

UNIVERSIDADE PAULISTA

JOÃO PEDRO RADOVANOVICH PAIXÃO

MICROCIRURGIA PARENDODÔNTICA COM FOCO EM CIRURGIA GUIADA:

Revisão de literatura

CAMPINAS 2025

JOÃO PEDRO RADOVANOVICH PAIXÃO

MICROCIRURGIA PARENDODÔNTICA COM FOCO EM CIRURGIA GUIADA:

Revisão de literatura

Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de graduação em Odontologia apresentado à Universidade Paulista – UNIP.

Orientador: Prof.^a Dr. Danilo Kirschner Camargo Moraes

CAMPINAS 2025

CIP - Catalogação na Publicação

Paixão, João Pedro

Microcirurgia parendodôntica com foco em cirurgia guiada / João
Pedro Paixão. - 2025.

36 f. : il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado ao Instituto
de Ciência da Saúde da Universidade Paulista, Campinas, 2025.

Área de Concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Moraes.

1. Revisão de literatura. I. Moraes, Danilo (orientador). II. Título.

JOÃO PEDRO RADOVANOVICH PAIXÃO

MICROCIRURGIA PARENDODÔNTICA COM FOCO EM CIRURGIA GUIADA:

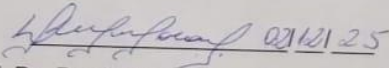
Revisão de literatura

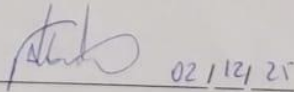
Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de graduação em Odontologia apresentado à Universidade Paulista – UNIP.

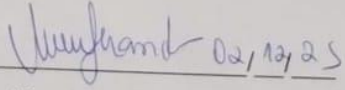
Aprovado em: 02/12/25

NOTA 10,0

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Danilo Kirschner Camargo Moraes
Universidade Paulista – UNIP


Prof. Dr. Fabio Henrique Lozano Monteiro
Universidade Paulista – UNIP


Profa. Dra. Maria Paula Maciel Rando Meirelles
Universidade Paulista - UNIP

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu pai Ramon, madrasta Camila, tia Gilmara, vô João, vó Zulmira, vó Cida, irmãos Caio Cesar, Ana Livia, Henrique e a minha namorada Tayná. Principalmente a minha mãe, Ana Yara, que me guiou por esses quatro anos de curso e me guiará para o resto da minha vida. Te amo mãe, sinto muito a sua falta.

Adradeço do fundo do meu coração cada momento, cada apoio após uma queda, cada abraço, cada conselho que me manteve forte para seguir em frente e não desistir.

A todos vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

À minha mãe, por ser minha estrela mais brilhante, por ter me dado sua força e amor incondicional e meu exemplo de determinação.

Ao meu pai e minha madrastra, pelo apoio incondicional e motivação para continuar e batalhar pelo meu futuro e por fazerem parte da minha vida de forma tão especial.

Aos meus avós, principalmente para a vó Zulmira, por toda sua sabedoria.

À minha tia, por sempre estar comigo em qualquer situação e ser meu maior exemplo de força e amor.

Aos meus irmãos Caio Cesar, Ana Livia e Henrique Veneruci. Por serem os motivos da minha alegria.

À minha namorada Tayná Mosconi, por sempre me apoiar e acreditar no meu potencial.

Aos meus amigos do OBS, pela amizade, companheirismo, momentos de descontração e por tornarem essa jornada mais leve.

Aos meus professores, que sempre me guiaram pelo melhor caminho.

Ao meu orientador, um grande amigo, que me inspirou durante a produção desse trabalho.

RESUMO

A microcirurgia endodôntica, é o procedimento de escolha para o tratamento de patologias apicais persistentes quando a terapia não cirúrgica falha ou é inviável, visando a longevidade dental e o reparo tecidual. As técnicas atuais demonstraram uma taxa de cura significativamente superior em comparação com a abordagem tradicional. No entanto, a alta dependência da habilidade, experiência do operador e a complexidade anatômica, serviram como estímulos para evolução do planejamento digital. Com o surgimento da microcirurgia paredodôntica guiada, estabeleceu-se um novo padrão de precisão e previsibilidade. Podendo ser categorizada em duas metodologias principais: a navegação estática, que utiliza guias cirúrgicos impressos em 3D, e a navegação dinâmica, que oferece orientação em tempo real. A técnica estática além de benefícios, trás com ela dificuldades como a impossibilidade de modificações transoperatória. A técnica dinâmica, por sua vez, oferece flexibilidade em tempo real. Em conclusão, a integração da tecnologia de escâner e da tomografia computadorizada de feixe cônico na microcirurgia paredodôntica minimizou o trauma causado pelo profissional, padronizando a precisão da ressecção apical, garantindo um novo patamar de sucesso clínico na endodontia cirúrgica.

Palavras-chave: Endodontia, Apicectomia, Microcirurgia, Cirurgia Guiada por Imagem.

ABSTRACT

Endodontic microsurgery is the procedure of choice for treating persistent apical pathologies when non-surgical therapy fails or is unfeasible, aiming for dental longevity and tissue repair. Current techniques have demonstrated a significantly higher cure rate compared to the traditional approach. However, the high dependence on operator skill and experience, as well as anatomical complexity, have served as stimuli for the evolution of digital planning. With the emergence of guided parendodontic microsurgery, a new standard of precision and predictability has been established. It can be categorized into two main methodologies: static navigation, which uses 3D-printed surgical guides, and dynamic navigation, which offers real-time guidance. The static technique, in addition to its benefits, brings with it difficulties such as the impossibility of intraoperative modifications. The dynamic technique, in turn, offers real-time flexibility. In conclusion, the integration of scanner technology and cone-beam computed tomography in periapical microsurgery has minimized trauma for the professional, standardizing the precision of apical resection and ensuring a new level of clinical success in surgical endodontics.

Keywords: Endodontics, Apicoectomy, Microsurgery, Image-Guided Surgery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação da lesão com seio maxilar.....	13
Figura 2 - Guia cirúrgico CAD/CAM	14
Figura 3 - Passo evolutivo da navegação estática	15
Figura 4 - Avanço para navegação dinâmica	16
Figura 5 - Guia 3D adaptado para ponta piezo ultrassônica para corte cirúrgico.....	18
Figura 6 - Desenho do guia cirúrgico baseado no plano cirúrgico e no modelo de gesso.....	19
Figura 7 - Visualização da grade pré-fabricada na TCFC	20
Figura 8 - União da TCFC e STL.....	21
Figura 9 - Sequência de planejamento.....	22
Figura 10 - Blue SKy Plan 3 para planejamento do guia 3D	23
Figura 11 - Uso do Smop para confecção do guia 3D.....	24
Figura 12- Utilização de Punch para biopsia em GEMS	24
Figura 13 - Passo a passo da navegação dinâmica	25
Figura 14 – Passo a passo da navegação estática	26
Figura 15 – Cirurgia piezoelétrica na NE.....	27

LISTA DE ABREVIACÕES

TCFC.	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.
MP.	Microcirurgia Parendodôntica.
GEMS.	Microcirurgia Parendodôntica Guiada.
ND.	Navegação Dinâmica.
NE.	Navegação Estática.
GPS.	Sistema de Posicionamento Global.
PRF.	Fibrina Rica em Plaquetas.
DICOM.	Comunicação e Imagem Digital em Medicina.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	Metodologia	11
2.2	Revisão de literatura	12
2.2.1	Conceitos Gerais da Microcirurgia endodôntica	12
2.2.2	Evolução Tecnológica na Endodontia Cirúrgica	14
2.2.3	Conceito e Princípios da Cirurgia Guiada	16
2.2.4	Aquisição e Processamento de Imagens Virtuais	19
2.2.5	Planejamento da Cirurgia	21
2.2.6	Execução da cirurgia guiada	25
2.2.7	Desafios e Limitações	28
2.3	Discussão	30
3	CONCLUSÃO	33
•	REFERÊNCIA	

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias digitais, grandes transformações vêm ocorrendo na prática odontológica, especialmente no campo da endodontia cirúrgica. A cirurgia guiada, inicialmente difundida na implantodontia, vem sendo incorporada progressivamente à microcirurgia parendodôntica, proporcionando maior previsibilidade, segurança e precisão nos procedimentos. Essa técnica foi baseada na integração de ferramentas digitais como a tomografia computadorizada de feixe cônico, escâners intraorais e softwares de planejamento virtual, que permitem a confecção de guias cirúrgicos personalizados por meio da impressão 3D, otimizando o diagnóstico e o tratamento de patologias periapicais. (Dedania *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2014; Giacomino *et al.*, 2018; Fu *et al.*, 2022)

Apesar de seus benefícios, a aplicação da cirurgia guiada na microcirurgia endodôntica ainda enfrenta desafios e limitações importantes. Entre eles, destacam-se a necessidade de precisão no registro de imagens, o custo elevado dos equipamentos e softwares, a curva de aprendizado do profissional, e a adaptação dos protocolos clínicos para atender às especificidades anatômicas de cada caso. Além disso, a literatura científica ainda busca consolidar evidências clínicas robustas que confirmem a superioridade da técnica guiada sobre os métodos convencionais. (Gupta *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2014; Pinsky *et al.*, 2007; Fan Y *et al.*, 2019; Hawkins *et al.*, 2020)

O argumento central deste trabalho fundamenta-se na incorporação da cirurgia guiada à endodontia cirúrgica representa um marco tecnológico, ao permitir uma abordagem mais previsível e minimamente invasiva. O uso combinado da tomografia computadorizada, do escaneamento da arcada dentária, dos softwares de planejamento digital e da impressão tridimensional permite a união entre diagnóstico e execução cirúrgica, trazendo maior controle do campo operatório e preservação dos tecidos adjacentes (Dedania *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2014; Pinsky *et al.*, 2007; Giacomino *et al.*, 2018; Fan Y *et al.*, 2019; Hawkins *et al.*, 2020; *et al.*, 2022)

Este trabalho abordará o tema por meio de uma revisão de literatura, analisando estudos recentes e opiniões de especialistas, oferecendo uma visão ampla sobre o uso da cirurgia guiada em procedimentos parendodônticos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para a elaboração desse trabalho foram utilizadas as bases de dados PubMed, Emerald e Giornale Italiano di Endodonzia utilizando as palavras chave Endodontia, Apicectomia, Microcirurgia e Cirurgia Guiada por Imagem. O critério de seleção foi baseado no conteúdo, relevância, disponibilidade de visualização dos manuscritos e do período, sendo selecionados artigos de 2006 a 2022. Os idiomas escolhidos para a busca foram português e inglês, um total de 26 artigos.

