mostrar uma pequena alteração no espaço do ligamento periodontal, indicativo da presença de tecido cicatricial. Concluíram que essa

abordagem conservadora possivelmente pode melhorar os prognósticos a longo prazo. Isso foi possível devido ao fato do tratamento de endodontia guiada ter sido conduzido de forma rápida, segura e previsível.

Doranala et al. (2020) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever a importância do preparo conservador da cavidade de acesso com o uso da técnica endodôntica guiada para o tratamento de canais calcificados no incisivo central superior. O caso selecionado foi de um paciente com queixa de dor no incisivo central superior há 1 mês e com histórico de trauma há 3 anos, o paciente relatou que a dor foi gradual no início, de natureza intermitente e surda e após 1 mês ele sofreu um trauma na mesma área do dente envolvido, resultando em dor de natureza latejante e surda. Ao exame clínico, a coroa do dente apresentava sensibilidade à percussão em relação ao incisivo central superior direito. O dente não respondeu aos testes de vitalidade e nenhuma mobilidade foi registrada. A radiografia periapical intraoral revelou que havia radiopacidade envolvendo a face coronal do dente e obliteração do canal pulpar associada a radiolucência envolvendo a região periapical do elemento 11. Foi realizada uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) que revelou uma calcificação parcial envolvendo a parte coronal do dente, aproximando-se do terço cervical da raiz. Através da técnica de software 3D, um guia virtual foi confeccionado por meio de uma impressão intraoral. Em seguida, uma cavidade de acesso conservador foi preparada através do guia até que a dentina fosse exposta e o preparo foi estendido apicalmente mostrando uma cavidade de acesso minimamente invasiva. A que se seguiu, um tratamento endodôntico convencional e sob irrigação passiva realizada com 3 mL de hipoclorito de sódio a 5% e instrumentação com uma lima alternativa, seguido por aplicação de medicamento intracanal e obturação provisória. Foi feita a reavaliação após duas semanas, e o dente se apresentou assintomático e não sensível à percussão. A obturação foi realizada com guta-percha e, em seguida, a cavidade de acesso foi limpa e fechada com resina composta. O paciente retornou para reavaliação após 3 meses e o dente apresentava sinais de cura. Concluíram que o presente resultado clínico revela que a técnica endodôntica guiada é comprovada para preparar cavidade de acesso minimamente invasiva com resultado previsível no tratamento em dentes com canais obliterados.

Krastl et al. (2015) realizaram um estudo de relato de caso clínico, com o objetivo de apresentar uma nova abordagem terapêutica para dentes com calcificação intrapulpar que requerem o tratamento endodôntico. Uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) foi realizada e revelou sinais claros de periodontite apical. O comprimento total do dente foi de aproximadamente 24,4 mm e o canal radicular era visível apenas no terço apical da raiz, a uma distância de aproximadamente 7,7 mm do ápice. Foi utilizado um guia impresso em 3D para permitir uma localização guiada do canal radicular no terço apical. Realizou-se uma varredura intraoral, que foi carregada em um software para planejamento de implante virtual. Após o upload adicional a TCFC e a varredura de superfície foram combinadas com base em estruturas visíveis radiograficamente. Foi utilizada a broca para endodontia guiada com um comprimento total de 37 mm, um comprimento de trabalho de 18,5 mm e um diâmetro de 1,5 mm, que foi virtualmente projetada pela aplicação da ferramenta de designer de implante do software coDiagnostiX e virtualmente sobreposto ao canal radicular. O eixo da broca foi angulado de forma que a ponta da broca estendida alcançasse o ápice radiograficamente visível do dente. Uma luva guia (2,8 mm de diâmetro externo, 1,5 mm de diâmetro interno e 6 mm de comprimento) foi customizada por meio de uma ferramenta de software e praticamente incorporada à planificação antes da criação do guia. Para fabricar a luva, foi utilizada a Tecnologia de Controle Numérico Computadorizado (TCNC), que foi integrada ao modelo impresso para guiar a broca durante a preparação da cavidade. O tratamento do canal radicular foi iniciado sem anestesia sob isolamento absoluto e em seguida o guia foi posicionado nos dentes anteriores superiores e seu encaixe correto e reprodutível foi verificado. Uma marca foi colocada na manga do gabarito para indicar a região exata da cavidade de acesso endodôntico. Para permitir o acesso em linha reta, paralela ao longo eixo do dente para a broca, a cavidade foi estendida até a borda incisal. A broca, que foi limpada regularmente para remoção de debridaç o, foi utilizada a 10000 RPM em movimento de vai e vem, sob irrigação constante com hipoclorito de sódio a 1% para penetrar a parte calcificada. Após cada ganho de 2 mm de profundidade, uma lima K tamanho 10 foi usada para verificar se o canal radicular poderia ser negociado naquela profundidade. Isso foi possível a uma distância de 9 mm do ápice, aproximadamente 1 mm antes de atingir o ponto alvo apical. Em menos de 5 minutos, foi possível obter a localização do canal radicular e posterior negociação até o ápice, e utilizando uma combinação de localizador de ápice e radiografia, foi feita a

determinação do comprimento de trabalho. Após a obturação do canal radicular, o paciente encontrava-se clinicamente assintomático, sem dor à percussão. Quinze meses após o tratamento definitivo, o paciente ainda estava sem sintomas clínicos, não houve sensibilidade à percussão e as profundidades de sondagem em todos os locais foram ≤ 3 mm, além disso a radiografia não mostrou sinais de patologia apical. Concluíram que a endodontia guiada aparenta ser segura, clinicamente viável para localizar os canais radiculares e pode prevenir a perfuração da raiz nos dentes com canais calcificados que não podem ser acessados de forma preditiva pelos métodos endodônticos tradicionais. O guia endodôntico pode ajudar a acessar fácil e precisamente a polpa e tratar áreas específicas na raiz, que são dificultadas devido a reabsorções, perfurações e o risco de fratura de instrumentos endodônticos.

Van Der Meer et al. (2016) realizaram um estudo com o objetivo de descrever a aplicação da tecnologia de mapeamento digital 3D para navegação previsível de sistemas de canais obliterados durante o tratamento do canal radicular para evitar danos iatrogênicos da raiz. O procedimento de planejamento digital e o guia direcional foram testados em três pacientes que necessitaram de tratamento endodôntico em dentes anteriores superiores que sofriam de obliteração do sistema de canais radiculares. Antes do tratamento endodôntico, foi realizado o isolamento absoluto e foi confirmado o ajuste do guia. Uma abertura endodôntica padrão foi criada no dente envolvido em cada paciente e o guia foi colocado em posição. Uma broca Munce foi usada para obter acesso lentamente ao sistema de canais radiculares. Após atingir o sistema de canais radiculares, foi instrumentado com limas endodônticas manuais com uso intracanal de um lubrificante até o comprimento de trabalho indicado por um localizador de ápice sob a irrigação abundante. Quando a lima 15 foi alcançada, uma radiografia foi feita para confirmar o comprimento de trabalho determinado. O sistema de canal radicular foi posteriormente preparado usando um instrumento WaveOne com o uso contínuo de solução de hipoclorito de sódio 2,5%. Após enxágue final com solução de EDTA 17%, o canal preparado foi desinfetado com solução de hipoclorito de sódio 2,5% e, posteriormente, seco e preparado para obturação. A localização do sistema de canais radiculares mostrou-se fácil em todos os três casos com o guia direcional mencionado acima. Concluíram que o método de desenho digital e prototipagem rápida de guias endodônticos permite localização confiável e previsível dos canais radiculares dos dentes com canal radicular calcificado metamorfoseado.

Buchgreitz, Buchgreitz e Bjorndal (2019) realizaram um estudo observacional da obliteração do espaço pulpar e profundidade do caminho de perfuração em 50 pacientes, com o objetivo de analisar o comprimento do caminho de perfuração necessário para a conclusão da instrumentação e o comprimento do caminho de perfuração em relação ao comprimento da obliteração do canal, e relatar a precisão dos preparos da cavidade de acesso guiada, levando em consideração variáveis demográficas, história odontológica pregressa e de tentativa de negociação do canal em pacientes encaminhados com dentes nos quais a obliteração do espaço pulpar foi um fator complicador. Foi realizada uma TCFC do dente a ser tratado de todos os pacientes e foi planejado um caminho de broca virtual com diâmetro de 1,2 mm a partir de uma referência oclusal até o início do lúmen do canal radicular visível radiograficamente. Foi possível evitar o envolvimento da borda incisal e ainda atingir a luz do canal radicular ajustando a angulação do trajeto virtual da broca. Sobreposta na trajetória de perfuração virtual, uma luva virtual foi colocada para a orientação da broca. Os dentes foram escaneados superficialmente e os modelos de superfície virtual foram mesclados com o volume da TCFC. Foi realizado teste das guias colocando-as sobre cada dente antes de realizar o isolamento absoluto. A preparação da trajetória de perfuração foi realizada com a broca espiral através da luva com o guia no lugar. Quando o acesso estava logo abaixo da junção esmalte-cimento, foi realizada uma radiografia convencional para garantir que a angulação do preparo estava correta. Para que a localização do canal fosse alcançada com sucesso, o preparo era continuado e outra radiografia era tirada no início esperado do canal radicular. Concomitantemente, a base do caminho de perfuração foi inspecionada usando um microscópio e a tentativa de localização do canal radicular foi feita com limas de tamanho 6 a 10. Nos casos em que o reconhecimento não foi bem-sucedido, a preparação adicional foi realizada sem a guia no lugar. A preparação do canal foi concluída com limas 25–50, com uma peça de mão endodôntica e um motor endodôntico correspondente. O comprimento da obliteração do espaço pulpar foi medido desde a junção cervical proximal do esmalte-cimento até o nível da obliteração ao longo do canal radicular em relação à ponta da raiz. As profundidades reais dos caminhos de perfuração foram medidas a partir dos mesmos pontos finais que definiram a obliteração do espaço da polpa. O valor médio dos comprimentos relativos de obliteração do espaço pulpar foi de 43%, sendo esse limiar foi usado para dividir os pacientes em dois grupos de tamanhos iguais: um com a obliteração se estendendo

para a região coronal (comprimento < 43% de todo o comprimento da raiz), e o outro grupo com a obliteração se estendendo para a região apical (comprimento > 43% de todo o canal radicular). Em relação ao comprimento do caminho de perfuração e obliteração pulpar, foram investigados dois cenários: comprimento do caminho de perfuração \leq comprimento da obliteração do espaço da polpa; comprimento do caminho de perfuração > comprimento da obliteração do espaço pulpar. O preenchimento e a precisão do trajeto de perfuração foram avaliados em radiografias convencionais e divididos qualitativamente em dois grupos: trajeto de perfuração centrado (precisão ideal) e trajeto de perfuração transportado periféricamente ou tangencialmente (precisão aceitável). No geral, 88% dos dentes referidos apresentaram obliteração do espaço pulpar associada a sinais de periodontite apical, enquanto os 6 dentes restantes necessitaram de um espigão. O comprimento da obliteração pulpar foi maior nos dentes superiores em comparação com os inferiores. A trajetória de perfuração nos dentes inferiores em relação aos dentes superiores resultou em um número significativamente maior de escores de precisão ideais. Além disso, a precisão do caminho de perfuração resultou em pontuações significativamente maiores quando uma tentativa anterior de acesso e negociação do canal ocorreu versus nenhuma tentativa e quando realizada em pacientes com 65 anos ou mais. Sexo, tipo de dente e lado da mandíbula não impactaram significativamente a precisão do caminho de perfuração. O comprimento da obliteração do espaço pulpar, bem como o comprimento do trajeto da broca não tiveram relação significativa com a precisão em si. Porém, se a obliteração do espaço pulpar fosse inferior a 20% do comprimento da raiz, o trajeto da broca sempre estaria localizado mais profundamente. Quando a obliteração do espaço pulpar era superior a 50% do comprimento do canal radicular, o trajeto da broca era mais profundo em 45%. Quando o comprimento do caminho de perfuração se estendeu além do grau de obliteração do espaço da polpa, uma ligeira tendência para uma pontuação de precisão maior do caminho de perfuração foi observada. Concluíram que a implementação clínica da endodontia guiada em uma série de 50 casos de dentes unirradiculares com obliteração intrapulpar foi associada com a precisão que levou, em todos os casos, à localização e à instrumentação do canal radicular e ao término do tratamento. A hipótese foi confirmada de que o guia endodôntico apresenta precisão suficiente independentemente da idade, o status de tratamentos anteriores,

ao comprimento do espaço obliterado, bem como tentativas prévias de instrumentação do canal radicular.

Maia et al. (2019) relataram casos clínicos com o objetivo de mostrar a efetividade desses procedimentos na resolução de casos clínicos complexos de canais calcificados em casos onde o tratamento endodôntico convencional não permite um acesso ao forame apical. Foram selecionados 3 casos clínicos, sendo o primeiro de uma paciente que apresentou necessidade de tratamento endodôntico no primeiro molar superior esquerdo devido à presença de sintomatologia aguda. No exame clínico, a paciente apresentou sensibilidade à percussão e resposta negativa aos testes térmicos e elétricos. A radiografia periapical revelou câmara pulpar obliterada e possível calcificação dos canais vestibulares. Os canais palatinos e méso-vestibulares foram localizados e instrumentados ao microscópio endodôntico. Foram realizadas Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), onde foi observada a ausência do segundo canal radicular méso-vestibular. O comprimento do canal disto-vestibular era de aproximadamente 14,43 mm e a calcificação do canal era de aproximadamente 11,26 mm da cúspide vestibular. Portanto, 3,17 mm do canal radicular remanescente precisava ser alcançado e operado. O segundo caso se tratou de uma paciente com histórico de dor no segundo pré-molar superior esquerdo. Anteriormente, um endodontista tentou, sem sucesso, acessar as aberturas dos canais radiculares. O dente apresentava fratura da cúspide palatina e grande desgaste coronal. No teste de percussão a paciente apresentou sensibilidade e os testes de sensibilidade térmica e elétrica foram negativos. A TCFC confirmou a obliteração pulpar. O canal radicular foi iniciado a 13,46 mm da cúspide vestibular, restando aproximadamente 7,00 mm de seu comprimento para ser alcançado e operado. O terceiro caso selecionado foi de um paciente que apresentava periodontite apical no segundo pré-molar superior direito, com sensibilidade aos testes de percussão e palpação. A paciente passou por tratamento endodôntico prévio, com um endodontista experiente que usou o microscópio odontológico, porém não obteve sucesso em acessar os orifícios do canal radicular. Foi realizada uma TCFC que mostrou 2 canais radiculares severamente calcificados que convergiram em um único forame no terço apical. O comprimento das calcificações foi de aproximadamente 16 mm no canal palatino e 17 mm nos vestibulares. Posteriormente, os modelos foram alinhados e exportados para um software de planejamento virtual e o diâmetro da

broca usada para acessar o canal radicular foi determinado de acordo com a largura radicular obtida pelo exame de TCFC. Uma cópia virtual da broca de acesso selecionada foi sobreposta na imagem adquirida pela TCFC em uma posição que permitiu o acesso ao canal radicular apical remanescente. Com a estabilização da guia, a segurança e a eficiência da técnica foram melhoradas, pois o provável deslocamento da guia durante o procedimento clínico poderia ser antecipado. Um guia virtual foi então concebido usando o software coDiagnosticX. Este modelo foi exportado como um arquivo STL e enviado para uma impressora 3D que fabricou o respectivo guia. As guias e a broca foram posicionados nos dentes e ajustadas e as guias foram fixadas através da estabilização de pinos guiados por broca com diâmetro de 1,3 mm. Para permitir a estabilização da broca selecionada uma chave de inserção localizada na guia foi posicionada precisamente na cavidade de acesso coronário. Para acessar a raiz vestibular do molar superior, foi usada uma broca com diâmetro de 1,1 mm. Para acessar os canais radiculares dos pré-molares, foi utilizada uma broca 1,3 mm de diâmetro. O comprimento de trabalho foi determinado por um localizador de ápice, introduzindo uma lima K 10 no canal. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas de níquel-titânio, sob irrigação constante com hipoclorito de sódio (5,25%) até que um instrumento atingisse o comprimento de trabalho. O canal foi preenchido com um cone de guta-percha associado a cimento endodôntico. Todos os casos foram realizados em sessão única. Na consulta de acompanhamento, foi feita a avaliação clínica e radiográfica, e, após 15 dias, todos os pacientes estavam assintomáticos e foram encaminhados para reabilitação protética. Após 6 meses, pode-se observar a mineralização do tecido periapical nos casos 1 e 3, que apresentavam lesões perirradiculares prévias, e no caso 2, que apresentava ausência de espessamento periapical. E após 12 meses, foi observada a cura completa. Concluíram que as evoluções tecnológicas culminam para que os procedimentos de endodontia guiada sejam mais acessíveis e difundidos, mesmo entre operadores menos experientes. Apesar de ser requisitado um planejamento extremamente detalhado, a execução da técnica é segura e rápida, reduzindo substancialmente a ocorrência de falhas iatrogênicas e aumentando as taxas de sucesso de tratamentos endodônticos.

