



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

MICROCIRURGIA ENDODÔNTICA

Trabalho submetido por
Pâmela Cristina Neres dos Santos
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2020



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

MICROCIRURGIA ENDODÔNTICA

Trabalho submetido por
Pâmela Cristina Neres dos Santos
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor João Dias

setembro de 2020

DEDICATORIA

*“O entusiasmo é a maior força da alma. Conserva-o e nunca te faltará poder para
consequires o que desejas”.*

(Napoleon Hill)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Doutor João Dias, por aceitar me orientar, pela disponibilidade e parceria neste trabalho.

A Deus, que com seu amor me sustentou até aqui, me orientando nas escolhas e guiando meus caminhos. Por muitas vezes queremos desistir, ir pelos caminhos mais fáceis, mas ao lembrarmos nossa origem, recebemos o conforto que precisamos.

A minha mãe Cristina, por sempre estar ao meu lado e por todo amor do mundo dado a mim e a meus irmãos, por sonhar os meus sonhos comigo e me mostrar o que é ser uma mulher guerreira, que luta pelo que quer e para nunca desistir dos meus sonhos. Mostrando-me o caminho correto a seguir e que Deus deve estar presente em tudo.

A todos os professores do Instituto Universitário Egas Moniz que fizeram parte dessa trajetória.

Aos pacientes, pela confiança depositada e toda a disponibilidade.

Aos meus amigos e familiares, pelas lindas palavras e pelos abraços que sempre nos motivam a querer continuar.

E aos grandes amigos que o mestrado me proporcionou, serão levados para sempre em meu coração. Só tenho a agradecer a todos os momentos que tive ao longo desse período. Muito obrigada por tudo! Vocês foram fundamentais e essenciais para essa trajetória.

RESUMO

O tratamento endodôntico possui uma alta taxa de sucesso. Esse sucesso depende de vários fatores: a presença de fraturas, o tamanho da lesão, a técnica de instrumentação, a qualidade do irrigante e a técnica de obturação, resumindo-se na habilidade do profissional.

Numa primeira opção de falha endodôntica realiza-se um retratamento endodôntico não cirúrgico. Quando esse retratamento endodôntico falha, pode-se ainda realizar uma microcirurgia endodôntica, na atualidade trata-se de uma técnica que possui uma alta taxa de sucesso – 89% a 100%, essa taxa torna-se alta quando é realizada com o auxílio do microscópio operatório, ultrassom e materiais biocerâmicos para a realização da obturação retrógrada.

Esse avanço e melhoria contínua em relação à endodontia, nas suas técnicas, materiais e instrumentos, resultam em menos falhas, mas, concomitantemente há a necessidade de um profissional qualificado para realizar o procedimento com qualidade.

Na área da endodontia a tecnologia aglomerou muito valor, trazendo imagens tridimensionais (CBCT) e uma visão real do elemento dentário, que não é o caso da imagem bidimensional, e através de um CBCT e com um programa de computador é possível a observação e confecção de uma guia 3D.

Desta forma, foi realizada uma revisão da literatura com um espaço que se concentra nos últimos 10 anos, recorrendo a bases de dados como a PubMed, Scielo, Lilacs, Journal of Endodontics, utilizando palavras-chave relacionadas com o tema.

Palavras-chave: cirurgia endodôntica guiada, obturação retrógrada, tomografia computadorizada cone beam (CBCT), microcirurgia endodôntica.

ABSTRACT

Endodontic treatment has a high success rate. And this success depends on several factors: the presence of fractures, the size of the lesion, instrumentation technique, quality of the irrigator and filling technique, summing up the skill of the professional.

In a first option of endodontic failure, a non-surgical endodontic retreatment is performed. When this endodontic retreatment fails, endodontic microsurgery can still be performed, nowadays it is a technique that has a high success rate – 89 to 100%, this rate becomes high when it is performed with the aid of the operating microscope, ultrasound and bioceramic materials to perform retrograde filling.

This advancement and continuous improvement in relation to endodontics, in its techniques, materials and instruments, result in fewer failures, but, together with this, the need for a qualified professional to perform the procedure with quality.

In the area of endodontics, technology has added a lot of value, bringing three-dimensional images (CBCT), a real view of the dental element, which is not the case with two-dimensional image, through a CBCT and with a computer program it is possible to observe and making a 3D guide.

Thus, a literature review was carried out with a space that focuses on the last 10 years, using databases such as PubMed, Scielo, Lilacs, Journal of Endodontics, using keywords related to the theme.

Keywords: guided endodontic surgery, retrograde filling, cone beam computed tomography (CBCT), endodontic microsurgery.

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	15
II. DESENVOLVIMENTO	19
2.1 HISTÓRIA DA ENDODONTIA CIRÚRGICA	19
2.2 CAUSAS DOS INSUCESSOS ENDODÔNTICOS	23
2.3 INDICAÇÕES DA ENDODONTIA CIRÚRGICA	24
2.3.1 Retratamento Endodôntico versus Defeitos Dentinários.....	24
2.4 CONTRAINDICAÇÕES DA ENDODONTIA CIRÚRGICA	25
2.4.1 Risco de Sangramento	25
2.4.2 Condições Ósseas	26
2.4.3 Cobertura de Esteroides.....	27
2.4.4 Doença Cardiovascular.....	27
2.4.5 Capacidade Mental	27
2.4.6 Avaliação da Saúde Periodontal	28
2.5 DIAGNÓSTICO E PLANO DE TRATAMENTO	29
2.5.1 Tomografia Axial Computadorizada	31
2.5.2 Tomografia Computadorizada Cone Bean	32
2.5.3 Planeamento e Confeção de Guias 3D	35
2.6 EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS	38
2.6.1 Lupas	38
2.6.2 Microscópio Operatório.....	38
2.6.3 Ultrassom.....	40
2.6.3.1 Instrumentos para Piezocirurgia	42
2.6.4 Brocas de Trefina.....	43
2.6.5 Laser	44
2.6.6 Arsenal Microcirúrgico.....	45
2.7 TÉCNICAS CIRÚRGICAS	46
2.7.1 Apicectomia Múltipla	47
2.7.2 Tratamento Endodôntico Transcirúrgico.....	48
2.7.3 Microcirurgia Endodôntica com Sistema de Navegação Dinâmica	49
2.7.4 Endodontia microguiada: precisão de uma técnica minimalista para a preparação da cavidade de acesso apicalmente nos dentes anteriores com calcificação pulpar.....	54
2.7.5 Microcirurgia Endodôntica Guiada Minimamente Invasiva	55
2.7.6 Microcirurgia endodôntica direcionada: cenários anatomicamente desafiadores usando guias tridimensionais e brocas de trefina	58

