



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Cirurgia endodôntica guiada

Revisão sistemática

Inês Ribeiro de Jesus

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, julho de 2023



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Inês Ribeiro de Jesus

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)**

**Cirurgia endodôntica guiada
Revisão sistemática**

Trabalho realizado sob a Orientação de
"Professor Doutor Luís Monteiro e Mestre Paula Malheiro



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, Inês Ribeiro, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

AGRADECIMENTOS

É com profunda gratidão que dedico este momento a todas as pessoas que tornaram possível a concretização desta dissertação.

À minha família, gostaria de agradecer por todo o amor, encorajamento e compreensão que me foram concedidos durante este percurso. O vosso apoio constante foi a força que me impulsionou a nunca desistir e seguir em frente, mesmo perante os desafios mais árduos.

Aos meus amigos e colegas de turma, agradeço pela cumplicidade e pelo companheirismo que compartilhamos ao longo destes anos. Juntos crescemos e formamos memórias inesquecíveis que levarei comigo para sempre.

À minha co-orientadora e orientador, a minha gratidão pela dedicação durante todo o processo desta dissertação.

Agradeço pela partilha de conhecimentos, e fornecerem dicas valiosas para a conclusão deste capítulo.

Também quero agradecer a todos os professores e membros da instituição que me forneceram uma base sólida de conhecimento e me inspiram a perseguir a excelência académica em cada etapa desta jornada.

À família, aos amigos, aos colegas, aos orientadores e a todos os que participaram nesta trajetória, meu mais sincero e profundo agradecimento. Sem vocês, esta conquista não teria sido possível.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

Introdução: Na microcirurgia endodôntica convencional, a angulação, zona de perfuração e profundidade da mesma fundamenta-se em radiografias pré-operatórias, tornando o ato cirúrgico mais dependente da capacidade perceptiva e coordenação do clínico.

Possibilitando, deste modo, uma maior variedade de resultados em diferentes casos.

Com vista a aumentar a eficácia desta intervenção, através das imagens de varredura de CBCT, e de uma impressora 3D, foi possível criar modelos cirúrgicos, que permitem uma melhor precisão do ato cirúrgico, redução do tempo intra-operatório e minimização das osteotomias.

Objetivos: Analisar e explorar uma nova abordagem de microcirurgia apical através de modelos de guias cirúrgicos.

Material e Métodos: Efetuou-se uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed Resultando num total de 16 artigos selecionados.

Resultados: Esta abordagem de tratamento permitiu que os profissionais alcançassem com exatidão os tecidos alvo de maneira mais rápida e precisa, com um tratamento mais conservador e menos traumático. A deteção e remoção completa de tecido infetado ou inflamado também foram verificadas. Culminando num pós-operatório sem quaisquer complicações.

A microcirurgia endodôntica usando o modelo de guia demonstrou maior precisão em relação a uma operação manual.

Conclusão: A microcirurgia endodôntica direcionada, demonstrou resultados positivos em termos de previsibilidade e precisão na realização das osteotomias e ressecções radiculares. No entanto, é necessária mais pesquisa clínica para padronizar e aprimorar estas técnicas, expandindo sua aplicação nas diversas condições clínicas.

Palavras-Chave: "cirurgia endodôntica guiada ", "impressão 3D", "microcirurgia endodôntica direcionada", "apicectomia".

ABSTRACT

Introduction: In conventional endodontic microsurgery, the angulation, perforation zone and depth of the perforation are based on preoperative radiographs, making the surgical act more dependent on the clinician's perceptive ability and coordination.

This allows for a bigger variety of results in different cases.

In order to increase the effectiveness of this intervention, using CBCT scanning images and a 3D printer, it was possible to create surgical models, which allow for better precision of the surgical act, reduction of intra-operative time and minimization of osteotomies.

Objective: To analyze and explore a new approach to apical microsurgery through surgical guide models.

Material and Methods: A literature search was performed in the PubMed database resulting in a total of 16 selected articles.

Results: This treatment approach allowed practitioners to accurately reach target tissues more quickly and precisely, with a more conservative and less traumatic treatment. Complete detection and removal of infected or inflamed tissue was also verified. Culminating in a post-operative period without any complications. Endodontic microsurgery using the guide template demonstrated greater precision compared to a manual operation.

Conclusion: Targeted endodontic microsurgery has shown positive results in terms of predictability and precision in performing osteotomies and root resections. However, more clinical research is needed to standardize and improve these techniques, expanding their application in various clinical conditions.

Keywords: "guided endodontic surgery", "3D printing", "targeted endodontic microsurgery", "apicoectomy".

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
3.1 Critérios de Elegibilidade:.....	3
3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão:.....	6
3.3 Fontes de Informação:.....	6
4. RESULTADOS.....	8
5. DISCUSSÃO.....	16
5.1 Em Que Consiste a Cirurgia Apical.....	16
5.2 Criação Do Guia Cirúrgico	17
5.3 Utilização de brocas trefina.....	18
5.4 Diferenças entre as técnicas.....	19
6. CONCLUSÃO.....	20
7. REFERÊNCIAS.....	21

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela PICO

Tabela 2 – Tabela de Joanna Briggs Institute Appraisal Checklist para Séries de Casos

Tabela 3 - Tabela de Joanna Briggs Institute Appraisal Checklist para Relatos de Caso

Tabela 4 – Tabela de Critérios de Inclusão e Exclusão

Tabela 5 – Tabela de Resultados

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de pesquisa

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

TEMS – Targeted endodontic microsurgery

EMS – Endodontic microsurgery

3DSGs – 3 dimension printed surgical guides

CBCT- Cone beam computed tomography images

CAD/CAM – Computer aided design / Computer aided manufacturing

DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine

STL - Stereolithography

DV – Disto-vestibular

MTA - Mineral trioxide aggregate

1. INTRODUÇÃO

A microcirurgia endodôntica remonta da década de 1990, e desde então tem-se mantido em constante evolução, tanto a nível de técnicas, materiais, como de equipamentos novos ou melhorados, com a finalidade de aumentar a eficácia e previsibilidade do tratamento⁽¹⁾. Esta cirurgia é realizada, principalmente em casos de periodontite apical persistente em que o retratamento endodôntico não cirúrgico foi ineficaz⁽²⁻⁴⁾.