2.2 Revisão de literatura

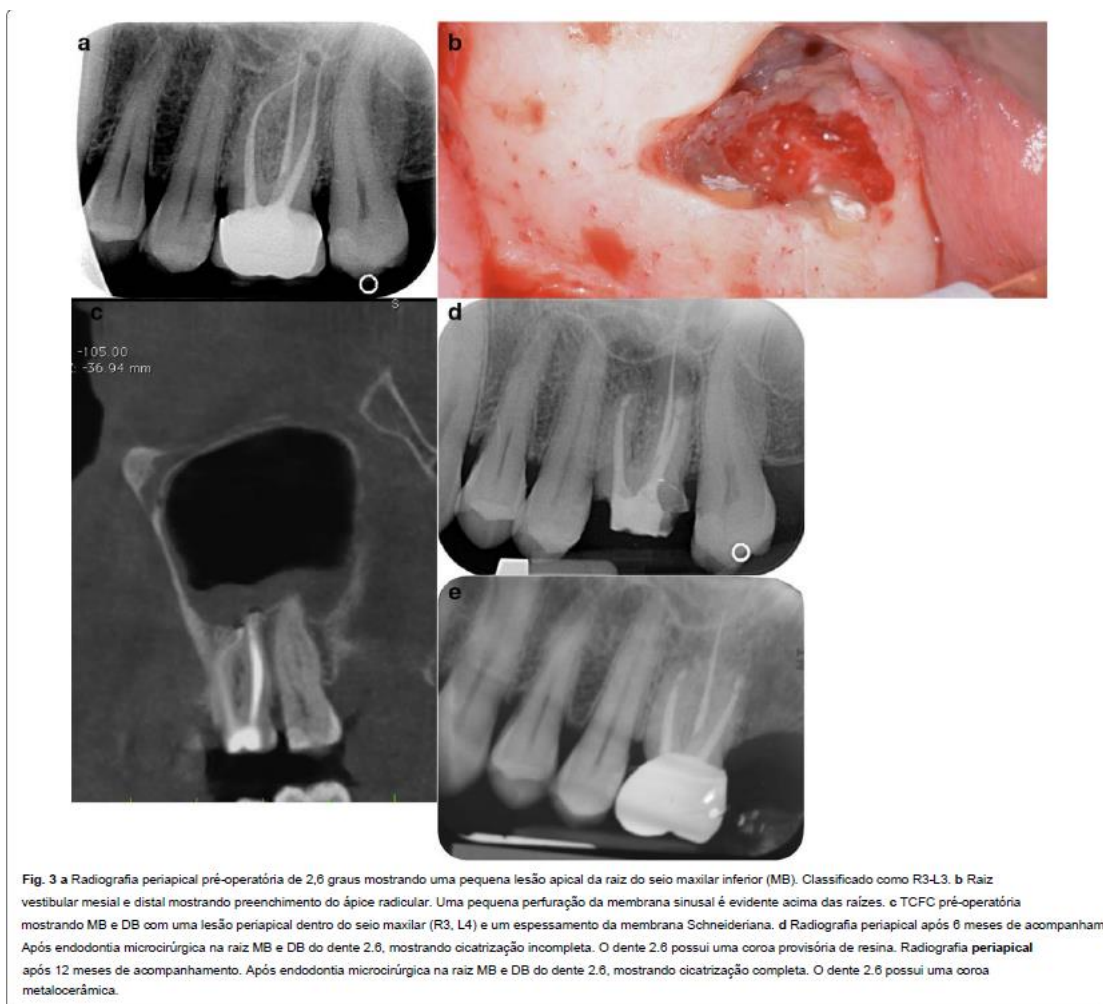
2.2.1 Conceitos Gerais da Microcirurgia endodôntica

A microcirurgia parentodôntica (MP), é indicada para dentes que apresentam patologia apical persistente após a falha da terapia endodôntica convencional, ou quando o retratamento não cirúrgico não é viável, e tem como objetivo a longevidade e o reparo dos tecidos periapicais. A técnica tradicional envolve a ressecção radicular com bisel de 45 graus e o uso de brocas rotatórias para o preparo retrógrado. Em contrapartida, a técnica moderna faz o uso de microscopia operatória e pontas ultrassônicas para a preparação da cavidade retrógrada de 3 mm, com bisel mínimo ou nulo, alcançou uma taxa de cura completa significativamente superior (91,1%) em comparação com a técnica tradicional (44,2%). O prognóstico favorável alcançado pela técnica moderna sugere que a principal indicação da cirurgia é a necessidade de tratar lesões periapicais de forma precisa e previsível, o que só é alcançado com a evolução de procedimentos e instrumentos especializados. A superioridade da MP moderna estabeleceu um novo padrão de cuidado, exigindo que os clínicos busquem ferramentas que garantam a precisão do procedimento. (Tsesis *et al.*, 2006)

A indicação da MP é frequentemente determinada pela complexidade anatômica e pela relação de proximidade com estruturas vitais, sendo os molares superiores um exemplo de desafio cirúrgico. Nesses casos, a cirurgia é indicada devido à dificuldade de acesso à área e à relação íntima entre os ápices radiculares e o seio maxilar. O planejamento cirúrgico é, portanto, uma etapa crítica, e as diretrizes atuais recomendam o uso de tomográfica computadorizada de feixe cônico (TCFC) para o diagnóstico pré-operatório, pois a imagem 2D é inadequada para avaliar com precisão a extensão da lesão e sua distância do assoalho do seio. Um dos riscos inerentes à cirurgia em molares superiores é formação de uma comunicação buco-sinusal, que pode ocorrer durante a osteotomia ou ressecção. No entanto, estudos demonstram que, mesmo com a ocorrência de perfuração, 28,5% dos casos, o resultado da cirurgia moderna não foi influenciado negativamente, alcançando uma taxa de sucesso de 85,7% em um ano. Consequentemente, a cirurgia parentodôntica é indicada como uma alternativa à extração em áreas de alto

risco, mas exige que o operador utilize o planejamento tridimensional para a correta avaliação das estruturas adjacentes. (Taschieri *et al.*, 2021).

Figura 1 - Relação da lesão com seio maxilar



Fonte: Taschieri *et al.*, 2021

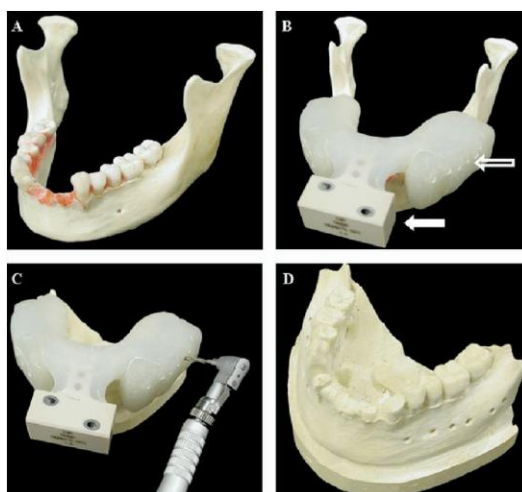
A introdução da microcirurgia parendodôntica guiada (GEMS) surge como uma indicação para resolver as limitações da técnica à mão livre, que frequentemente torna a localização do ápice extremamente difícil, especialmente na ausência de fístula ou em casos de canais calcificados. Tradicionalmente, o procedimento mão livre requer uma quantidade significativa de remoção óssea desnecessária para garantir a visualização, resultando em tempo de cirurgia prolongado e aumento do risco de trauma. Esse método utiliza guias cirúrgicos impressos em 3D e planejados com base em TCFC, é indicada para permitir um procedimento minimamente invasivo. A GEMS é indicada para mitigar o risco de danos a estruturas consideradas vitais, portanto, cirurgia guiada é o método de

escolha para dentes com anatomia complexa ou em locais onde a invasão mínima e a precisão no direcionamento são cruciais. (Kim *et al.*, 2019)

2.2.2 Evolução Tecnológica na Endodontia Cirúrgica

A primeira grande indicação para a evolução tecnológica na cirurgia pararendodôntica surgiu da necessidade de superar as limitações inerentes à técnica tradicional, que dependia da radiografia bidimensional e do julgamento clínico para a localização do ápice, frequentemente resultando em erros cirúrgicos e remoção excessiva de tecido ósseo, o que comprometia o prognóstico e o tempo de cicatrização. Com isso, a era da cirurgia endodôntica guiada surgiu como um conceito promissor. (Pinsk *et al.*, 2007)

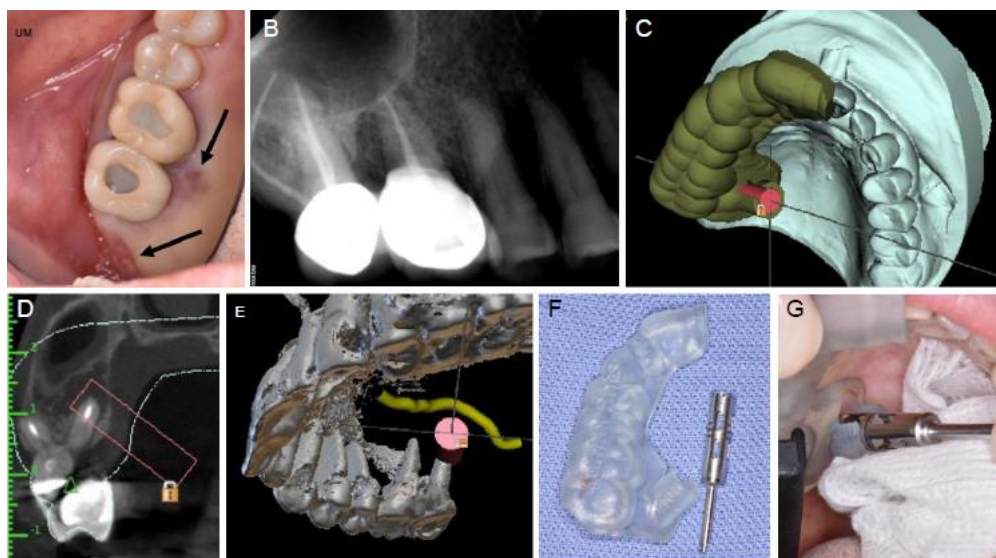
Figura 2 - Guia cirúrgico CAD/CAM



Fonte: Pinsk *et al.*, 2007

A técnica de navegação estática foi introduzida como uma abordagem para cenários anatomicamente desafiadores onde o controle da profundidade, diâmetro e angulação da osteotomia e da ressecção apical é indispensável, como é o caso de raízes palatinas de molares ou ápices próximos a estruturas críticas como o nervo mentoniano. A técnica utiliza guias cirúrgicas impressas em 3D em conjunto com brocas trefina para realizar a osteotomia, a ressecção da ponta da raiz e, opcionalmente, a biópsia do tecido periapical em uma única etapa controlada. (Giacomino *et al.*, 2018)