2.8 PREPARAÇÃO QUÍMICO-MECÂNICA DO TERÇO APICAL EM MICROCIURURGIA ENDODÔNTICA	60
2.9 MATERIAIS RETROBTURADORES	61
2.9.1 Biocerâmicos	61
2.10 EFEITOS DA DEXAMETASONA INJETADA LOCALMENTE	63
2.11 RESULTADOS A LONGO PRAZO	64
2.12 ENDODONTIA VERSUS IMPLANTE	66
III. CONCLUSÃO	69
IV. BIBLIOGRAFIA	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Radiografia 1: Nenhum material de obturação radicular visível no incisivo lateral, com exceção do poste de metal. Não há sinais de osteíte ao redor do ápex (17 de fevereiro de 1951). Radiografia 2: Destruição da lâmina dura no ápex do incisivo lateral. A destruição é mais acentuada na mesial da raiz (6 de fevereiro de 1953). Radiografia 3: Destruição óssea ao redor do ápex do incisivo lateral e possivelmente uma formação de uma reabsorção apical (12 de fevereiro de 1953). Imagem 4: Exame radiográfico realizado após a operação (21 de fevereiro de 1953). Radiografia 5: O ápex do incisivo lateral, circundado por uma destruição óssea bem definida. E área radiotransparente próxima ao preenchimento de amálgama (20 de maio de 1953). Radiografia 6: A destruição óssea no incisivo lateral e a área radiotransparente aumentaram de tamanho (15 de junho de 1954). Radiografia 7: Radiografia realizada após a segunda ressecção da raiz do incisivo (15 de junho de 1954). Radiografia 8: Nova visualização de uma imagem radiotransparente no ápex do incisivo lateral (21 de setembro de 1954). Radiografia 9: Ainda há uma destruição óssea e a presença de imagem radiotransparente no ápex do incisivo lateral (25 de janeiro de 1955). Radiografia 10: Exame radiográfico realizado após a última cirurgia (26 de junho de 1955). Adaptado de: Omnell, 1959.....21

Figura 2- Classificação das diferentes condições endodônticas: a) sem doença apical; b) pequena lesão endodôntica; c) lesão maior, com tamanho da metade do comprimento da raiz; d) lesão classe B com perda óssea periodontal; e) lesão classe B com comunicação periodontal; f) lesão classe E com fenestração bucal total. Adaptado de: Monaghan et. al., 2019.....29

Figura 3- Ortopantomografia Inicial. Adaptado de: D’Addazio, Assis, Campos, Bastos e Lopes, 2010.....30

Figura 4- Tomografia computadorizada cone bean, com cortes transversais oblíquos. Adaptado de: D’Addazio, Assis, Campos, Bastos e Lopes, 2010.....34

Figura 5- (A) Visão sagital pré-operatória do CBCT do segundo pré-molar superior esquerdo com área radiotransparente no ápex e cavidade do seio maxilar pneumatizado ao redor. (B e C) Imagens do diâmetro e direção de uma guia cirúrgica 3D (3DSG)

visualizadas com o <i>software</i> de planeamento DDS-Pro. (D) A 3DSG impressa. Adaptado de: Popowicz et.al., 2019.....	36
Figura 6- O projeto da 3DSG com o uso do <i>software</i> de planeamento DDS-Pro. Adaptado de: Popowicz et.al., 2019.....	36
Figura 7- Pontas ultrassónicas para retropreparação por tomografia computadorizada (SybronEndo). A gama de pontas para tomografia computadorizada (modelos 1 a 3) é indicada para microcirurgia. A ponta CT-1 serve como abertura e inicialização de preparações, graças à sua cabeça longa e fina com angulação de 90°. Adaptado de: Joya-Grajales e Fernández-Grisales, 2018.....	40
Figura 8- Pontas ultrassónicas de retropreparação KIS (Obtura-Spartan, Fenton, MO, EUA): KIS1 para dentes anteriores e pré-molares, KIS2 dentes anteriores inferiores, KIS3 dentes de difícil acesso (molares), KIS4 para raiz lingual de molares inferiores e disto-vestibular de molar superior direito, KIS5 para raízes vestibulares de molar inferior esquerdo e vestíbulo-mesial de molar superior direito, KIS6 para uso nas raízes linguais do molar inferior e na parte vestíbulo-distal do molar superior esquerdo. Adaptado de: Joya-Grajales e Fernández-Grisales, 2018.....	42
Figura 9- (C) Uma broca diamantada com a ponta em forma de agulha longa e cónica (NTI-Kahla GmbH). (D) Serras piezoelétricas (ponta piezomed). (E) O sistema de corte ósseo ultrassónico (Piezomed, W&H Dentalwerk). Adaptado de: Lee, Yu, Wang, Kim e Kim, 2020.....	43
Figura 10- Uma broca de trefina (Komet). Adaptado de: Popowicz et.al., 2019.....	43
Figura 11- Principais componentes da bandeja microcirúrgica para endodontia. Adaptado de: Jabun et. al., 2019.....	46
Figura 12- Uma comparação do formato e tamanho da lâmina; a) tamanho 15; b) uma lâmina microcirúrgica e c) uma lâmina 15c. Adaptado de: Jabun et.al., 2019.....	46
Figura 13- Figura 13A ortopantomografia em que se observa extensa área radiotransparente compatível com lesão periapical, envolvendo os elementos dentários 12, 11, 21 e 22. Figura 13B apicectomia com tratamento endodôntico transcirúrgico. Adaptado de: Sette-Dias et. al., 2019.....	48

Figuras 13C, 13D, 13E- Radiografia dos 08 meses com neoformação óssea completa. Adaptado de: Sette-Dias et. al., 2019.....	49
Figura 14- (A) visão bidimensional e (B) sagital do CBCT do dente em questão; as imagens mostram a lesão de diferentes pontos de vista. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.....	50
Figura 15- O dispositivo do sistema de navegação Navident. Adaptada de: Gambarini et. al., 2019.....	50
Figura 16- (A) Planeamento do tratamento usando o CBCT anterior do paciente. (B) Rastreamento: a fase de calibração do sistema é realizada selecionando 6 pontos diferentes nas reconstruções de <i>software</i> . (C) Um suporte fixo é montado na boca do paciente, que pode ser reconhecido pelas câmaras do Navident, posteriormente os 6 pontos pré-selecionados são rastreados usando uma ferramenta que apresenta um suporte que pode ser reconhecido pelo Navident para criar correspondência entre o CBCT digitalizado e a mandíbula do paciente. (D) O rastreamento é concluído por uma exibição de verificação de precisão. (E) Antes do uso, a peça de mão e as brocas devem ser calibradas. (F) Perfuração sob orientação dinâmica: a direção e a angulação da broca durante o procedimento cirúrgico podem ser verificadas em 3 vistas diferentes do CBCT. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.....	52
Figura 17- (A) O acesso cirúrgico minimamente invasivo de 3 mm foi possível pelo uso do sistema de cirurgia de navegação dinâmica, usando uma broca cirúrgica redonda montada numa peça de mão de alta velocidade sob irrigação por <i>spray</i> de NaCl a 0,9% e verificada visualmente na tela Navident. (B) A remoção da lesão foi realizada com muita facilidade devido à cavidade de acesso precisa. (C) O espaço retrógrado foi criado usando uma ponta ultrassónica de 3 mm de comprimento; a cavidade mínima de acesso e o <i>plugue</i> retrógrado podem ser apreciados. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.....	53
Figura 18- Prescrição pós-operatória: (A) radiografia bidimensional periapical mostrando o tratamento imediatamente após a cirurgia e (B) após 6 meses mostrando um processo completo de cicatrização. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.....	54
Figura 19- Dados do CBCT misturados com os dados STereoLithography (STL) obtidos da varredura do molde dentário no <i>software</i> de planeamento de implantes. (A) Mistura	

dos dados do CBCT (branco) e do STL (transparência azul) com a área de segmentação indicada. (B) Vista transversal do CBCT. A profundidade e a angulação da broca podem ser determinadas. Adaptado de: Kim et. al., 2019.....55