O seu objetivo é localizar o ápice da raiz que possui a infeção, executar a ressecção dos 3mm apicais, zona onde existem mais ramificações canulares, para posteriormente se proceder à retrobturação com materiais biocompatíveis, que possuam uma ótima capacidade seladora da mesma⁽⁵⁾.

Em regra geral realiza-se este procedimento à mão livre, onde os médicos determinam a angulação, zona de perfuração e profundidade da mesma fundamentados em radiografias pré-operatórias, quer bidimensionais como ortopantomografias e periapicais, quer tridimensionais como imagens de tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) e, a partir daí realizam todo o ato cirúrgico^(6,7).

Deste modo, a cirurgia vai depender, em grande parte, da capacidade percetiva e coordenação do clínico, podendo haver uma maior variedade de resultados em diferentes casos, dada a diversidade da cavidade oral de cada paciente ou da localização da peça dentária, que se pode encontrar em zonas anatomicamente desafiadoras⁽⁶⁾.

Das maiores adversidades deste procedimento são o risco de ferir estruturas anatómicas circundantes, especialmente nos casos em que a lesão se encontra perto de estruturas vitais, como do nervo alveolar inferior, forâmen mentoniano, seio maxilar, entre outros⁽⁸⁾.

Para minimizar estes riscos e melhorar a planificação cirúrgica, através da tecnologia moderna, como CBCT, microscópicos óticos e eletrónicos possibilitou-se uma melhor magnificação e iluminação do campo cirúrgico^(2,8).

O CBCT, é especialmente importante, no que diz respeito ao diagnóstico e planeamento do ato cirúrgico. Fornecendo uma imagem tridimensional da cavidade oral do paciente, é possível a visualização de todas as estruturas anatómicas adjacentes, bem como a distância exata a que estas se encontram da raiz que se vai ser tratada^(1,3,9).

Otimizando as funções de varredura de imagem do CBCT, e através de uma impressora 3D, permitiu-se criar modelos cirúrgicos como os que são utilizados na cirurgia de colocação de implantes dentários há mais de uma década^(2,8,10).

Estes modelos permitem uma melhor precisão do ato cirúrgico, redução do tempo intra-operatório e minimização das osteotomias, conduzindo assim, a um menor risco de infeção para seja possível uma recuperação menos dolorosa ao paciente^(7,11).

Existem diversos equipamentos que permitem a execução destes modelos, quer seja através de tecnologia de design auxiliado e fabricado por computador como é o caso de CAD/CAM, quer por meios auxiliares como os scanners intraorais e posteriormente impressoras 3D⁽⁷⁾.

Acoplado a estes modelos de guia, e com recurso à utilização de brocas trefinas, tornou-se possível potencializar ainda mais esta técnica, pela realização de várias etapas numa só⁽¹²⁾.

Este método revela não só uma simplificação de todo o procedimento, como melhora consideravelmente a eficiência do tratamento⁽¹³⁾.

Assim sendo, com estes modelos de guia cirúrgico, é permitido ao médico dentista direcionar e controlar com excelente precisão toda a cirurgia, possibilitando a redução de erro humano, passível de surgir na microcirurgia endodôntica à mão livre, alcançando deste modo melhores resultados do tratamento^(3,6,8,14).

2. OBJETIVO

Avaliar uma nova abordagem de microcirurgia apical através de modelos de guias cirúrgicos, bem como as suas vantagens perante a microcirurgia apical convencional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Critérios de Elegibilidade:

A seleção dos estudos incorporados nesta revisão sistemática integrativa foi realizada com base nos critérios a seguir anunciados, seguindo a estratégia PICOS (Tabela 1):

Tabela 1 – Estratégia PICOS

População (Population)	Raízes que possuíam infecção apical persistente sem possibilidade de retratamento endodôntico não cirúrgico.
Intervenção (Intervention)	Cirurgia apical com recurso a modelos de guia cirúrgicos.
Comparação (Comparison)	Comparação com técnica de microcirurgia apical realizada à mão livre.
Resultados (Outcomes)	Foram encontrados melhores resultados nos dentes tratados com modelos de guia cirúrgicos relativamente à técnica convencional.
Desenho dos Estudos (Study Design)	Ensaio clínicos randomizados, estudos transversais, estudos in vivo e in vitro.

Tabela 2 – Tabela de Joanna Briggs Institute Appraisal Checklist para Séries de Casos

Autor Ano	Havia critérios claros para inclusão na série de casos?	A condição foi medida num padrão confiável para todos os participantes incluídos na série de casos?	Foram utilizados métodos válidos para identificação da condição para todos os participantes incluídos na série de casos?	A série de casos teve inclusão consecutiva dos participantes?	A série de casos teve inclusão completa dos participantes?	Houve relatórios claros da demografia dos participantes no estudo?	Houve relatos claros das informações clínicas dos participantes?	Os resultados ou resultados de acompanhamento dos casos foram claramente relatados?	Foram relatadas de forma clara as informações demográficas do(s) local(ais)/ clínica(s)	A análise estatística foi apropriada?
Giacomino CM <i>et al</i> 2018 (15)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Incerto
Popowicz W <i>et al</i> 2019 (5)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Reddy S <i>et al</i> 2022 (3)	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Incerto

Tabela 3 – Tabela de Joanna Briggs Institute Appraisal Checklist para Relato de Caso

Autor Ano	As características demográficas foram claramente descritas?	A história do paciente foi claramente descrita e apresentada como uma linha cronológica?	O estado clínico atual do paciente no momento da apresentação foi claramente descrito?	Os testes ou métodos de diagnóstico e os resultados foram claramente descritos?	A intervenção ou procedimento de tratamento foi claramente descrito?	O estado clínico pós-intervenção foi claramente descrito?	Os acontecimentos adversos ou acontecimentos imprevistos foram identificados e descritos?	O relatório de caso fornece dados relevantes a retirar?
Strbac GD <i>et al</i> 2017 (1)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não aplicável	Sim
Ahn SY <i>et al</i> 2018 (2)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Ye S <i>et al</i> 2018 (13)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não aplicável	Sim
Kim JE <i>et al</i> 2019 (7)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não aplicável	Sim
Ackerman S <i>et al</i> 2019 (8)	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Sim	Sim	Não aplicável	Sim	Sim
Hawkins TK <i>et al</i> 2020 (6)	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Antal M <i>et al</i> 2020 (16)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não aplicável	Sim
Ray JJ <i>et al</i> 2020 (12)	Não aplicável	Não aplicável	Incerto	Sim	Sim	Não aplicável	Sim	Sim