Torres et al. (2019) relataram um caso clínico com objetivo de descrever um método minimamente invasivo para criar um guia impresso em 3D para acessar canais

radiculares obliterados utilizando os dados de uma tomografia computadorizada de feixe cônico. O caso selecionado foi de uma paciente com necessidade de tratamento endodôntico do incisivo lateral superior esquerdo. Clinicamente, não havia queixa de dor e houve resposta negativa para o teste de percussão ou trato sinusal. O diagnóstico foi de periodontite apical assintomática. Foi realizada uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) que revelou um canal radicular calcificado até o terço apical da raiz e uma radiolusência apical de 39,8 mm³, com a tábua óssea vestibular intacta. Foi projetado um guia impresso em 3D para auxiliar no acesso à cavidade, devido à dificuldade e ao alto risco de danos iatrogênicos à raiz durante a busca do canal radicular. Para obter o modelo de estudo dos dentes superiores do paciente, foi feita uma impressão de alginato e, em seguida, o molde de gesso foi escaneado. Um caminho para a broca foi criado mantendo o acesso em linha reta até o canal radicular. Posteriormente, foi elaborado um guia para a broca utilizando uma impressora 3D com material biocompatível, que foi adaptado nos dentes e, em seguida, o tratamento foi iniciado com uma broca de diamantada redonda com um diâmetro de cabeça de 0,8 mm e um diâmetro de eixo variável de 0,7– 1 mm, com um comprimento total de 34 mm. Foi realizada uma marca através do guia na superfície do dente, e foi feita uma pequena cavidade no esmalte utilizando uma broca diamantada, permitindo que a broca entrasse em contato apenas com o tecido dentinário. A cavidade foi precisamente perfurada, sob irrigação constante e foi feita a limpeza da cabeça da broca a cada 2 mm de perfuração. Quando o ponto apical alvo foi alcançado, o dente foi examinado ao microscópio odontológico. Após a localização do canal radicular, o dente foi isolado e o tratamento do canal realizado. Durante o tratamento, o canal radicular foi irrigado com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5%; em seguida, um protocolo de irrigação final foi aplicado usando EDTA 17% e NaOCl 5% em combinação com irrigação ultrassônica passiva. Em seguida, o canal radicular foi seco com pontas de papel e preenchido usando uma técnica de condensação vertical com guta-percha à quente e um selante epóxi. Ao fim do tratamento foi realizada uma radiografia periapical. Foi feita a reavaliação 6 meses após o tratamento do canal e na radiografia periapical de acompanhamento foi revelada uma área apical completamente cicatrizada. A TCFC revelou uma área apical completamente cicatrizada ao redor do dente 22 após 6 meses. Concluíram que, usando o conceito de endodontia microguiada, foi possível realizar um acesso minimamente invasivo até o terço médio da raiz em um incisivo superior com canais

calcificados e lesão periapical; e apontaram que essa técnica pode ser uma ferramenta valiosa para tratar a obliteração dos canais radiculares, reduzindo o tempo de cadeira e o risco de iatrogenia.

3.3.2 ANOMALIAS DENTÁRIAS

Kfir et al. (2013) abordaram em seu artigo a problemática do tratamento do *dens invaginatus*. Tal formação dental dependendo do tipo de ocorrência, pode se tornar de difícil tratamento e acesso, principalmente quando envolve uma lesão periapical. Uma das formas de se tratar estes casos é por meio da endodontia guiada, a qual faz uso da tomografia computadorizada de feixe cônico juntamente com a impressão de guias 3D que direcionam a broca pelo dente. Para elucidar, os autores relataram o caso de uma paciente de 15 anos com radiolucidez nos ápices dos dentes 11 e 12 sem histórico de dor. Por meio de alguns exames foi constatado que o dente 11 apresentava invaginação o que explicaria a lesão mesmo que ele não apresentasse cárie ou trauma. Para tratar o caso, os autores optaram pelo emprego da endodontia guiada a fim de abordar a invaginação e realizar a desinfecção da mesma. A paciente foi submetida ao exame tomográfico e posteriormente foi confeccionado um guia de acrílico o qual guiaria o trajeto da broca quando do acesso endodôntico. Realizada esta fase do tratamento, as demais etapas foram conduzidas em 3 sessões, onde na última foi realizado a obturação. Após um ano de preservação, os autores relataram que houve remissão da lesão periapical e que a paciente permanece assintomática. Os autores concluíram que casos de dentes invaginados são complexos e que o uso de guias de acrílico no processo da abordagem endodôntica pode ajudar muito no tratamento destas situações clínicas

Byun et al. (2015) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever um novo método de tratamento endodôntico em um incisivo central superior anômalo com a ajuda do modelo físico do dente e um gabarito de guia personalizado impresso em 3D. Para isso, o tratamento endodôntico foi planejado primeiro usando um microscópio e imagem de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC). Entretanto, várias complexidades anatômicas e erros iatrogênicos fizeram deste caso um desafio para o tratamento endodôntico. Para tanto, propusemos a ideia de fazer

um modelo físico de dentes, reproduzindo as estruturas internas incluindo a cavidade pré-existente e o canal radicular para fazer um gabarito de guia para acesso seguro e preciso ao canal radicular. Concluíram que a técnica utilizando um modelo físico translúcido, incluindo a câmara pulpar e os canais radiculares, e um guia de operação pode ser útil para entender mais rapidamente a complexa morfologia dos dentes anômalos e para realizar o tratamento endodôntico com mais segurança e precisão nesses casos desafiadores.

Ali & Arslan (2019) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever o uso da endodontia guiada para o tratamento de 2 incisivos laterais com múltiplos *dens in dens*. O caso selecionado foi de uma paciente com dor em 2 dentes superiores, que apresentavam descoloração, relatando secreção purulenta intermitente do sulco gengival dos dentes 21 e 22, iniciada há cerca de 1 ano. O paciente havia visitado o dentista 3 dias antes com queixa de edema extraoral e foi oferecido tratamento de emergência da dor com o início do tratamento endodôntico do dente 21. Os dentes 21 e 23 apresentavam lesões de cárie ampla. Um exame radiográfico periapical inicial dos dentes 12 e 22 revelou morfologia anormal, com uma invaginação que parecia estreita e esmaltada, estendendo-se até o terço médio da raiz e uma radiolusência periapical em relação aos dentes 21, 22 e 23. Contudo, foram observadas 2 estruturas revestidas de esmalte em forma de bulbo, das quais uma era superficial e a outra se estendia até o terço médio da raiz em relação ao dente 22. O diagnóstico de necrose pulpar e abscesso periapical crônico associado a duplo DI (tipo II de Oehler) foi estabelecido para o dente 22 e foi planejado o tratamento do canal radicular e o selamento do duplo DI com agregado de trióxido mineral (MTA). Foi realizada uma TCFC, que revelou a presença de radiolusência periapical maior do que a radiografia convencional e as imagens obtidas não demonstraram comunicação com o canal radicular principal. As impressões foram confeccionadas para obter um modelo de estudo dos dentes superiores. Para projetar as guias, foi utilizado o software de planejamento de implante 3D e uma impressora 3D para fabricar as guias. O comprimento do cilindro guia foi de 5mm e o diâmetro foi 1,3 mm. Previamente à colocação das guias, vários dentes foram isolados e o guia 3D foi colocado nos dentes superiores. Após o acesso à área de invaginação com o guia para os dentes 12 e 22, o MTA foi colocado nas cavidades DI. Foi estabelecido o acesso ao canal principal do dente 22, utilizando o guia e o canal radicular foi negociado com uma lima K tamanho

15 e com o auxílio do localizador apical foi determinado o comprimento de trabalho. Realizou-se a instrumentação, sob irrigação com hipoclorito de sódio a 3% e solução salina, secagem com pontas de papel e medicação intracanal com a pasta de hidróxido de cálcio. O dente foi reavaliado após 1 semana, onde a pasta de hidróxido de cálcio foi removida com ácido etilenodiaminotetracético 5% ativado por ultrassom. O MTA foi colocado no canal radicular principal do dente 22 e a cavidade foi selada temporariamente. No dia seguinte, a cavidade de acesso foi restaurada com resina composta. Pelo acompanhamento radiográfico, observou-se a regressão da lesão periapical em relação aos dentes 21 e 22, e o dente 12 apresentou parâmetros clínicos estáveis. Concluíram que foi possível um acesso minimamente invasivo tanto para o *dens in dens* quanto para o canal principal, pela técnica da endodontia guiada, podendo essa técnica ser uma ferramenta valiosa para a intervenção *no dens in dens* e no canal principal, reduzindo o tempo de cadeira e o risco de dano iatrogênico à estrutura dentária.

Zubizarreta-Macho et al. (2019) relataram um caso clínico com o objetivo de mostrar o retratamento do canal radicular e a cirurgia endodôntica de um dente invaginado tipo II em um incisivo superior lateral esquerdo previamente tratado, afetado por abscesso apical crônico e fratura apical. O caso selecionado, foi de uma paciente com necessidade de tratamento de abscesso apical crônico em dente previamente tratado, e traumatismo secundário em incisivo lateral superior esquerdo. Foi realizada uma TCFC para um diagnóstico mais preciso da complexidade do DI Oehlers tipo II e do ápice fraturado. A complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, justificou a necessidade da solicitação de uma guia de orientação para as cavidades de acesso. O desenho das guias, foi realizado com o auxílio de um software de planejamento de implante guiado por computador e uma impressora 3D foi usada para confeccionar as guias de resina estereolitográfica, com exceção do cilindro de aço inoxidável usado para guiar as cavidades de acesso ao sistema de canais radiculares. O comprimento dos cilindros-guia era de 5mm e o diâmetro de 1,3 mm. Foi selecionada uma broca diamantada com diâmetro de 1,2 mm na parte ativa e comprimento total de 14 mm. Após a anestesia local infiltrativa e isolamento absoluto, foi realizado o retratamento do canal radicular. As cavidades de acesso foram realizadas com o auxílio da guia, e o comprimento de trabalho foi estabelecido por um localizador de ápice eletrônico. O sistema de canais radiculares foi limpo e modelado

utilizando o sistema rotatório endodôntico, sob irrigação abundante com hipoclorito de sódio 5,25%. Após a secagem do sistema de canal radicular com pontas de papel esterilizadas, o sistema de canal radicular foi selado utilizando guta-percha e um cimento à base de resina epóxi. As cavidades de acesso foram preenchidas com uma restauração com resina composta. A cirurgia endodôntica foi realizada para remoção do ápice fraturado. Uma incisão de Newman modificada foi feita para remover o tecido cístico através da curetagem do defeito ósseo. Uma retrocavidade de 3 mm foi projetada por meio de uma ponta ultrassônica de diamante e que foi selada com agregado de trióxido mineral (MTA). Em seguida, foi realizado enxerto ósseo e a incisão suturada. Foi feito acompanhamento após 6, 12 e 18 meses para realizar a reavaliação do tratamento. Na consulta de acompanhamento de 18 meses, a paciente permaneceu assintomática e a radiografia periapical e a TCFC mostraram redução da lesão periapical. No pré-operatório a lesão apresentava diâmetro de 6,8 mm em seu plano superior, que desapareceu com 18 meses de seguimento. Concluíram que a TCFC se mostrou como um método diagnóstico mais eficaz para conhecer a anatomia interna dos dentes com malformações anatômicas e realizar o acompanhamento radiográfico, além disso o software de planejamento de implantes guiado por computador é uma forma eficaz de planejar o tratamento do canal radicular e as guias confeccionadas por impressão digital tridimensional permitiram um acesso cavitário preciso, conservador e seguro dos dentes afetados por malformações anatômicas. Sendo assim, essas tecnologias permitiram a realização de restaurações precisas e previsíveis em uma única sessão clínica.