Figura 20- Fotografia clínica que mostra o modelo de guia intraoral *in situ*. As janelas criadas no modelo de guia indicam a adequação do modelo de guia. Adaptado de: Kim et. al., 2019.....56

Figura 21- (A) Perfuração com o modelo de guia em posição. (B) Após a perfuração inicial, a posição da área de segmentação pode ser identificada. (C) Remoção do osso vestibular adjacente usando a broca esférica nº 6. (D) Resseção radicular, conforme indicado pela perfuração guia após confirmação do contorno do ápex radicular, utilizando corante azul de metileno. Adaptado de: Kim et. al., 2019.....57

Figura 22- (A) Radiografia periapical pré e (B) pós-operatória mostrando obturações radiculares com agregado de trióxido mineral (MTA). Adaptado de: Kim et. al., 2019.....58

Figura 23- (A) Radiografia pré-operatória do elemento 35. (B) 3DSG fabricado digitalmente com porta trefina projetada para evitar lesão ao nervo mental (traçado a amarelo). (C) visão coronal do CBCT com trajeto da trefina a 1,5 mm da saída do nervo mental. (D) 3DSG com janela de irrigação na porta guia. (E) 3DSG inserido proporcionando afastamento labial. A terminação da osteotomia foi alcançada quando a peça de mão tocou a porta guia. (F) Osso vestibular após a utilização de broca trefina (G) Radiografia pós-operatória imediata. (H) imagem pós-operatória de 2 meses. Adaptado de: Giacomino et. al., 2018.....59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Resumo do manuseio dos riscos comuns de sangramento. Adaptado de: Monaghan et. al., 2019.....	26
Tabela 2- Estratégias de tratamento apropriadas para diferentes causas da doença endodôntica. Adaptado de: Monaghan et. al., 2019.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

BP-RRM- iRoot BP Plus

CAD- design assistido por computador

CAM- manufatura assistida por computador

CBCT- tomografia computadorizada de feixe cônico

CHX- clorhexidina

cm- unidade de medida de comprimento em centímetros

DDs- defeitos dentinários

EDTA- ácido etilenodiaminotetracético

EMS- microcirurgia endodôntica

ERRM - endosequence root repair material

IRM- material restaurador temporário à base de óxido de zinco e eugenol

LFOV- campo de visão limitado

mg- miligrama

ml- mililitro

mm- unidade de medida de comprimento em milímetros

M.O.- microscópio operatório

MTA- agregado trióxido mineral

PCC- calcificação do canal pulpar

REP- retropreparo da extremidade radicular

TAC- tomografia axial computadorizada

ZOE- óxido de zinco e eugenol

3D- três dimensões/tridimensional

3DSG- guia cirúrgico 3D

I. INTRODUÇÃO

A endodontia é uma especialidade cujos procedimentos clínicos dependem da sensibilidade táctil do médico dentista. Na maioria das vezes os tratamentos endodônticos são realizados na escuridão, possuindo como principal auxiliar no diagnóstico e no tratamento a radiografia, não sendo tão precisa por ser bidimensional, acabando por mostrar apenas duas dimensões de um objeto tridimensional (Feix, Boijink, Ferreira, Wagner & Barletta, 2010).

Com as áreas técnica, científica e biológica a evoluírem, os procedimentos de limpeza e modelagem dos canais radiculares tem atingindo um aumento significativo nos índices de sucesso, onde variam entre 86% e 98%, considerando dentes com lesão periapical e infecção primária, e dentes sem lesão periapical, respetivamente. Mas, apesar do crescimento, os tratamentos endodônticos continuam a ser realizados, através de técnicas operatórias que são propícias a falhas, acidentes e às mais variadas complicações que podem aparecer durante o dia-a-dia clínico (Almeida Filho, Almeida, Marques & Bramante, 2011; Pereira, 2013).

Para Sousa, Gontijo, Paula, Miguel, Gutiérrez e Silva (2018), o sucesso de um tratamento endodôntico é caracterizado pela ausência de dor e edema, ausência de drenagem e fístula do dente e, em função da fisiologia periapical normal, ausência ou regressão da rarefação óssea periapical juntamente com o acompanhamento do tratamento.

A precisão do diagnóstico é determinante para o planeamento do insucesso endodôntico, Lima, Faria Júnior, Tanomaru e Tanomaru Filho (2009), descrevem ser fundamental o conhecimento da extensão precisa da lesão apical, bem como a sua relação com as raízes, o posicionamento dentário no arco, as ramificações do canal radicular e as estruturas anatómicas adjacentes, permitindo assim um melhor planeamento e segurança no tratamento cirúrgico.

A tomografia computadorizada cone beam (CBCT) representa uma importante tecnologia introduzida à medicina dentária, com elevado potencial de aplicação clínica e precisão quando comparada à ortopantomografia, radiografia periapical e tomografia

axial computadorizada (TAC), permitindo um melhor planejamento e maior previsibilidade no tratamento (Lima et. al., 2009; D'Addazio, Assis, Campos, Bastos & Lopes, 2010; Kim, Ku, Nam, Yoon, Lee & Kim, 2016; Lavasani, Tyler, Roach, McClanahan, Ahmad & Bowles, 2016; Sousa et. al., 2018; Kim, Shim & Shin, 2019; Mayo Junior, Replogle, Marshall, Sehgal, Melo & Sedglay, 2020).

O insucesso endodôntico pode ser de origem bacteriana ou não bacteriana, como por exemplo a doença periodontal, presença de lesão periapical prévia, fratura radicular, perfuração, complicação anatômica, problemas relacionados a procedimentos restauradores, entre outros. Este encontra-se associado às limitações técnicas que acabam por impossibilitar um adequado controle microbiano intracanal (Pereira, Gusmão, Monteiro, Vieira, Sassi & Silva, 2013; Pereira, 2013; Sousa, Gontijo, Paula, Miguel, Gutiérrez & Silva, 2018).