3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão:

Tabela 4 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Artigos publicados nos últimos 10 anos	Artigos publicados há mais de 10 anos
Artigos cujo idioma seja português ou inglês	Artigos cujo idioma seja diferente a português ou inglês
Estudos que tenham sido realizados em humanos ou in vitro	Estudos que tenham sido realizados em animais
Casos clínicos, estudos transversais, estudos randomizados, publicações de revistas científicas	Teses, dissertações ou revisões sistemáticas
Casos clínicos que tenham utilizado modelos de guia cirúrgico para o tratamento	Casos clínicos que tenham sido realizados apenas com a técnica convencional sem recurso a modelos cirúrgicos

3.3 Fontes de Informação:

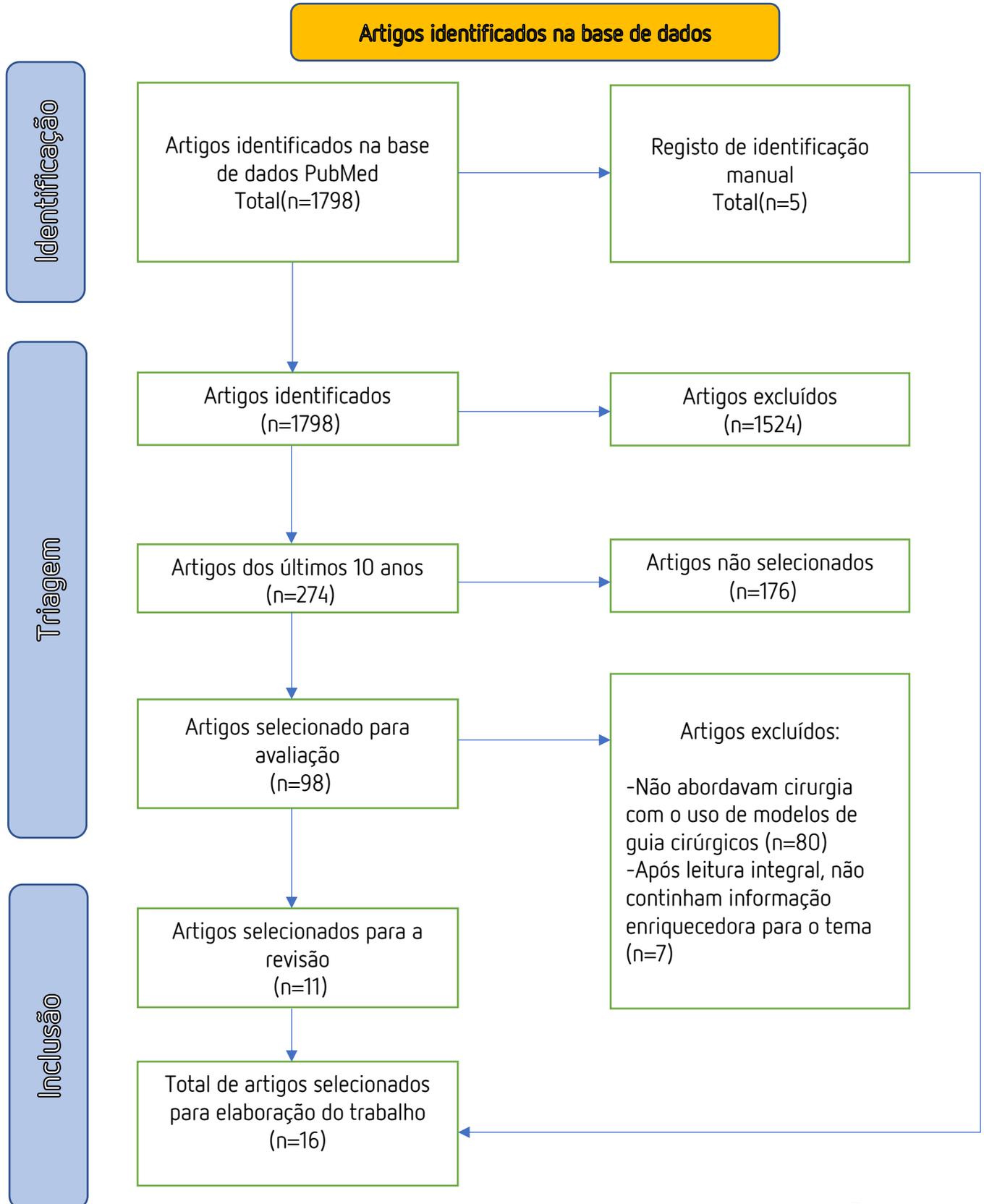
Para a contextualização teórica desta revisão bibliográfica, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, levando em consideração os objetivos deste estudo, utilizando a base de dados PubMed e as seguintes palavras-chave: "guided endodontic surgery", "3D printing", "targeted endodontic microsurgery", "apicoectomy".

De acordo com os resultados da pesquisa na base de dados PubMed pelas palavras-chave já referidas, foram encontrados 1798 artigos. Após filtragem por publicações a partir de 2013, resultaram em 274.

Destes últimos resultados foram excluídos todos os que não eram ensaios clínicos, estudos transversais, estudos in vivo e/ou in vitro, dando origem a 98 artigos. Após análise dos mesmos foram excluídos os que não possuíam modelos de guias cirúrgicos no seu conteúdo, restando 18 artigos. Destes restantes, foram selecionados 11, dado que eram os que melhor se enquadravam e forneciam dados mais significativos para esta revisão sistemática.

Deste modo, foram selecionados 11 artigos mais 5 revisões sistemáticas para enriquecimento da introdução teórica, como esta demonstrado no seguinte fluxograma.

