

Paloma Hermida de Alves Martins

**Sistema de Navegação Dinâmica:
um método novo em endodontia guiada – Uma revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2022

Paloma Hermida de Alves Martins

**Sistema de Navegação Dinâmica:
um método novo em endodontia guiada – Uma revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2022

Paloma Hermida de Alves Martins

**Sistema de Navegação Dinâmica:
um método novo em endodontia guiada – Uma revisão narrativa**

**“Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos
requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária”**

Resumo

A Endodontia, busca constantemente inovações tecnológicas e científicas para possibilitar um tratamento cada vez mais eficiente, conservador, vencendo as dificuldades diante de casos mais complexos, reduzindo as iatrogenias. Assim surgiu o conceito endodontia guiada, inicialmente com a técnica estática que associa tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), escaneamento intraoral e impressão tridimensional 3D ao tratamento endodôntico. Recentemente a técnica usando o sistema de navegação dinâmica, dispensa o uso das guias endodônticas e é realizada através do planejamento virtual em um software próprio com as imagens do CBCT e equipamentos que possibilitam guiar o profissional durante todo tratamento em tempo real. As técnicas guiadas tem principal indicação de uso nos casos de calcificação pulpar. O objectivo desta revisão é avaliar a literatura atual sobre o sistema de navegação dinâmico, destacando sua técnica de realização, indicações, limitações, vantagens e desvantagens, comparando com a endodontia guiada estática e a endodontia convencional.

Palavras Chaves: “Endodontia”, “Tratamento endodôntico digital”, “Calcificação pulpar” “Acesso endodôntico guiado”.

Abstract

Endodontics constantly seeks technological and scientific innovations to enable an increasingly efficient, conservative treatment, overcoming the difficulties facing more complex cases, reducing iatrogenesis. Thus emerged the concept of guided endodontics, initially with the static technique that associates cone beam computed tomography (CBCT), intraoral scanning and three-dimensional 3D printing to the endodontic treatment. Recently the technique using the dynamic navigation system, dispenses with the use of endodontic guides and is performed through virtual planning in a software itself with CBCT images and equipment that allow guiding the professional throughout the treatment in real time. The guided techniques have main indication of use in cases of pulp calcification. The aim of this review is to evaluate the current literature on the dynamic navigation system, highlighting its technique, indications, limitations, advantages and disadvantages, comparing with static guided endodontics and conventional endodontics.

Key-words: “Endodontic”, “Digital endodontic treatment”, “Pulpal Calcification”; “Guided access endodontics”

Agradecimentos

Começo agradecendo a Deus que me permitiu realizar esta dura jornada. Ele sabe o quanto foi difícil, mas igualmente valorosa e gratificante.

Aos meus pais por todo o carinho, amor e valores. À minha mãe Maria de Fátima pelo apoio incondicional. A meu pai Clemente que, lá de cima, ilumina todos os dias o meu caminho e que estará sempre presente em meu coração.

Ao meu amor José Meireles, que não me deixou desistir, motivou-me e emprestou-me a força necessária para concluir essa etapa.

As minhas irmãs, Alessandra, Ava Perolina e Maria Inez, que, mesmo distantes, contribuíram para a realização deste sonho.

A minha sobrinha Nicole que esteve junto comigo neste outro lado do mundo.

Aos meus sobrinhos Gabriel, Rafael, Maria, Lorenzo e Bernardo pela compreensão por minha ausência neste par de anos.

A José Antônio que não economizou apoio, carinho e muitas palavras de incentivo.

Aos meus sogros Artur e Emília, pelo amor filial.

Aos meus queridos amigos Izadora, Fábio, Cássio, Rogério e Patrícia, pelo companheirismo, incentivo e risadas.

Ao meu orientador, Professor Doutor Tiago Reis, pelo apoio, motivação, acompanhamento e paciência. Sua relevante contribuição permitiu concluir esta dissertação.

Índice

Lista de abreviaturas.....	IX
I- Introdução	1
1. Materiais e métodos	2
II-Desenvolvimento	3
1. Estática	5
2. Dinâmica	8
III- Discussão	13
IV – Conclusão	15
V – Bibliografia	16

Lista de abreviaturas:

DICOM – Comunicação de Imagens Digitais em Medicina

STL – Linguagem Padrão do Triângulo

CBCT – Cone-beam computed tomography systems

CAD- Computer aided design

CAM – Computer aided manufacturi

I-Introdução

Endodontia é a área da medicina dentária que realiza o diagnóstico e o tratamento de doenças e lesões da polpa dentária e dos tecidos periapicais, assim proporcionando a manutenção de um elemento dentário na cavidade oral após uma agressão ao tecido pulpar. (Torabinejad and Walton, 2010)

O tratamento endodôntico baseia-se na limpeza, modelação e preenchimento de todo espaço pulpar, assim eliminando ao máximo os microrganismos presentes nos canais e retendo os microrganismos que persistem, impedindo sua nutrição e proliferação. (Bergenholtz, 2016; Batista *et al.*, 2020)

O tratamento endodôntico inicia-se com a cavidade de acesso onde é necessário avaliar todo conhecido anatômico e morfológico interno da câmara pulpar, evitando desgastes desnecessário que fragiliza a estrutura dentária, assim reduzindo a longevidade do tratamento. (Lopes and Siqueira, 2015; Shabbir *et al.*, 2021)

A endodontia apresenta muitas dificuldades e uma delas é a calcificações dos canais pulpares (que é classificado como alto nível de dificuldade pela Associação Americana de Endodontia) até mesmo para os profissionais mais experientes. O tratamento nestes casos torna-se impreciso, removendo excessivamente a estrutura dentária rígida e aumentando a probabilidade de perfuração radicular. (Kim, Kratchman and Guess, 2010; Zehnder *et al.*, 2016)