3.3.3. CORREÇÃO DE FALHAS

Bhadra et al. (2018) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever uma terapia endodôntica cirúrgica, que tira proveito da tecnologia 3D que está se tornando cada vez mais acessível na odontologia. O caso selecionado foi de um paciente com a queixa principal de secreção purulenta na região superior direita do dente posterior (16), há 1 ano, com histórico de tratamento endodôntico anterior, no 16. O diagnóstico foi de abscesso apical crônico, sendo a terapia endodôntica não cirúrgica escolhida como a primeira linha de tratamento. No entanto, a fístula reapareceu após 2 meses na mesma região, e uma vez o tratamento endodôntico havia falhado duas vezes, optou-se por uma abordagem cirúrgica e a Tomografia Computadorizada de Feixe

Cônico (TCFC) foi aconselhada para descartar patologia oculta ou achar outro canal perdido. Após a confirmação de que não havia outro canal, foi realizado novamente curativo de hidróxido de cálcio até o término da cirurgia. Na TCFC, foi observada uma radioluscência periapical se estendendo da borda mesial do 16 até a borda mesial do 18 (terceiro molar superior direito). A lesão estava próxima ao revestimento do seio maxilar com uma separação indistinta entre os dois. As circunstâncias acima nos levaram a optar por modelos impressos em 3D, que foram úteis para o operador determinar a localização exata, extensão e relação da patologia com o seio maxilar. Os modelos provaram ser uma ótima alternativa, pois um plano de tratamento definitivo e previsível pode ser formulado e serviu como uma ferramenta útil de educação do paciente. Em seguida, foi realizada a enucleação cirúrgica da lesão e a apicectomia das raízes mesio e disto e retro-preenchimento do agregado de trióxido mineral, e os sintomas desapareceram após a fabricação e cimentação da coroa metálica de cobertura total de acompanhamento. Foi feita a reavaliação após 1 semana para remoção da sutura e acompanhamento que mostrou um trato sinusal cicatrizado. No acompanhamento de 1, 2 e 3 meses não houve recorrência de quaisquer sinais ou sintomas. Concluíram que o uso da impressão 3D no diagnóstico, tratamento de anatomia incomum e complexa, planejamento cirúrgico, educação do paciente e como modelos de *mock-up* são as várias aplicações que podem nos ajudar a alcançar um sucesso preciso e mais previsível na endodontia.

Casadei et al. (2020) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever um tratamento endodôntico em que houve intercorrência, gerando desvio e perfuração, resolvida com o auxílio da endodontia guiada. O caso selecionado, foi de uma paciente que foi encaminhada à clínica para localização e tratamento de canal calcificado do segundo pré-molar superior direito. Ao exame clínico, o paciente apresentava sensibilidade ao teste de percussão e fístula na face vestibular próxima à região apical do segundo pré-molar superior direito. A paciente referia edema facial na mesma região há aproximadamente 1 mês, o qual foi submetido a várias tentativas de acesso por outros profissionais. As imagens radiográficas mostraram área de rarefação óssea na região periapical e ausência de luz no canal que se estendia até o terço médio. Também houve várias tentativas anteriores de acesso, além de uma imagem sugestiva de um segundo canal. O diagnóstico foi abscesso periapical crônico. Foram realizadas tentativas de acesso ao canal remanescente, sob anestesia local, porém,

sem sucesso. Após exame radiográfico, foi observado que o instrumento estava fora da via do canal original, resultando em perfuração no terço apical. Optou-se pela realização da técnica de endodôntica guiada para retornar ao trajeto do canal original. Foi realizada Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) que revelou a presença de apenas um canal e desvio com perfuração apical. Foi feita a combinação da TCFC com a varredura de superfície e foi incorporada ao software uma cópia virtual da broca com comprimento total, comprimento de trabalho e diâmetro de 20 mm, 12 mm, 1,3 mm respectivamente; além disso, a cópia virtual foi sobreposta ao segundo pré-molar superior, corrigindo o desvio anterior do trajeto do canal radicular. Visando a transferência de precisão do planejamento virtual para o procedimento cirúrgico e melhor estabilidade do guia, foram simulados dois pinos por meio da realização das mangas-guia de broca, de aço inoxidável e virtualmente incorporado ao planejamento de locais de fixação e acesso a ferramentas. Outra manga foi incorporada virtualmente ao guia cirúrgico para direcionar o acesso da broca pela raiz. As imagens do modelo 3D projetadas foram exportadas em um formato STL (estereolitografia) específico e enviadas para uma impressora 3D. Posteriormente, o guia cirúrgico foi devidamente posicionado para a execução da fresagem óssea, sob refrigeração, utilizando-se a broca de acesso. Parafusos de fixação foram utilizados para estabilizar o guia, eliminando a necessidade de suporte digital durante o procedimento. O acesso ao canal remanescente foi realizado com a mesma broca para fresagem óssea. Este procedimento durou aproximadamente 8 segundos. O isolamento absoluto foi posicionado, e o comprimento da permeabilidade do canal foi alcançado com uma lima manual de tamanho 15 e confirmado através do localizador do forame apical e exame radiográfico. O preparo químico-mecânico foi realizado com instrumentos rotatórios do sistema e irrigação abundante com água destilada e endogel de clorexidina 2%, seguido de secagem dos canais com pontas de papel e obturação realizada com auxílio de cone de guta-percha e cimento à base de resina epóxi pela técnica de compressão hidráulica. O desvio foi selado com cimento. O acesso guiado e o tratamento endodôntico foram realizados em uma única visita. Um ano após a conclusão do caso, observou-se regressão da lesão periapical, ausência de sintomas dolorosos e resposta negativa aos testes clínicos. Concluíram que com o auxílio da TCFC e CAD / CAM, foi possível realizar a técnica do acesso guiado mesmo após o desvio e perfuração radicular. E a técnica da endodontia guiada se mostrou segura e previsível, permitindo um prognóstico favorável em longo prazo.

Silva et al. (2020) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever um tratamento endodôntico em que houve intercorrência, gerando desvio e perfuração, resolvida com o auxílio da endodontia guiada. O caso selecionado, foi de uma paciente com queixa de perda coronariana em incisivo lateral superior esquerdo sem dor. Após anamnese e avaliação clínica, foi encontrada uma coroa provisória neste dente e com tentativa malsucedida de acesso ao canal radicular. O exame radiográfico revelou um canal radicular gravemente calcificado sem tratamento endodôntico e uma estrutura metálica semelhante a um pino. Foi solicitado exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), e o resultado confirmou a presença de calcificação acentuada do canal. Após análise e discussão do caso entre a equipe odontológica e a paciente, optou-se por realizar o acesso endodôntico guiado ao canal calcificado, um pino pré-fabricado adaptável ao canal radicular e em seguida uma coroa total de cerâmica pura. A arcada superior do paciente foi digitalizada, para gerar o guia de acesso 3D para o canal radicular e a imagem foi então alinhada e processada com a da TCFC usando um software. Uma cópia virtual da broca usada com diâmetro de 1,3 e 20 mm de comprimento foi sobreposta às imagens digitalizadas em uma posição que permitiu o escaneamento, com acesso ao canal visível no terço apical da raiz. Após a verificação do perfeito encaixe do guia na boca, o acesso foi feito com peça de mão de baixa rotação, utilizando-se uma broca com diâmetro de 1,3 mm e comprimento de 20 mm, realizando a perfuração com movimentos de bombeamento para penetrar na parte calcificada do canal radicular sob irrigação abundante com solução salina, para evitar microfissuras radiculares. Uma lima K10 foi inserida no canal radicular, e o comprimento de trabalho foi confirmado utilizando localizador apical e exame radiográfico. Com o auxílio do sistema ProTaper NEXT, foi realizada a instrumentação do canal sob irrigação com hipoclorito de sódio 2,5%. Após a secagem do canal, a obturação foi realizada com a técnica híbrida Tagger e AH Plus Sealer e em seguida uma nova restauração provisória foi feita. Na sessão seguinte, foi realizado o isolamento absoluto para preparação do espaço intracanal e cimentação do pino. Foi realizada a sessão clínica de acompanhamento após 1 ano e avaliou-se a integridade do tratamento. Concluíram que o acesso guiado em 3D permitiu o tratamento conservador e seguro do canal radicular. O pino de fibra de vidro adaptável atende às necessidades específicas e possui técnica simples e baixo custo, sendo necessário, no entanto, mais estudos para verificar os efeitos da retenção a longo prazo.

3.3.4. USO EM DENTES ANTERIORES INFERIORES

Connert et al. (2018) realizaram relato de caso clínico com o objetivo de apresentar uma nova abordagem minimamente invasiva para a localização de canais radiculares em incisivos inferiores com calcificação pulpar e lesão periapical, utilizando a técnica de endodontia microguiada. O caso se tratou de um paciente que apresentava dor nos incisivos inferiores, com história pregressa de traumatismo dentário grave há mais de 30 anos. Foi realizada uma TCFC a fim de verificar a patologia pulpar no dente 31 e permitir uma visão detalhada da complexidade anatômica de ambos os dentes. Confirmou-se lesões periapicais e calcificações pulpares severas em ambos os dentes, sendo o canal visível a 4mm do ápice. Por esse motivo, decidiu-se fazer uso da técnica da endodontia guiada, utilizando brocas em miniatura desenhadas especialmente (diâmetro = 0,85 mm). Os dados da TCFC e varredura de superfície foram processados com o software coDiagnostix™ e após o alinhamento de ambas as varreduras pelo software, uma cópia virtual da broca foi sobreposta com sua ponta tocando a parte visível dos canais radiculares calcificados em ambos os dentes e em seguida a posição correta da broca virtual foi verificada tridimensionalmente. Uma ferramenta de software embutida permitiu a concepção de um modelo necessário para a orientação da broca; e o modelo foi exportado como um arquivo de linguagem de mosaico de superfície (STL-) sendo produzido por uma impressora 3D. A velocidade de rotação foi ajustada para 10.000 rpm, e a broca de endodôntica microguiada foi usada para obter acesso ao terço apical das raízes realizando movimentos de vai e vem. Os pontos-alvo apicais foram alcançados em ambos os dentes quando a extremidade da haste da broca tocou as luvas. O preparo dessa cavidade de acesso extensa apicalmente demorou 10 minutos. Utilizou-se um instrumento recíprocante (R25) para a instrumentação, com o auxílio do hipoclorito de sódio a 1%. Em seguida, realizou-se a secagem dos canais radiculares e, posteriormente, a irrigação ultrassônica passiva e curativo de hidróxido de cálcio, seguido de obturação provisória. Ambos os dentes não apresentaram sensibilidade à percussão após 2 semanas, e foi realizada a obturação com guta-percha condensada verticalmente e selante epóxi. Concluíram que o preparo de cavidades de acesso

minimamente invasivas para o terço apical da raiz de incisivos inferiores é viável com a técnica da endodontia guiada utilizando instrumentos em miniatura.

Tchorz, Wrbas, Hellwig (2019) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever o fluxo clínico e digital do acesso endodôntico guiado em um incisivo central inferior com calcificação intrapulpar. No caso selecionado, o paciente se apresentou com sensibilidade à percussão no elemento 31 e sem resposta aos testes térmicos e elétricos. O dente apresentava descoloração, que a paciente notou há anos e não recordou de ter havido trauma. Pelo exame radiográfico foi revelada a calcificação pulpar no terço apical da raiz e lesão periapical. Foi escolhido o tratamento com Endodontia guiada devido aos riscos de perfuração ao tentar acessar o canal utilizando um microscópio óptico. O tempo para encontrar o espaço pulpar remanescente nesse caso foi de aproximadamente 10 minutos, mas o planejamento foi mais demorado do que ao usar a técnica não guiada. Concluíram que o uso da endodontia guiada para localizar espaços pulpares remanescentes é um método confiável em casos de calcificação intrapulpar. A abordagem descrita no caso pode facilmente ser adotada na prática clínica utilizando a TCFC e o programa Sicat Endo.

Ishak et al. (2020) relataram um caso clínico com o objetivo de avaliar os benefícios e limitações da técnica de endodontia microguiada. O caso selecionado foi de uma paciente com necessidade de tratamento de desgaste dentário severo associado ao bruxismo, com queixa de dor à mastigação. O teste de sensibilidade foi negativo nos dentes 31 e 41, mas positivos à percussão. Através do exame radiográfico observou-se calcificação acentuada da câmara pulpar e do canal radicular, sem lesões radiolúcidas aparentes. Ambos os dentes foram diagnosticados como necróticos, com periodontite apical em estágio inicial. Foi realizada uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), que revelou espaço de canal visível além da junção coronal e terço médio, começando em 9 mm para dente 31 e 4 mm para o dente 41, medidos a partir da borda incisal dos dentes. Foi realizada uma varredura intraoral 3D da arcada inferior, em seguida a impressão intraoral foi então convertida em um arquivo de estereolitografia 3D e importada para um software de planejamento de implante virtual. O software foi configurado para projetar uma broca virtual para cada dente, com um diâmetro de 1,5 mm, que é a broca virtual mais fina do software. No entanto, a broca real foi de 0,75 mm, para se ajustar às dimensões dos incisivos centrais e evitar a perda desnecessária de substância. A broca virtual foi

posicionada no eixo do canal, no centro do dente, para dar acesso direto ao canal, mantendo uma zona de segurança de 2 mm apicalmente e 1,5 mm horizontalmente. Uma luva virtual foi projetada para manter o eixo durante a trepanação da dentina e foi gerado o modelo final que foi exportado como um arquivo STL e enviado para uma impressora 3D. O guia endodôntico foi colocado na boca do paciente para testar sua estabilidade e adaptação e, após a confirmação, o aparelho foi retirado para a realização da anestesia local. Foi realizada uma pequena trepanação no centro de ambos os dentes com uma broca diamantada cônica e, em seguida, a broca foi utilizada para estimar os comprimentos calcificados de ambos os dentes. Uma lima tipo K 10 foi usado para confirmar se o sistema de canais poderia ser negociado. Uma radiografia intraoperatória foi então realizada para confirmar a direção da trepanação e para estimar o comprimento residual de perfuração necessário e o comprimento de trabalho de cada dente foi determinado eletronicamente, com um localizador apical. Foi realizado o preparo mecânico dos canais com limas, sob irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 5,25%. Os canais foram obturados com guta percha e cimento com compactação vertical à quente. As cavidades de acesso foram limpas e preenchidas com cimento de ionômero de vidro. Concluíram que o uso da TCFC em dentes calcificados é um aspecto importante do diagnóstico e planejamento do tratamento. O guia endodôntico deve ser considerado durante o planejamento do tratamento dos canais calcificados, a fim de aumentar a taxa de sucesso e minimizar o estresse clínico para o paciente e o profissional.

3.3.5. USO EM DENTES POSTERIORES

Shi et al. (2017) relataram um caso clínico com o objetivo de descrever um tratamento de canal radicular planejado e guiado de um molar com calcificação do canal pulpar e patologia apical. O caso selecionado foi de uma paciente com história de calcificação do canal pulpar durante o tratamento endodôntico do primeiro molar inferior direito. O exame clínico revelou uma restauração oclusal e o dente estava sensível à percussão, não respondendo aos testes pulpares térmicos e elétricos. Após a remoção da restauração, verificou-se que o assoalho da câmara pulpar estava intacto, mas continha quantidades significativas de detritos, sem orifício de canal

radicular óbvio discernível ao microscópio. Foi realizada uma TCFC para obter uma visão tridimensional da radioluscência apical e dos canais radiculares obliterados. Para orientação adicional, a cavidade de acesso foi temporariamente preenchida e um modelo impresso em 3D foi planejado. Os conjuntos de dados da TCFC foram carregados em um software de planejamento de implante virtual e uma varredura intraoral foi realizada, em seguida os conjuntos de dados foram carregados no mesmo software para obter uma correspondência estrutural. A localização, comprimento e orientação do canal radicular foram analisados com base nos dados obtidos. Pontas ultrassônicas foram selecionadas como ferramentas de perfuração e virtualmente sobrepostas ao longo do trajeto do canal radicular designado. Após a confirmação do acesso, um guia virtual foi projetado por meio de software, incluindo um orifício guia com diâmetro de 1,20 mm correspondendo ao tamanho das pontas ultrassônicas. O esquema de design foi exportado como um arquivo STL e importado para uma impressora 3D. Um molde 3D impresso para guiar o tratamento endodôntico foi confeccionado em plástico curável por UV. Previamente ao tratamento, o gabarito foi posicionado nos dentes inferiores direitos e seu ajuste foi confirmado. Uma ponta ultrassônica foi utilizada para penetrar na porção coronal do canal radicular e, posteriormente, outra ponta foi utilizada para atingir o ponto alvo apical. Eventualmente, dois canais radiculares distais e dois mesiais foram encontrados durante a sondagem, embora apenas um canal radicular distal tenha sido analisado e desenhado com base na anatomia mostrada por TCFC. Os comprimentos de trabalho foram determinados utilizando um localizador de ápice e radiografia convencional. Os canais radiculares foram preparados e então obturados com guta-percha condensada verticalmente. Seis meses após o tratamento, o paciente estava assintomático enquanto radiograficamente a radioluscência perirradicular apresentava regressão.