Figura 1 – Fluxograma de pesquisa



4. RESULTADOS

Tabela 5: Tabela de resultados

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
Strbac GD <i>et al</i> 2017 (1)	<i>Guided Modern Endodontic Surgery: A Novel Approach for Guided Osteotomy and Root Resection</i>	O objetivo desta abordagem é introduzir uma nova técnica cirúrgica endodôntica usando um modelo impresso tridimensionalmente para osteotomia guiada e ressecção radicular.	Obtiveram-se modelos cirúrgicos 3D, através da mistura de dados radiográficos carregados com varreduras óticas 3D geradas a partir de varreduras intraorais ou de modelos de gesso.	Esta abordagem compreendeu o tratamento das lesões periapicais dos dentes 15 e 16 com obturações apicais, deteção e remoção completa do material estruído de guta-percha, sem perfuração da membrana sinusal. Não houveram complicações pós-operatórias, avaliações clínicas e radiográficas verificaram a completa cicatrização dos tecidos.	O tratamento endodôntico microcirúrgico guiado apresentado parece ser uma técnica viável, que permite osteotomias pré-definidas e ressecções radiculares.
Ahn SY <i>et al</i> 2018 (2)	<i>Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing-guided Endodontic Surgery: Guided Osteotomy and Apex Localization in a Mandibular Molar with a Thick Buccal Bone Plate</i>	O objetivo deste relato é descrever a aplicação de um modelo cirúrgico para guiar a osteotomia e facilitar a localização do ápice de um molar inferior com placa óssea vestibular espessa.	Os dados da imagem CBCT e o scaneamento do modelo de gesso foram transferidos para o software de planeamento cirúrgico de implantes, onde foram sobrepostos. No modelo sobreposto, um pino de ancoragem foi projetado para atingir o ápice radicular mesial do dente. O modelo cirúrgico foi impresso usando uma impressora tridimensional.	O modelo cirúrgico guiado por design/fabricação auxiliado por computador (CAD/CAM) minimizou a extensão da osteotomia e permitiu a direção precisa até ao ápice. Não houveram complicações pós-operatórias.	A cirurgia guiada por CAD/CAM em cirurgia endodôntica ajuda a minimizar a extensão da osteotomia e facilita a localização do ápice radicular em casos com placa óssea vestibular espessa e intacta. O modelo cirúrgico é útil na cirurgia apical em dentes com estruturas anatómicas problemáticas. Além disso, o tempo cirúrgico diminui com a redução do tempo gasto para localizar o ápice radicular, embora o tempo de preparação para a cirurgia possa ser aumentado porque o desenho e a fabricação de modelos cirúrgicos levam tempo.

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
Giacomino CM <i>et al</i> 2018 (15)	<i>Targeted Endodontic Microsurgery: A Novel Approach to Anatomically Challenging Scenarios Using 3-dimensional-printed Guides and Trephine Burs—A Report of 3 Cases</i>	O objetivo deste artigo é apresentar a microcirurgia endodôntica direcionada. Demonstrando, através de guias cirúrgicos impressos em 3 dimensões (3DSGs) e de brocas trefinas, a obtenção de osteotomias de etapa única, ressecções apicais e biópsias em casos complexos.	O local da osteotomia, a angulação e a profundidade do preparo foram definidos no pré-operatório para evitar estruturas anatómicas sensíveis. O 3DSG foi inserido no local de destino para obter osteotomia precisa e ressecção final da raiz durante a cirurgia. Uma trefina oca rotatória foi colocada dentro do modelo 3DSG, que produziu uma osteotomia de etapa única, ressecção da ponta da raiz e biópsia. A preparação e obturação da extremidade radicular foram realizadas e os tecidos foram suturados no local.	A microcirurgia endodôntica direcionada potencializou o sucesso do tratamento cirúrgico em 3 cenários anatomicamente desafiadores: uma abordagem palatina à raiz palatina de um segundo molar superior; uma abordagem vestibular a uma raiz fundida de um primeiro molar superior; um segundo pré-molar inferior próximo do foramen mentoniano. Determinou-se ainda, que as brocas trefinas guiadas por 3DSGs produzem osteotomias direcionadas eficientes com um local, angulação e profundidade de preparação previsíveis.	Nestes 3 casos, a microcirurgia endodôntica direcionada produziu um local de osteotomia com angulação, diâmetro e profundidade previsíveis. Indicando, desta forma, que a mesma pode ser um avanço importante, permitindo uma cirurgia com precisão em áreas anatomicamente complexas para dentes que, de outra forma, precisariam de extração.

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
Ye S <i>et al</i> 2018 (13)	<i>A novel method for periapical microsurgery with the aid of 3D technology: a case report</i>	Este relato de caso descreve um novo método para cirurgia periapical guiada, que remove o osso cortical sobrejacente e a extremidade da raiz precisamente com o auxílio de um modelo cirúrgico impresso em 3D.	Os arquivos DICOM adquiridos das imagens CBCT foram carregados num software (Simplant, Leuven Bélgica) para planeamento cirúrgico virtual. Uma impressão da cavidade oral foi adquirida com um scanner intraoral (3Shape, Dinamarca) e carregada no mesmo software. Tanto a CBCT quanto a varredura de superfície foram sobrepostas com base em dentes visíveis radiograficamente. Um modelo cirúrgico foi desenhado virtualmente para localizar a área da lesão e o ápice radicular dos dentes com precisão.	Os resultados deste estudo mostraram que o uso de um guia cirúrgico impresso em 3D para cirurgia endodôntica apical pode ser uma técnica precisa e eficaz para o tratamento de lesões periapicais. O guia cirúrgico permitiu que os cirurgiões localizassem com precisão a área da lesão e o ápice da raiz dos dentes, o que ajudou a garantir a remoção precisa do tecido infetado ou inflamado. Além disso, o uso do guia cirúrgico resultou em uma recuperação mais rápida e completa do paciente, com evidência de cura óssea completa e ausência de radiolucência periapical após um ano de acompanhamento.	O modelo direcional projetado digitalmente funcionou em todos os aspetos para facilitar a cirurgia periapical conforme previsto. As pontas das raízes foram localizadas e ressecadas com precisão. O procedimento cirúrgico foi simplificado e a eficiência do tratamento melhorada. Esta técnica minimizou os danos e reduziu a lesão iatrogénica.