Figura 3 - Passo evolutivo da navegação estática

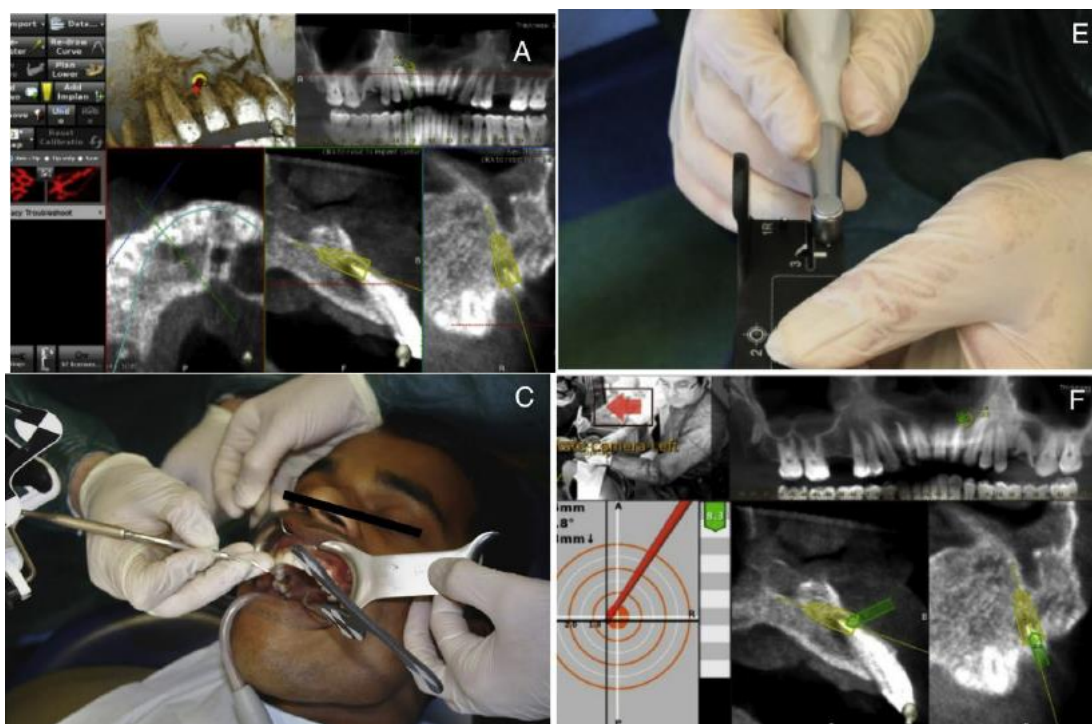


Fonte: Giacomino *et al.*, 2018

O passo seguinte na evolução tecnológica foi quantificar seus benefícios das técnicas guiadas em comparação a microcirurgia endodôntica tradicional, mão livre. Um estudo de simulação cirúrgica realizado por endodontistas certificados demonstrou que a técnica guiada não apenas manteve a precisão, mas também melhorou a eficiência e a previsibilidade do procedimento. Os resultados indicaram que a GEMS reduziu significativamente o tempo cirúrgico em mais de 65% em comparação com a microcirurgia tradicional. Além da velocidade, foi superior na qualidade da ressecção, resultando em ângulos de bisel mais próximos de 0° e um volume significativamente menor de ressecção da raiz. Adicionalmente, a técnica guiada eliminou o dano iatrogênico a raízes adjacentes, o qual ocorreu durante a execução de mão livre, solidificando a guia cirúrgica como um avanço que melhora a segurança e a conformidade com os protocolos ideais da microcirurgia. (Hawkins *et al.*, 2020)

O ápice da evolução tecnológica na endodontia cirúrgica é representado pela navegação dinâmica, que supera as limitações da guia estática ao oferecer orientação em tempo real durante a cirurgia, sem a necessidade de fabricação de guias impressos em 3D, onde se faz a instrumentação cirúrgica através de um dispositivo de posicionamento controlado por um software, o que pode reduzir o custo e o tempo de pré-tratamento. (Gambarini *et al.*, 2019)

Figura 4 - Avanço para navegação dinâmica



Fonte: Gambarini *et al.*, 2019

2.2.3 Conceito e Princípios da Cirurgia Guiada

A digitalização dos procedimentos operatórios por meio da navegação tridimensional permitiu maior precisão e assertividade no tratamento de pacientes, com ampla variedade de aplicações na endodontia. Estes sistemas assistidos por computador são utilizados para o acesso e localização de canais em dentes calcificados, remoção de pinos de fibra de vidro e, de forma crítica, em cirurgias periapicais. A necessidade dessa tecnologia é impulsionada pela dificuldade clínica em alcançar uma ressecção precisa da ponta da raiz devido a fatores como campo de visão limitado. A precisão oferecida pela navegação 3D é crucial para a preservação de estruturas anatômicas importantes durante a ressecção apical. A relevância desta evolução tecnológica se deu pelo aumento da taxa de sucesso da cirurgia pararendodôntica, que ascendeu de 44.2% para 90.5%, justificando a necessidade de uma análise comparativa da eficácia de ambas as técnicas. (Gupta *et al.*, 2022)

A microcirurgia em mão livre exige alta habilidade e precisão para realizar osteotomias pequenas e ressecções radiculares corretas, contudo a falta de

experiência cirúrgica continua sendo uma barreira para muitos endodontistas. O estudo que avaliou a cirurgia guiada em cabeças de cadáver comparou o desempenho de um cirurgião experiente e um estudante inexperiente, resultou em um desvio linear médio de 1,23 a 0,38 mm no geral. Não houve diferença significativa esteticamente no trabalho entre os dois operadores, mesmo ao tratar dentes posteriores complexos. Assim, a cirurgia guiada é indicada para democratizar o acesso a altos índices de sucesso na MP, pois padroniza a precisão da técnica, garantindo a remoção completa e simultânea do ápice e da lesão, independentemente do nível de habilidade do cirurgião. (Gaffuri *et al.*, 2021)

A revisão das metodologias da cirurgia parodontológica guiada mostra uma diferença clara entre os princípios da navegação estática (NE) e da navegação dinâmica (ND) em suas diversas aplicações. O princípio da NE reside na confecção de um guia cirúrgico impresso em 3D, obtido pela fusão de imagens de TCFC e escaneamento de superfície, que serve para guiar brocas em posições predeterminadas. Este guia, por ser um objeto físico, não pode ser modificado após a fabricação, o que é listado como uma desvantagem. Por outro lado, o princípio da ND é o guia em tempo real, que utiliza uma câmera estereoscópica para rastrear dinamicamente os instrumentos do operador, funcionando como um GPS. O fluxo de trabalho da ND é conciso, sequencial e permite que o plano seja modificado a qualquer momento do tratamento. (Kulinkovych *et al.*, 2022)

Instrumentação especializada também foi instituída na navegação estática, como os dispositivos piezoelétricos, que oferecem um corte mais seguro e seletivo do osso, preservando os tecidos moles circundantes. O uso de instrumentos piezoelétricos, guiados por uma adaptação diferente das brocas trefinas, garante que a osteotomia e a ressecção sejam realizadas de acordo com as margens pré-definidas. Esta técnica se mostrou eficaz para a detecção e remoção completa de material que ultrapassou o forame apical, gutta-percha, sem causar perfuração da membrana do seio maxilar. (Strbac *et al.*, 2017)

Figura 5 - Guia 3D adaptado para ponta piezo ultrassônica para corte cirúrgico



Fonte: Strbac *et al.*, 2017

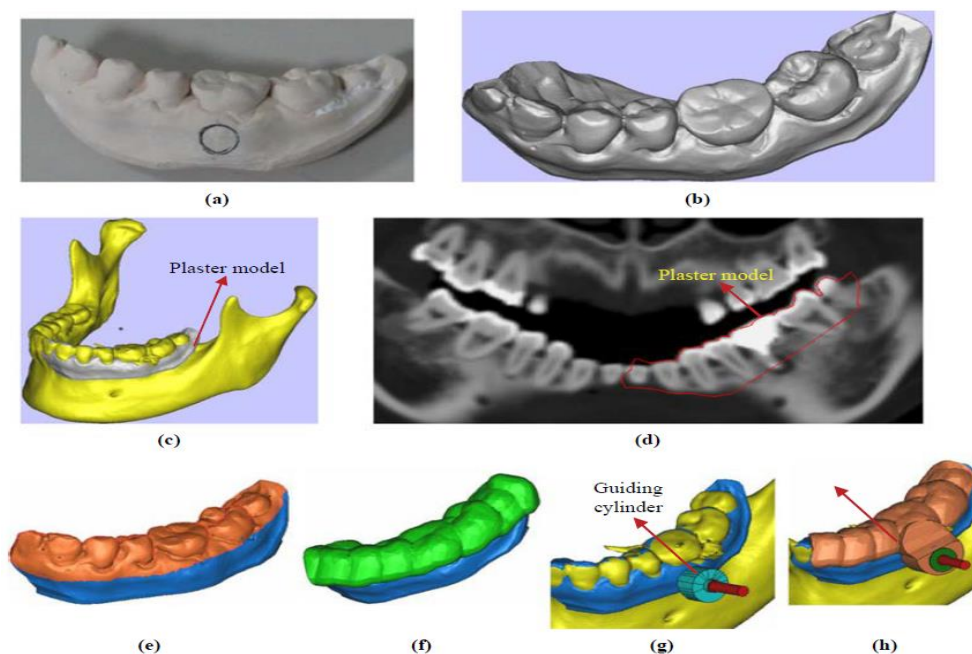
A microcirurgia parendodôntica guiada, foca no conceito de intervenção minimamente invasiva e assertiva do ápice radicular e da lesão, principalmente em áreas de anatomia complexa. Um avanço notável desta aplicação é a possibilidade de salvamento do disco de osso cortical perfurado. Este disco é reimplantado no sítio cirúrgico e estabilizado com materiais como fibrina rica em plaquetas (PRF), obtida do sangue do próprio paciente. Essa técnica modifica o manejo do tecido mole, utilizando um retalho com apenas uma incisão vertical, o que facilita o uso do disco ósseo autógeno e promove a cura completa do sítio cirúrgico em 12 meses. (Popowicz *et al.*, 2019)