A calcificação do canal pulpar, pode ocorrer de forma parcial ou completa pela deposição de tecido distrófico e multifocal de natureza dentinária, óssea ou fibrótica, diminuindo o lúmen do canal. (McCabe and Dummer, 2012) Essa situação pode ocorrer após um trauma dentário, ou então, como resposta pulpar após procedimentos restauradores invasivos, estímulos de lesões de cárie prolongadas, forças ortodônticas inadequadas e com a deposição de dentina secundária ao longo da vida em pacientes idosos. (Fonseca Tavares *et al.*, 2018)

Sendo que actualmente há um aumento da estimativa de vida da população idosa, assim aumenta também o número aparecimento de casos com calcificação pulpar devido a deposição de dentina ao longo da vida. (Hebling *et al.*, 2014)

A calcificação pulpar é considerada um processo de reparação e normalmente é assintomática. Os testes de sensibilidade podem ser inconclusivos, pois pode não existir

respostas. Por esse motivo, é necessário o acompanhamento clínico e radiográfico para ser possível a realização de um diagnóstico diferencial de uma possível necrose pulpar. (Fonseca and Fonseca, 2015)

As técnicas mais comuns utilizadas para o tratamento de canais calcificados, apresentam grandes falhas em sua execução, como risco de desvio do conduto e perfurações radiculares, com o uso das brocas com haste longa e pontas de ultrassom. (Hebling *et al.*, 2014) Outras alternativas para esses casos é a apicectomia e o retro preparo. Entretanto, há um alto índice de insucessos devido a dificuldade de localização do canal calcificado, a limpeza e a modelagem adequada da região contaminada após a ressecção da raiz. (Pinto *et al.*, 2011)

Este trabalho tem por objetivo fazer uma revisão narrativa que aborda o novo método de endodontia guiada “sistema de navegação dinâmica” versus a endodontia guiada estática.

1. Materiais e métodos

A pesquisa bibliográfica foi realizada entre outubro de 2021 e abril de 2022, utilizando as bases de dados PubMed, B-On, Medline, Scielo e Google Académico. Os critérios de inclusão restringiram a pesquisa a artigos escritos na língua inglesa e portuguesa, artigos publicados nos últimos 16 anos, sendo que, inicialmente, a seleção foi realizada com base na leitura do título e do resumo, tendo sido rejeitados todos aqueles que, divergiam substancialmente da temática em estudo ou cuja disponibilidade estava impossibilitada. Posteriormente, a exclusão foi determinada pela análise do conteúdo integral de cada artigo, tendo culminado num total de 52 artigos.

As palavras chaves utilizadas foram: “Endodontia”; “Endodontia guiada”, “Sistema de navegação dinâmica”.

II-Desenvolvimento

A utilização das técnicas guiadas por computador na medicina dentária iniciou-se na implantologia, que tem por objetivo o posicionamento preciso do implante e a prevenção de lesões de estruturas anatômicas importantes, tais como o nervo mandibular ou o seio maxilar. (Naziri, Alexander and Frank, 2016)

Os protocolos de cirurgia guiada de implante são de dois tipos: estática e dinâmica. A estática utiliza uma guia cirúrgica obtida a partir de imagens do ‘Cone-beam computed tomography systems’ (CBCT) e do escaneamento intraoral onde o planeamento não pode ser alterado durante a cirurgia. A dinâmica utiliza um aparelho que combina as imagens da CBCT com sensores que detectam a posição em tempo real do contra-ângulo, oferecendo um conjunto de informações que dispensam o uso de guia cirúrgica e orientam o clínico à medida que o mesmo está operando através de imagens no computador. (Gunalan *et al.*, 2020) Na cirurgia guiada, a colocação do implante resulta numa intervenção cirúrgica mínima, devido a um procedimento sem retalho, de curta duração e não traumática, com um mínimo de complicações pós-operatórias. (Kupeyan *et al.*, 2006)

A medicina dentária entrou na era da digitalização, com o advento da radiografia digital, o uso de CBCT, scanners intraorais e impressoras 3D desenvolvidas para fins odontológicos (Torres *et al.*, 2019)

O CBCT foi desenvolvido especialmente para a Medicina Dentária e permite visualização das estruturas anatômicas em 3 dimensões com maior resolução, (Patel S; *et al.*, 2019) evidenciando as relações estruturais em profundidade, com imagens em cortes, possibilitando a visualização dos tecidos ósseos e dentários com grande definição nos três planos de orientação: sagital, axial e coronal. (Patel *et al.*, 2007) O CBCT não comprime as estruturas tridimensionais em imagens bidimensionais, reduzindo assim a distorção geométrica e aumentando à precisão de diagnóstico da técnica. (Durack and Patel, 2012)

O CBCT representou uma modificação nos conceitos de diagnóstico, não só pela baixa dosagem de radiação, como também pela qualidade e possibilidade de manipulação das imagens 3D. (van der Meer *et al.*, 2016)

Na endodontia, diante de casos mais complexos e graças ao avanço da tecnologia, a imagem tridimensional do CBCT fornece informações superiores em comparação com as radiografias periapicais, possibilitando tratamentos mais previsíveis. Assim cada vez mais profissionais recorrem a este tipo de exame de imagem na prática endodôntica. (Setzer *et al.*, 2017)

O scanner intraoral é um dispositivo que captura as imagens com uma câmera intraoral portátil, direcionando a projeção de luz e transferindo-as em seguida para um software. A imagem escaneada é arquivada no formato STL aberto, onde reproduzirá uma sequência de superfícies trianguladas, sendo cada triângulo definido por três pontos. A reconstrução da superfície pode ser realizada pela junção de várias imagens ou por um vídeo que captura várias imagens por segundo. (Richert *et al.*, 2017)

As câmeras registram imagens individuais dos dentes, gravam cerca de 3 dentes por imagem e são posicionadas em vários ângulos diferentes. Para registrar áreas maiores, as imagens individuais são sobrepostas e o software faz a montagem num modelo tridimensional maior. (Alghazzawi, 2016)

O escaneamento intra oral é um método rápido, quando há um domínio da técnica, pois em poucos minutos captura-se a imagem de toda a arcada do paciente, gerando menos desconforto e assim eliminando a etapa da moldagem. (Mangano *et al.*, 2017) A precisão do scanner intraoral é extremamente útil para o planejamento da guia endodôntica (Moreno-Rabié *et al.*, 2020).