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
Ackerman S <i>et al</i> 2019 (8)	<i>Accuracy of 3-dimensional-printed Endodontic Surgical Guide: A Human Cadaver Study</i>	O objetivo deste estudo é avaliar a precisão dos guias cirúrgicos projetados por CBCT para uso durante a cirurgia endodôntica.	Um modelo de guia cirúrgico foi produzido utilizando 48 raízes num modelo de cadáver. No grupo experimental, usando informações das varreduras CBCT pré-operatórias e impressões intra-orais, os guias cirúrgicos foram projetados usando o software de planeamento Blue Sky Bio (Grayslake, IL) e impressos usando uma impressora tridimensional Form 2 (Formlabs, Somerville, MA). Os guias foram projetados para permitir acesso cirúrgico a 3 mm do ápice de cada raiz com controle de profundidade para a superfície lingual ou palatina da raiz. No grupo de controle, o acesso cirúrgico foi concluído "à mão livre", aproximando visualmente as medições apenas da varredura CBCT.	O desvio médio para o grupo guiado (1,743 mm) foi significativamente menor do que o do grupo à mão livre (2,638 mm $P < .001$). Somente em 11 das 24 amostras do grupo controle o acesso cirúrgico foi considerado clinicamente bem-sucedido (dentro da área apical da raiz), enquanto todas as 24 amostras experimentais foram consideradas clinicamente bem-sucedidas.	O uso de um guia cirúrgico impresso projetado por CBCT é um método mais preciso para acessar à porção apical da raiz durante a endodontia cirúrgica em comparação com um método aproximado de CBCT "à mão livre".

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
<p>Popowicz W <i>et al</i></p> <p>2019 (5)</p>	<p><i>Targeted Endodontic Microsurgery: Computed Tomography-based Guided Stent Approach with Platelet-rich Fibrin Graft: A Report of 2 Cases</i></p>	<p>O objetivo deste relato de caso é destacar a importância do uso da tecnologia avançada, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e a impressão 3D, para realizar cirurgias endodônticas precisas e bem-sucedidas.</p>	<p>Foram obtidos arquivos STL após a digitalização do modelo de gesso da mandíbula com o scanner de laboratório Map 400 (Amann Girschbach, Pforzheim, Alemanha). O software DDS-Pro (Natrodent Polska, Polônia). Usando varreduras CBCT (CS 8100, Carestream Dental) e arquivos STL, um modelo 3D foi gerado. Nesse modelo virtual 3D, planeou-se a execução passo a passo da cirurgia. Para atingir com precisão o ápice radicular sem perfurar o seio maxilar, foram definidas a dimensão e a direção da broca trefina cirúrgica.</p>	<p>A cicatrização periapical ao redor da raiz com formação do ligamento periodontal foi observada radiograficamente em ambos os casos. A vista sagital mostra cura completa com área radiodensa uniforme ao redor do ápice. O assoalho do seio está intacto. A espessura da placa cortical foi restaurada à sua medida original no local da osteotomia em ambos os dentes.</p>	<p>Os relatos de caso apresentados demonstram potencial para microcirurgia endodôntica direcionada não apenas na execução, mas também um resultado positivo num curto período de acompanhamento. A preservação da placa cortical para ser utilizada como enxerto autólogo foi uma vantagem adicional nesta técnica. A pesquisa clínica futura permitirá uma melhor padronização, maior precisão e aplicação em várias condições clínicas.</p>

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
Kim JE <i>et al</i> 2019 (7)	<i>A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology</i>	O objetivo deste artigo é apresentar a microcirurgia endodôntica que utiliza um modelo de guia que pode direcionar com precisão a posição do ápice para o tratamento de um dente anterior com canal calcificado. O mesmo era intratável com a terapia endodôntica convencional e incapaz de rastrear a posição do ápice devido à ausência de fístula.	O modelo de estudo feito por impressão de alginato e foi digitalizado e transformado em dados digitais usando um scanner de mesa (Identica Blue; Medit Co., Seul, Coreia). Tanto os dados CBCT quanto os dados digitais obtidos do modelo de estudo do paciente foram importados para o software de planejamento de implantes (In2Guide; Cybermed Co., Seul, Coreia). O modelo de guia projetado foi exportado em formato de arquivo STereoLithography (STL) e impresso com impressora 3D (Objet 260; Stratasys Co., MN, EUA).	A microcirurgia endodôntica usando o modelo de guia demonstrou maior precisão em relação a uma operação manual. Além disso, o próprio modelo guia pode atuar como afastador de tecidos moles, ajudando a evitar lesões iatrogênicas de tecidos moles. Após 1 mês de acompanhamento, o sintoma clínico foi completamente resolvido. Nenhum outro sinal de efeitos adversos ao redor dos tecidos moles circundantes foi identificado.	A microcirurgia endodôntica com a utilização de guia pode ser um método útil em canais calcificados, intratáveis com tratamento endodôntico convencional e incapazes de rastrear a posição do ápice devido à ausência de fístula.

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
<p>Hawkins TK <i>et al</i></p> <p>2020 (6)</p>	<p><i>Targeted endodontic microsurgery and endodontic microsurgery: a surgical simulation comparison</i></p>	<p>O objetivo deste artigo é comparar o tempo cirúrgico, o ângulo de bisel e os perfis volumétricos do local da osteotomia e ressecção realizada por microcirurgia endodôntica direcionada e microcirurgia endodôntica tradicional num modelo de simulação cirúrgico.</p>	<p>Um arquivo de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) de 80x80 mm foi importado para o software Mimics, onde lesões periapicais artificiais foram criadas abrangendo 12 ápices radiculares. Modelos maxilares e mandibulares foram impressos em 3D. Os guias cirúrgicos foram projetados e impressos em 3D para cada local cirúrgico. Três endodontistas certificados usaram o CBCT original para planejar e realizar a microcirurgia endodôntica em modelos de seis dentes superiores e seis inferiores. Em seguida, os mesmos endodontistas realizaram TEMS em duplicados impressos em 3D para os mesmos dentes. Todas as cirurgias foram cronometradas. Imagens CBCT pós-operatórias de modelos experimentais foram feitas e importadas para o software Amira para medição do ângulo de bisel e perfis volumétricos do local.</p>	<p>Durante a técnica endodôntica cirúrgica tradicional cada endodontista certificado danificou uma raiz adjacente de dentes com raiz DV fundida com a P. Os volumes de raízes adjacentes danificadas foram de 1,6 mm³. A técnica endodôntica cirúrgica guiada não produziu danos às raízes adjacentes. Para EMS, um endodontista certificado não removeu o processo apical nem a ponta da raiz em dois pré-molares inferiores e foi necessário corrigir o erro com tempo cirúrgico adicional.</p>	<p>O TEMS permitiu que os endodontistas iniciassem a cirurgia com menos tempo de avaliação clínica e concluíssem a osteotomia e a ressecção final da raiz com mais eficiência, com um volume de ressecção raiz e ângulo de bisel mais apropriados. Representa ainda uma alternativa viável ao endodontista, principalmente perante cenários anatomicamente desafiadores onde podem ocorrer danos nos dentes adjacentes.</p>