Chen et al. (2018) realizaram um estudo com o objetivo de usar a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) e a tecnologia de design / impressão 3D assistida por computador para projetar e fabricar um modelo de guia de perfuração para a preparação da cavidade de acesso de molares permanentes e realizar uma avaliação preliminar de sua eficácia. Para isso, foram coletados primeiros molares superiores intactos extraídos devido à periodontite avançada. Os dentes foram escaneados utilizando TCFC para obter dados 3D para serem exportados em formato de arquivo STL. O longo eixo do dente foi confirmado e, em seguida, os dados da

superfície da coroa foram recortados, com os limites distal e mesial definidos pelas bordas distal e mesial da superfície coronal/oclusal e da superfície vestibulo-lingual. Após a conclusão do projeto, os dados 3D foram exportados em formato de arquivo STL para uma impressora 3D de resina. Em seguida, o guia foi colocado nos dentes, sua adaptação à superfície dentária foi confirmada e uma broca diamantada foi selecionada para o preparo da cavidade de acesso. A direção da broca foi mantida paralela à direção dos cilindros-guia no guia. Após o registro das imagens, foram comparados os desvios entre as paredes laterais da cavidade de acesso do projeto e o preparo real. O modelo de guia de broca impresso em 3D ajustou-se perfeitamente aos dentes extraídos e teve retenção suficiente e durante o processo de operação, a manga do guia de perfuração foi um excelente indicador. O operador foi capaz de criar facilmente a cavidade de acesso na direção indicada pelos limites do guia, sem ter que adivinhar a forma da cavidade ou a direção do eixo longo do dente. Os resultados da cavidade de acesso foram satisfatórios. O desvio 3D dos pontos de teste selecionados mostrou que a distância média entre a cavidade de acesso real e a cavidade de acesso projetada foi de 0,056 0,22 mm para o dente 1 e 0,086 0,12 mm para o Dente 2. A distância média entre a cavidade real e a cavidade projetada foi quase 0 para ambos os dentes, indicando que, no geral, a cavidade real se conformava muito bem com a cavidade projetada. O desvio máximo entre as cavidades reais e projetadas foi limitado a cerca de 0,5 mm, sugerindo que o gabarito de guia pode ajudar os dentistas no planejamento da preparação da cavidade de acesso com precisão aceitável. Concluíram o modelo de guia de perfuração para a preparação da cavidade de acesso de molares permanentes projetados e fabricados com base em dados de TCFC, e a tecnologia de impressão Design Assistido por Computador (CAD) /3D alcançou um bom ajuste na superfície do dente e foi útil para auxiliar o trabalho de preparação da cavidade de acesso sob uma precisão aceitável.

Buchgreitz, Buchgreitz e Bjorndal (2019) realizaram um relato de caso clínico, com o objetivo de mostrar o conceito do uso da endodontia guiada no tratamento de primeiros molares com limitado espaço interoclusal. O caso utilizado, foi de um paciente com necessidade tratamento endodôntico do primeiro molar superior direito, que foi iniciado por outro profissional, porém o tratamento não foi finalizado, pois somente o canal palatino e o méso vestibular (MV1) foram encontrados. No exame clínico o dente não apresentava sinais de doença periodontal marginal e não havia a

presença de dor intraoral ou inchaço do tecido mole circundante. Não havia sintomas na mordida, palpação ou teste de mobilidade, mas foi notada a presença de dor à percussão. No exame radiográfico, o dente apresentava evidências de obliteração do canal pulpar e o diagnóstico foi de periodontite apical sintomática. Utilizando um microscópio cirúrgico os canais radiculares palatinos, MV1 e o segundo canal mesio-vestibular foram explorados com uma lima de tamanho 10 e foi realizada a modelagem dos canais radiculares com limas alternativas de 25 a 50 com uma peça de mão endodôntica e um motor recíprocante. Foi necessário o uso da endodontia guiada para o canal disto-vestibular, para evitar maior destruição da cavidade de acesso e comprometimento da estrutura dentária remanescente. Foram realizadas TCFC do primeiro molar superior direito e dos dentes vizinhos. O caminho de perfuração virtual tinha um diâmetro de 1,2 mm e foi aplicado por meio de softwares específicos. O trajeto de broca virtual foi planejado desde a preparação do acesso na superfície oclusal até a parte visível do canal radicular e ele foi alinhado para envolver a primeira parte visível do canal radicular, a fim de se obter a precisão ideal e o preparo suave do trajeto. Para garantir a angulação e a profundidade de corte do caminho de perfuração uma luva foi colada na guia. Utilizando a TCFC, foi feita a medição do comprimento da guia de pelo menos 4 mm correspondente à luva de guia do *Optiguide* na cavidade de acesso. Em seguida a perfuração foi com broca espiral de 1,2 mm em peça de mão endodôntica. Após a preparação de um campo de trabalho asséptico, com isolamento absoluto e desinfecção, o resultado do percurso de perfuração guiada mostrou que o canal radicular disto-vestibular pode ser localizado com uma lima de tamanho 10 K-Flex, que foi levada ao comprimento de trabalho e o canal instrumentado com lima de tamanho 25 no sistema recíprocante. Todos os 4 canais foram irrigados e em seguida foram secos e preenchidos com BC Sealer e cones de guta-percha correspondentes. Foi feita a reavaliação após 2 anos e o paciente não manifestou sintomas subjetivos. No controle radiográfico foi observada uma lâmina dura sustentada indicativa de cura, sem quaisquer sintomas objetivos de inflamação apical. Concluíram que a demanda por mais espaço interoclusal foi resolvida ao transformar o caminho virtual da broca num guia intracoronal à base de resina composta, tendo sido o uso da tecnologia digital essencial.

3.3.6. CIRURGIA PARAENDODÔNTICA

Strbac et al. (2017) realizaram um relato de caso clínico com o objetivo de apresentar uma nova técnica endodôntica cirúrgica usando uma guia cirúrgica para osteotomia guiada e ressecção radicular. O caso selecionado foi de uma paciente que se apresentava com desconforto esporádico, inchaço e sensibilidade à percussão na região de canino e pré-molar superiores direitos. Radiografias panorâmicas e intraorais digitais bidimensionais revelaram lesões periapicais radiotransparentes. Uma varredura 3D foi realizada e lesões periapicais nas raízes vestibulares do dente 13 e na raiz do dente 14 puderam ser confirmadas. Além disso, a presença da guta-percha extravasada pode ser localizada inferior e lateralmente à membrana sinusal. O paciente foi instruído sobre as opções de tratamento, incluindo tratamento endodôntico microcirúrgico dos dentes 13 e 14 e remoção cirúrgica do material endodôntico extravasado. Os arquivos DICOM pré-operatórios foram importados para o software de planejamento cirúrgico. De acordo com as diretrizes da microcirurgia endodôntica moderna, o tamanho adequado da osteotomia, o grau do ângulo de bisel e o nível de ressecção apical recomendado de 3 mm das extremidades radiculares para redução das ramificações apicais foram praticamente pré-planejados. As dimensões da osteotomia dos dentes 13 e 14 foram determinadas com pinos cirúrgicos virtualmente posicionados com 1,5 mm de diâmetro. A margem inferior da osteotomia para cada raiz definia o plano de corte, compatível com o nível de ressecção apical de 3 mm recomendado e o grau do ângulo de bisel. A margem superior da osteotomia foi planejada com uma distância vertical de 4 mm à margem inferior, de acordo com as dimensões das pontas diamantadas dos instrumentos microcirúrgicos. Essas margens pré-definidas podem ser implementadas no software com o auxílio desses pinos cirúrgicos posicionados individualmente. Para atingir essas especificações com um procedimento de preparação guiada, arquivos de estereolitografia técnica (STL) de instrumentos piezoelétricos correspondentes foram importados e usados virtualmente no software de planejamento. A localização do material extravasado de guta-percha foi marcada com um pino cirúrgico virtual e foi totalmente visualizada pelo método de segmentação dentro do software. Foi realizada uma varredura da superfície da maxila com um scanner intraoral e os dados foram transferidos para o software de planejamento. A varredura intraoral da maxila foi comparada com os dados radiográficos 3D pelo alinhamento das estruturas dentárias correspondentes. Dois guias cirúrgicos foram projetados no software coDiagnostiX usando o designer de guia digital. Para melhor visualização durante a intervenção, as

margens superior e inferior das osteotomias, a posição exata das raízes e a localização do material de guta-percha extravasado foram definidas e marcadas nas férulas cirúrgicas do software. Os modelos projetados virtualmente foram exportados como arquivos STL e enviados para uma impressora 3D para produção. A cirurgia foi realizada sob anestesia local. Inicialmente, os guias cirúrgicos foram posicionados nos dentes superiores e sua precisão foi verificada. Foi realizado um retalho de espessura total e o guia cirúrgico do dente 14 foi colocada nos dentes superiores, seguida pela preparação guiada das margens superior e inferior para a osteotomia e a ressecção apical guiada usando uma serra piezoelétrica particularmente fina. A elevação da placa cortical foi realizada com elevador periosteal e a remoção final da raiz previamente ressecada com a ponta do instrumento piezoelétrico. Nenhuma fratura, perfuração ou outros sinais de danos às raízes puderam ser detectados. A preparação da extremidade da raiz dos canais bucais e palatinos do dente 14 foi realizada pelo menos 3 mm na dentina da raiz para criar uma cavidade para as obturações retrógradas. O segundo guia cirúrgico do dente 13 foi posicionada nos dentes superiores, e as osteotomias guiadas e ressecções das raízes méso-vestibular e disto-vestibular foram realizadas. Após a elevação e remoção da placa cortical e das raízes ressecadas, a inspeção subsequente e a preparação da extremidade da raiz dos canais méso-vestibular e disto-vestibular foram realizadas. Após as obturações da extremidade da raiz e inspeção dos selamentos da extremidade da raiz, localizou-se o material extravasado e o mesmo foi cuidadosamente removido sem causar perfuração da membrana sinusal durante a intervenção. Uma inspeção final dos locais de osteotomia e selos foi realizada, uma membrana de matriz reabsorvível foi inserida para garantir condições estáveis das placas corticais reposicionadas das osteotomias, e o retalho de espessura total foi reposicionado e suturado. A radiografia intraoral pós-cirúrgica verificou obturações radiculares adequadas dos dentes 13 e 14 e confirmou a remoção completa do material endodôntico extravasado. No acompanhamento de 6 meses, o paciente estava clinicamente assintomático e no acompanhamento de 12 meses, uma varredura TCFC foi realizada para verificar a cura completa das lesões periapicais. Concluíram que foi possível realizar a osteotomia guiada, localização do ápice e ressecção da raiz conforme planejado e com consideração adequada das diretrizes recomendadas para o tratamento endodôntico cirúrgico moderno.

Giacomino, Ray e Wealleans (2018) relataram três casos clínicos com o objetivo de apresentar uma nova abordagem para cenários anatomicamente desafiadores, utilizando o guia impresso tridimensionais. Foram realizadas TCFCs pré-operatórias e uma impressão de polivinil siloxano (PVS). Para superar os artefatos associados à restauração, uma varredura digital 3D do modelo vazado foi feita e mesclada com os arquivos DICOM pré-operatórios. Cuidado foi tomado para capturar o alvéolo no sítio cirúrgico durante a moldagem. O molde foi fotografado por um scanner de bancada. O arquivo de impressão digital foi mesclado com o arquivo TCFC DICOM no software de planejamento de implante para o design da guia cirúrgica. Uma guia com o diâmetro da trefina, especificando a profundidade de penetração, angulação e o local da ressecção radicular foi desenhada. As guias tinham uma profundidade mínima de 7 mm para garantir a estabilização da trefina conforme determinado durante o teste *in vitro*. O diâmetro da trefina foi selecionado com base na largura da extremidade da raiz, estruturas anatômicas adjacentes e requisitos de visualização. Uma janela de irrigação foi criada permitindo acesso direto para salina esterilizada abundante para lubrificação e resfriamento. Um arquivo de estereolitografia foi produzido e exportado para uma impressora 3D e um guia foi impresso e um ajuste íntimo foi verificado no modelo de gesso previamente confeccionado. Após a reflexão do tecido mole, o ajuste preciso do guia foi verificado. Dois cirurgiões dentistas limpam o tecido mole do local da trefina. A própria porta trefina da broca proporcionava proteção adicional ao tecido mole. Foi utilizada uma trefina de 5 ou 6 mm de diâmetro externo, cortando incrementalmente o osso, a extremidade da raiz e o tecido mole com um movimento leve de bicada durante 1 a 2 minutos, dependendo da profundidade da inserção. Para a ressecção da raiz de cada caso, respectivamente, a profundidade de penetração adequada foi projetada e determinada quando a extensão proximal do cilindro da trefina estava rente ao orifício da porta do guia (caso 1); uma arruela de definição de profundidade foi projetada, impressa e colocada sobre o eixo da broca de modo que a arruela pressionada contra a porta de guia limitando a profundidade de penetração (caso 2); e a cabeça da peça de mão tocou a porta guia (caso 3). Brocas de trefina com ventilação lateral, irrigação abundante constante e um movimento suave de bicada permitiram a osteotomia sem geração excessiva de calor. Após o corte, a trefina foi removida e um núcleo cilíndrico de osso, raiz e tecido mole foram removidos. Os casos foram concluídos sob um microscópio cirúrgico operacional para incluir preparação ultrassônica da extremidade

da raiz e obturação da extremidade da raiz (casos 1 e 2). Concluíram que a microcirurgia endodôntica guiada produziu um local de osteotomia com angulação, diâmetro e profundidade previsíveis. A microcirurgia endodôntica guiada pode ser um avanço importante, permitindo a cirurgia guiada com precisão em áreas anatomicamente complexas para dentes que, de outra forma, precisariam de extração.