O scanner intra oral requer alto investimento e por esse motivo quando não é possível realizar-se em consultório recorre-se ao escaneamento laboratorial em modelos, que não é muito diferente (Fonseca Tavares *et al.*, 2018), sendo de extrema importância para o planejamento e construção do modelo virtual para a guia de acesso, tornando o procedimento mais preciso. (Dawood *et al.*, 2015)

Os primeiros sistemas de impressões 3D auxiliado por computador (CAD/CAM) eram com métodos subtrativos. No método subtrativo, o material é subtraído de um bloco até deixar a parte na forma desejada (como uma restauração dentária). Nos últimos anos, os métodos aditivos como prototipagem rápida, têm progredido rapidamente em vários campos da medicina dentária. A técnica de prototipagem rápida propôs aplicações bem sucedidas em varias áreas da medicina dentária, como a fabricação de guias cirúrgicas

para implatologia, estruturas para próteses parciais fixas e removíveis, padrões de cera para a prótese dentária, próteses de zircônia e moldes para fundições metálicas, próteses maxilofaciais e dentaduras completas. O método de fabricação aditiva é um processo no qual são adicionadas múltiplas camadas finas de material uma em cima da outra até que a peça seja concluída. (Torabi, Farjood and Hamedani, 2015)

Através destas tecnologias surgiu o termo “endodontia guiada”, uma abordagem terapêutica assistida por computador para localização de canais radiculares calcificados de forma minimamente invasiva. (Krstl *et al.*, 2016; Zehnder *et al.*, 2016)

A técnica de endodontia guiada foi desenvolvida partindo da tecnologia aplicada na implantologia. A endodontia guiada surgiu como um método inovador que proporciona menos desgaste dentário e maior precisão aos tratamentos endodônticos, necessitando de planeamento adequado aliado à tecnologia (Loureiro *et al.*, 2020). É utilizada principalmente nos casos de canais calcificados parcial ou totalmente e na tentativa de acessar o canal remanescente, evitando ocorrer desgaste desnecessário e diminuindo, assim, a hipótese de ocorrência de uma iatrogenia. (Haider, Bds and Restorative, 2016; Loureiro *et al.*, 2020) A endodontia guiada visa atingir resultados mais seguros, tratamentos mais rápidos e previsíveis (Zehnder *et al.*, 2016; Anderson, Wealleans and Ray, 2018)

As guias planificadas no computador são utilizadas na cavidade de acesso (van der Meer *et al.*, 2016) e nas cirurgias endodônticas (Strbac *et al.*, 2017)

Buchgreitz, relatou que a técnica da guia endodôntica teve um acesso preciso e com baixo risco de perfuração do canal radicular, sendo uma ferramenta valiosa e capaz de acessar um canal calcificado, porém a técnica tem limitações por causa da anatomia de dentes com curvaturas de raízes. (Buchgreitz *et al.*, 2015), A utilização da endodontia guiada só está indicada em raízes retas ou nas partes retas de raízes curvas, assim a cirurgia endodôntica mesmo sendo uma abordagem mais invasiva e desconfortável para o doente deve ser considerado como o tratamento de escolha para estes casos, quando não há possibilidade de preparação do canal em linha reta.(Fonseca *et al.*, 2022)

1-Estática

Na endodontia guiada estática, inicia-se pelo planeamento virtual da cavidade de acesso, que é feito através de um software odontológico CAD que sobrepõem os dados do CBCT

em formato DICOM com os da varredura de superfície em formato STL. Assim os dois dados no software são combinados para eliminar artefatos de riscos e espaços vazios através do alinhamento correto de alguns marcos anatômicos, como as coroas dentárias. (Shah and Chong, 2018)

No planeamento virtual, usando o software com a imagens em 3D é desenhado um cilindro alinhado entre o centro do canal radicular visível e o centro da superfície palatina da coroa do dente, e um segundo cilindro ao redor do cilindro central com um diâmetro de 2 milímetros a mais que vai receber um tubo metálico após a confecção da guia, para que a perfuração ocorra com segurança. O tubo metálico na guia cirúrgica tem a função de guiar a broca até o final da calcificação, protegendo as paredes do canal radicular, com o seu diâmetro equivalente às brocas que serão utilizadas no tratamento. (van der Meer *et al.*, 2016) As brocas utilizadas são cilíndricas acompanhando as paredes do tubo metálico proporcionando estabilidade. Para garantir com precisão o posicionamento correto da guia na boca, no planeamento são simulados dois pinos de fixação óssea para estabilização da guia sem necessitar de nenhum suporte digital. (Lara-mendes *et al.*, 2019) Assim a guia é finalizada e exportada no formato STL para a sua fabricação numa impressora 3D (Shah and Chong, 2018)

A guia cirúrgica é posicionada na boca do doente sendo fixado com os pinos intra-ósseo, em seguida, com a mesma broca utilizada da osteotomia o acesso ao canal é realizado com irrigação, sendo direcionado pelo cilindro metálico inserido na guia com pequenos movimentos em direção ao ápice, em baixa velocidade e fazendo sempre a limpeza da broca. Este procedimento é repetido até que a broca atinja a parada mecânica da manga, indicando que o ponto alvo apical foi atingido na profundidade planeada. É feita a remoção da guia, compressão na região de sangramento onde foram removidos os pinos de fixação, realizado o isolamento absoluto e fazendo a confirmação que o canal foi detectado com sucesso, seguindo para o tratamento endodôntico na forma convencional. (Lara-mendes *et al.*, 2019)