Segundo Pereira et. al., (2013), algumas lesões persistentes após tratamento endodôntico podem ocorrer também devido à presença de microrganismos fora do canal radicular, junto aos tecidos perirradiculares, em locais inacessíveis à terapia endodôntica não cirúrgica. Sobretudo bactérias anaeróbias estritas, podem deixar o canal radicular infetado e penetrar nos tecidos perirradiculares, mantendo o processo infeccioso, pois podem estruturar-se em forma de biofilme, evadindo-se dos sistemas de defesa do hospedeiro.

Alguns autores relatam que, diante de um fracasso endodôntico, a primeira opção de escolha para o tratamento do elemento dentário será o retratamento dos canais radiculares. Sendo assim, mesmo após o retratamento endodôntico não cirúrgico, devido aos mesmos fatores de anatomia interna complexa, o insucesso pode persistir, principalmente em casos de periodontite apical, por essa razão, uma opção previsível para o tratamento é a microcirurgia endodôntica (Almeida Filho et. al., 2011; Pereira, 2013; Sousa et. al., 2018; Mayo Junior et. al., 2020).

A cirurgia apical ao ser realizada de forma tradicional, sem o auxílio do microscópio e de ultrassom, é conhecida como macrocirurgia, possui uma taxa de sucesso relativamente baixa, Pereira (2013) relata que o índice de sucesso não ultrapassa os 60%, já para outros autores as taxas de sucesso da cirurgia endodôntica tradicional variam de

43,5% a 75% (Wang, Zhang, Jiang & Liang, 2017; Ahn, Kim, Kim, Karabucak, & Kim, 2018).

Na década de 1990 foi introduzida a microcirurgia endodôntica e ao longo desses anos tem-se desenvolvido continuamente. Melhorias nos equipamentos, instrumentos e materiais endodônticos estabeleceram esse procedimento como uma técnica endodôntica cirúrgica de ponta com um resultado previsível. Um dos grandes benefícios dessa técnica moderna cirúrgica é o uso de dispositivos de ampliação, como microscópios operatórios, que permitem intervenções microcirúrgicas com identificação facilitada do ápex radicular (Pereira, 2013; Strbac, Schnappauf, Giannis, Moritz & Ulm, 2017).

Além disso, através da ampliação e iluminação, o microscópio operatório permite a identificação de detalhes anatômicos como istmos, canais laterais e micro-fraturas radiculares. Os avanços dos modernos tratamentos endodônticos microcirúrgicos proporcionam taxas de sucesso de 89% até 100%, demonstrando ser significativamente melhor sucedidas quando comparadas com técnicas tradicionais (Strbac et. al., 2017; Wang et. al., 2017; Ahn et. al., 2018; Chan, Glickman, Woodmansey & He, 2019).

Por sua vez, as decisões sobre a necessidade de cirurgia devem ser baseadas nos princípios subjacentes à técnica endodôntica, no grau de habilidade profissional e nos benefícios de curto e longo prazo para o paciente (Torres, 2011). Além disso, a extensão das lesões periapicais, a localização anatômica dos órgãos dentários afetados, perfurações, instrumentos fraturados, calcificações, anormalidades anatômicas, material da obturação radicular e a posição que o dente ocupa na arcada, podem influenciar significativamente na seleção dos procedimentos cirúrgicos e até mesmo contraindicá-los (Sette Dias, Maltos & Aguiar, 2010; Ahn et al., 2018).

O objetivo da microcirurgia endodôntica é localizar o ápex da raiz doente, remover 3 mm da porção apical e obturar de forma retrógrada 3 mm com um material que seja biocompatível e com excelentes habilidades de vedação. Nos últimos anos a utilização de CBCT para identificar pontos anatômicos e o uso de materiais de obturação como os biocerâmicos, tem mostrado sucesso no tratamento cirúrgico, juntamente com um bom acesso ao ápex radicular e a lesão. As imagens de CBCT, impressão tridimensional (3D) e um guia cirúrgico 3D, permitem ao operador criar uma pequena ferida direcionada para

executar todo o procedimento cirúrgico em áreas complexas da cavidade oral. (Popowicz, Palatýnska-Ulatowska & Kohli, 2019).

Materiais biocompatíveis, como agregado trióxido mineral (MTA) e outros materiais à base de silicato de cálcio, tornaram-se mais prevalentes como materiais de obturação radicular. O MTA é um material à base de silicato de cálcio de primeira geração, trata-se de um material de obturação com um sucesso muito bem documentado (Chan et al., 2020).

De acordo com Chan et, al., (2020), o resultado da microcirurgia endodôntica utilizando MTA ou EndoSequence Root Repair Material (ERRM), como material de obturação radicular, mostrou uma taxa de sucesso global de 93,3% na avaliação radiográfica periapical e 85% na avaliação do CBCT, concluindo que não existem diferenças significativas entre os 2 materiais.

Para Safi, Kohli, Kratchman, Setzer e Karabucak (2019), o material ideal para obturação radicular deve ser biocompatível, estável a nível dimensional, bactericida ou bacteriostático, de fácil manipulação e que forneça um excelente selamento. Apesar de ter vantagens biológicas, o MTA apresenta características de manipulação difíceis devido à sua consistência granular e o longo tempo de endurecimento. Como fator negativo apresenta pigmentação da estrutura dentária.

Perante o que foi apresentado, o presente estudo tem como objetivo, segundo uma revisão de literatura, relatar as técnicas de microcirurgia endodôntica, vantagens e desvantagens, materiais utilizados e a taxa de sucesso do tratamento. Pretende igualmente realçar pontos fortes da prática clínica, com o uso de microscopia operatória, ultrassom, imagens e guias cirúrgicos 3D, acessos cirúrgicos e materiais biocompatíveis.

II. DESENVOLVIMENTO

2.1 HISTÓRIA DA ENDODONTIA CIRÚRGICA

A história literária sobre o início da endodontia é tão escassa e pouco documentada quanto a história da própria medicina dentária. A terceira década deste século é a data que distingue o desenvolvimento científico da endodontia. Denominado como lento e tardio, o início da endodontia foi retardado pela teoria da infecção focal, passando a atingir um grau de maturidade quando em 1956 foi estabelecido o Conselho Americano de Endodontia (Grossman, 1976).

Entre o período de 1776-1826, Grossman (1976), relatava que a dor de dente era tão comum quanto o número de "operadores nos dentes" que reprimiam a doença removendo o dente danificado. No entanto, alguns desses "operadores" tentaram salvar os dentes cauterizando a polpa ou tratando um abscesso dentário com cataplasmas ou sanguessugas, tratamento esse que durante um certo tempo fora bem sucedido. E quando tudo falhava, um dente era transplantado da boca de uma pessoa para a boca de outra, sem pensar em transmitir a doença do dador ao recetor.