Em contraste com as abordagens de NE, a ND se baseia na capacidade de guiar o procedimento em tempo real, tornando-se uma solução eficaz para a microcirurgia endodôntica em dentes posteriores, onde o acesso é mais desafiador. A aplicação da ND em molares é útil devido a obstáculos como a obstrução da mucosa bucal, a espessura do osso cortical e a proximidade de estruturas críticas, como o nervo alveolar inferior e o seio maxilar. O princípio operacional envolve um sistema de rastreamento com um dispositivo de posicionamento óptico que monitora dinamicamente a peça de mão, alertando o cirurgião quando a profundidade predefinida é atingida. Esta abordagem demonstrou ser um sistema viável, previsível e com economia de tempo para auxiliar a microcirurgia em casos complexos de molares, minimizando a extensão da osteotomia e o risco de complicações iatrogênicas. (Fu *et al.*, 2022)

2.2.4 Aquisição e Processamento de Imagens Virtuais

A etapa inicial da aquisição de imagens virtuais para a cirurgia parodontal guiada requer a obtenção de dados de alta precisão do paciente. Em um estudo que descreve o uso de um tomógrafo de feixe cônico (TCFC I-CAT, da Imaging Sciences International, USA) para escanear a área oral do paciente. Este equipamento forneceu imagens em formato DICOM, padrão internacional para e imagens digitais médicas, que são essenciais para a reconstrução do modelo médico 3D do osso alveolar e dos dentes. Especificamente, neste caso, foi adotado um campo de visão de 16 cm de diâmetro por 13 cm de altura, com um tamanho de voxel isotrópico de 0,4 mm que determina o nível de detalhe e resolução da imagem. Além do escaneamento do tecido duro via TCFC, para garantir a precisão da superfície de suporte da guia cirúrgica, foi necessário uma moldagem em gesso da área afetada e dentes vizinhos, seguida pelo escaneamento deste modelo de gesso por um escâner a laser da marca 3shape, gerando uma nuvem de pontos que seria posteriormente registrada com o modelo ósseo, formando um modelo composto (Lyu *et al.*, 2014)

Figura 6 - Desenho do guia cirúrgico baseado no plano cirúrgico e no modelo de gesso

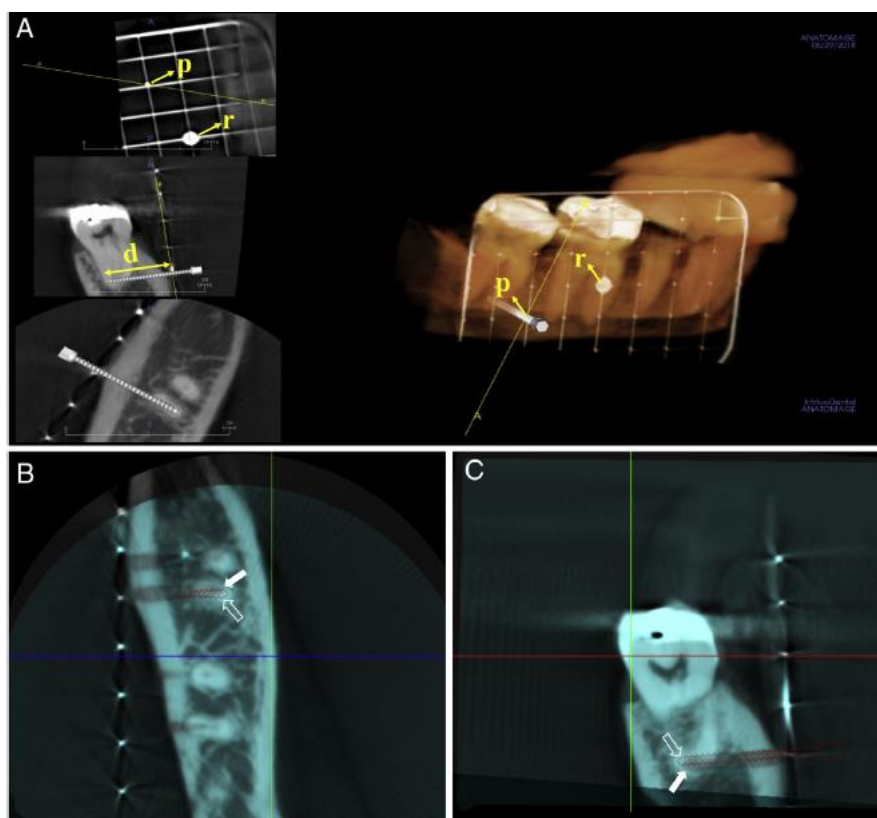


Fonte: Lyu *et al.*, 2014

Diferentemente da abordagem que depende da fusão de modelos de gesso e TCFC, outras metodologias se concentram na otimização da precisão diretamente no momento da obtenção da imagem. Um estudo que introduziu uma grade pré-fabricada para a microcirurgia endodôntica guiada utilizou um tomógrafo KODAK

9000 para a aquisição de imagens. Para maximizar a resolução, foi empregado um campo de visão menor de 3.75 cm x 5 cm, com um tamanho de voxel de 0.076 mm, que quando menor gera uma imagem mais detalhada. O aspecto crucial deste método de aquisição é a inclusão de uma grade pré-fabricada de alta atenuação, reduzindo a passagem do feixe de radiação, fixada a um suporte de mordida. Esta grade, colocada no paciente durante o escaneamento inicial, atua como um sistema de referência preciso e reproduzível na imagem DICOM. A grade é fixada com silicone de adição, para alinhar o objeto de forma reprodutível com o longo eixo estimado do dente, permitindo que o cirurgião possa localizar o ponto de entrada da broca durante a execução, replicando a posição determinada no planejamento virtual. (Fan *et al.*, 2019)

Figura 7 - Visualização da grade pré-fabricada na TCFC



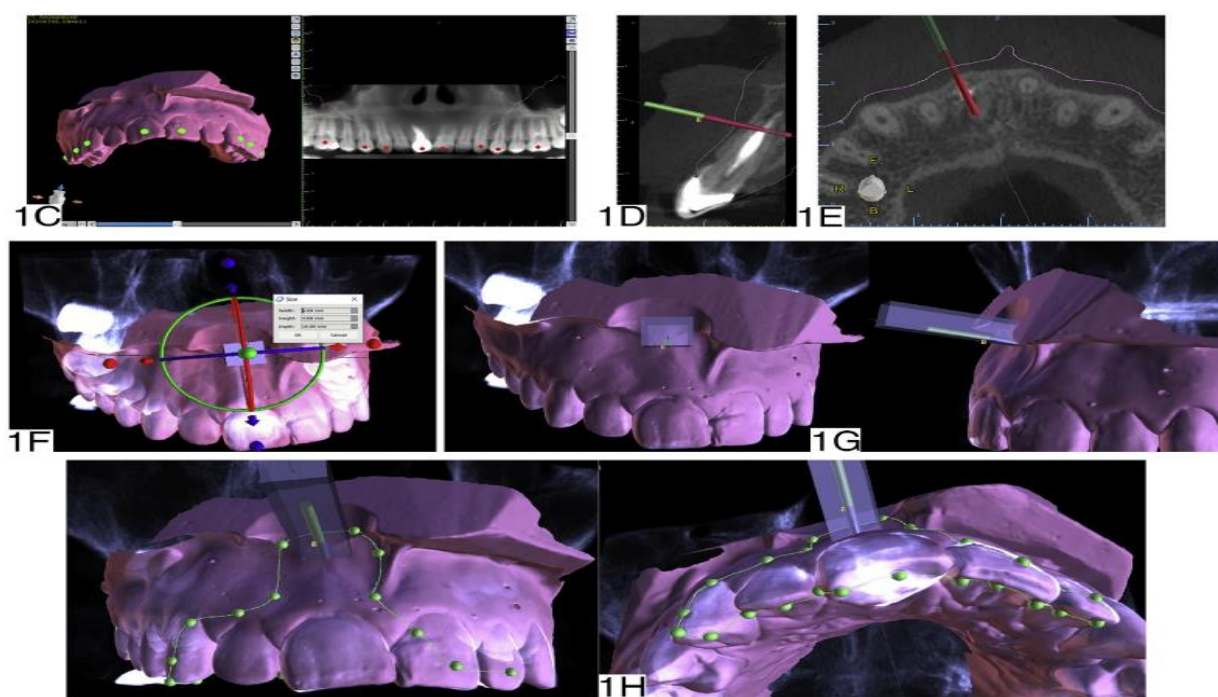
Fonte: Fan *et al.*, 2019

A TCFC é o recurso primário para fornecer a visualização tridimensional da anatomia do tecido duro, sendo vital para determinar o tamanho da lesão, a proximidade de estruturas importante e a espessura da placa cortical. Em muitos casos, a aquisição é realizada utilizando uma TCFC de pequeno campo de visão, como 4 cm x 4 cm, o que é aconselhável para obter um nível de detalhe preciso na

região de interesse, mantendo alta resolução e reduzindo a dose de radiação. Em seguida, a gravação dos tecidos moles pode ser realizada por meio de uma moldagem utilizando silicone de adição, que possui alta qualidade de captação, seguido do escaneamento digital do modelo. (Dadinia *et al.*, 2021)

A aquisição começa com tomadas tomográficas, que gera o volume DICOM, fornecendo a base para a visualização tridimensional de todas as estruturas duras e o mapeamento dos pontos de ressecção. Em seguida, para gerar o arquivo STL, um formato de arquivo de modelo 3D, se faz o uso de um escâner intraoral ou escaneamento do modelo, como o 3Shape. Portanto, é crucial que essa moldagem seja feita com a extensão correta das bordas da moldeira para distender e afinar a mucosa oral, o que garante que o guia final seja adaptado de forma precisa. (Niemczyk *et al.*, 2022)