Esta técnica também pode ser considerada um importante auxílio no tratamento de acidentes e complicações na endodontia, devido rapidez e previsibilidade da sua aplicação. Sendo uma técnica de aprendizagem simples, não exigindo experiência profissional, porém são necessários conhecimentos para realizar o planeamento tomográfico e virtual que é essencial para o sucesso. (Lara-mendes *et al.*, 2019)

Varios estudos têm sido realizados para verificação e aprimoramento da técnica:

Os primeiros relatos tratam de casos clínicos usando a endodontia guiada estática, em dentes anteriores calcificados na maxila com resultados de tratamentos bem sucedidos (Kraatz *et al.*, 2016; van der Meer *et al.*, 2016)

Outro trabalho relata um caso clínico de tratamento de incisivos mandibulares com canais radiculares calcificados que foi desenvolvido para uma abordagem "microguiada" diminuindo o diâmetro da broca e da manga correspondente, resultando menor desgaste (Connert *et al.*, 2017).

Lara Mendes *et al.*, em 2018 publicou um artigo com casos clínicos utilizando a técnica endodôntica guiada em molares maxilares que se mostrou uma terapia rápida, segura e previsível e pode ser considerada como uma excelente opção para a localização de canais radiculares calcificados, evitando falhas em casos complexos (Lara-Mendes *et al.*, 2018).

Em 2019, Connert *et al.*, elaborou um estudo laboratorial comparando, a localização do canal radicular e a perda de dentina entre as preparações convencionais e de acesso guiado em dentes impressos em 3D com canais radiculares calcificados (simulados) e os melhores resultados foram na abordagem guiada, com menor perda de dentina e localização previsível e rápida. Além disso, em contraste com a abordagem à mão livre, os resultados não foram influenciados pela experiência do operador (Connert *et al.*, 2019)

A técnica endodôntica guiada estática também está sendo aplicada na remoção de espigões de fibra de vidro. (Maia *et al.*, 2018) Criando um dispositivo que têm a finalidade de guiar as brocas durante o desgaste de espigão de fibra cimentados adesivamente, permitindo um acesso para a reintervenção endodôntica (Schwindling *et al.*, 2019)

Em 2020 foi publicado um artigo de um caso clínico de tratamento endodôntico guiado de múltiplos dentes numa criança de 12 anos que apresentavam displasia dentina radicular tipo I, onde o exame radiográfico revelou calcificação pulpar em todos os dentes e radiolucência apical em sete dentes (12, 15, 26, 31, 32, 36 e 46). O dente 36 tinha sintomas agudos e foi tratado primeiro através da endodontia convencional, realizada a cavidade de acesso e detecção dos canais radiculares. Mesmo com todo o cuidado, os canais distais e mesiolingual foram perfurados. Após imediata reparação, foi feita uma mudança de estratégia para o tratamento endodôntico guiado dos restantes 6 dentes. Após 1 ano

obteve-se a confirmação do sucesso nos resultados e e sinais claros de cura apical presente em todos os dentes tratados. (Krug *et al.*, 2020)

Em 2021 um trabalho foi realizado comparando, o tratamento endodôntico convencional com a endodontia guiada estática em dentes com agregado de trióxido mineral MTA, que tinha o objetivo de avaliar a eficácia da técnica de endodontia guiada estática para acessar o canal radicular através do MTA e avaliar o efeito desta técnica na força da fratura dos dentes. Os resultados foram mais favoráveis nos dentes tratados com a técnica endodôntica guiada estática, que apresentou resultados favoráveis em relação ao tempo, percalços e força da fratura. (Ali Afzal; and Arslan, 2021)

2-Dinâmica

O sistema de navegação dinâmica utiliza o software para planejar o tratamento e orientar o medico dentista, rastreando a broca em relação à posição do doente durante todo o procedimento, semelhante a um sistema de posicionamento global em tempo real. (Torres *et al.*, 2021)

O sistema dinâmico tem suprido algumas limitação que o sistema estático apresentava devido ao uso da guia cirúrgica, como a limitação da abertura de boca do doente, o tempo e o custo gasto para a confecção da guia, a visibilidade limitada e o resfriamento da broca. O sistema dinâmico permite o uso de qualquer tipo de broca, permite possíveis alterações do plano de tratamento e elimina o risco de ocorrência de falhas decorrentes do mal posicionamento da guia, o que pode ocorrer no sistema estático. (Torres *et al.*, 2021)

Na endodontia guiada dinâmica, são necessários um CBCT, uma câmera estereoscópica com esferas marcadoras reflexivas, um computador e o respectivo software de navegação. Funciona da seguinte forma: o sistema possui câmera estereoscópica com ou sem luz infravermelho e por meio de esferas de marcadores reflexivas que são fixadas no doente e nos instrumentos utilizados, são visualizadas em imagens em 3D na tela do computador a posição do doente e de cada instrumento utilizado, possibilitando uma localização exata no espaço em tempo real. (Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021)

Nos sistemas de navegação dinâmica atuais, as imagens são exibidas no monitor através de tecnologias ópticas, com o rastreamento do paciente e dos instrumentos utilizados. Nos sistemas ópticos, as matrizes de rastreamento podem ser ativas ou passivas. (Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021)

No sistema ativo as matrizes emitem luz, que é rastreada pelas câmeras estéreo. No sistema passivo a luz emitida é refletida de volta para as câmeras estéreo. Desta forma, ambos os sistemas, fazem o rastreamento em tempo real. (Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021)

No sistema passivo são fixados marcadores fiduciais na arcada no doente para a realização do CBCT. Com o dispositivo conectado aos marcadores fiduciais é feito o registro da arcada nas câmeras com uma matriz de fixação extraoral. O contra angulo também contém uma matriz que, juntamente com os marcadores fiduciais, irão permitir a triangulação possibilitando uma navegação precisa. (Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021) No planeamento os dados do CBCT em formato DICOM, são transferidos para o software e servem como guia de referência para planejar o tratamento endodôntico. (Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021) No tratamento endodôntico não cirúrgico, é planeado virtualmente o caminho de acesso com 1mm de diâmetro que estende-se em linha reta até a entrada visível do canal, (Torres *et al.*, 2021) sendo que o ponto de entrada é fixado na borda incisal/oclusal até o ponto alvo tridimensional. Para as microcirurgias endodônticas são planeados, a posição na arcada e o tamanho necessário para se realizar a osteotomia, podendo planejar simultaneamente o nível e angulação da ressecção da ponta da raiz. (Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021)