Com os avanços tecnológicos entre os anos 1826-1976, deu-se início à descoberta dos aparelhos radiográficos e dos anestésicos locais - tão importantes para o diagnóstico e para a eliminação da dor durante o tratamento endodôntico. Ficou também marcado pela aceitação da assepsia e da antissepsia como parte necessária do tratamento endodôntico. Entretanto, o período de 1926 a 1976, destacou-se pela prática clínica na medicina dentária, principalmente na área da endodontia. Por trás de todos esses procedimentos clínicos, há uma série de pesquisas histológicas com animais e seres humanos para entender melhor o mecanismo de ação dos medicamentos e a sua interação em contacto com tecido vivo: assim, a diferença entre observação empírica do conhecimento científico passado e atual. A teoria da infecção focal que criou discrepância entre os próprios médicos dentistas e, entre médicos dentistas e médicos, estava destinada a sofrer uma morte lenta e relutante, deixando muitas pessoas desdentadas. Para o generalista, os desenvolvimentos científicos significaram não apenas um melhor conceito de doenças das estruturas moles dos dentes, mas também os meios para prevenir lesões pulpares e, assim, evitar doenças pulpares e respetivas sequelas. Os líderes da profissão dentária

desafiaram a infecção focal e defenderam o tratamento do canal radicular na década de 1930 (Grossman, 1976).

Omnell (1959), descreveu uma cirurgia apical num incisivo lateral superior com poste intracanal, onde a obturação radicular foi realizada com amálgama de prata. Três meses após a realização da cirurgia, o ápex encontrava-se envolto por uma área radiotransparente bem definida. Cerca de 1 ano depois a destruição estendeu-se ainda mais, principalmente na região distal. Entretanto, foi feito outro procedimento cirúrgico e removida a raiz até ao poste, e foi realizado novamente uma obturação apical com amálgama de prata. Após 3 meses as imagens radiográficas mostravam que a destruição óssea continuava e a área radiotransparente estendia-se por toda a raiz do elemento dentário. Numa terceira cirurgia toda a raiz e os tecidos de suporte circundantes foram removidos. Clinicamente, nenhum sinal de malignidade foi detetado. O material removido foi submetido a análise, resultando na divulgação surpreendente de que a lesão consistia principalmente em carbonato de zinco. Provavelmente, o carbonato de zinco foi depositado pelo processo eletrolítico do estanho, e sabe-se que esses processos desenvolvem-se no osso quando encontrados. Fisiologicamente, o zinco ocorre em pequenas quantidades no organismo, mas não parece possível atingir as concentrações detetadas neste caso. Como já era expectável, os iões de zinco foram derivados do preenchimento de amálgama de prata (contendo cerca de 1% de zinco), onde o zinco é o elemento que tem o menor potencial de solução. No entanto, também existe a possibilidade de que os iões de zinco nesta substância radiotransparente tenham saído do poste intracanal. Entre muitas centenas de casos tratados da mesma maneira e acompanhados de exames radiográficos no pós-operatório, apenas este reagiu da maneira descrita.

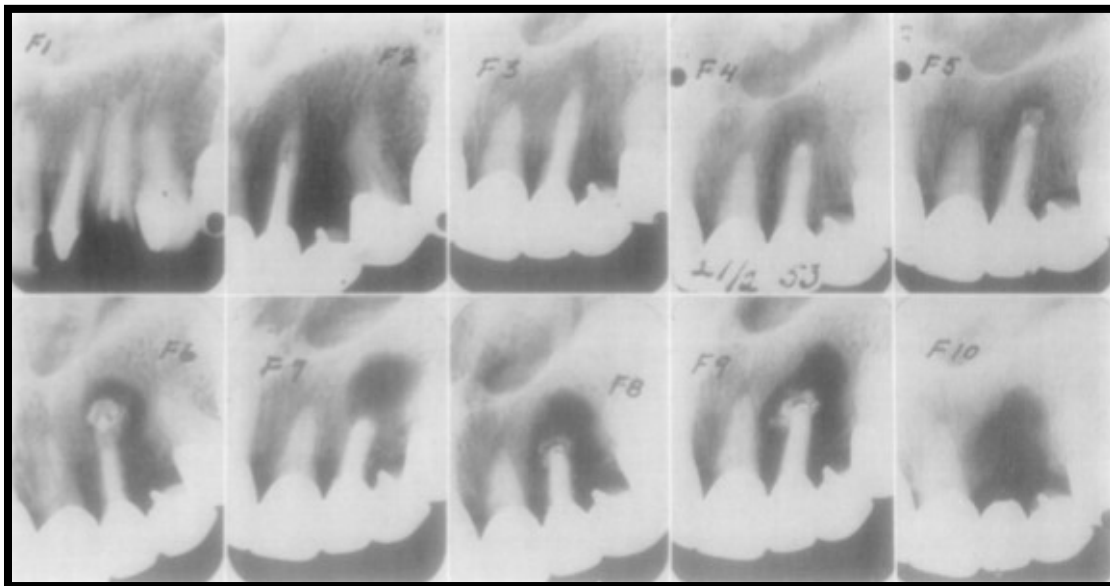


Figura 1- Radiografia 1: Nenhum material de obturação radicular visível no incisivo lateral, com exceção do poste de metal. Não há sinais de osteíte ao redor do ápex (17 de fevereiro de 1951). Radiografia 2: Destruição da lâmina dura no ápex do incisivo lateral. A destruição é mais acentuada na mesial da raiz (6 de fevereiro de 1953). Radiografia 3: Destruição óssea ao redor do ápex do incisivo lateral e possivelmente uma formação de uma reabsorção apical (12 de fevereiro de 1953). Imagem 4: Exame radiográfico realizado após a operação (21 de fevereiro de 1953). Radiografia 5: O ápex do incisivo lateral, circundado por uma destruição óssea bem definida. E área radiotransparente próxima ao preenchimento de amálgama (20 de maio de 1953). Radiografia 6: A destruição óssea no incisivo lateral e a área radiotransparente aumentaram de tamanho (15 de junho de 1954). Radiografia 7: Radiografia realizada após a segunda resseção da raiz do incisivo (15 de junho de 1954). Radiografia 8: Nova visualização de uma imagem radiotransparente no ápex do incisivo lateral (21 de setembro de 1954). Radiografia 9: Ainda há uma destruição óssea e a presença de imagem radiotransparente no ápex do incisivo lateral (25 de janeiro de 1955). Radiografia 10: Exame radiográfico realizado após a última cirurgia (26 de junho de 1955). Adaptado de: Omnell, 1959.

Segundo Kimura (1982), o objetivo do procedimento retrógrado na cirurgia endodôntica era obter uma vedação compatível e eficaz através da preparação cuidadosa do ápex radicular com um material de restauração ou obturação, nessa época a amálgama de prata sem zinco geralmente era a recomendada.