Ye et al. (2018) relataram um caso clínico com o objetivo de apresentar uma nova abordagem de tratamento para remover osso cortical e raiz durante cirurgia periapical com a ajuda da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), Design assistido por computador (CAD) e tecnologia de impressão tridimensional (3D). O caso selecionado foi de uma paciente com quadro de desconforto no incisivo lateral superior esquerdo. No exame radiográfico uma grande radiolusência periapical se apresentava ao redor de ambos os dentes e o paciente foi diagnosticado com periodontite periapical crônica. Considerando o grande tamanho da lesão periapical e se tratando de uma suspeita de cisto periapical, optou-se por tratar a paciente com cirurgia endodôntica microcirúrgica para biópsia e remover as extremidades radiculares ao mesmo tempo para eliminar a contaminação. Uma TCFC foi realizada para obter uma visão mais detalhada da região periapical, para determinar o tamanho exato da lesão e a localização exata dos ápices radiculares, para avaliar a proximidade de estruturas anatômicas adjacentes e para desenhar um modelo. Um especialista em endodontia a tratou com uma terapia de canal radicular adequada antes da cirurgia. Os arquivos da TCFC foram carregados em um software para planejamento cirúrgico virtual. A impressão digital foi adquirida com um scanner intraoral e carregada no mesmo software. Um guia foi virtualmente desenhado para localizar a área da lesão e o ápice radicular dos dentes com precisão. A espessura do osso cortical labial foi medida usando uma ferramenta de medida virtual fornecida pelo software e registrada como profundidade de trabalho I. A distância reta da superfície do osso cortical labial ao lado palatino da extremidade da raiz que requer ressecção também foi medida e registrado como profundidade de trabalho II. O modelo virtual foi exportado como um arquivo estereolitográfico (STL) e foi fabricado em uma impressora 3D. Após a fabricação, o gabarito foi posicionado sobre o gesso do paciente e verificado seu encaixe correto e reproduzível. Em seguida, foi destacado e embebido em desinfetante para uso. Outra verificação de adaptação foi realizada nos

dentes reais do paciente antes da cirurgia. O guia foi posicionado nos dentes e verificado novamente quanto à estabilidade, uma visão operacional nítida e um acesso direto ao osso cortical. O osso cortical anular foi removido suavemente para expor os tecidos patológicos. O incisivo lateral superior esquerdo e o canino foram operados da mesma maneira, mas a profundidade total de trabalho foi diferente em cada caso. Outros tecidos patológicos moles entre as duas extremidades da raiz foram facilmente removidos com curetas ósseas cirúrgicas afiadas e de tamanhos adequados. O preparo da cavidade radicular foi realizado utilizando uma ponta ultrassônica microcirúrgica angulada sob um microscópio. A cavidade da raiz foi preparada, limpa e seca e foi realizado o preenchimento da cavidade com o agregado de trióxido mineral (MTA). Foi feita uma reavaliação 7 dias depois para a retirada dos pontos e o local da operação estava cicatrizando bem e nenhum sintoma incomum ou desconforto pós-operatório foi relatado pelo paciente. Outra reavaliação foi realizada seis meses depois e mostrou evidências de cura óssea e ambos os dentes estavam assintomáticos. Um ano após a cirurgia, o paciente estava clinicamente assintomático e apresentava cicatrização óssea completa e nenhuma radiolucência periapical foi observada no exame radiográfico. Concluíram que o guia projetado digitalmente trabalhou em todos os aspectos para facilitar a cirurgia periapical: as extremidades das raízes foram localizadas e ressecadas com precisão, o procedimento cirúrgico foi simplificado, a eficiência do tratamento foi melhorada, minimizou o dano à estrutura dentária e reduziu a lesão iatrogênica.

AHN et al. (2018) relataram um caso clínico com o objetivo de apresentar um método envolvendo a aplicação de uma férula cirúrgica para guiar a osteotomia e facilitar a localização precisa do ápice em um caso envolvendo uma lâmina óssea vestibular espessa. O caso selecionado foi de uma paciente que apresentava dor espontânea na região mandibular esquerda. Ela sentia sensibilidade à percussão no primeiro molar. Imagens periapicais revelaram uma lesão radiolúcida periapical na raiz mesial do dente. A paciente relatou ter sido submetida a tratamento de canal radicular vários anos antes. Dado o diagnóstico de periodontite apical sintomática em dente previamente tratado, foi planejado um retratamento não cirúrgico. Dois anos depois, a paciente retornou apresentando dor durante a mordida no primeiro molar inferior esquerdo novamente. Observou-se lesão periapical na raiz mesial por meio da radiografia periapical e a lesão foi confirmada por tomografia computadorizada de

feixe cônico (TCFC) e a cirurgia apical foi planejada. Como o dente apresentava um osso cortical vestibular espesso e intacto, o que dificultava a localização exata do ápice, foi projetada e confeccionada um guia cirúrgico. A impressão preliminar foi feita com hidrocolóide irreversível, enquanto o gesso diagnóstico foi confeccionado com pedra amarela. Os dados de digitalização do gesso foram gerados usando um scanner 3D de bancada com luz azul. Depois que os dados da TCFC do dente e do escaneamento gesso foram carregados no software de planejamento cirúrgico de implante, os dados foram sobrepostos. No planejamento cirúrgico virtual, um pino de ancoragem foi projetado para atingir o ápice da raiz mesial. A profundidade do guia foi pré-planejada no computador e incorporada ao guia para evitar que o pino da âncora penetrasse na placa lingual. Para evitar interferência com os lábios e bochecha vestibular, o ângulo do pino de ancoragem foi inclinado para frente aproximadamente 30°. Uma férula cirúrgica foi projetada e exportada em formato de arquivo de estereolitografia e impresso em uma impressora de fotopolímero. Concluíram que a introdução de uma guia cirúrgica guiada por CAD / CAM na cirurgia endodôntica ajuda a minimizar a extensão da osteotomia e facilita a localização do ápice radicular em casos com uma tábua óssea bucal espessa e intacta. O guia cirúrgico se mostrou útil na cirurgia apical em dentes com estruturas anatômicas problemáticas. Além disso, o tempo cirúrgico diminuiu com a diminuição do tempo consumido para procurar o ápice radicular, embora o tempo de preparação para a cirurgia possa ser aumentado, porque o projeto e a fabricação de guias cirúrgicos levam tempo. No entanto, a seleção adequada do caso e um processo de design delicado são necessários para produzir um guia cirúrgico eficaz.

Fonseca Tavares et al. (2019) relataram um caso clínico onde apresentam o uso do ApicoectoGuide 3D (AG3D), um novo método de realização de cirurgia de apicectomia guiada por ultraconservação com brocas de implante convencionais, em um caso desafiador de pré-molar com anatomia complexa e íntimo contato com o seio maxilar. O caso foi de uma paciente encaminhada à clínica com relato de dor no segundo pré-molar superior direito. Tratamento endodôntico satisfatório havia sido realizado no dente há dois anos, sendo observada a presença de periodontite apical. Os sintomas clínicos incluíram sensibilidade à percussão e palpação. As imagens de TCFC mostraram a proximidade da raiz e da periodontite apical associada ao seio maxilar, tanto distal quanto apicalmente. O AG3D foi escolhido como a opção de

tratamento mais adequada. Todo o arco maxilar foi escaneado e imagens de TCFC de alta resolução foram obtidas. Posteriormente, a TCFC e as varreduras dentais foram alinhadas e processadas com um software de planejamento. A posição da broca foi verificada para cortar com precisão a porção da raiz afetada pela periodontite apical, tomando cuidado para evitar o contato com o seio maxilar. Para tanto, foi planejada uma ressecção seletiva da raiz apical, deixando uma fina fatia de dentina distalmente. A incisão foi planejada virtualmente e um guia 3D específico foi construído para esse fim. Posteriormente, os modelos 3D a serem usados na incisão e osteotomia / ressecção radicular foram exportados como arquivos STL e enviados para uma impressora 3D. Os gabaritos 3D impressos foram posicionados na boca e foi verificado o ajuste. O paciente foi anestesiado e a incisão foi realizada com a orientação do guia de incisão e a reflexão do retalho de espessura total com cureta. Em seguida, a matriz 3D desenhada para o procedimento de perfuração foi posicionada para a osteotomia inicial. A primeira fresa, uma broca de 3,5 mm de diâmetro, foi inserida no guia com o auxílio do cabo da broca, e a osteotomia foi realizada. Uma segunda broca, com diâmetro de 3,5 mm, foi utilizada para a ressecção apical conforme planejado. A lesão apical foi removida com cureta e o local da cirurgia foi limpo com irrigação salina. A retropreparação da raiz foi realizada com ponta ultrassônica de diamante de 3 mm de diâmetro sob irrigação abundante com solução salina. A cavidade radicular preparada foi seca e selada e a cripta óssea foi limpa e verificada quanto à presença de qualquer excesso de material, em seguida, foi preenchida com cimento para enxerto ósseo. O retalho foi reposicionado e a suturado. O exame radiográfico pós-operatório revelou a ausência de qualquer material estranho e a posição correta do material retropreenchido. O paciente estava completamente assintomático na visita de acompanhamento de 1 semana. Foram realizadas varreduras de TCFC após 1 e 6 meses, que revelaram que a ressecção do ápice da raiz foi realizada com precisão e que uma fatia fina de dentina permaneceu distal, evitando a ruptura da membrana sinusal. O paciente permaneceu assintomático e o tecido cicatrizou normalmente. Concluíram que o método aplicado demonstrou ser muito simples, reproduzível e confiável. Sua aplicabilidade pode ser estendida a outros cenários complexos anatômicos e múltiplos casos de cirurgia endodôntica. A reprodutibilidade da técnica permite que os dentes indicados para cirurgia endodôntica sejam preservados quando a anatomia for um obstáculo. A técnica permitiu que o paciente fosse tratado com rapidez e precisão.

Antal et al. (2019) realizaram um estudo exploratório prospectivo, onde foi realizada a ressecção de 14 extremidades radiculares com o método de molde e trefina, utilizando gabaritos cirúrgicos fabricados estereolitograficamente com suporte de dente. Com o objetivo de justificar a segurança clínica e a precisão da ressecção guiada da raiz com uma trefina. Foram incluídos apenas dentes anteriores com periodonto saudável e coroa clínica restaurada. Para o planejamento das cirurgias, foi utilizado um cilindro virtual com as mesmas dimensões da trefina real e o comprimento de perfuração planejado foi de 20 mm da margem externa da luva-guia em todos os casos. Os planos cirúrgicos foram elaborados com o intuito de ressecar 3 mm da porção apical da raiz e em casos com apicectomia prévia, planejou-se a ressecção de apenas 1,3 mm, sendo as férulas cirúrgicas confeccionadas de acordo com esses planos, em impressora 3D. Como passo final, para melhorar o ajuste da trefina na guia, mangas-guia de metal com um diâmetro interno de 4,25 mm foram inseridas nos túneis guia dos modelos. Após a fabricação, os modelos foram testados nos modelos de gesso dos pacientes, para verificar o encaixe correto e reproduzível, e foram verificados em boca antes da cirurgia. Conforme o guia cirúrgico era colocado, ele definia o local exato da osteotomia e o ângulo em que a osteotomia seria realizada. Após a combinação de osteotomia e apicectomia, foi realizada curetagem periapical, se necessário, e preparo e preenchimento retrógrado. Foi feito o acompanhamento um mês após as cirurgias, onde foi realizada uma TCFC. Treze dentes foram tratados em 11 pacientes, resultando em um total de 14 apicectomias. A extremidade da raiz foi ressecada com sucesso e completamente pela trefina em todos os casos. Em todos os casos, a cirurgia resolveu o inchaço e a dor pré-operatória e os pacientes ficaram sem sintomas indicativos de recorrência ou complicações no seguimento de 6 meses. Algumas radiografias pós-operatórias mostraram superpenetração, o desvio angular médio foi de 3,95 ° e o erro médio de remoção do ápice no plano vertical foi de 0,19 mm. O sobre corte mais alto foi de 0,93 mm e o corte mais curto ficou para trás do plano em 0,94 mm. A penetração mais alta foi de 0,51 mm, enquanto a penetração mais rasa ficou para trás do plano em 1,56 mm. O erro da profundidade da osteotomia, ultrapassou o limite de ± 1 mm em três casos, o que indicou que o método foi menos preciso na dimensão horizontal. Os resultados sugeriram que a verificação repetida da profundidade com uma sonda periodontal e a observação das marcações na trefina não são suficientes para deixar o cirurgião confiante sobre esta dimensão, por tanto

foi proposto a adoção de trefinas com stop (como brocas de implante). Concluíram que os resultados apoiam o uso de trefinação para ressecção radicular.

Kim, Shim e Shin (2019) relataram um caso clínico com o objetivo de apresentar a microcirurgia endodôntica usando o modelo de guia que pode direcionar com precisão a posição do ápice para o tratamento endodôntico de um dente anterior com canal calcificado, intratável com a terapia convencional de canal radicular e incapaz de rastrear a posição do ápice devido à ausência de fístula. O caso selecionado foi de um paciente que se queixava de dor no incisivo central superior direito (11), com histórico de trauma no elemento. Após exame clínico e radiológico, observou-se o canal. A localização dos canais radiculares foi tentada duas vezes sob um microscópio cirúrgico, mas falhou porque o paciente continuou a mostrar os sintomas clínicos, portanto, foi sugerida a microcirurgia endodôntica. Uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) foi realizada, revelando uma radiolusência apical e o canal radicular completamente bloqueado com osso vestibular intacto. Como alternativa, foi sugerida a microcirurgia endodôntica guiada minimamente invasiva, utilizando férula cirúrgica, TCFC e tecnologia de impressão 3D, uma vez que a ressecção radicular convencional e a remoção de uma grande quantidade de osso vestibular era inevitável. Foi feito o modelo de estudo por impressão de alginato, que foi digitalizado e transformado para os dados digitais usando scanner de mesa. Os dados da TCFC e os dados digitais obtidos do modelo de estudo do paciente foram importados para um software de planejamento de implante. O guia foi projetado para cobrir 5 dentes com o incisivo central esquerdo superior centralmente posicionado. Foi selecionada a broca do pino de ancoragem com 1,5 mm de diâmetro e luvas para acomodar a broca dentro do modelo. O modelo de guia projetado foi exportado em formato de arquivo STL e impresso em impressora 3D. Antes de iniciar a microcirurgia, foi feita a verificação da adaptação do guia cirúrgico. A abertura incisal do guia foi útil para a adaptação completa entre dente e guia. Sob a aplicação do guia, o sítio cirúrgico foi puncionado com 3 mm de profundidade com instrumento rotativo reto de 2 mm. Após remover o gabarito guia, o osso vestibular puncionado foi verificado. Apenas o osso apical vestibular foi preparado novamente com um instrumento reto rotativo redondo sob irrigação com água destilada. E então a ponta da raiz foi removida com uma broca diamantada em alta rotação. O preparo da raiz foi feito com pontas ultrassônicas em seguida foi realizada a obturação da extremidade radicular, sendo colocado de forma

incremental sob o controle do sangramento, posteriormente foi realizada a sutura da ferida. Foi feita uma radiografia pós-operatória e comparada com a radiografia pré-operatória. Apenas 30 minutos foram gastos para toda a operação. Foi realizada a reavaliação após 1 mês e o sintoma clínico foi completamente resolvido, não houve sinais de efeitos adversos em torno dos tecidos moles circundantes. Concluíram que a microcirurgia endodôntica usando o modelo de guia poderia ser um método útil no canal calcificado, intratável com a terapia convencional de canal radicular e incapaz de rastrear a posição do ápice devido à ausência de fístula.