Com o planeamento concluído, faz-se a colocação do rastreador no doente, fazendo o rastreamento do mesmo, antes do posicionamento do isolamento absoluto. Mapeando a mandíbula do doente no CBCT os dentes são marcados com pontos de referência para registrar a mandíbula na interface do CBCT. O registro do traçado requer pontos de referencia não colineares nos dentes maxilares e o rastreador da mandíbula é conectado aos dentes. (Bardales-Alcocer *et al.*, 2021) Em seguida calibra-se o contra-ângulo e a broca no calibrador, conferindo nas imagens 3D nas três incidências do CBCT. Se a posição estiver exata, inicia-se a cirurgia de acesso até o alvo planeado. É necessário repetir a calibragem da broca sempre que esta seja trocada, antes do seu uso, conferindo o posicionamento da broca durante todos procedimentos. Nas microcirurgias endodônticas também são necessários o rastreio e calibragem, igualmente realizado nos tratamentos não cirúrgicos. (Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021) Após atingir o ponto alvo, o tratamento endodontico é finalizado de forma convencional. (Bardales-Alcocer *et al.*, 2021)

Em 2020 um estudo *in vitro* foi realizado para analisar a precisão das duas técnicas de navegação auxiliadas por computador (dinâmica e estática) nas cavidades de acesso endodôntico em comparação com o acesso convencional. Selecionaram 30 dentes anteriores monoradiculares, que foram divididos em três grupos com 10 dentes para cada técnica. Realizaram o acesso endodôntico nos dentes dos três grupos, cada um de acordo com a técnica proposta. Finalizados os acessos endodônticos foram feitos um segundo CBCT para analisar e comparar os resultados da precisão entre as cavidades de acesso endodôntico planejadas e realizadas. Resultados não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre navegação estática e dinâmica, porém, em relação ao grupo onde foi realizado o acesso convencional foram observadas diferenças estatisticamente significativas. Daí se concluiu, que os sistemas de navegação auxiliado por computador permitiram um desempenho preciso das cavidades de acesso endodôntico. (Zubizarreta-Macho *et al.*, 2020)

Outro trabalho relata um caso clínico onde há a necessidade de realizar o retratamento endodôntico em um dente com espigão de fibra de vidro que é pilar de uma ponte fixa em zircônia, utilizando o sistema de navegação dinâmica para acesso minimamente invasivo na coroa de zircônia e na remoção deste espigão, mantendo a ponte fixa. Concluiu-se que, o sistema de navegação dinâmica permitiu acesso conservador na coroa de zircônia e remoção do espigão com a máxima precisão, evitando o desgaste desnecessário da estrutura radicular sem enfraquecer as paredes radiculares e possíveis iatrogenias. (Bardales-Alcocer *et al.*, 2021)

Um dos primeiros estudos com o sistema de navegação dinâmica para endodontia foi realizado em 2019, onde modelos dentários foram confeccionados com dentes humanos extraídos. O CBCT foi feito em cada modelo com stent termoplástico moldado e um marcador radiográfico anexado. O planejamento foi realizado no software do sistema de navegação dinâmico para cirurgia de implante dentário. Foram selecionados 29 dentes para este estudo, onde foi planejado ponto de entrada da perfuração, ângulo, caminho e profundidade. O sistema de navegação dinâmica foi capaz de detectar canais radiculares em 26 dos 29 dentes. Em dois dos três dentes restantes, apenas um canal poderia ser detectado em molares maxilares devido a dificuldades de rastreamento. No terceiro dente (também um molar maxilar), a preparação estava fora do alvo. Concluíram que uso da

tecnologia de navegação dinâmica auxiliada por computador é muito eficaz na prática clínica endodôntica. (Chong, Dhesi and Makdissi, 2019)

Em um relato de caso clínico, mostrou que o uso do sistema de navegação dinâmica Navident, por um estudante da graduação, para preparação da cavidade óssea e ressecção de extremidade da raiz no tratamento endodôntico cirúrgico, em um incisivo lateral superior com lesão apical. O sistema permitiu uma localização precisa da raiz e da apicectomia precisa com uma cavidade invasiva mínima, possibilitando que um aluno de graduação sem experiência prática realizasse a osteotomia e a ressecção da raiz de forma fácil e rápida, com uma abordagem minimamente invasiva e sem erros iatrogênicos. O desenvolvimento de sistema de navegação cirúrgica dedicados para cirurgia endodôntica poderia facilitar as manobras do operador e reduzir o risco de erros iatrogênicos. (Gianluca *et al.*, 2019)

Um caso clínico realizado em um molar maxilar com calcificação pulpar em um paciente de 63 anos que não poderia ser submetido a procedimentos cirúrgicos devido ao histórico de radiação da cabeça e pescoço e do alto risco de desenvolver osteoradionecrose, uma abordagem endodôntica não cirúrgica foi considerada a opção de tratamento mais razoável, apesar do prognóstico questionável do dente. Durante o tratamento endodôntico convencional o canal distovestibular apresentou-se parcialmente calcificado, não possibilitando a sua localização, nem mesmo com o auxílio do microscópio e do CBCT. Diante desta situação foi utilizado o sistema de navegação dinâmico, que possibilitou a localização precisa do canal radicular e de forma convencional finalizaram o tratamento endodôntico. (Dianat *et al.*, 2020)