Figura 8 - União da TCFC e STL



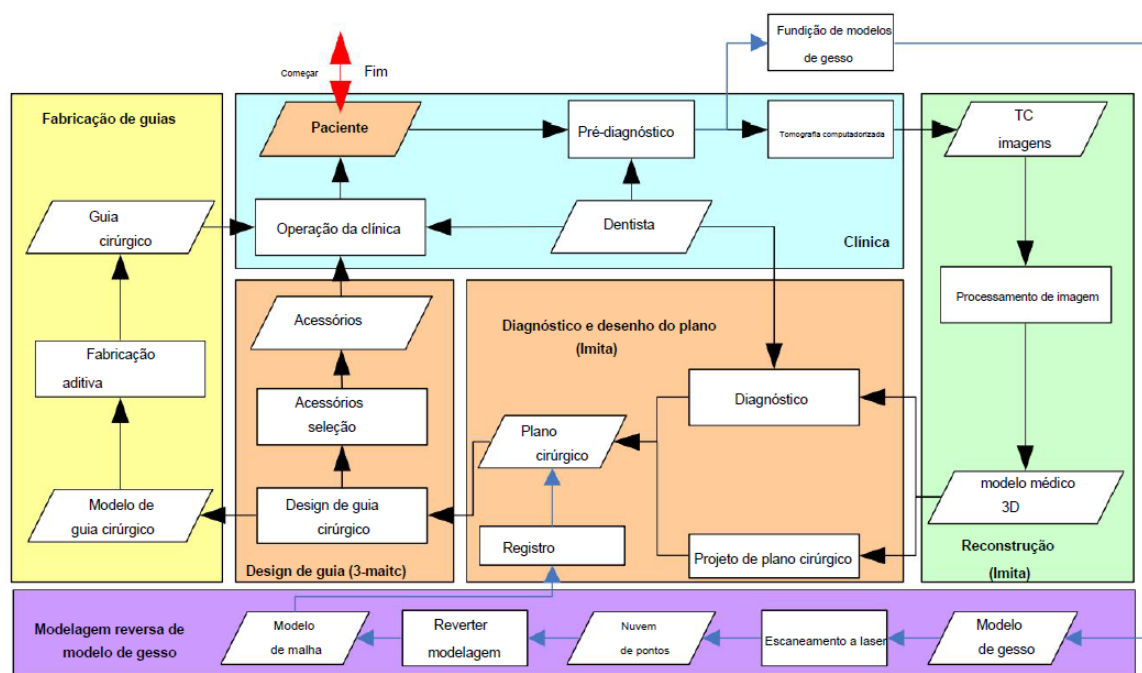
Fonte: Niemczyk *et al.*, 2022

2.2.5 Planejamento da Cirurgia

O planejamento da cirurgia guiada para apicectomia é iniciado com uma avaliação clínica e anamnese detalhada, onde o paciente é diagnosticado com a necessidade de ressecção da raiz dentária pelo dentista, tipicamente devido à dor

persistente após um tratamento de canal. Com a introdução da TCFC, promoveu um rápido desenvolvimento do diagnóstico preciso e do plano de tratamento personalizado. Permitindo ao dentista determinar e medir claramente o tecido infectado e a ponta radicular inclusa, muito importante para definir o dente defeituoso, dentes vizinhos, osso e tubos nervosos antes de se projetar o plano cirúrgico (Lyu *et al.*, 2014)

Figura 9 - Sequência de planejamento

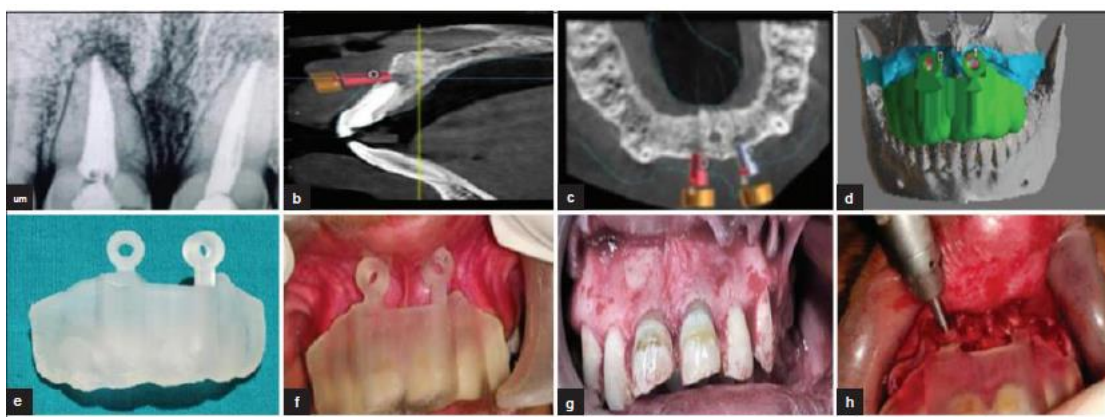


Fonte: Lyu *et al.*, 2014

O detalhamento do fluxo de dados e software para o planejamento da cirurgia guiada é uma sequência padronizada que garante o sucesso da navegação estática, exigindo o processamento de dois arquivos, DICOM e o STL, que são então carregados em um software, como o NemoScan, utilizado para o planejamento de implantes, mas adaptado para osteotomia apical. O passo crucial é a sobreposição e o alinhamento dos arquivos digitais, por pontos chave identificados nas coroas dentárias. Uma vez fundidos os dados, o software permite o planejamento virtual da osteotomia, que é desenhada como um cilindro em relação ao longo eixo do dente. Este fluxo digital rigoroso é a base para usar diferentes ferramentas cirúrgicas, como a trefina e o ultrassom piezoelétrico (Caceres Madrono *et al.*, 2021).

Após a aquisição dos arquivos DICOM da TCFC, é realizado o escaneamento intraoral ou do modelo para obter os arquivos STL. Em seguida, o software de planejamento, como o Blue Sky Plan 3 usado na implantodontia, é utilizado para fundir e alinhar os arquivos STL com os arquivos DICOM, criando um modelo virtual 3D sobre o qual o planejamento passo a passo é realizado, definindo-se a direção e as dimensões do orifício de osteotomia. Com isso, faz a impressão do guia cirúrgico em material de polilactide (Reedy *et al.*, 2022)

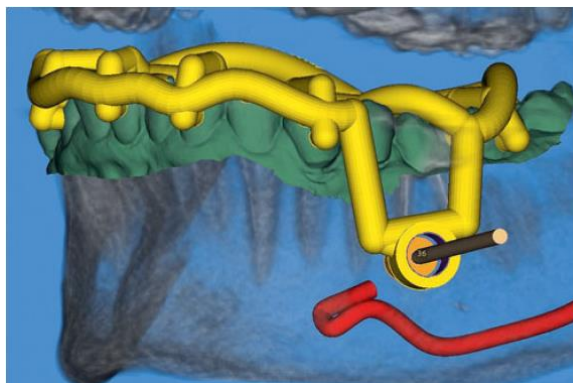
Figura 10 - Blue SKy Plan 3 para planejamento do guia 3D



Fonte: Reedy *et al.*, 2022

A escolha pela cirurgia guiada está relacionada à presença de estruturas anatômicas complexas, situações onde a segurança do guia supera a técnica à mão livre. Um exemplo é a necessidade de tratar um molar mandibular, devido à anatomia complexa da raiz e ao risco de lesão do nervo alveolar inferior. Nesses casos, a presença de uma lâmina cortical bucal intacta e espessa torna a localização precisa do ápice um desafio. O planejamento virtual é executado importando os dados DICOM e o STL para o software chamado Smop, onde a sobreposição e o alinhamento são realizados. No ambiente virtual, um cilindro que simula as dimensões da broca trefina, 7 x 5 mm por exemplo, é posicionado virtualmente sobre a lesão periapical e o tamanho da osteotomia e da ressecção apical, geralmente de 3 mm, são definidos perpendicularmente ao longo eixo do dente, antes que o modelo de guia cirúrgica de suporte dentário seja desenhado e enviado para impressão 3D. (Sutter *et al.*, 2019)

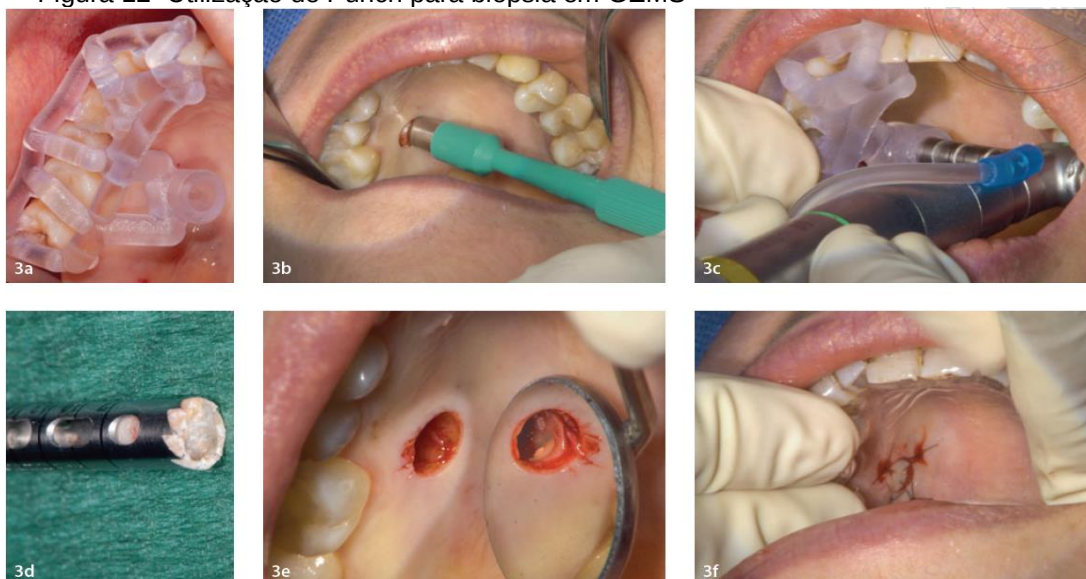
Figura 11 - Uso do Smop para confecção do guia 3D



Fonte: Sutter *et al.*, 2019

Com planejamento virtual, possibilita uma execução cirúrgica minimamente invasiva, especialmente em sítios de difícil acesso, como a raiz palatina de molares superiores. Onde o acesso minimamente invasivo a partir do palato se dá com o alinhando de um cilindro virtual que representa a broca trefina sobre a lesão periapical, verificando também a profundidade de ressecção do ápice radicular de 3 mm. A partir desse plano, um software é utilizado para desenhar o guia cirúrgico suportada pelos dentes. O arquivo final é enviado para a fabricação por impressão 3D. Devido à localização e visando uma abordagem ainda mais minimalista, foi utilizado um Punch para biopsia para acessar o osso. (schmid *et al.*, 2022)