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
Ray JJ <i>et al</i> 2020 (12)	Targeted Endodontic Microsurgery: Digital Workflow Options	O objetivo deste artigo é descrever sequencialmente os princípios do fluxo de trabalho digital para guias TEMS.	Foram renderizadas imagens de CBCT, e imagens de varredura de coroas e tecidos moles, a fusão dessas renderizações num software de design levaram à criação de um modelo virtual para impressão 3D.	Com o TEMS, toda a osteotomia e ressecção são prescritas antes que a primeira incisão seja feita. A cicatrização é aprimorada quando os diâmetros da osteotomia são restritos a 5 mm ou menos. Além disso, o TEMS permite uma osteotomia e ressecção mais eficientes, aumentando potencialmente o processo de cicatrização. Finalmente, em contraste com a osteotomia de mão livre, o TEMS produz núcleos de tecido que preservam a relação entre o osso, a extremidade da raiz e as lesões dos tecidos moles.	Se ossos, raízes, espaços neurovasculares, superfícies oclusais e tecidos moles forem reproduzidos com precisão em um formato digital, os arquivos resultantes podem produzir uma construção 3D contendo um modelo virtual para servir como base de design para um guia TEMS útil para salvar os dentes.
Antal M <i>et al</i> 2020 (16)	<i>Digitally Planned Root End Surgery with Static Guide and Custom Trepine Burs: A Case Report</i>	Este artigo tem como objetivo demonstrar a precisão da ressecção apical com o uso de brocas trefinas personalizadas, fabricadas especificamente para microcirurgia endodôntica direcionada.	Um conjunto de trefinas ósseas personalizadas foram projetadas e fabricadas, em seguida, os seus modelos digitais foram integrados em um software de planeamento cirúrgico de implantes já existente, em cooperação com o desenvolvedor do software. A apicectomia foi realizada em um caso real com a ajuda do novo sistema.	Tornou-se possível planejar a remoção da extremidade radicular no espaço virtual e fabricar guias cirúrgicos estáticos impressos em 3D para ajudar na execução da cirurgia. Um paciente com lesão periapical persistente foi tratado com sucesso e sem complicações. O acompanhamento de 6 meses encontrou cicatrização sem intercorrências.	O sistema apresentado é um passo positivo em direção a um sistema digital padronizado e fluxo de trabalho dedicado à cirurgia endodôntica guiada.

Tabela 5: Tabela de resultados (continuação)

Autor/Ano	Título do artigo	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusão
<p>Reddy S <i>et al</i></p> <p>2022 (3)</p>	<p><i>Targeted Endodontic Microsurgery: A Guided Approach – A Report of Two Cases</i></p>	<p>O objetivo deste estudo é apresentar novas medidas que reduzem a possibilidade de erro humano, que é comum na microcirurgia endodôntica à mão livre.</p>	<p>Os arquivos STL foram obtidos após a digitalização do modelo de estudo com um scanner 3D (Straumann). O Blue Sky Plan 3, um sistema de navegação de implantes, foi usado para o planeamento do tratamento, sobrepondo os arquivos STL com os arquivos CBCT DICOM, um modelo virtual 3D foi projetado. No modelo virtual 3D obtido, foi feito o planeamento pré-cirúrgico. A dimensão e a direção da entrada da broca cirúrgica no local da osteotomia foram definidas. De acordo com o plano digital, um 3DSG feito de material polilactídeo foi impresso em uma impressora 3D (Stratasys Ltd) e verificado quanto ao ajuste antes do procedimento cirúrgico.</p>	<p>Nos casos apresentados, o guia permitiu que os médicos alcançassem com precisão os tecidos alvo de maneira mais rápida e precisa, com um procedimento de tratamento mais conservador e menos traumático. Um acompanhamento de 1 ano de CBCT de ambos os casos mostraram cicatrização completa em 3D do local cirúrgico, e a extensão da lesão periapical também pode ser detetada em pré-operatório.</p>	<p>Nos presentes casos, TEMS produziu um local de osteotomia com angulação e diâmetro previsíveis, provando ser mais preciso e minimamente invasivo do que a cirurgia convencional. O TEMS representa uma alternativa viável ao EMS, desenvolvendo evolução tecnológica e clínica dentro da especialidade de endodontia.</p>

5. DISCUSSÃO

5.1 Em Que Consiste a Cirurgia Apical

A cirurgia endodôntica apical, também conhecida como apicectomia, é uma intervenção cirúrgica endodôntica que tem como objetivo remover a porção apical da raiz do dente e o tecido inflamado ou infetado ao seu redor.

A cirurgia é realizada quando o tratamento endodôntico convencional ou retratamento não é suficiente para eliminar a lesão^(3,5,6,8,12,15). Tendo como exemplo casos de periodontite apical persistente e recorrente, ou mesmo quando o acesso ortógrado à porção apical do sistema de canal radicular não é efetivo ou tecnicamente possível⁽⁵⁾.

Numa fase inicial do ato cirúrgico, o procedimento envolve a execução de uma incisão na gengiva para elevação de retalho, caso necessário, possibilitando a visualização do tecido ósseo^(7,16).

Por meio de uma osteotomia, existe exposição da zona apical radicular e da respetiva lesão, procedendo-se à sua curetagem e ressecção da extremidade da raiz⁽³⁾.

É necessária uma profundidade mínima de corte de 3 mm para eliminar efetivamente os canais acessórios que possam estar presentes⁽⁷⁾.

Em seguida, a raiz remanescente é preenchida com um material biocompatível, como um cimento de ionómero de vidro ou um biocerâmico como o MTA, para selar o canal e prevenir a recorrência da infecção^(1,2). Finalmente, a ferida cirúrgica é fechada e suturada⁽⁷⁾.

A cirurgia endodôntica apical é geralmente realizada sob anestesia local e pode ser concluída em uma única sessão, porém o paciente pode necessitar de medicação para controlar a dor e o inchaço, bem como de acompanhamento regular para garantir uma recuperação adequada^(2,6,15).

É um procedimento comum e seguro, com altas taxas de sucesso e baixa prevalência de complicações, possuindo uma grande utilidade para a salvação de uma peça dentária que de outra forma carecia de extração^(6,16).