3.3.7. RETRATAMENTO ENDODÔNTICO/ REMOÇÃO DE PINO ADESIVO

Maia et al. (2019) realizaram um relato de caso clínico onde descreveram uma técnica para remoção de pino de fibra de vidro adesivo, utilizando guia endodôntico tridimensional. Primeiramente, foi realizado o exame clínico, seguido da obtenção de uma radiografia periapical para avaliar o tratamento endodôntico existente, confirmar a necessidade de remoção do pino de fibra e a de realizar o retratamento endodôntico não cirúrgico. O núcleo de resina composta foi aparado e realizou-se uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), para mapear a área afetada e a raiz remanescente. Posteriormente foram gerados dois modelos de diagnóstico, com base nos dados 3D obtidos por TCFC e varredura da cavidade oral. Os moldes foram alinhados e exportados para um software de planejamento virtual e o diâmetro da broca foi determinado de acordo com o comprimento e o diâmetro do pino endodôntico. Foi criado um guia virtual usando o software, o modelo foi exportado como um arquivo de linguagem de mosaico padrão (STL) e então foi enviado para uma impressora 3D, para a produção do guia. Sob anestesia local, realizou-se a adaptação do guia e estabilização nos dentes adjacentes. O tecido gengival foi perfurado em duas áreas onde ficaram os pinos de fixação facial, para que houvesse a estabilização do guia de acesso ao canal e fossem evitados desvios. Posteriormente selecionou-se a broca a ser utilizada através do guia e foi iniciada a perfuração no caminho correto até a retirada completa do pino adesivo. Foi utilizada uma broca de 1,3 mm de diâmetro com motor a 350 rpm com Irrigação com solução salina estéril a 0,9% até 12 mm de comprimento. Os pinos de fixação e o guia foram removidos e realizou-se uma nova radiografia periapical para confirmar a remoção completa do pino endodôntico.

Perez, Finelle e Couvrechel (2020) relataram um caso clínico com o objetivo de demonstrar a utilidade de guias endodônticos na remoção de pinos de fibra de vidro. O caso selecionado foi de um paciente que apresentava dor no primeiro molar superior e um tratamento endodôntico inadequado com uma lesão periapical associada. O dente havia sido restaurado com um pino de fibra de vidro localizado no canal palatino. Foi realizado um exame com Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) do arco superior. Também foi realizada impressão óptica da arcada superior no dia da primeira consulta. Em seguida foi feito o planejamento virtual da perfuração do canal radicular e desenho da guia endodôntica. Os arquivos da TCFC e da impressão ótica foram importados para um sistema de software livre e foram mesclados, tomando como marco pontos claramente identificáveis nas superfícies da coroa na TCFC, bem como nas imagens de impressão óptica. Foi integrado ao plano um implante virtual de diâmetro semelhante ao da broca, sendo o comprimento do implante foi determinado de forma que pudesse passar por todo o pino da fibra e atingir a guta-percha. A parte intrarradicular do pino de fibra media 8 mm e a broca foi sobreposta tridimensionalmente ao eixo do pino de fibra. Foi realizado um orifício de orientação correspondente à posição da futura manga de metal. Foi feito um desenho manual delineando a área de fabricação da guia e foram adicionadas ao guia janelas de verificação para certificar que haveria o ajuste correto ao longo das superfícies dentais durante o período clínico. O guia gerado virtualmente foi exportado como um arquivo stl para uma impressora 3D. Um modelo do arco também foi impresso como uma prévia do procedimento e para verificar o ajuste correto da guia. A manga foi inserida e presa por fricção na guia impressa. Após anestesia local foi realizado o isolamento absoluto e o guia inserido sem colidir com o mesmo, sendo o ajuste do guia verificado uma segunda vez. A broca foi inserida através da manga metálica e, em seguida, acionada sob irrigação, em três etapas, até atingir a guta-percha. A cada etapa, o guia era retirado, o canal radicular irrigado com hipoclorito de sódio 3% e a broca limpa, o que permitiu uma limpeza mais completa dos detritos. Ao atingir a guta percha, os detritos do material compósito foram removidos com auxílio do ultrassom e o retratamento endodôntico pode ser concluído com a modelagem e irrigação com EDTA 17%, seguido de ativação com ultrassom e hipoclorito de sódio a 3%. Os canais foram obturados usando uma técnica de obturação vertical à quente com guta percha. Foi feita a reavaliação 12 meses após o tratamento, onde realizou-se uma radiografia periapical que revelou uma área apical cicatrizada. Concluíram que o relato de caso

ilustra os benefícios dos guias endodônticos para remover pinos de fibra de vidro e isso também demonstra a viabilidade da técnica no segmento posterior, onde o volume do guia poderia ser um ponto negativo.

Maia et al. (2020) relataram um caso clínico com o objetivo de demonstrar que a endodontia guiada pode ser uma opção de tratamento para dentes que necessitam realizar o retratamento do canal radicular. No caso selecionado, o dente a ser tratado apresentava obliteração do canal radicular no terço apical, com uma lesão periapical adjacente. A obliteração poderia estar presente no momento do primeiro tratamento ou surgiu subsequentemente ao tratamento. O caso selecionado foi de um paciente que ao exame clínico apresentava restauração coronária extensa, edema apical e respondia positivamente aos testes de percussão e palpação. O teste de vitalidade pulpar foi negativo. O exame radiográfico mostrou canais incompletamente preenchidos com guta-percha, associado a áreas com obliteração severa no canal distal. O diagnóstico foi de necrose pulpar com periodontite apical sintomática. A primeira opção foi um retratamento não cirúrgico do canal radicular usando Endodontia Guiada. Após remoção da restauração prévia e do tecido cariado, três orifícios dos canais foram identificados, sob um microscópio óptico. Os canais mesiovestibular e mesiolingual foram limpos, preparados. Na tentativa de encontrar o canal distal, houve a fratura da lima. Os canais foram selados com hidróxido de cálcio e foi feita uma restauração provisória com cimento de ionômero de vidro. Foram solicitadas imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), para elucidar a condição do dente. O tratamento endodôntico guiado foi conduzido para encontrar os canais distais e determinar o comprimento de trabalho na raiz distal. Para determinação precisa das guias de acesso, foi obtida uma documentação tridimensional (3D) por TCFC e foi realizada a varredura intraoral por meio de um scanner, que gerou dois modelos. Posteriormente, os modelos foram alinhados e exportados para um software de planejamento virtual. Por meio do planejamento, foi determinado o diâmetro da broca que seria utilizada para acessar o canal. A broca precisou ter um diâmetro de 1,3 mm. Uma cópia virtual da broca foi sobreposta às imagens em uma posição que permitia o acesso à porção apical dos canais radiculares. A posição da broca foi verificada nas dimensões axial, sagital e coronal, para garantir que a broca atingisse o lúmen radiograficamente visível do canal disto-lingual. Dois guias virtuais foram obtidos usando o software coDlagnostiX. Os modelos

foram exportados como documento stl e enviados para uma impressora 3D. O guia foi criado, com a presença de um ponto de estabilização no dente a ser retratado que garantisse a perfeita estabilização do guia e da broca. O guia foi posicionado no dente e a sua estabilidade e adaptação foram testados. Em seguida a broca foi cuidadosamente guiada para o canal distolingual, realizando movimentos curtos, até atingir o comprimento de trabalho. Posteriormente, os guias foram retiradas e foram realizadas radiografias em diferentes ângulos, confirmando o correto direcionamento da broca. O fragmento de broca que havia fraturado no tratamento prévio foi removido durante a penetração da broca. Em seguida, determinou-se o comprimento de trabalho dos canais de DL e disto-vestibular e os WL foram confirmados com um localizador apical. E então, seguiu-se com o preparo convencional dos canais e obturação. Na consulta de retorno, após 24 meses, o paciente se apresentava assintomático e com redução significativa da lesão periapical, sendo confirmado por exame radiográfico e TCFC. Concluíram que o *endoguide* demonstrou eficácia na resolução do retratamento de canal, como confirmado no acompanhamento de 24 meses, que revelou completa cicatrização da região apical no molar inferior. Isso mostra que a técnica pode ser indicada como uma alternativa rápida, acessível e precisa para a terapia endodôntica em canais radiculares calcificados.

3.4. EVIDÊNCIAS ATUAIS

Moreno-Rabié et al. (2020) realizaram uma revisão sistemática onde avaliaram as aplicações clínicas, precisão e limitações da endodontia guiada, com os objetivos gerais de descrever as aplicações clínicas da endodontia guiada realizar um relatório sobre a precisão da endodontia guiada, descrever as limitações da endodontia guiada. Os objetivos específicos foram descrever a metodologia usada para cada aplicação clínica e resumir o protocolo para a concepção de guias 3D. Os componentes da PICO *question* foram: pacientes com dentes de difícil acesso aos canais (canais calcificados ou dentes com malformações) ou lesões apicais, tratamento endodôntico guiado ou cirurgia apical guiada, comparação de protocolos entre os artigos, avaliação das aplicações clínicas, acurácia e limitações da endodontia guiada. A metodologia foi baseada nas diretrizes PRISMA (Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-análises) e cadastrada no banco de dados PROSPERO. Foi realizada uma estratégia de busca da literatura no PubMed, nenhum termo MeSH foi

encontrado para "endodontia guiada" e foi adaptado posteriormente para as bases de dados Embase, Web of Science e Cochrane Library. A pesquisa foi realizada até 25 de abril de 2019. Nenhuma restrição de idioma ou ano foi aplicada. As duplicatas foram removidas manualmente com a ajuda de um gerente de referência. Após a seleção dos artigos, foi realizada busca manual nas listas de referências. Outros artigos foram adicionados por meio de pesquisa manual da literatura. Os critérios de inclusão foram: aplicações de endodontia guiada, estudos que avaliaram a precisão do tratamento, relatos de casos e estudos *in vitro* ou *ex vivo* que avaliaram a precisão e limitações de endodontia guiada. Os critérios de exclusão foram: artigos em outros idiomas que não o inglês, revisões narrativas, opinião de especialistas, relatórios de diretrizes, casos em que a TCFC foi usada como meio de técnica de navegação (sem guia) e casos que utilizaram o guia impresso, mas por outras razões que não para acesso ao canal radicular ou lesão apical. Dois pesquisadores revisaram de forma independente a lista completa de artigos e selecionaram primeiro pelo título e depois por resumo os artigos potencialmente relevantes. Em caso de discrepâncias, as diferenças eram discutidas até que se chegasse a um acordo ou se solicitasse um terceiro autor com mais experiência. A extração dos dados foi realizada por um autor e posteriormente revisada por um segundo autor, as divergências foram resolvidas por discussão. Os seguintes dados obtidos dos artigos selecionados foram: características do estudo (autores, ano de publicação), métodos (aplicação endodôntica, amostra de dentes), características de intervenção (tipo de TCFC, tamanho do voxel, campo de visão (FOV), tipo de impressão, software de planejamento utilizado, impressora, tipo de broca e especificações e características do guia impresso utilizado). Para os estudos observacionais, *in vitro* e *ex vivo*, os resultados também foram anotados: resultado (método de análise de precisão, desvio na base da broca, desvio na ponta da broca, ângulo de desvio e taxa de sucesso). Para a avaliação da qualidade do relato dos artigos, foi utilizada a diretriz STROBE (Fortalecimento do Relato de Estudos Observacionais em Epidemiologia) para estudos observacionais, a diretriz CARE (Diretriz de Relato de Caso) foi usada para avaliar relatos de caso, e a 'lista de verificação CONSORT modificada de itens para relatar estudos *in vitro* de materiais odontológicos, foi utilizada para avaliar a qualidade de estudos pré-clínicos *in vitro* e *ex vivo*. Após a aplicação do checklist, foi registrada a média de conformidade de todos os artigos, bem como a mínima e a máxima. Além disso, foi calculada a porcentagem de conformidade de cada parâmetro. Foram

encontrados no total 280 artigos que foram armazenados em um gerenciador de referências, dois resultados que foram encontrados por meio de pesquisa manual nas listas de referências dos artigos e em outras fontes foram adicionados. As duplicatas foram removidas manualmente com um gerenciador de referência, resultando em 143 artigos exclusivos. Trinta e três artigos foram selecionados por título que parecia estar relacionado ao tópico de pesquisa principal. Esses artigos foram revisados por resumo, sendo três deles posteriormente excluídos. Finalmente, 30 artigos foram elegíveis para triagem de texto completo. Os anos das publicações vão de 2007 a 2019. A triagem de texto completo foi realizada resultando em 22 artigos que foram considerados elegíveis para serem avaliados pela análise qualitativa. Entre os manuscritos incluídos, houve 15 relatos de casos, 6 estudos experimentais (2 estudos *in vitro* e 4 estudos *ex vivo*) e 1 estudo observacional. Do total de 15 relatos de casos, 11 deles corresponderam a cavidade de acesso endodôntico guiada e 4 para cirurgia endodôntica guiada). Nove artigos realizaram acesso cavidades em dentes anteriores unirradiculares, sete deles eram tratamentos para canais calcificados e dois em dentes com anomalias, como dens invaginatus e dens evaginatus. O restante das cavidades de acesso foi feito em canais calcificados da maxila e molares inferiores. No caso das cirurgias periapicais, foram realizadas em incisivos, caninos, pré-molares e molares. Apenas 7 dos 15 relatos de caso usaram scanners intraorais para obter informações de superfície em uma única etapa, enquanto o restante obteve impressões com alginato ou silicone e os moldes de gesso foram posteriormente digitalizados com um scanner óptico. Todos os artigos que utilizaram guias para cavidade de acesso utilizaram brocas, exceto Shi et al. (2018) que utilizou pontas ultrassônicas para acessar o canal. No único estudo observacional de 50 pacientes, foram incluídos pacientes que necessitaram de tratamento endodôntico em dentes calcificados pela presença de lesão periapical ou por necessidade de pino. O controle das etapas do tratamento foi feito com radiografias intraorais. Ao final do tratamento, a precisão foi avaliada por meio de dois grupos: um em que o trajeto estava perfeitamente centrado no dente, definido como tendo 'precisão ótima', e outro em que a cavidade de acesso ao canal estava levemente desviada, definido como 'precisão aceitável'. Os autores relataram que todos os tratamentos foram concluídos e não houve falhas. Mesmo o pior desempenho era clinicamente aceitável. Dos estudos *in vitro* e *ex vivo*, quatro deles avaliaram a precisão e o planejamento do preparo cavitário de acesso endodôntico guiado, enquanto dois se concentraram em cirurgia

endodôntica guiada. Quanto aos resultados da avaliação da qualidade da evidência, o estudo observacional obteve escore STROBE geral de 71%. Para os relatos de casos, a conformidade média foi de 76% com uma pontuação máxima de 93% e uma pontuação mínima de 48%. O parâmetro 'aderência e tolerabilidade da intervenção' não foi cumprido em nenhum relatório. Para os estudos pré-clínicos, a conformidade média foi de 58%. Cinco parâmetros não foram observados em nenhum estudo, três deles em relação ao cegamento e a sequência de alocação aleatória. Concluíram que os procedimentos endodônticos guiados são uma técnica promissora, oferecendo um resultado altamente previsível e menor risco de lesão iatrogênica. O tratamento minimamente invasivo pode ser realizado e o tempo na cadeira pode ser reduzido. No entanto, isso deve ser interpretado com cuidado, pois é baseado em evidências limitadas e de baixa qualidade de relatos de casos, estudos observacionais, estudos *in vitro* e *ex vivo*.