Com o crescente diagnóstico para a realização de cirurgias apicais, vários estudos eram realizados para compararem diferentes tipos de materiais em relação à cicatrização periapical nas apicectomias. Marcotte, Dowson e Rowe (1975), realizaram tratamento endodôntico e apicectomias em dentes anteriores de dois macacos rhesus. Os procedimentos foram realizados em 12 dentes, sendo 6 obturados apicalmente com amálgama. A avaliação histológica foi realizada da 3ª à 15ª semana e indicou que tanto a amálgama quanto a guta-percha foram igualmente bem tolerados. A cura do defeito cirúrgico estava relacionada com o tempo, independentemente do material de obturação retrógrada usado. Entretanto Finne, Nord, Persson e Lennartsson (1977), realizaram um

estudo para comparar a amálgama e o Cavit como materiais retrobturadores, 3 anos após a apicectomia em vários elementos dentários, onde 116 dentes receberam a amálgama e 102 o Cavit. Como resultado, a amálgama mostrou-se melhor que o Cavit. E é provável que uma das causas da diferença entre os resultados da amálgama e do Cavit, seja que este último não produza uma obliteração completa.

Por outro lado, as dificuldades encontradas no uso da amálgama de prata tradicional tornaram necessário procurar outra possibilidade. Há algum tempo a profissão médica rejeita o uso interno de mercúrio de qualquer forma, devido à alta toxicidade do mesmo. O teor de mercúrio livre na liga levanta questões sobre o seu uso em contacto direto com os tecidos periapicais. A preparação e o *design* de uma cavidade retentiva e o campo seco necessário para o preenchimento de amálgama de prata são muito difíceis de obter, principalmente quando se lida com as áreas periapicais dos dentes na arcada inferior. Além disso, os casos que tiveram êxito por vários anos começaram a falhar sem motivo aparente. Isso levou Oynick e Oynick (1978), a procurar um material que pudesse substituir vantajosamente o material com o qual estavam habituados a trabalhar há tantos anos. Comprovaram eficiência clínica, radiográfica e microscópica de um novo material para os preenchimentos. O cimento Stailine Super EBA é constituído principalmente por óxido de zinco e eugenol (ZOE), sendo uma combinação de ZOE, dióxido de silicone, ácido etoxibenzóico, resina natural e silício, este material foi testado usando o microscópio para comprovar a sua biocompatibilidade. Os resultados mostraram que ele possui melhores propriedades de vedação do que as amálgamas usadas convencionalmente.

Muitos estudos sobre as cirurgias apicais foram surgindo ao longo dos anos, principalmente em dentes anteriores. A apicectomia nos dentes anteriores proporciona uma conveniência de acesso e visibilidade inatingível nos dentes posteriores. A proximidade do ápex radicular aos vasos mandibulares e ao seio maxilar restringe ainda mais o acesso operatório aos dentes posteriores inferiores e superiores, respetivamente. Inúmeros estudos investigaram os resultados do tratamento a longo prazo da cirurgia apical, alguns relataram taxa de sucesso inferior a 50%, enquanto noutros essa taxa chegou aos 90%. Com isso, Friedman, Lustmann e Shaharabany (1991), realizaram um estudo com os resultados do tratamento a longo prazo, 6 meses a 8 anos, após cirurgia apical em pré-molares e molares. Obtiveram como resultado uma taxa de sucesso de 44%

de acordo com o que Ericson, Finne e Persson em 1974 relataram. No presente estudo observou-se algo inesperado, visto que 53% dos casos fracassados de cirurgia apical permaneceram sem tratamento apesar de a maioria ser sintomática, curiosamente semelhante ao estudo de Petersson, Lewin, Hakanson, Olsson e Wennberg em 1989.

A terapia endodôntica cirúrgica realizada num dente com radiotransparência periapical também pode resultar num defeito ósseo cirúrgico. O defeito cirúrgico geralmente consiste num tecido fibroso e pode ser confundido com outras lesões periapicais. Da mesma forma, a extensão do reparo ósseo é amplamente baseada nas mesmas variáveis que influenciam a cura endodôntica convencional (West & Revere Júnior, 1984).

Contudo, Crossen, Morelli, Tyndall e Tawil (2019), relatam que o tratamento endodôntico cirúrgico tornou-se parte integrante da prática endodôntica moderna. Embora a cirurgia apical tenha sido praticada há mais de 100 anos, os avanços nos anos 90 mudaram a maneira como o procedimento foi realizado, dando origem ao termo - microcirurgia periapical. Essas mudanças incluem o uso do microscópio operatório dentário, o advento da preparação da extremidade da raiz com ultrassom com uma diminuição significativa na necessidade de preparação de bisel e o uso de restaurações biocompatíveis na extremidade da raiz em vez de amálgama, como utilizado tradicionalmente. Fazendo uso a essas novas técnicas, a taxa de sucesso da terapia endodôntica cirúrgica passou de 45% a 60% com a apicectomia tradicional e a mais de 90% com a microcirurgia periapical.

2.2 CAUSAS DOS INSUCESSOS ENDODÔNTICOS

Embora alguns estudos mostrem uma taxa de sucesso variando de 53% a 98% para o tratamento endodôntico, o tratamento do canal radicular não cirúrgico muitas vezes falha quando certos padrões adequados não são alcançados, principalmente de natureza técnica, não atingindo um nível satisfatório para o controle e eliminação da infecção – preparação e irrigação do sistema de canais radiculares insuficientes. Mesmo quando os mais altos padrões e os procedimentos mais cuidadosos são seguidos, ainda podem ocorrer falhas. Isso acontece porque existem regiões dos canais radiculares que não podem ser limpas e obturadas com equipamentos existentes, materiais e técnicas, com

persistência da infecção. Noutros casos há também fatores localizados dentro dos tecidos periapicais inflamados que podem interferir no processo de reparo da periodontite apical (Olcay, Ataoglu & Belli, 2018; Sousa et. al., 2018).

Para Olcay et. al., (2018), existe uma diferença estatística significativa entre as razões do fracasso. Entre estes, as razões restauradoras e endodônticas foram observadas com maior frequência (43,9%), enquanto as razões ortodônticas foram mais raras (0,1%). Outras razões significativas para o fracasso foram as seguintes: razões protéticas (20,3%), insuficiência endodôntica (9,9%), razões endodônticas (6,7%), razões periodontais (4,5%), cáries não restauradas (4,2%), fraturas de cúspides não restauradas (4,1%), razões restauradoras (2,4%), fraturas radiculares verticais (2,3%), conforme solicitação do paciente (0,9%) e perfuração (0,7%).

2.3 INDICAÇÕES DA ENDODONTIA CIRÚRGICA

O procedimento é indicado quando o acesso convencional à porção apical do sistema do canal radicular não é eficaz ou tecnicamente possível (Popowicz et. al., 2019). Existem vários motivos que podem variar, como anomalias iatrogênicas ou de desenvolvimento que impedem o tratamento não cirúrgico, como fatores que podem impedir o médico dentista de alcançar a anatomia apical e, assim, descontaminar por completo, outros exemplos incluem: instrumentos fraturados, restauração com postes e canais fortemente calcificados. Uma observação importante é que os fatores citados não são indicações absolutas para a cirurgia endodôntica, porque existem muitas técnicas para remover instrumentos fraturados e remover postes intracanal. Um médico dentista com habilidade especializada, um bom acesso e um microscópio, pode ser capaz de resolver esses problemas sem recorrer a uma abordagem cirúrgica (Monaghan et. al., 2019).