Em 2021, um estudo laboratorial foi realizado para avaliar a precisão 3D e o resultado da navegação dinâmica para tratamento de canais pulpares severamente obliterados em modelos impressos em 3D. Foi realizado da seguinte forma: três operadores com diferentes níveis de experiência em endodontia realizaram cavidade de acesso guiado em dois conjuntos (maxilar e mandibular) impressos em 3D, em dentes com calcificação severa dos canais, simulando a situação clínica real, de acordo com a técnica proposta. Ao final outra tomografia foi realizada para avaliar os preparos. As cavidades de acessos também foram examinadas com a lima K, para confirmar que o canal estava bem localizado.. O total de 156 canais foram localizados, resultando 93% de sucesso,

independentemente dos operadores. Concluíram que a navegação dinâmica é uma abordagem precisa, mas demanda um treinamento técnico intensivo antes do uso clínico. (Torres *et al.*, 2021)

Em outro estudo realizado em 2021, que comparava a endodontia com o uso do sistema de navegação dinâmico e a preparação convencional (com mão livre), objetivava analisar a quantidade de perda de substâncias e o tempo gasto para preparação da cavidade de acesso em modelo *in vitro* com dentes impressos em 3D. Foi dividido em dois grupos com seis modelos com 36 dentes para cada grupo. Que seria realizado por um operador (1) tinha 12 anos de experiência e o outro grupo o operador (2) tinha 2 anos de experiência. Os resultados em relação a perda de substância foi significativamente menor na navegação dinâmica do que na convencional e o tempo gasto foi semelhante. O operador 1 (mais experiente) obteve significativamente menos perda de substância do que o operador 2 com a técnica convencional. Na navegação dinâmica não se observou diferença significativa na atuação dos dois operadores. Concluiu-se, então, que o sistema de navegação dinâmica é um método praticável, que preserva substâncias, com tempo gasto semelhante a técnica convencional e que parece não depender da experiência do operador. (Connert *et al.*, 2021)

Em 2021 foi realizado um estudo para investigar a eficiência do sistema de navegação dinâmica tridimensional em comparação com a técnica com mão livre na remoção de espigões de fibra de vidro em dentes com tratamento endodôntico. Com 26 dentes, dividido em dois grupos com 13 para cada grupo, foram montados na maxila para simulação clínica. Os CBCTs foram realizados antes e após o procedimento. No grupo do sistema dinâmico, os procedimentos foram guiados com software X-Nav e no grupo com mão livre com o auxílio de microscópio odontológico. Foram analisados os desvios coronais e apicais, deflexão angular, tempo operacional, e os contrastes entre ambas as técnicas. O volume tridimensional de cada dente, também foi calculado antes e após a remoção dos espigões. O resultados do estudo demonstrou que no sistema de navegação dinâmica ocorreu, significativamente, menos desvios coronais, apicais e deflexão angular, além de exigir menos tempo operacional, obtendo menor perda volumétrica da estrutura dentária em comparação com o grupo da mão livre. O sistema de navegação dinâmica endodôntico mostrou-se, manifestamente mais preciso e eficiente para remoção de espigões de fibra em dentes com tratamento endodôntico. (Janabi *et al.*, 2021)

III-Discussão

Após a revisão bibliográfica, os estudos apresentados se resumem a relatos de casos clínicos e estudos laboratoriais usando o sistema de navegação dinâmico e estático na endodontia, em comparação com tratamento endodôntico convencional (com mão livre) e estão em fase bastante inicial de pesquisa sobre o assunto. São necessários mais estudos comparativos, clínicos e com amostras maiores para realmente se verificar a vantagem da endodontia guiada frente à convencional.

Nos estudos apresentados usando os sistemas de navegação estático e dinâmico, além de enfatizar a localização precisa dos canais radiculares e a preservação da estrutura do dente por ser uma técnica minimamente invasiva, são abordados alguns pontos específicos como o tratamento de dentes com calcificação pulpar, eficácia na remoção dos espigões de fibra de vidro, tratamentos endodônticos em dentes selados com MTA, desvio do conduto, tempo operacional gasto, influência da experiência do operador e o uso na cirurgia endodôntica. (Krastl *et al.*, 2016; Zehnder *et al.*, 2016; Maia *et al.*, 2018; Fonseca Tavares *et al.*, 2018; Chong, Dhesi and Makdissi, 2019; Connert *et al.*, 2019, 2021; Gianluca *et al.*, 2019; Loureiro *et al.*, 2020; Zubizarreta-Macho *et al.*, 2020; Dianat *et al.*, 2020; Ali Afzal; and Arslan, 2021; Bardales-Alcocer *et al.*, 2021; Torres *et al.*, 2021; Janabi *et al.*, 2021; Kinariwala, Kiscsatári and Antal, 2021)

A principal desvantagem dos sistemas guiados é o custo operacional. Ambas as técnicas necessitam da realização do CBCT. Para a aplicação da técnica do sistema de navegação dinâmica o consultório odontológico tem que ter um equipamento do CBCT disponível. Ambas as técnicas necessitam adquirir um software de navegação.(Niraj Kinariwala and SamaranayakeL akshman, 2021) O sistema de navegação estático tem o custo adicional da confecção da guia endodôntica e o sistema de navegação dinâmico tem o elevado custo na aquisição dos equipamentos que são necessários para realização da técnica.(Torres *et al.*, 2021)

Outra questão abordada em alguns estudos citados é a influência do operador (experiência). Em ambas as técnicas guiadas demonstrou-se que não houve variações nos resultados diante da experiência do profissional(Connert *et al.*, 2019, 2021; Gianluca *et al.*, 2019) Outro artigo, relata a vantagem do sistema estático em relação ao sistema dinâmico, porque este último necessita de um rigoroso treinamento do sistema operacional, para adquirir destreza manual e coordenação na realização do acesso

endodôntico olhando através da tela do computador. (Chong, Dhesi and Makdissi, 2019; Torres *et al.*, 2021)