4 DISCUSSÃO

A busca contínua por métodos que aliem resultados duradouros com facilidade de execução e redução de tempo clínico é sem dúvida um aspecto da Odontologia do século XXI. Graças ao aprimoramento técnico-científico cada vez mais profissionais estão ingressando neste universo. A Endodontia é uma das especialidades odontológicas que mais evoluiu tecnologicamente. Novos materiais, instrumentos/equipamentos aliados a conceitos atualizados da terapia endodôntica, tornaram o tratamento do canal radicular mais previsível e exitoso. Recentemente, uma nova possibilidade marcou o início da era CAD/CAM na Endodontia. Neste contexto, a imagem tridimensional (3D) é uma ferramenta extremamente útil, abrindo novos leques de possibilidades, tanto para o diagnóstico quanto para a realização de procedimentos endodônticos. Nesta perspectiva, modelos tridimensionais têm sido introduzidos na Endodontia como guias prototipados para serem empregados na localização de canais radiculares parcialmente ou totalmente calcificados, em procedimentos de cirurgias parendodônticas e na remoção de pinos adesivos com resultados promissores. (MAIA et al., 2019; Maia et al., 2020; MORENO-RABIÉ et al., 2020)

A calcificação do canal pulpar é considerada um sinal de cicatrização pulpar (NIKOU, KENNY e BARRETT, 2003), caracterizada pela deposição de tecido calcificado ao longo das paredes do canal radicular, de acordo com a American Association of Endodontists (AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS, 2012). A calcificação do canal pulpar pode ocorrer devido a lesões traumáticas (principalmente luxações) (OGINNI, ADEKOYA-SOFOWORA e KOLAWOLE, 2009), lesões cariosas extensas (SAYEGH e REED, 1968), restaurações, abfrações (FLEIG, ATTIN e JUNGBLUTH, 2017) e movimentações ortodônticas (DELIVANIS e SAUER, 1982).

Em função do aumento da sobrevida da população idosa ao longo dos anos, decorrente da uma melhora na qualidade de vida, alimentação, atividade física e outros fatores, a taxa de tratamentos endodônticos dessa faixa etária tem aumentado (HEBLING et al., 2014). Atrelado a isso, há um maior número de canais calcificados, parcial ou totalmente, uma vez que o fator idade está relacionado a uma deposição

crônica de dentina secundária, o que leva a uma redução da luz do canal radicular (KIEFNER et al., 2017).

Frente a casos de lesões traumáticas mais leves onde houve sobrevida pulpar, a obliteração dos canais radiculares não é considerada uma condição com indicação direta para a intervenção endodôntica, independentemente do resultado do teste de sensibilidade pulpar. (ANDREASEN et al., 1987). Porém dentes com patologia periapical sintomática são considerados ideais para terapia endodôntica (DORANALA et al., 2020). A tentativa de tratamento de canais com obliteração radicular está sujeita a alguns erros iatrogênicos, como perfuração, separação de instrumentos e comprometimento da estrutura dentária sadia durante a terapia endodôntica. (AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS, 2006). Para controlar essas iatrogenias, são necessários um conhecimento profundo da morfologia do canal radicular e ajudas diagnósticas precisas (DORANALA et al., 2020).

Na tentativa de minimizar as dificuldades do procedimento endodôntico de dentes com calcificação do canal radicular, Krastl et al. (2015) propuseram uma abordagem contemporânea, a Endodontia Guiada, para detecção precisa e negociação de canais em dentes com obliterações. A endodontia guiada vem se tornando uma alternativa de tratamento em casos de complexidades endodônticas. Com o auxílio de um software alinhado com a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) e uma impressão digital tridimensional (3D), pode-se obter um planejamento virtual da cavidade de acesso ao canal e, posteriormente, um guia 3D é produzido para guiar a broca no canal radicular calcificado, o *endoguide* (CONNERT et al. 2018). Na literatura, é possível obter acesso ao passo-a-passo para a confecção do *endoguide*. Após a realização da TCFC, é feito o escaneamento intraoral direto ou por meio de um modelo de gesso da arcada dentária em questão. Após a obtenção das imagens, elas são importadas para um software para o planejamento da confecção do guia e da broca a ser utilizada. Em seguida o guia é impresso e o tratamento pode ser iniciado (ZEHNDER et al., 2015; BUCHGREITZ et al., 2015; LARA-MENDES et al., 2018; CONNERT et al., 2019). Essa técnica permite a confecção de uma cavidade de acesso rápida e precisa e já vem sendo utilizada em clínica (KRSTL et al., 2015; VAN DER MEER et al., 2016).

Para que a terapia endodôntica guiada seja realizada, é imprescindível o uso da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), que é um recurso

diagnóstico recente que permite uma visão tridimensional (3D) dos tecidos duros e moles, além de auxiliar no diagnóstico e planejamento do tratamento (DORANALA et al., 2020). A TCFC apresenta como vantagens: maior velocidade de escaneamento, alta resolução espacial, baixa dose de radiação e menos artefatos de imagem (CHEN et al., 2018). Além disso a TCFC elimina a sobreposição de estruturas circundantes e oferece uma reconstrução 3D completa e exibição de qualquer ângulo. A TCFC é precisa e confiável na detecção de periodontite apical, fratura vertical da raiz e defeitos de reabsorção, além de oferecer uma visão melhor da anatomia do canal radicular quando comparada à radiografia (BHADRA et al., 2018).

O emprego da impressão 3D traz diversas aplicações que podem auxiliar o cirurgião-dentista em alcançar um sucesso preciso e mais previsível na terapêutica endodôntica, através de um diagnóstico mais assertivo, tratamento de dentes com anatomia complexa, planejamento cirúrgico e educação do paciente com modelos de *mock-up* (BHADRA et al., 2018).

A maioria dos estudos utiliza o software coDiagnostiX™ (Dental Wings Montréal Canada), que demonstra ser eficaz na confecção do *endoguide*. Na literatura, não há um consenso de que existe um tipo de software que seja melhor do que os outros, para a realização do procedimento (ZEHNDER et al., 2015; KRASTL et al., 2016; CONNERT et al., 2018).

Sendo assim, os estudos mostram que a técnica da endodontia guiada é segura, precisa, eficaz e que torna o procedimento mais previsível (CONNERT et al., 2018; TAVARES et al., 2018; MAIA et al., 2019). O *endoguide* se apresenta como um facilitador em casos complexos para operadores qualificados, proporcionando a máxima conservação da estrutura dentária coronária, com risco reduzido de perfuração radicular e tempo de cadeira reduzido (KRASTL et al., 2015). Devido à previsibilidade e segurança da técnica, o procedimento pode ser realizado por um profissional menos experiente, tornando também desnecessário o uso de microscópio óptico clínico (ZEHNDER et al., 2015; BUCHGREITZ et al., 2015; MAIA et al., 2019).

Além disso, independe da experiência do operador para acessar os canais radiculares (CONNERT et al., 2017). Em casos em que ocorre o desvio do canal e/ou perfuração radicular, o *Endoguide* serve como um grande aliado para que seja

possível realizar o tratamento endodôntico de maneira segura e previsível, permitindo um prognóstico favorável em longo prazo (CASADEI et al. 2020).

A endodôntica guiada tem sido aplicada principalmente em incisivos e pré-molares, mas caso haja espaço interoclusal suficiente para o complexo guia-broca-motor, pode-se usufruir dessa tecnologia em dentes posteriores também (BUCHGREITZ, BUCHGREITZ e BJORN DAL, 2019; CONNERT et al., 2017; MAIA et al., 2019). Os molares, além da dificuldade de espaço, apresentam outro inconveniente que é a presença de canais radiculares com alto grau de curvatura, exigindo que até mesmo operadores mais experientes, fiquem mais atentos e cautelosos durante as operações (CHEN et al., 2018). O primeiro relato do uso da endodontia guiada na região posterior com espaço interoclusal limitado envolvendo um molar superior, foi realizado por Buchgreitz, Buchgreitz e Bjorndal, (2019). Eles apresentaram um modelo modificado em que a guia personalizada fabricada é transformada em uma guia de cavidade de acesso com base em compósito individual ou guia intracoronal, reduzindo assim, a necessidade de um espaço interoclusal muito amplo.

Na endodontia o desvio médio ocorrido entre o tratamento realizado e o que foi planejado, varia de 1,81° (ZEHNDER et al., 2015) a 1,59° (CONNERT et al., 2017), já na implantodontia, com uso do guia para a instalação de implantes, o desvio médio pode chegar até a 5,73°. Com isso, pode-se concluir que o endoguide possui um maior grau de previsibilidade em relação o guia utilizado para a instalação de implantes.

Connert et al. (2018) apontam que o amplo diâmetro das brocas utilizadas para o preparo, podem gerar microfraturas da raiz, uma vez que os estudos pioneiros de endodontia guiada, utilizaram brocas de 1,5 mm e 1,2 mm de diâmetro. Esse foi o primeiro estudo que demonstrou que a técnica de endodôntia microguiada, utilizando instrumentos miniaturizados com diâmetros de apenas 0,85 mm. Essa técnica se mostrou como uma ferramenta precisa, rápida e independente do operador para acessar os canais radiculares de dentes inferiores. O uso de brocas de menor diâmetro permitem a redução da perda de substância dentária, ao mesmo tempo que deixa uma margem de segurança no caso de a broca se desviar da rota de perfuração inicialmente planejada, até mesmo para casos de incisivos inferiores (KASTL et al., 2015). Além disso, o diâmetro menor da broca aumenta a sua flexibilidade (PEREZ, FINELLE e COUVRECHEL, 2020).

O Advento da Endodontia guiada, também se estende para o domínio das cirurgias endodônticas uma vez que a microcirurgia endodôntica guiada se apresenta como uma alternativa útil para o tratamento do canal calcificado, que não obteve sucesso com a terapia convencional de canal radicular e foi incapaz de rastrear a posição do ápice devido à ausência de fístula (KIM, SHIM e SHIN, 2019). Ackerman et al. (2019) realizaram um estudo com cadáver humano com o objetivo de avaliar a precisão do acesso cirúrgico endodôntico guiado por (TCFC) em comparação com o acesso à mão livre utilizando a TCFC e concluíram que os guias permitem acesso cirúrgico mais preciso na cirurgia endodôntica, uma vez que os guias têm o potencial de aumentar a acurácia e precisão e reduzir o tempo intraoperatório, bem como as complicações pós-operatórias (MAZZONI et al., 2013).

Apesar das vantagens da cirurgia endodôntica guiada, existem algumas limitações, como os dentes que possuem restauração de coroa total, o que pode diminuir a precisão das imagens intraorais 3D devido a sobreposição de imagens. Outro desafio no uso das guias é a obtenção da irrigação ideal durante o procedimento de osteotomia, uma vez que não há espaço para introdução do instrumento utilizado para a irrigação (ACKERMAN et al., 2019).

Outra importante aplicação do *Endoguide* que vem sido demonstrada é o auxílio da remoção de pinos de fibra de vidro do interior dos canais radiculares (MAIA et al., 2019; PEREZ, FINELLE e COUVRECHEL, 2020) e em casos de retratamento do canal radicular (MAIA et al., 2020). A presença de pinos de fibra dentro do canal radicular constitui um importante obstáculo nos casos de retratamento de canal, devido a aderência entre o pino de fibra e a estrutura dentinária, frente a isso é necessária a fragmentação do pino em uma área anatômica de difícil acesso visual. As técnicas para remoção de pinos já descritas envolvem riscos expressivos, como a perfuração radicular, desvio do eixo e conseqüentemente fragilização das raízes, o que acarreta um pior prognóstico PEREZ, FINELLE e COUVRECHEL, 2020).

Os gastos necessários para o planejamento tridimensional e a fabricação do modelo são relativamente altos. No entanto, o tempo de cadeira para o tratamento do canal radicular é consideravelmente reduzido e a perfuração radicular evitada, portanto esses benefícios podem justificar o custo adicional. Se for levado em conta os custos das terapias adicionais, necessárias caso o tratamento endodôntico convencional falhe e leve à perda do dente, a endodontia guiada pode ser considerada

uma intervenção com boa relação custo-benefício (KRASTL et al., 2015). O tratamento convencional de dentes com canais radiculares calcificados provavelmente exigirá um maior tempo na cadeira de operação, o que, por sua vez, está diretamente relacionado ao custo do tratamento do canal radicular (CONNERT et al., 2017), além disso, custos adicionais associados à TCFC podem surgir em casos de tratamento em dentes com morfologias complexas, como os incisivos inferiores, ou calcificação severa, conforme recomendado pela American Association of Endodontists e pela European Society of Endodontology (AAE e AAOMR, 2015; PATEL, S. et al., 2014).

Um fator importante a ser considerado é a elevada dose de radiação na qual o paciente é exposto devido à TCFC (CONNERT et al., 2017). Por isso, essa tecnologia deve ser uma alternativa para circunstâncias específicas, como calcificação ou morfologia atípica identificada em radiografia dentária (CHEN et al., 2018). Novos dispositivos de TCFC com um campo de visão limitado, apresentam uma dose de radiação mais baixa, porém essa ainda permanece alta em comparação às radiografias convencionais (LUDLOW et al., 2015). Todavia, frente a um tratamento endodôntico de maior complexidade, é necessário um número elevado de tomadas radiográficas para determinar a localização do canal radicular, ou mesmo o tratamento subsequente para controlar a perda dentária anterior na adolescência pode levar a uma dose geral de radiação maior (KASTL et al., 2015).