2.3.1 Retratamento Endodôntico versus Defeitos Dentinários

Defeitos dentinários (DDs) são linhas incompletas que interrompem a integridade da dentina na superfície radicular. Os DDs podem se estender da superfície radicular externa em direção ao canal radicular ou do interior do canal radicular em direção à

superfície radicular externa (Tawil, Arnarsdottir, Phillips & Saemundsson, 2018; Arnarsdottir, Karunanayake, Pettit, Phillips, Saemundsson & Tawil, 2020).

Tawil et.al., (2018), relatam que os DDs são causados após várias técnicas no canal radicular, que incluem: procedimentos de instrumentação, obturação e retratamento endodôntico. Embora tenham demonstrado que os dentes retratados têm maior probabilidade de apresentar DDs, são necessárias mais pesquisas para avaliar o processo exato que causa esses defeitos. Os procedimentos de retratamento requerem mais *stress* mecânico no sistema do canal radicular, precisando de uma maior preparação e maior força para remover toda a guta-percha.

Por outro lado, se os DDs não forem removidos, diminuem o resultado de sucesso do tratamento, demonstrado num modelo de pesquisa clínica cirúrgica. Com isso em mente, uma abordagem microcirúrgica em relação aos canais radiculares não cicatrizados com um bom selamento coronal, pode ser uma abordagem mais cuidadosa em relação ao retratamento. A abordagem cirúrgica evitará mais *stress* na estrutura radicular que pode acabar por causar um DD e, se um defeito já estiver presente, essa abordagem cirúrgica dará ao médico dentista a oportunidade de removê-lo (Tawil et. al., 2018).

2.4 CONTRAINDICAÇÕES DA ENDODONTIA CIRÚRGICA

Mesmo que não haja contraindicações médicas ao tratamento dos canais radiculares e haja poucas contraindicações absolutas à cirurgia endodôntica, é sempre necessária uma história médica detalhada, pois existem várias condições que podem influenciar o tratamento do doente (Monaghan et. al., 2019).

2.4.1 Risco de Sangramento

O sangramento é um risco que ocorre durante qualquer cirurgia em que é feita uma incisão, onde existe uma variedade de condições e fármacos que podem potencializar esse risco (Tabela 1). É importante observar que, embora estejam disponíveis orientações gerais, nenhuma das principais diretrizes faz referência à cirurgia endodôntica (Monaghan et. al., 2019).

Potencial risco de sangramento	Manuseio da cirurgia endodôntica
Terapia antiplaquetária dupla; por exemplo, aspirina e clopidogrel	Consultar cardiologista
Novos anticoagulantes orais (NOACs): por exemplo, dabigatran, rivaroxiban, apixaban	Médico dentista aconselhar o utente a alterar a dose, para fármacos tomados duas vezes ao dia (por exemplo, apixaban/dagigatran; omitir a dose matinal) para medicamentos tomados uma vez ao dia (por exemplo, rivaroxaban); atrasar a dose até quatro horas no pós-operatório
Anticoagulantes injetáveis; por exemplo, dalteparina enoxaparina, tizaparina	Contacto com médico do utente
Antagonistas da vitamina K, por exemplo, varfarina	Verifique INR 72 horas após o tratamento. Se INR >4, o tratamento deve ser adiado até que o INR esteja estável
Medicação combinada	Contacto com o médico do paciente
Distúrbios hemorrágicos herdados/adquiridos; por exemplo, hemofilia, doença de von Willebrands	Contacto com hematologista

Tabela 1- Resumo do manuseio dos riscos comuns de sangramento. Adaptado de: Monaghan et. al., 2019.

2.4.2 Condições Ósseas

Qualquer condição que afete a cicatrização óssea deve ser identificada. Principalmente doentes com histórico de radioterapia e aqueles que fazem uso de bisfosfonato. Não há orientação oficial em relação à endodontia, no entanto, seria aconselhável considerar o retratamento endodôntico, sugerindo que o tratamento cirúrgico deve ser contraindicado. Se o retratamento convencional não for possível, deve-se discutir os riscos inerentes à extração e ao tratamento endodôntico cirúrgico. Nesses casos, pode não haver uma resposta "correta", mas a microcirurgia endodôntica pode em alguns casos ser menos invasiva do que a exodontia. É essencial haver uma ligação estreita com o apoio médico se houver alguma dúvida sobre o *status* da exposição e o risco de necrose óssea (Monaghan et. al., 2019).

2.4.3 Cobertura de Esteroides

Foram relatados casos de crises adrenais precipitadas pelo tratamento dentário em pacientes que tomavam esteroides e houve debate em torno da necessidade de cobertura de esteroides nesses pacientes. Recomenda-se então, que em pacientes que estejam a tomar medicação com esteroides, que a cobertura adicional seja fornecida com base no nível de *stress* fisiológico causado pelo procedimento. Para procedimentos cirúrgicos orais menores, como a cirurgia endodôntica, recomenda-se que o utente tome a dose matinal de esteroide como de costume, seguido de uma dose dupla na próxima dose a ser tomada, que será uma hora antes do procedimento, e que continue com doses duplas nos seus horários habituais durante 24 horas (Monaghan et. al., 2019).

2.4.4 Doença Cardiovascular

Se a doença cardiovascular estiver controlada, não existe contraindicação ao tratamento endodôntico cirúrgico. Em doentes que tiveram um infarto do miocárdio recente ou que são severamente hipertensos, o tratamento cirúrgico eleito deve ser adiado até que a sua condição se estabilize. Importante lembrar que várias doenças cardíacas podem predispor a endocardite infecciosa após a cirurgia endodôntica (Monaghan et. al., 2019).

As orientações estabelecem que a profilaxia antibiótica não é recomendada rotineiramente para utentes que são submetidos a uma cirurgia dentária. No entanto, a cirurgia apical pode ser considerada um procedimento de alto risco e, em doentes de alto risco, é ponderada uma dose única de profilaxia antibiótica. As *guidelines* mais recentes sugerem que, em doentes com certas condições, como próteses valvulares, endocardite prévia ou cardiopatia congénita, a profilaxia antibiótica é considerada (Monaghan et. al., 2019).

2.4.5 Capacidade Mental

Apesar de não ser considerada uma contraindicação, os tratamentos complexos como as cirurgias ou tratamentos endodônticos, em doentes com capacidade reduzida de consentimento, pode ser exigente, se não impossível. Contudo, a decisão deve ser tomada

em conjunto com parentes próximos e/ou cuidadores e podem incluir endodontia cirúrgica, se apropriado clinicamente. Os principais fatores a serem considerados devem ser a complexidade do tratamento e a capacidade do doente de se submeter ao tratamento (Monaghan et. al., 2019).