A grande vantagem do sistema de navegação dinâmico em relação ao estático é que não há necessidade da confecção da guia endodôntica, e esse fato possibilita a realização do procedimento imediatamente após a consulta e o CBCT. Portanto a técnica permite ser utilizada em procedimentos de urgências, anatomia complexa e calcificação pulpar. (Torres *et al.*, 2021)

No artigo Zubizarreta-macho um estudo laboratorial fez a comparação entre as duas técnicas guiadas (estática e a dinâmico), onde seus resultados demonstraram que o grupo que utilizou o sistema de navegação dinâmico teve resultados mais precisos do que o grupo do sistema de navegação estático, apesar de que os valores obtidos não foram estatisticamente significativos. (Zubizarreta-Macho *et al.*, 2020)

Em todos os artigos apresentados nesta revisão, a abordagem guiada forneceu resultados mais favoráveis nos diferentes aspectos investigados. A principal indicação para o uso das técnicas endodônticas guiadas é no tratamento endodôntico em dentes com calcificação pulpar, onde se justifica o uso da técnica devido a dificuldade da localização do canal e possíveis iatrogenias realizadas com acesso endodôntico convencional e mesmo com o auxílio do CBCT e microscópio.

IV- Conclusão

Em conclusão, diante destes artigos analisados, a endodontia guiada usando navegação estática ou dinâmica parece ser um método eficiente, seguro e minimamente invasivo para detectar canais radiculares calcificados em comparação com as técnicas convencionais com mão livre.

A navegação dinâmica é uma técnica muito nova e ainda tem grande potencial para desenvolvimento.

Enfatizamos a necessária importância da realização de mais estudos com evidências clínicas que comprovem o potencial do uso da tecnologia de navegação dinâmica auxiliada por computador na endodontia, para que se justifique o grande investimento financeiro em equipamentos para o uso cotidiano do clínico.

V-Bibliografia

- Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*. Japan Prosthodontic Society, pp. 72–84.
- Ali Afzal; and Arslan, H. (2021). Effectiveness of the static-guided endodontic technique for accessing the root canal through MTA and its effect on fracture strength. *Clinical Oral Investigations*. Clinical Oral Investigations, 25, pp. 1989–1995.
- Anderson, J., Wealleans, J. and Ray, J. (2018). Endodontic applications of 3D printing. *International Endodontic Journal*, 51(9), pp. 1005–1018.
- Bardales-Alcocer, J. *et al.* (2021). Endodontic Retreatment Using Dynamic Navigation : A Case Report. *J Endod*, 47(6), pp. 1007–1013.
- Batista, S. F. *et al.* (2020). Decontamination of Gutta-percha Cones employed in Endodontics. *Acta Odontol Latinoam*, 33(1), pp. 45–49.
- Bergenholtz, G. (2016). Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43(10), pp. 753–758.
- Buchgreitz, J. *et al.* (2015). Guided access cavity preparation using cone-beam computed tomography and optical surface scans – an ex vivo study. *International Endodontic Journal*, pp. 1–6.
- Chong, B. S., Dhesi, M. and Makdissi, J. (2019). Computer-aided dynamic navigation: a novel method for guided endodontics. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 50(3), pp. 196–202.
- Connert, T. *et al.* (2017). Connert, T. *et al.* (2017). Microguided Endodontics: a method to achieve minimally invasive access cavity preparation and root canal location in mandibular incisors using a novel computer-guided technique. *International Endodontic Journal*, 51(2), pp. 247–255. *International Endodontic Journal*, 51(2), pp. 247–255.
- Connert, T. *et al.* (2019). Guided Endodontics versus Conventional Access Cavity Preparation: A Comparative Study on Substance Loss Using 3-dimensional–printed Teeth. *Journal of Endodontics*, 45(3), pp. 327–331.
- Connert, T. *et al.* (2021). Real-Time Guided Endodontics with a Miniaturized Dynamic Navigation System Versus Conventional Freehand Endodontic Access Cavity Preparation : Substance Loss and Procedure Time. *Journal of Endodontics*, 47(10), pp. 1651–1656.
- Dawood, A. *et al.* (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*. Nature Publishing Group, 219(11), pp. 521–529.
- Dianat, O. *et al.* (2020). Guided Endodontic Access in a Maxillary Molar Using a Dynamic 3D Navigation System: A Case Report. *Journal of Endodontics*. American Association of Endodontists, 47(4), pp. 658–662.

Durack, C. and Patel, S. (2012). Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Braz Dent J*, 23, pp. 179–191.

Fonseca, G. M. and Fonseca, M. M. (2015). Calcific Metamorphosis with Pathological Root Resorption in Permanent Teeth: Morphohistometric Evaluation of Two Cases. *International Journal of Morphology*, 33(2), pp. 712–718.

Fonseca Tavares, W. L. *et al.* (2018). Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. *Journal of Endodontics*, 44(7), pp. 1195–1199.

Gianluca, G. *et al.* (2019). Endodontic Microsurgery Using Dynamic Navigation System : A Case Report. *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc, 45(11), pp. 1397-1402.e6.

Gunalan, K. *et al.* (2020). Expectation and reality of guided implant surgery protocol using computer - assisted static and dynamic navigation system at present scenario : Evidence - based literature review. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 24(5), pp. 398–408.

Haider, S., Bds, S. and Restorative, M. (2016). Calcific Metamorphosis : A Review. *International Journal of Health Sciences, Qassim University*, 10(3), pp. 437–442.

Hebling, E. *et al.* (2014). Periapical status and prevalence of endodontic treatment in institutionalized elderly. *Brazilian Dental Journal*, 25(2), pp. 123–128.

Janabi, A. *et al.* (2021). Accuracy and Ef fi ciency of 3-dimensional Dynamic Navigation System for Removal of Fiber Post from Root Canal – Treated Teeth. *Journal of Endodontics*, 47(9), pp. 1453–1460.