Outra desvantagem potencial do uso da broca para localização do canal radicular é o risco de fissuras e rachaduras dentinárias (KRASTL et al., 2015; CEYHANLI et al., 2015), que podem levar à fratura radicular vertical, acarretando a perda do elemento dental (WILCOX, ROSKELLEY e SUTTON, 1997). Para evitar essa iatrogenia é necessário um cuidado de irrigar abundantemente a broca, afim de evitar desgaste desnecessário e microfissuras durante a perfuração da dentina. Além disso, os movimentos de vai e vem, associados a avanços graduais, ajudam a prevenir cargas excessivas nas paredes dentinárias (FONSECA TAVARES et al., 2018). Ainda em relação às brocas empregadas na endodontia guiada, está descrito a necessidade em se desenvolver brocas mais adequadas para o uso em Endodontia, visto que as brocas utilizadas são destinadas à Implantodontia. Entretanto, apesar das brocas empregadas não serem as ideias para a Endodontia, estas provocaram menor

desgaste da estrutura dentária se comparado com a técnica de se realizar o acesso de forma convencional (LARA-MENDES et al., 2018).

Em contraponto, devido ao planejamento e localização precisos da cavidade de acesso, os dentes com calcificação dos canais radiculares podem se beneficiar de um aumento na resistência à fratura se houver uma maior preservação de dentina (KRISHAN et al., 2016).

Para que a confecção da cavidade de acesso seja feita em linha reta e paralela ao longo eixo do dente, há relatos na literatura à respeito da necessidade da remoção da borda incisal do dente (ZEHNDER et al., 2016; CONNERT et al., 2018; KRASTL et al., 2015). Para que tal evento seja evitado, Fonseca Tavares et al. 2018 propuseram uma modificação no modelo para permitir a preparação de acesso padrão para os dentes anteriores superiores, iniciando o acesso de modo convencional pela palatina. Já Lara Mendes et al. (2018) demonstraram que o acesso endodôntico guiado em dentes anteriores pode ser alterado com sucesso para evitar dano incisal, alterando a direção da broca durante o planejamento virtual.

Sendo assim, uma limitação desta tecnologia é que a perda de substância e modificações da geometria natural do canal radicular de acordo com a dimensão da broca devem ser aceitas, sendo obrigatório para permitir um preparo guiado e um acesso em linha reta ao canal radicular (KRASTL et al., 2015). Porém, esta técnica só é praticável em raízes retas ou na parte reta de uma raiz curva.

Considerando o advento dos avanços tecnológicos na Odontologia durante os últimos anos, é provável que a combinação das informações obtidas a partir das TCFCs e impressões digitais irá se difundir ainda mais dentro do consultório odontológico. Assim, desde que um fluxo de trabalho de terapia razoável seja estabelecido, há uma chance realista de implementar essa abordagem de tratamento na prática de rotina diária (KRASTL et al., 2015). A pesquisa envolvendo o *Endoguide* deve se concentrar no aperfeiçoamento do modelo de guia, incluindo marcadores para a profundidade da cavidade de acesso; cálculo automático da direção de perfuração ideal; remoção eficaz de anilhas de dentina e estabelecer acesso em linha reta dadas as condições do canal radicular coronal (CHEN et al., 2018).

Por fim, verificou-se que a literatura converge quanto à eficácia, praticidade, segurança e aplicabilidade desta técnica. Porém, faz-se necessário o

desenvolvimento de materiais específicos para a Endodontia, em especial brocas miniaturizadas, como também estudos retrospectivos relacionados ao sucesso da terapia no longo prazo.

5. CONCLUSÃO

Com base na literatura revisada, foi possível concluir que:

A continua busca por métodos que aliem resultados duradouros com facilidade de execução, redução de tempo, para o profissional e para o paciente, é sem dúvida, um aspecto notável da Odontologia moderna. Sendo a Endodontia uma das especialidades odontológicas que mais evoluiu tecnologicamente na última década: novos instrumentos e equipamentos tornam o tratamento endodôntico cada vez mais previsível e exitoso;

O uso de dados orais 3D adquiridos por meio de TCFC têm sido exitosamente aplicado no diagnóstico de doenças bucais, planejamento de implantes dentários e fabricação de guias cirúrgicos já há alguns anos, assim sendo seu uso na terapêutica endodôntica como um guia de acesso a canais radiculares é uma técnica que possivelmente se tornará uma opção cada vez mais viável;

A Endodontia guiada se apresenta como uma alternativa eficaz e necessária para solucionar casos endodônticos complexos, como o tratamento de canais pulpares calcificados, retratamento de canal de dentes que possuem pino de fibra de vidro em seu interior, microcirurgia endodôntica e casos de erros iatrogênicos ocorridos durante o tratamento convencional. Seus benefícios incluem maior precisão, eficácia, redução do tempo de cadeira, prevenção de desvios de canal e perfuração radicular, uma vez que há uma maior preservação da estrutura dentinária;

A técnica ainda apresenta limitações, como a necessidade de espaço interoclusal suficiente e a de remoção da borda incisal para obtenção um acesso reto, paralelamente ao eixo longitudinal do dente, porém. Há relatos na literatura de propostas de modificação no protocolo de tratamento endodôntico guiado que auxiliam a contornar esta problemática. Ademais, ainda que o *endoguide* possua algumas desvantagens, como o custo elevado, maior tempo para o planejamento, exposição a uma maior taxa de radiação devido a TCFC, o uso dessa técnica garante um melhor prognóstico para o dente tratado, o que evitaria a necessidade de tratamentos mais complexos no futuro, sendo portanto uma técnica com melhor custo-benefício.

REFERÊNCIAS

- AAE and AAOMR joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**, v. 120, n.4, p. 508–512, oct. 2015.
- ACKERMAN, S. et al. Accuracy of 3-dimensional–printed Endodontic Surgical Guide: A Human Cadaver Study. **J. Endod**, v. 45, n. 5, p. 615-618, may 2019.
- AHN, S.Y. et al. Computer-aided design/computer-aided manufacturing–guided endodontic surgery: guided osteotomy and apex localization in a mandibular molar with a thick buccal bone plate. **J. Endod**, v.44, n.4, p.665–670, apr. 2018.
- ALI, A.; ARSLAN, H. Guided endodontics: a case report of maxillary lateral incisors with multiple dens invaginatus. **Restor Dent Endod**, v.44, n.4, p.38, oct. 2019.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. AAE endodontic case difficulty assessment and referral 2005. Available at: https://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/endodontics_colleagues_for_excellence_newsletter/ss05ecfe.pdf. Accessed February 2, 2016
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. **Endodontic Case Difficulty Assessment Form and Guidelines**. 2006.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS. **Glossary of endodontic terms**. 8th Ed. Chicago, IL: American Association of Endodontics, 2012.
- ANDREASEN, F.M. et al. Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. **Endod Dent Traumatol**, v.3, n. 3, p.103-115, june. 1987.
- ANTAL, M. et al. Accuracy and clinical safety of guided root end resection with a trephine: a case series. **Head & Face Medicine**, v. 15, n. 1, p. 1-8, dec. 2019.
- BAUSS, O. et al. The effect of pulp obliteration on pulpal vitality of orthodontically intruded traumatized teeth. **J Endod**, v. 34, n.4, p. 417-420, apr. 2008.
- BHADRA, D. et al. Deducing a surgical dilemma using a novel three dimensional printing technique. **J Conserv Dent**, v. 21, n. 5, p. 582-85, sep.-oct., 2018.
- BJORNDAL, L.; DARVANN, T. A light microscopic study of odontoblastic and nonodontoblastic cells involved in tertiary dentinogenesis in well-defined cavitated carious lesions. **Caries Res**. v.33, n.1, p. 50-60, feb. 1999.
- BUCHGREITZ, J; BUCHGREITZ, M.; BJORNDAL, L. Guided Endodontics Modified for Treating Molars by Using an Intracoronal Guide Technique. **J Endod**. v.45, n.6, p. 818-823, jun. 2019.
- BUCHGREITZ, J.; BUCHGREITZ, M.; BJORNDAL L. Guided root canal preparation using cone beam computed tomography and optical surface scans - an observational study of pulp space obliteration and drill path depth in 50 patients. **Int Endod J**. v.52, n.5, p.559-568, may 2019.

- BYUN, C. et al. Endodontic treatment of an anomalous anterior tooth with the aid of a 3-dimensional printed physical tooth model. **J. Endod**, v.41, n.6, p.961-965, june. 2015.
- CASADEI, B.A. 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, 2020.
- CEYHANLI, K.T., et al. Comparison of protaper, race and safesider instruments in the induction of dentinal microcracks: a micro-ct study. **Int Endod J**, v.49, n.7, p.684-689, july. 2015.
- CHEN, H. et al. 3D printing of drill guide template for access cavity preparation in human molars: a preliminary study. **Rapid Prototyping J**, v. 24, n.5, p. 914-919, july. 2018.
- 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.
- CVEK, M.; GRANATH, L.; LUNDBERG, M. Failures and healing in endodontically treated non-vital anterior teeth with posttraumatically reduced pulpal lumen. **Acta Odontol Scand**, v.40, n.4, may 1982.
- DELIVANIS, H.P.; SAUER, G.J. Incidence of canal calcification in the orthodontic patient. **Am J Orthod**, v.82, n.1, p. 58-61, july. 1982.
- DORANALA, S. et al. Endodontic Management of Canal Calcification in Maxillary Central Incisor Using 3D Prototyping Technique: A Case Report. **Journal of Advanced Oral Research**, v. 11, n. 1, p. 2320206820901651, may 2020.
- FLEIG, S.; ATTIN, T.; JUNGBLUTH, H. Narrowing of the radicular pulp space in coronally restored teeth. **Clin Oral Investig**, v. 21, n.4, p. 1251-1257, may 2017.
- FLORES, M.T. et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. **Dent Traumatol**, v. 23, n.2, p. 66-71, apr. 2007.
- 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. 3D Apicoectomy Guidance: Optimizing Access for Apicoectomies. **J Oral and Maxillofac Surg**, v.78, n.3, p.357-824, Oct. 2019.
- GIACOMINO, C. M.; RAY, J. J.; WEALLEANS, J. A. Targeted Endodontic Microsurgery: A Novel Approach to Anatomically Challenging Scenarios Using 3-dimensional-printed Guides and Trephine Burs—A Report of 3 Cases. **J Endod**, v.44, n.4, p.671-677, feb. 2018.

HEBLING, E., et al. Periapical Status and Prevalence of Endodontic Treatment in Institutionalized. **Braz Dent J**, v. 25, n.2, p.1-6, apr. 2014.

HOLCOMB, J.B.; GREGORY, J.W.B . Calcific metamorphosis of the pulp: its incidence and treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 24, n.6, p. 825-830, dec. 1967.

ISHAK, G. et al. Guided Endodontic Treatment of Calcified Lower Incisors: A Case Report. **Dent J**, v. 8, n. 3, p. 74, july 2020.

KFIR, A.; TELISHEVSKY-STRAUSS, Y.; LEITNER, A, METZGER Z. The diagnosis and conservative treatment of a complex type 3 dens invaginatus using cone beam computed tomography (CBCT) and 3D plastic models. **Int Endod J**, v.46, n.3, p.275-288, mar. 2013.

KIEFNER, P. et al. Treatment of calcified root canals in elderly people: a clinical study about the accessibility, the time needed and the outcome with a three-year follow-up. **Gerodontology**, v.34, n.2, p. 164-170, june 2017.

KIM, J.E.; SHIM, J.S.; SHIN, Y. A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology. **Restor Dent Endod**, v. 44, n. 3, july 2019.

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, out. 2015.

KRISHAN, R. et al. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. **J Endod**, v. 40, n.8, p.1160–1166, aug. 2014

LARA-MENDES, 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, out. 2018.

LUDLOW, J.B. et al. Effective dose of dental cbct-a meta analysis of published data and additional data for nine cbct units. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 44, n.1, p. 20140197, 2015.

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. Three-dimensional endodontic guide for adhesive fiber post removal: a dental technique. **J Prosthet Dent**, v.121, n.3, p.387-390, mar. 2019.

MAIA, L.M. et al. Guided Endodontics in Nonsurgical Retreatment of a Mandibular First Molar: A New Approach and Case Report. **Iranian Endod J**, v.15, n.2, p. 111-116, may 2020.

MAZZONI, S. et al. Prosthetically guided maxillofacial surgery: evaluation of the accuracy of a surgical guide and custom-made bone plate in oncology patients after

mandibular reconstruction. **Plast Reconstr Surg**, v. 131, n. 6, p. 1376–1385, june. 2013.

MENA-ÁLVAREZ, J. et al. Endodontic treatment of dens evaginatus by performing a splint guided access cavity. **J Esthet Restor Dent**, v.29, n.6, p. 396-402, nov. 2017.

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, july 2020.

NEVILLE, B.W. et al. Patologia Oral e Maxilofacial. Rio de Janeiro, Elsevier, 2016.

NIKOU, M.; KENNY, D.J.; BARRETT, E.J. Clinical outcomes for permanent incisor luxations in a pediatric population. Iii. Lateral luxations. **Dent Traumatol**, v.19, n.5, p. 280-285, oct. 2003.

OGINNI, A.O.; ADEKOYA-SOFOWORA, C.A.; KOLAWOLE, K.A. Evaluation of radiographs, clinical signs and symptoms associated with pulp canal obliteration: an aid to treatment decision. **Dent Traumatol**, v.25, n.6, p. 620-625, dec. 2009.

PATEL, S. et al. European Society of Endodontology position statement: the use of CBCT in endodontics. **Int Endod J**, v.47, n.6, p. 502–504, june 2014.

PEREZ, C.; FINELLE, G.; COUVRECHEL, C. Optimisation of a guided endodontics protocol for removal of fibre-reinforced posts. **Aust Endod J**. v.46, n.1, p.107-114, apr. 2020.

SAYEGH, F.S.; REED, A.J. Calcification in the dental pulp. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. v. 25, n.6, p. 873–882, june 1968.

SILVA, A.S. et al. Adaptable fiberglass post after 3D guided endodontic treatment: Novel approaches in restorative dentistry. **J Esthet Restor Dent**, v.32, n.4, p. 364-370, may 2020.

SHI, X. et al. Novel navigation technique for the endodontic treatment of a molar with pulp canal calcification and apical pathology. **Aust Endod J**, v.44, n.1, p.66–70, may 2017.

STRBAC, G.D. et al. Guided Modern Endodontic Surgery: A Novel Approach for Guided Osteotomy and Root Resection. **J Endod**, v. 43, n.3, p.496–501, mar. 2017.

TCHORZ, J.P.; WRBAS, K.T.; HELLWIG, E. Guided endodontic access of a calcified mandibular central incisor using a software-based three-dimensional treatment plan. **Int J Comput Dent**, v. 22, n. 3, p. 273-281, jan. 2019.

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.

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

WILCOX, L.R.; ROSKELLEY, C.; SUTTON T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. **J Endod**, v.23, n.8, p. 533-534, aug. 1997.

YE, S. et al. A novel method for periapical microsurgery with the aid of 3D technology: a case report. **BMC Oral Health**, v. 18, n. 1, p. 85, may 2018.

ZEHNDER, M.S. 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.