A técnica de cirurgia apical guiada é uma técnica moderna que utiliza um guia cirúrgico impresso em 3D para orientar a osteotomia e a ressecção radicular, com vista em melhorar a precisão e minimizar a invasividade do procedimento^(1,3).

5.2 Criação Do Guia Cirúrgico

Um elemento crucial para a concretização do modelo de guia cirúrgico, é o CBCT, um tipo de tomografia computadorizada que utiliza um feixe cônico de raios X para capturar imagens do paciente que são posteriormente processadas por um computador com a finalidade de criar uma imagem tridimensional da área de interesse. Esta é considerada uma técnica de imagem de baixa dose de radiação, mas ainda assim é crucial a minimizar ao máximo, dentro do possível, a exposição do paciente à radiação⁽²⁾.

Entre outras utilidades, este meio de auxiliar de diagnóstico, apresenta alto benefício no que toca à identificação de lesões periapicais, fraturas radiculares, canais acessórios e outras anomalias que podem afetar o planeamento e a execução da cirurgia endodôntica⁽¹²⁾.

Para a concretização deste modelo cirúrgico, numa fase inicial, estas imagens são armazenadas em arquivos DICOM para serem utilizadas à posteriori.

Em seguida, procede-se à execução de uma impressão da cavidade oral do paciente através de um scanner intraoral.

Os dados do CBCT e da varredura intraoral são combinados com base nos dentes visíveis radiograficamente, e é então projetado virtualmente um modelo para localizar a área da lesão e do ápice dos dentes com precisão.

A espessura do osso cortical vestibular é medida através de uma ferramenta de medição virtual fornecida pelo software e registada como profundidade de trabalho. A distância, em linha reta, da superfície do osso cortical vestibular à face palatina do ápice da raiz que requer ressecção é também medida e registada.

Posto isto, e com base nestes dados, um modelo de guia cirúrgico projetado virtualmente é fabricado com o auxílio de uma impressora 3D.

Finalmente, este é colocado em boca para verificação da sua adaptação^(13,15).

É exequível também, a realização de uma varredura digital de um modelo de estudo em gesso, que juntamente com os dados de arquivo DICOM da tomografia computadorizada de feixe cônico são sobrepostos, com a mesma finalidade- criação de um modelo digital preciso, para que seja impresso em 3D^(2,15).

Para a execução de um modelo cirúrgico preciso, é necessária uma seleção adequada de cada caso e um design da cavidade oral detalhado.

Existe uma grande dispersão de imagens de CBCT originadas por restaurações extensas ou coroas metálicas, que possibilitam uma distorção aquando da sobreposição com os modelos scaneados. Assim, a precisão do guia cirúrgico em pacientes com estas características pode-se tornar limitada⁽²⁾.

Para superar esta limitação, os médicos dentistas podem considerar pontos de referência artificiais.

De um modo geral, o CBCT é utilizado para fornecer uma visualização mais precisa das estruturas anatómicas envolvidas no procedimento, que desta forma auxilia não só na produção dos guias cirúrgicos, como também em todo o diagnóstico e planeamento pré-cirúrgico⁽¹⁵⁾.

5.3 Utilização de brocas trefina

A utilização de brocas trefina em conjunto com os guias cirúrgicos impressos em 3D representam um grande benefício para a microcirurgia endodôntica.

A vantagem do uso destas brocas é que, com elas é possível a realização de osteotomias direcionadas e eficientes, com um local, angulação e profundidade de preparação previsíveis.

As mesmas exibem especial importância nos casos em que nos deparamos com zonas de anatomia desafiadora, como é o caso da raiz palatina do primeiro e segundo molar maxilar, raízes fundidas e extremidades radiculares próximas de estruturas nervosas⁽¹⁵⁾.

O guia cirúrgico é impresso com uma manga guia na zona vestibular ou palatina, de acordo com a raiz a tratar, através da qual a trefina é introduzida para a realização do ato cirúrgico⁽¹⁶⁾.

Esta manga é o que permite manter a broca em uma posição precisa durante a cirurgia⁽¹⁵⁾.

No seguimento do procedimento, posteriormente à elevação do retalho e implementação do modelo em boca, a broca trefina é inserida no guia cirúrgico e rotacionada em alta velocidade.

Concomitante a toda a sua atividade de corte progressivo através do osso, extremidade radicular e tecido mole, existe irrigação constante de água estéril. Assim, e através de ventilação lateral evita-se a geração de calor excessiva que possa lesar os tecidos⁽¹⁵⁾.

Após a ressecção, os passos subsequentes da cirurgia incluem curetagem periapical, preenchimento retrógrado e encerramento da ferida⁽¹⁶⁾.

Como o objetivo é excisar 3 mm do ápice, o ponto de partida para o diâmetro destas brocas deve ser ligeiramente superior a 3 mm.

Então, Antal M. *et al*⁽¹⁶⁾, desenvolveram trefinas de 3,46 mm e 4,46 mm com a finalidade de permitir a distância de 0,4 mm entre a manga e o movimento horizontal das peças.

Consideraram ainda 5,0 mm como o limite máximo, dado que com um diâmetro tão grande seria inacessível de cumprir os 3 mm de ressecção, eliminando o benefício de precisão da orientação e da invasividade mínima.

Antal M. *et al*⁽¹⁶⁾ depararam-se, em algumas situações, com a porção cilíndrica de tecido que havia sido removida, frequentemente presa no interior da trefina e por vezes só conseguia ser removida com grande dificuldade. Deixando como sugestão para esta técnica um mecanismo de push-out simples.

Sem, no entanto, eliminar a excessiva aderência do instrumento ao tecido removido, pois possivelmente é essa a característica que permite ressecar e remover em um único passo.

De um modo geral, a broca trefina é usada no TEMS para criar um orifício preciso no osso cortical, permitindo que o cirurgião visualize e acesse à área de interesse com mais facilidade e menor invasividade.

Isso pode ajudar a reduzir o tempo de cirurgia, minimizar o trauma tecidual e melhorar a precisão da osteotomia e da ressecção do ápice radicular.

Para além disto, o uso desta broca pode ajudar a preservar a relação entre o osso, o ápice radicular e as lesões de tecidos moles, o que pode ser útil para entender o sucesso e o fracasso da endodontia clínica⁽¹²⁾.