Kim, S., Kratchman, S. and Guess, G. (2010). Contemporary Endodontic Microsurgery: Procedural Advancements and Treatment Planning Considerations. *ENDODONTICS Colleagues for Excellence*, pp. 1–8.

Kinariwala, N., Kiscsatári, R. and Antal, M. A. (2021). Dynamic navigation in endodontics. *Clinical Dentistry Reviewed*. Springer International Publishing, pp. 1–10.

Krastl, G. *et al.* (2016). Guided Endodontics: A novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. *Dental Traumatology*, 32(3), pp. 240–246.

Krug, R. *et al.* (2020). Guided endodontic treatment of multiple teeth with dentin dysplasia : a case report. *Head & Face Medicine*. Head & Face Medicine, pp. 1–8.

Kupeyan, H. K. *et al.* (2006). Definitive CAD / CAM-Guided Prosthesis for Immediate Loading of Bone-Grafted Maxilla : A Case Report. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 8(C), pp. 161–167.

Lara-Mendes, S. T. d. O. *et al.* (2018). Guided Endodontic Access in Maxillary Molars Using Cone-beam Computed Tomography and Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing System: A Case Report. *Journal of Endodontics*, 44(5), pp. 875–879.

Lara-mendes, S. T. D. O. . *et al.* (2019). Guided endodontics as an alternative for the treatment of severely calcified root canals. *Dental Press Endodontics*, 45(1), pp. 15–20.

Lopes, H. P. and Siqueira, J. F. J. (2015). *Endodontia: Biologia e Técnica*. 4ª. Edited by E. E. Ltda. Rio de Janeiro.

Loureiro, M. A. Z. *et al.* (2020). Guided Endodontics: Volume of Dental Tissue Removed by Guided Access Cavity Preparation—An Ex Vivo Study. *Journal of Endodontics*, 46(12), pp. 1907–1912.

Maia, L. M. *et al.* (2018). Three-dimensional endodontic guide for adhesive fiber post removal : A dental technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry, pp. 1–4.

Mangano, F. *et al.* (2017). Intraoral scanners in dentistry : a review of the current literature. *BMC Oral Health*. BMC Oral Health, pp. 1–11.

McCabe, P. S. and Dummer, P. M. H. (2012). Pulp canal obliteration: An endodontic diagnosis and treatment challenge. *International Endodontic Journal*, 45(2), pp. 177–197.

van der Meer, W. J. *et al.* (2016). 3D Computer aided treatment planning in endodontics. *Journal of Dentistry*. Elsevier Ltd, 45, pp. 67–72.

Moreno-Rabié, C. *et al.* (2020). Clinical applications, accuracy and limitations of guided endodontics: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 53(2), pp. 214–231.

Naziri, E., Alexander, S. and Frank, W. (2016). Accuracy of computer-assisted implant placement with insertion templates Genauigkeit computerassistent geplanter und schablonengeführter, 5, pp. 1–16.

Niraj Kinariwala and Samaranyake L akshman. (2021). *Guided Endodontics. Der Freie Zahnarzt*. Edited by N. L. S. Kinariwala. Cham: Springer Nature Switzerland AG.

Patel S; *et al.* (2019). Cone beam computed tomography in Endodontics – a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 52, pp. 1138–1152.

Patel, S. *et al.* (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal*, 40(January), pp. 818–830.

Pinto, M. e S. C. *et al.* (2011). Cirurgia parodontológica : revisão da literatura. *Revista Interdisciplinar NOVAFAPI*, October, pp. 55–60.

Richert, R. *et al.* (2017). Review Article Intraoral Scanner Technologies : A Review to Make a Successful Impression. *Journal of Healthcare Engineering*, 2017, pp. 1–9.

Schwindling, F. S. *et al.* (2019). Three-dimensional-guided removal and preparation of dental root posts — concept and feasibility. *Journal of Prosthodontic Research*. Japan Prosthodontic Society, pp. 1–5.

Setzer, F. C. *et al.* (2017). A Survey of Cone-beam Computed Tomographic Use among Endodontic Practitioners in the United States. *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc, 43(5), pp. 699–704.

Shabbir, J. *et al.* (2021). Access Cavity Preparations : Classification and Literature Review of Traditional and Minimally Invasive Endodontic Access Cavity Designs. *Journal of Endodontics*. Elsevier

Inc, 47(8), pp. 1229–1244.

Shah, P. and Chong, B. S. (2018). 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. *Clinical Oral Investigations*. *Clinical Oral Investigations*, 22(2), pp. 641–654.

Strbac, G. D. *et al.* (2017). Guided Modern Endodontic Surgery: A Novel Approach for Guided Osteotomy and Root Resection. *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc, 43(3), pp. 496–501.

Tavares, W. L. F. *et al.* (2022). Limitations and Management of Static-guided Endodontics Failure. *Journal of Endodontics*, 48(2), pp. 273–279.

Torabi, K., Farjood, E. and Hamedani, S. (2015). Rapid Prototyping Technologies and their Applications in Prosthodontics , a Review of Literature. *Journal of Dentistry*, 16(March), pp. 1–9.

Torabinejad, M. and Walton, E. R. (2010). *Endodontia: princípios e prática*. 4th ed. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 4th ed. Edited by Elsevier. Rio de Janeiro.

Torres, A. *et al.* (2021). Dynamic navigation : a laboratory study on the accuracy and potential use of guided root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 54(February), pp. 1659–1667.

Torres, A. . *et al.* (2019). Microguided endodontics: A case report of a maxillary lateral incisor with pulp canal obliteration and apical periodontitis. *Int Endod J.*, pp. 0–1.

Zehnder, M. S. *et al.* (2016). Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. *International Endodontic Journal*, 49(10), pp. 966–972.

Zubizarreta-Macho, Á. *et al.* (2020). Accuracy of Computer-Aided Dynamic Navigation Compared to Computer-Aided Static Procedure for Endodontic Access Cavities : An In Vitro Study. *Journal of Clinical Medicine*, 9, pp. 1–9.