Figura 12- Utilização de Punch para biopsia em GEMS

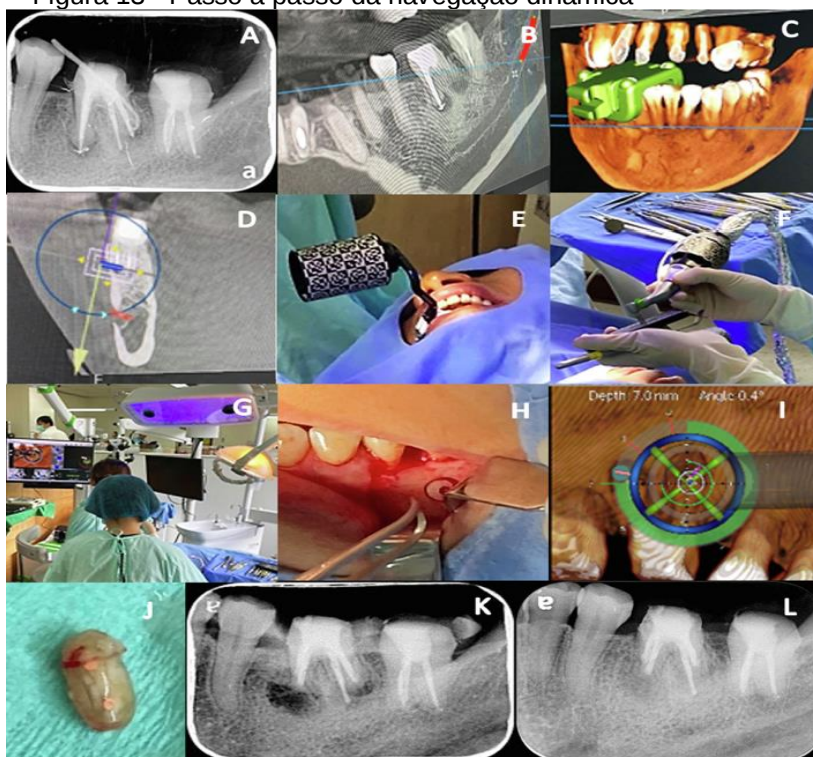


Fonte: Schmid *et al.*, 2022

2.2.6 Execução da cirurgia guiada

A execução da GEMS por navegação dinâmica transforma o procedimento cirúrgico, especialmente em áreas desafiadoras, como molares inferiores, onde o acesso é limitado e a proximidade com o canal mandibular é crítica. Após o planejamento pré-operatório no sistema de navegação, como o X-Guide, e a adaptação de um clipe localizador chamado X-Clip, que serve como um marcador que é detectado e calibrado ao sistema de navegação, na qual passa as informações de posicionamento da broca durante procedimento, o cirurgião procede com o levantamento do retalho. A grande vantagem da navegação dinâmica é o fornecimento de orientação em tempo real durante a cirurgia. O procedimento de ressecção da ponta radicular é realizado com uma broca trefina que permite criar a janela óssea e executar a ressecção apical simultaneamente. Durante a perfuração, a posição exata da broca é monitorada em tempo real na tela, permitindo que o operador altere a trajetória de perfuração a qualquer momento, caso seja necessário adaptação do planejamento. Além disso, a capacidade de remover de forma intacta a placa cortical bucal com a broca trefina navegada possibilita a utilização desse fragmento ósseo como um enxerto, promovendo maior cicatrização pós-operatória. (Lu *et al.*, 2022)

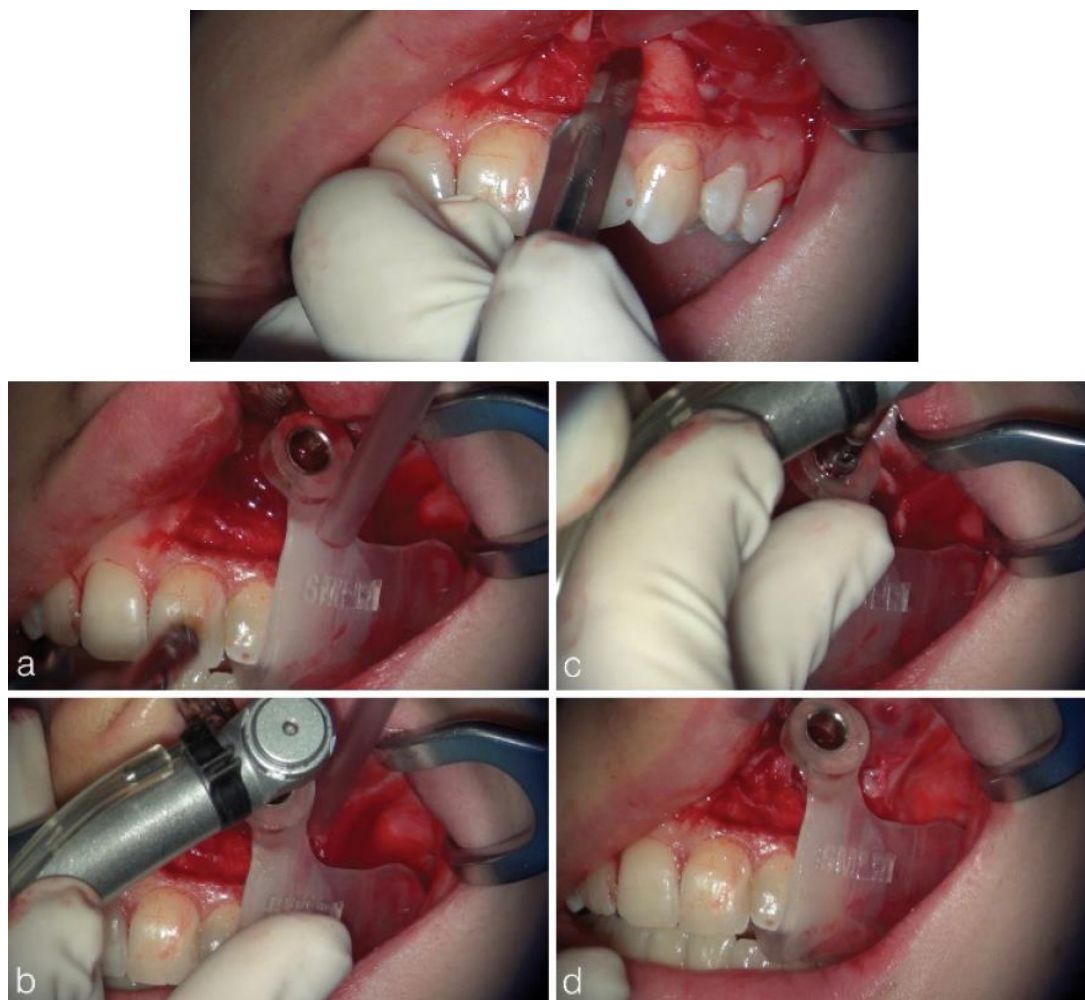
Figura 13 - Passo a passo da navegação dinâmica



Fonte: Lu *et al.*, 2022

Em contraste, a execução cirúrgica pela navegação estática depende integralmente da precisão de um guia cirúrgico personalizado, projetado em 3D e impresso. Após a projeção do retalho e a exposição total da área cirúrgica, o gabarito impresso com suporte dentário é posicionado e estabilizado. A execução da osteotomia e da ressecção é realizada em uma única etapa utilizando uma broca trefina circular que se encaixa em uma bucha do guia, a qual determina o ângulo, a profundidade de penetração e o diâmetro da ressecção. Após a ressecção, a superfície radicular é examinada sob um microscópio operatório, seguindo os princípios da microcirurgia moderna. Subsequentemente, a preparação retrógrada é realizada utilizando dispositivos ultrassônicos, como pontas Piezomed R1D, e o preenchimento retrógrado é completado com materiais como o agregado de trióxido mineral (MTA). (Nagy *et al.*, 2020).

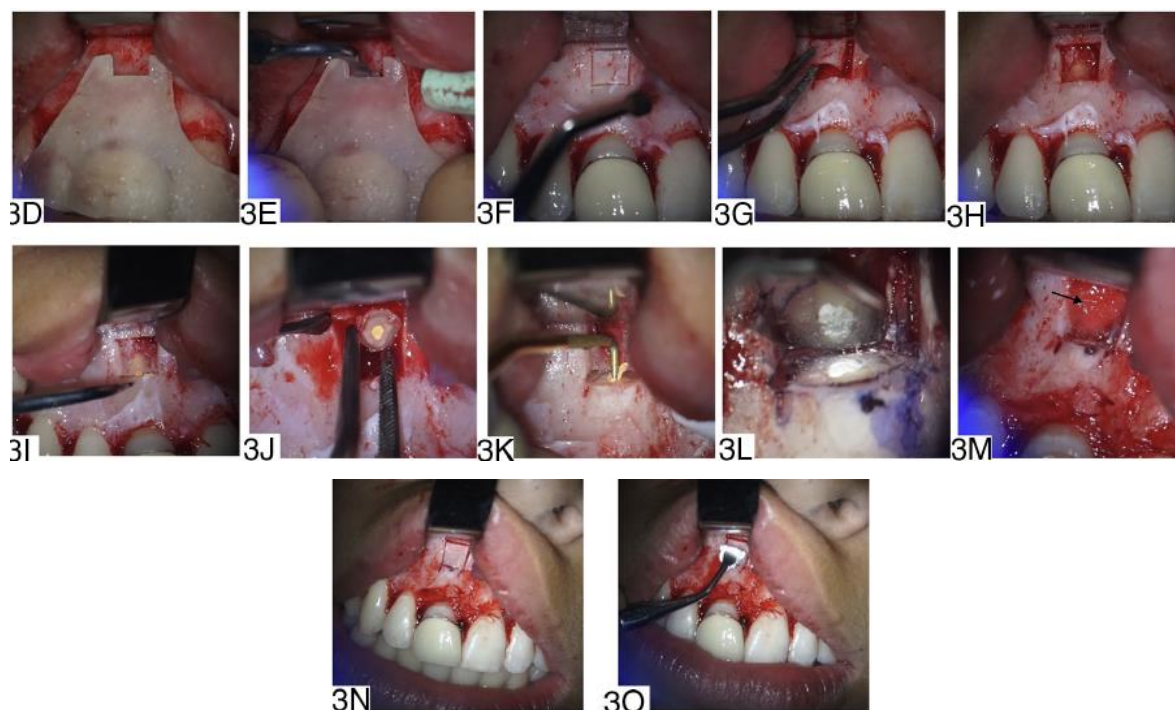
Figura 14 – Passo a passo da navegação estática