5.4 Diferenças entre as técnicas

De acordo com os artigos estudados, a cirurgia endodôntica guiada permite uma identificação e tratamento mais acessível, assertivo e minimamente invasivo, levando deste modo a uma cicatrização e recuperação pós-operatória mais rápida^(2,3,5,7,8).

Em alguns casos de apicectomia, durante a remoção de osso, a perfuração livre resultou numa osteotomia maior e deste modo levou a uma perda de osso saudável desnecessária, enquanto que aquando da realização da mesma cirurgia com um modelo guia, culminou numa abordagem mais precisa e justa ao ápice⁽⁵⁾.

O diâmetro do excerto ósseo influencia o resultado da cicatrização após a cirurgia endodôntica.

A extensa destruição óssea tende a inviabilizar ou atrasar a normal cicatrização, dificultando o pós-operatório.

O trauma cirúrgico, que pode ocorrer aquando de acertos ósseos na osteotomia realizada pela técnica convencional, inicia o processo inflamatório, que leva a complicações pós-operatórias, incluindo dor e edema⁽²⁾.

Na TEMS, o tempo de cirurgia e o volume de remoção óssea são significativamente reduzidos, a cicatrização e o pós-operatório são mais favoráveis, levando isto a um menor risco de infeção e melhor prognóstico.

Além disso, os resultados são mais previsíveis e menos sensíveis à técnica, tornando-se assim, mais independentes da experiência do clínico^(1,3).

Deste modo, a cirurgia guiada para além de ajudar a reduzir a probabilidade do desvio na perfuração durante a osteotomia, ajuda também na retração do retalho e a minimizar o trauma nos tecidos moles.^(1-3,7)

A abordagem tradicional é ainda passível de conduzir a danos em estruturas anatómicas vitais, como o nervo alveolar inferior, o nervo mentoniano, as raízes adjacentes e o seio maxilar, mais facilmente do que na TEMS^(2,7).

No entanto, é importante notar que a cirurgia guiada pode ter algumas limitações, como a produção de artefactos nas varreduras de CBCT devido a restaurações de cobertura total e à dificuldade de posicionamento do instrumento devido à espessura do guia cirúrgico⁽⁸⁾.

Esta também pode ser mais cara e demorada do que a cirurgia apical tradicional, devido ao processo de planeamento e fabricação do guia cirúrgico.

Além disto, a TEMS pode não ser adequada para todos os casos, especialmente aqueles com patologia extensa^(1,2).

6. CONCLUSÃO

- A microcirurgia endodôntica direcionada, com o auxílio de guias impressos em 3D e tecnologias de renderização de imagem, demonstrou resultados positivos em termos de previsibilidade e precisão na realização das osteotomias e ressecções radiculares.
- Permite uma localização precisa e fácil do ápice radicular com maior preservação da cortical óssea, tornando-se numa cirurgia menos invasiva.
- Contribui para a redução do tempo de cirurgia e minimiza as complicações pós-operatórias, como lesões iatrogénicas, levando a uma melhor e menos dolorosa recuperação para o paciente.
- Esta técnica representam um grande avanço no campo da endodontia cirúrgica, permitindo a realização do procedimento clínico com maior segurança e eficiência, culminando em melhores resultados clínicos. No entanto, é necessária mais pesquisa clínica para padronizar e aprimorar estas técnicas, expandindo sua aplicação nas diversas condições clínicas.

7. REFERÊNCIAS

1. 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.* março de 2017;43(3):496–501.
2. Ahn SY, Kim NH, Kim S, Karabucak B, Kim E. Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing–guided Endodontic Surgery: Guided Osteotomy and Apex Localization in a Mandibular Molar with a Thick Buccal Bone Plate. *J Endod.* abril de 2018;44(4):665–70.
3. 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.
4. Kang M, In Jung H, Song M, Kim SY, Kim HC, Kim E. Outcome of nonsurgical retreatment and endodontic microsurgery: a meta-analysis. *Clin Oral Investig.* abril de 2015;19(3):569–82.
5. 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.* dezembro de 2019;45(12):1535–42.
6. Hawkins TK, Wealleans JA, Pratt AM, Ray JJ. Targeted endodontic microsurgery and endodontic microsurgery: a surgical simulation comparison. *Int Endod J.* maio de 2020;53(5):715–22.
7. Kim JE, Shim JS, Shin Y. A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology. *Restor Dent Endod.* 2019;44(3):e29.
8. Ackerman S, Aguilera FC, Buie JM, Glickman GN, Umorin M, Wang Q, et al. Accuracy of 3-dimensional–printed Endodontic Surgical Guide: A Human Cadaver Study. *J Endod.* maio de 2019;45(5):615–8.
9. Sharma G, Abraham D, Gupta A, Aggarwal V, Mehta N, Jala S, et al. Comparison of healing assessments of periapical endodontic surgery using conventional radiography and cone-beam computed tomography: A systematic review. *Imaging Sci Dent.* 2022;52(1):1.
10. Iqbal A, Sharari TA, Khattak O, Chaudhry FA, Bader AK, Saleem MM, et al. Guided Endodontic Surgery: A Narrative Review. *Medicina (Mex).* 29 de março de 2023;59(4):678.
11. Moreno-Rabié C, Torres A, Lambrechts P, Jacobs R. Clinical applications, accuracy and limitations of guided endodontics: a systematic review. *Int Endod J.* fevereiro de 2020;53(2):214–31.
12. Ray JJ, Giacomino CM, Wealleans JA, Sheridan RR. Targeted Endodontic

Microsurgery: Digital Workflow Options. *J Endod.* junho de 2020;46(6):863–71.

13. Ye S, Zhao S, Wang W, Jiang Q, Yang X. A novel method for periapical microsurgery with the aid of 3D technology: a case report. *BMC Oral Health.* dezembro de 2018;18(1):85.

14. 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.* 26 de outubro de 2022;19(21):13900.

15. Giacomino CM, Ray JJ, Wealleans JA. Targeted Endodontic Microsurgery: A Novel Approach to Anatomically Challenging Scenarios Using 3-dimensional–printed Guides and Trepine Burs—A Report of 3 Cases. *J Endod.* abril de 2018;44(4):671–7.

16. Antal M, Nagy E, Sanyó L, Braunitzer G. Digitally planned root end surgery with static guide and custom trephine burs: A case report. *Int J Med Robot [Internet].* agosto de 2020 [citado 19 de julho de 2023];16(4).