Fonte: Nagy *et al.*, 2020

Outra modalidade de execução é a navegação estática combinada à cirurgia piezoelétrica. Após a colocação e estabilização do guia impresso em 3D, o cirurgião transfere o contorno para a placa cortical, marcando o osso com uma série de depressões usando a ponta ultrassônica piezo, agindo como um serra. O guia é então removido e as incisões ósseas são finalizadas também utilizando o instrumento piezo, que corta a placa cortical até o osso esponjoso subjacente. A tampa óssea incisada é cuidadosamente elevada e armazenada em solução salina estéril, servindo como um enxerto autógeno posteriormente. A visibilidade dentro da cripta óssea é incomparável, pois a frequência das vibrações do piezo cria um efeito de cavitação que resulta em um campo cirúrgico quase sem sangue. Após a ressecção do ápice com a ponta piezoelétrica e a finalização da preparação retrógrada ultrassônica, a tampa óssea é reposicionada e as margens da incisão são vedadas com materiais como sulfato de cálcio. Esta técnica não apenas minimiza a perda de volume ósseo, mas também facilita a visualização e manipulação, especialmente em sítios posteriores e desafiadores (Niemczyk *et al.*, 2022)

Figura 15 – Cirurgia piezoelétrica na NE



Fonte: Niemczyk *et al.*, 2022

A escolha da ferramenta de ressecção (broca trefina, broca multiuso e piezoelétrica) é um fator determinante na integridade da raiz após a execução

cirúrgica. Um estudo comparativo avaliou se a ressecção guiada utilizando broca trefina produzia mais fissuras ou fraturas radiculares do que as brocas multiuso tradicionais. Os resultados *in vitro* indicaram que não houve diferença significativa na formação de fissuras entre as raízes com a broca trefina direcionadas e as com brocas multiuso. No entanto, enquanto as brocas rotatórias tendem a produzir estrias e fissuras no sentido do corte, a técnica piezoelétrica é citada como superior em termos de preservação celular do osso: o corte piezoelétrico resulta em uma maior densidade de células viáveis na borda óssea e preserva as características delicadas do osso esponjoso sem acúmulo de detritos, preservando o osso autólogo replantado na técnica de tampa óssea. (Dutner *et al.*, 2020).

2.2.7 Desafios e Limitações

A GEMS, apesar de ser um avanço notável em termos de precisão e previsibilidade, ainda sofre desafios e limitações que exigem consideração cuidadosa no planejamento e na execução. Mesmo com o auxílio de imagens 3D e sistemas de navegação, o procedimento continua a ser, em sua essência, uma intervenção cirúrgica com riscos anatômicos. O cirurgião deve abordar as discussões pré-operatórias com os pacientes para obter o consentimento informado, revisando e documentando os riscos específicos com base na localização anatômica, como o envolvimento sinusal ou a proximidade do nervo alveolar inferior. O plano cirúrgico inicial pode ser modificado pelas descobertas transoperatórias. Embora a maioria das falhas endodônticas se deva à falta de um selamento coronário adequado e à presença de bactérias, existem outras condições como instrumento fraturado e perfurações que tendem a ter uma taxa de sucesso mais alta, mas o risco de dano a estruturas vitais permanece uma constante, necessitando de exposição adequada da região apical. (Lieblich, 2020).

Embora a navegação estática seja elogiada por fornecer uma abordagem precisa e confiável para a ponta da raiz, ela apresenta limitações da endodontia guiada estática significativas que restringem a flexibilidade transoperatória. O principal desafio é que as guias impressas devem ser fabricadas com antecedência e não podem ser modificadas após a produção. Isso significa que qualquer imprecisão no registro da imagem, na impressão 3D ou no design do software pode levar a erros que não são modificáveis no momento da cirurgia. A estabilidade da guia também é

comprometida pela ausência de um número adequado de dentes no arco. Outros inconvenientes incluem o maior número de etapas no protocolo e um tempo cirúrgico potencialmente mais longo, além que dependendo do material usado como matéria prima na confecção do guia 3D, como PLA (Ácido Polilático) e ABS (Acrilonitrila butadieno estireno), não podem ser submetidos ao calor da esterilização, diferentemente de outros materiais como resinas fotossensíveis específicas. Portanto, a navegação estática se torna uma técnica altamente dependente da precisão de todas as etapas pré-operatórias. (Gupta *et al.*, 2022).

Dentre os riscos inerentes à navegação estática, o uso de brocas trefinas é talvez o mais crítico em termos de segurança, pois está diretamente relacionado à precisão da profundidade da ressecção. Estudos demonstraram que a perfuração excessiva é um achado frequente, 70% dos procedimentos usando trefinas, e apresenta uma magnitude média de 2,45 mm. Essa tendência ocorre porque a pressão aplicada pelo operador, combinada com a densidade óssea, pode fazer com que o instrumento avance rapidamente ao encontrar uma área de menor resistência. Embora o desenvolvimento de trefinas customizadas com batentes físicos embutidos (stop) ofereça uma solução ótima para esse problema, mas se mostra necessário o controle físico durante a fase de perfuração para mitigar riscos iatrogênicos. (Nagy *et al.*, 2022).

A cirurgia guiada provou ser um método preciso e não enviesado pela experiência do cirurgião, permitindo que operadores menos experientes atinjam níveis de precisão comparáveis aos experientes. Porém, a curva de aprendizado da técnica não desaparece, mas sim é transferida da fase cirúrgica para a fase pré-operatória. Durante o planejamento, operadores inexperientes podem enfrentar dificuldades no uso de dispositivos tecnológicos e softwares, como na sobreposição precisa da tomografia e escaneamentos intraorais. Além disso, existem limitações físicas que o guia cirurgia não consegue superar totalmente, como em pacientes com abertura bucal reduzida, ou no manejo de elementos dentários com raízes finas. (Gaffuri *et al.*, 2021).

2.3 Discussão

A transição da cirurgia parendodôntica tradicional para a microcirurgia parendodôntica moderna elevou significativamente as taxas de sucesso, que historicamente variavam entre 60% e 74% [Tsesis *et al.*, 2006; Pinsky *et al.*, 2007; Lieblisch, 2020]. A utilização do microscópio operatório e de pontas ultrassônicas, juntamente com materiais de obturação retrógrada biocompatíveis, como o Agregado de Trióxido Mineral (MTA), fez com que as taxas de cura aumentassem para mais de 90% em muitos estudos [Lieblisch, 2020]. Em comparação direta, a taxa de cura completa utilizando a técnica moderna (91,1%) foi significativamente maior do que a técnica tradicional (44,2%) [Tsesis *et al.*, 2006].

O sucesso é intrinsecamente ligado à precisão da ressecção da ponta radicular em aproximadamente 3 mm, o que é crucial para eliminar a maioria das ramificações apicais e canais laterais [Nagy *et al.*, 2022]. Além disso, osteotomias menores, com diâmetros inferiores a 5 mm, resultam em melhor cicatrização óssea [Hawkins *et al.*, 2019]. Contudo, procedimentos à mão livre continua a ser uma tarefa dependente da habilidade perceptiva e da coordenação visual e tátil do operador, especialmente em áreas anatomicamente desafiadoras, como molares com placas corticais espessas ou proximidade de estruturas vitais [Hawkins *et al.*, 2019; Gaffuri *et al.*, 2021].

A GEMS, que pode ser alcançada por navegação estática ou dinâmica, assume um papel vital na preservação de estruturas anatômicas importantes durante procedimentos cirúrgicos periapicais [Gupta *et al.*, 2022].

A principal aplicação da navegação estática, faz a união da TCFC com softwares de planejamento digital e guias cirúrgicos impressos em 3D [Strbac *et al.*, 2017; Giacomino *et al.*, 2018; Dutner *et al.*, 2020; Reddy *et al.*, 2022]. Esta metodologia provou ser significativamente mais precisa do que a técnica à mão livre [Pinsky *et al.*, 2007]. Em um estudo, o desvio médio dos trajetos de perfuração foi de apenas 0,66 mm a 0,54 mm para a perfuração com guia, comparando com a técnica de mão livre que teve um desvio médio de 1,92 mm a 1,05 mm [Fan *et al.*, 2019]. O uso de guias eliminou erros superiores a 3 mm de ressecção apical, que ocorreram em mais de 22% dos casos na técnica de mão de livre. [Pinsky *et al.*, 2007].

A cirurgia guiada é particularmente indicada para cenários desafiadores, como raízes palatinas de molares ou molares mandibulares com tábua óssea espessa,

onde o acesso convencional seria difícil e demorado [Giacomino *et al.*, 2018; Reddy *et al.*, 2022; Sutter *et al.*, 2022].

A técnica NE, que emprega uma broca trefina sob o guia, demonstrou ser mais eficiente e conservadora em comparação com a microcirurgia tradicional [Hawkins *et al.*, 2019]. Ela permitiu que cirurgias executassem osteotomias e ressecções da ponta radicular com um volume de ressecção mais apropriado e um ângulo de bisel menor, chegando em média a 6,0 graus, em comparação com 10,6 graus na ME [Hawkins *et al.*, 2019]. Adicionalmente, o uso de guias reduziu significativamente o tempo de cirurgia de 859 segundos para 254 segundos. [Hawkins *et al.*, 2019].

Um benefício notável da NE é a possibilidade de preservação da "tampa óssea". A broca trefina oca pode ser utilizada para remover e preservar o fragmento da placa cortical óssea, que é então reimplantado no local cirúrgico, muitas vezes em conjunto com PRF, para promover a regeneração pós-operatória [Hirsch *et al.*, 2016; Popowicz *et al.*, 2019; Dedania *et al.*, 2021; Niemczyk *et al.*, 2022].

A ND é uma alternativa que utiliza um sistema óptico para fornecer orientação em tempo real durante a cirurgia, eliminando a necessidade de um guia impresso em 3D [Gambarini *et al.*, 2019; Gupta *et al.*, 2022; Fu *et al.*, 2022]. Esta característica pode simplificar o fluxo de trabalho e reduzir o custo pré-operatório, pois evita a confecção da guia. [Gambarini *et al.*, 2019].

A técnica dinâmica é considerada um sistema viável, previsível e que economiza tempo, particularmente na apicectomia de dentes posteriores, onde a precisão é crucial devido à anatomia desafiadora [Fu *et al.*, 2022; Lu *et al.*, 2022]. O sistema permite que o operador direcione o motor de perfuração com precisão nas três dimensões, minimizando a extensão da osteotomia e reduzindo o risco de erros iatrogênicos [Gambarini *et al.*, 2019; Fu *et al.*, 2022]. Uma vantagem significativa da ND é a capacidade de modificar o plano cirúrgico a qualquer momento durante o procedimento, o que não é possível com a técnica estática. [Gambarini *et al.*, 2019].

Relatos de caso demonstraram que a técnica guiada permitiu a um estudante de graduação realizar uma osteotomia minimamente invasiva e ressecção da ponta radicular com precisão e rapidez [Gambarini *et al.*, 2019].

A análise digital da cirurgia guiada se baseia na aquisição de dados de TCFC (DICOM) e escaneamentos intraorais (STL), que são fundidos em softwares de planejamento para definir com exatidão a localização, profundidade de 3 mm e

angulação da ressecção apical [Liu *et al.*, 2014; Dedania *et al.*, 2021; Niemczyk *et al.*, 2022].

Um desafio notório na NE com brocas trefinas é o risco de penetração excessiva, pois as marcações visuais não são suficientes para garantir a segurança. No entanto, a utilização de trefinas customizadas com um batente físico reduziu a frequência de penetração excessiva de 70% para 38% [Nagy *et al.*, 2022].

Em relação à experiência do operador, estudos em cadáveres humanos sugeriram que a NE é um método acurado e independente do cirurgião, pois não houve diferença significativa entre operadores experientes e inexperientes [Gaffuri *et al.*, 2021]. Isto sugere que a curva de aprendizado é transferida da fase cirúrgica para a fase de planejamento digital e manuseio do software [Gaffuri *et al.*, 2021].

Apesar dos benefícios, a navegação estática apresenta limitações, como a rigidez transoperatória e o acesso restrito em pacientes com abertura bucal limitada ou na região posterior [Gupta *et al.*, 2022; Gaffuri *et al.*, 2021]. Por outro lado, a navegação dinâmica, embora seja mais flexível e eficiente, é inicialmente mais complexa e cara, sendo o procedimento inteiramente supervisionado por software de computador, e qualquer descontrole desse processamento pode levar a erros iatrogênicos [Gupta *et al.*, 2022].

3 CONCLUSÃO

Conclui-se que a precisão na execução cirúrgica em áreas de anatomia complexas e próximas a estruturas vitais, como seio maxilar ou nervo alveolar inferior, permanece um desafio na técnica de mão livre. Com base na literatura examinada, a microcirurgia parentodôntica guiada estabeleceu um novo padrão de cuidado, atingindo altas taxas de sucesso em comparação a técnica tradicional.

REFERÊNCIAS

1. Cáceres Madroño E, Rodríguez Torres P, Oussama S, Zubizarreta-Macho Á, Bufalá Pérez M, Mena-Álvarez J, *et al.* A comparative analysis of the piezoelectric ultrasonic appliance and trephine bur for apical location: an *in vitro* study. *J Pers Med.* 2021;11(10):1034. doi:10.3390/jpm11101034.
2. Dedania MS, Shah NC, Arora A, Pisal N. Three-dimensional printing: a revealing pathway to an unpredictable maze. *J Conserv Dent.* 2020;23(5):533–7. doi:10.4103/JCD.JCD_190_19.
3. Dutner JM, Otterson SW, Phillips MB, Sidow SJ. Surface integrity of root ends following apical resection with targeted trephine burs. *G Ital Endod.* 2020;34(2):12–7. doi:10.32067/GIE.2020.34.02.12.
4. Fan Y, Glickman GN, Umorin M, Nair MK, Jalali P. A novel prefabricated grid for guided endodontic microsurgery. *J Endod.* 2019;45(6):606–10. doi:10.1016/j.joen.2019.01.015.
5. Fu W, Chen C, Bian Z, Meng L. Endodontic microsurgery of posterior teeth with the assistance of dynamic navigation technology: a report of three cases. *J Endod.* 2022;48(8):943–50. doi:10.1016/j.joen.2022.03.010.
5. Gaffuri S, Audino E, Salvadori M, Garo ML, Salgarello S. Accuracy of a minimally invasive surgical guide in microsurgical endodontics: a human cadaver study. *G Ital Endod.* 2021;35(2):60–7. doi:10.32067/GIE.2021.35.02.36.
6. Gambarini G, Galli M, Stefanelli LV, Di Nardo D, Morese A, Seracchiani M, *et al.* Endodontic microsurgery using dynamic navigation system: a case report. *J Endod.* 2019;45(11):1397–402. doi:10.1016/j.joen.2019.07.010.
7. Giacomino CM, Ray JJ, Wealleans JA. Targeted endodontic microsurgery: a novel approach to anatomically challenging scenarios using 3D-printed guides and trephine burs – a report of 3 cases. *J Endod.* 2018;44(5):671–7. doi:10.1016/j.joen.2017.12.019.
8. Gupta GTD, Saxena P, Gupta S. Static vs dynamic navigation for endodontic microsurgery: a comparative review. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2022;12(3):410–2. doi:10.1016/j.jobcr.2022.04.010.
9. Hawkins TK, Wealleans JA, Pratt AM, Ray JJ. Targeted endodontic microsurgery and endodontic microsurgery: a surgical simulation comparison. *Int Endod J.* 2020;53(5):715–22. doi:10.1111/iej.13243.
10. Kim JE, Shim JS, Shin Y. A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone-beam computed tomography and three-dimensional printing technology. *Restor Dent Endod.* 2019;44(3):e29. doi:10.5395/rde.2019.44.e29.
11. Kulinkovych-Levchuk K, Pecci-Lloret MP, Castelo-Baz P, Pecci-Lloret MR, Oñate-Sánchez RE. Guided endodontics: a literature review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(21):13900. doi:10.3390/ijerph192113900.

12. Lieblisch SE. Current concepts of periapical surgery: 2020 update. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020;32(4):571–82. doi:10.1016/j.coms.2020.07.007.
13. Liu Y, Liao W, Jin G, Yang Q, Peng W. Additive manufacturing and digital design assisted precise apicoectomy: a case study. *Rapid Prototyp J.* 2014;20(1):33–40. doi:10.1108/RPJ-06-2012-0056.
14. Lu YJ, Chiu LH, Fang CY, Tsai LY. Dynamic navigation optimizes endodontic microsurgery in an anatomically challenging area. *J Dent Sci.* 2022;17(2):580–2. doi:10.1016/j.jds.2021.07.002.
15. Nagy E, Braunitzer G, Gryschkaa DG, Barrak I, Antal MA. Accuracy of digitally planned, guided apicoectomy with a conventional trephine and a custom-made endodontic trephine: an *in vitro* comparative study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2022;123(4):388–94. doi:10.1016/j.jormas.2021.09.014.
16. Nagy E, Mark F, Antal M. Ressecção do ápice radicular navegada com técnica de microcirurgia endodôntica. *Doutor Hetil.* 2020;161(30):1260–5. doi:10.1556/650.2020.31778
17. Niemczyk SP, Barnett F, Johnson JD, Ordinola-Zapata R, Glinianska A, Bair JHJ, et al. PRESS and piezo microsurgery (bony lid): a 7-year evolution in a residency program—part 2: PRESS-defined site location. *J Endod.* 2022;48(6):797–806. doi:10.1016/j.joen.2022.02.004.
18. Pinsky HM, Champleboux G, Sarment DP. Periapical surgery using CAD/CAM guidance: preclinical results. *J Endod.* 2007;33(2):148–51. doi:10.1016/j.joen.2006.10.005.
19. Popowicz W, Palatyńska-Ulatowska A, Kohli MR. Targeted endodontic microsurgery: computed tomography–based guided stent approach with platelet-rich fibrin graft: a report of 2 cases. *J Endod.* 2019;45(12):1535–42. doi:10.1016/j.joen.2019.08.012.
20. Reddy S, Gadhiraaju S, Quraishi A, Kamishetty S. Targeted endodontic microsurgery: a guided approach – a report of two cases. *Contemp Clin Dent.* 2022;13(3):280–3. doi:10.4103/ccd.ccd_345_21.
21. Schmid C, Lotz M, Pieralli S, Valdec S. Guided flapless apicoectomy of the palatal root of a maxillary molar: a case presentation. *Quintessence Int.* 2022;53(1):2–8. doi:10.3290/j.qi.b2793271.
22. Strbac GD, Schnappauf A, Giannis K, Moritz A, Ulm C. Guided modern endodontic surgery: a novel approach for guided osteotomy and root resection. *J Endod.* 2017;43(3):496–501. doi:10.1016/j.joen.2016.11.001.
23. Sutter E, Lotz M, Rechenberg D-K, Stadlinger B, Rücker M, Valdec S. Guided apicoectomy using a CAD/CAM drilling template. *Int J Comput Dent.* 2019;22(4):363–9. pmid: 31840144

24. Taschieri S, Morandi B, Giovarruscio M, Francetti L, Russillo A, Corbella S. Microsurgical endodontic treatment of the upper molar teeth and their relationship with the maxillary sinus: a retrospective multicentric clinical study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):252. doi:10.1186/s12903-021-01610-3.
25. Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D, Fuss Z. Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. *J Endod*. 2006;32(5):412–6. doi:10.1016/j.joen.2005.10.051.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, abaixo identificado(a), autorizo a inclusão do meu trabalho de conclusão de curso (TCC) no Repositório Digital da UNIP, conforme as condições estabelecidas.

Dados do Autor

- Nome completo: João Pedro Radovanovich Paixão
- RA: G5253C2 CPF: 52878991818 RG: 594598011
- Telefone para contato: (19) 98940-3686 E-mail: joao.radovan12@gmail.com
- Título do Trabalho: Microcirurgia parendodôntica com foco em cirurgia guiada
- Tipo de Material: TCC



AUTORIZO

Autorizo a disponibilização do texto integral do meu no Repositório Digital da UNIP para fins de leitura, impressão e/ou download, sem que me seja devido pagamento por direitos autorais, desde que a reprodução tenha como finalidade exclusiva o uso por quem consulta e a divulgação da produção acadêmica. Estou ciente de que, em caso de coautoria, assumo total responsabilidade pelas informações e confirmo que todos os demais autores concordam com a submissão e a modalidade de acesso escolhida.



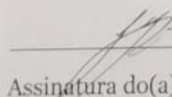
NÃO AUTORIZO

Caso não autorize a divulgação integral do meu trabalho, estou ciente de que o resumo e os metadados (referencial teórico, objetivos e métodos) permanecerão disponíveis. A não divulgação se justifica pela proteção ao sigilo industrial ou ético.

Direitos Autorais e Proteção de Dados:

Esta autorização está em conformidade com a Lei nº 9.610/98, que regulamenta os direitos autorais no Brasil, e com a Lei nº 13.709/2018 (LGPD), que protege os direitos fundamentais de liberdade e privacidade.

São Paulo, 23 de Setembro de 2025



Assinatura do(a) Aluno(a)