2.4.6 Avaliação da Saúde Periodontal

O exame periodontal deve ser realizado e é essencial para avaliar o dente ou os dentes sob suspeita com maior detalhe. A perda óssea horizontal pode contraindicar a cirurgia e, quando grave, pode contraindicar qualquer tipo de tratamento, principalmente quando houver suspeita de lesão endo-perio. Bolsas profundas e isoladas podem representar regiões de drenagem para lesões endodônticas. No entanto, eles também são patognomônicos de fraturas radiculares, que frequentemente contraindicam qualquer tratamento endodôntico adicional, seja ele cirúrgico ou não cirúrgico (Monaghan et. al., 2019).

No estudo de Monaghan et. al., (2019), foi sugerido uma classificação endo-perio para avaliar a viabilidade de um dente (Fig. 2). As classificações de A – C representam condições favoráveis à cirurgia endodôntica. As classificações D – F representam envolvimento periodontal progressivo. A classificação D reflete a coexistência de lesões periodontais e endodônticas. Classificação E, a presença de lesão endo-perio combinada e a F lesão endo-perio com perda da parede óssea vestibular. Sugerindo, então, que nos casos D – F apresentam resultados incertos e podem ser contraindicados para o tratamento cirúrgico. Correndo o risco de ser muito simplista, primeiramente, a verdadeira natureza de qualquer defeito pode não ser totalmente compreendida até à exposição cirúrgica, momento em que geralmente é razoável continuar com terapia planejada onde se aceita um resultado comprometido. Em segundo lugar, a biologia de uma lesão endodôntica primária e de uma lesão periodontal secundária, pode ter maior potencial de cicatrização do que uma lesão periodontal primária seguida de uma lesão endodôntica, essa distinção deve ser reconhecida em vez de contraindicar todas as lesões endo-perio.

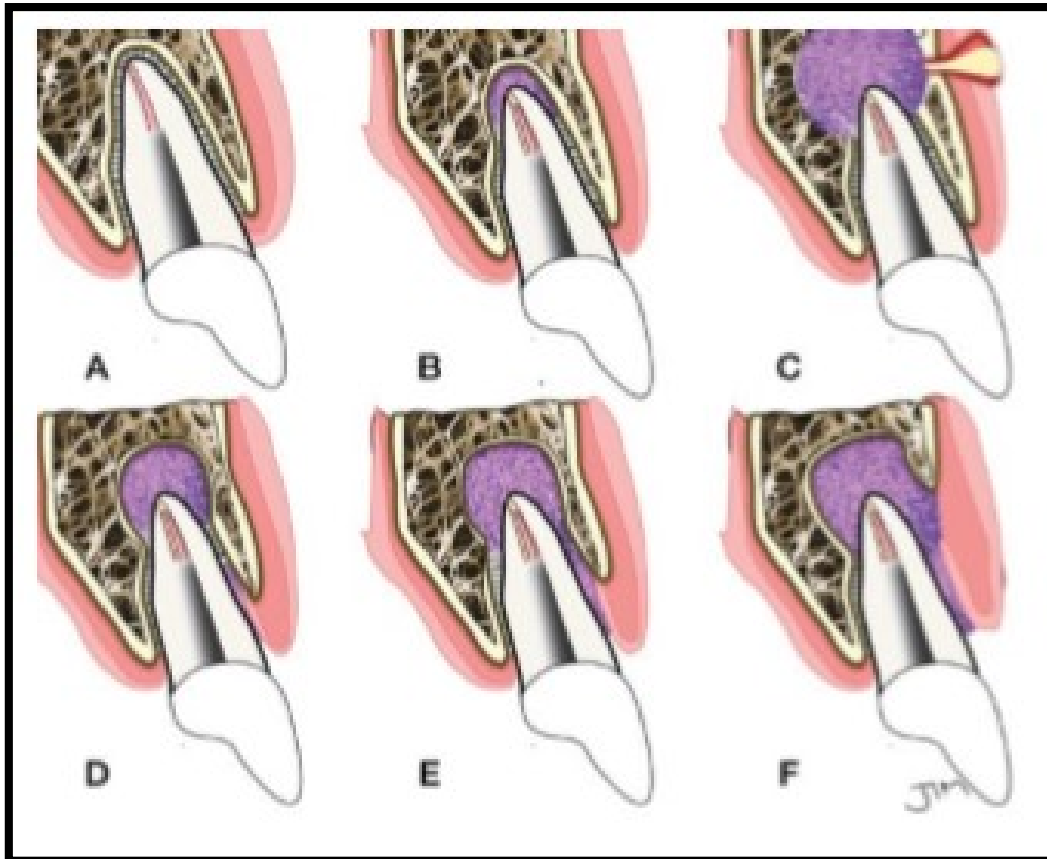


Figura 2- Classificação das diferentes condições endodônticas: a) sem doença apical; b) pequena lesão endodôntica; c) lesão maior, com tamanho da metade do comprimento da raiz; d) lesão classe B com perda óssea periodontal; e) lesão classe B com comunicação periodontal; f) lesão classe E com fenestração bucal total. Adaptado de: Monaghan et. al., 2019.

2.5 DIAGNÓSTICO E PLANO DE TRATAMENTO

Conhecer a anatomia da raiz e do canal radicular é de fundamental importância para o resultado do procedimento cirúrgico. A espessura óssea, o formato mandibular e a inclinação das raízes são necessárias para determinar o início da osteotomia e avaliar a quantidade de osso a ser removido cirurgicamente com o objetivo de localizar o ápex radicular e a lesão periapical (Lima et. al., 2009).

Muitos médicos dentistas possuem a prática de utilizar radiografias periapicais para avaliar o tamanho das lesões periapicais. No entanto, as radiografias periapicais possuem algumas limitações, a principal delas é que as informações emitidas na película radiográfica são apenas de duas dimensões. Portanto, uma lesão periapical só pode ser detetada na radiografia quando a perda óssea atinge entre 30% a 50% e a extensão da lesão no sentido vestibulo lingual não pode ser determinada com radiografias. Outro

ponto negativo de uma radiografia periapical é a difícil interpretação radiográfica quando a lesão se sobrepõe a estruturas anatómicas vizinhas ou o padrão de fundo é complexo (Kim, Ku, Nam, Yoon, Lee & Kim, 2016).

A variação do tamanho das lesões é considerada um facto, assim como apresentarem perda da continuidade do ligamento periodontal na visualização radiográfica. Para D'addazio et. al., (2010), a cirurgia periapical é indicada para lesões acima de 2 cm, para dentes onde está descartada a hipótese de sucesso pelo tratamento endodôntico convencional e, conseqüentemente, é também indicada após a realização de um retratamento endodôntico sem sucesso.

Ao planejar uma cirurgia periapical, deve-se avaliar a área afetada pela lesão e as estruturas anatómicas adjacentes. Ao escolher o exame radiográfico bidimensional, deve-se optar por uma técnica de imagem que possa fornecer uma ampla informação da região, como por exemplo, a ortopantomografia, na qual a lesão acaba por apresentar limites pouco nítidos, não permitindo a identificação precisa das suas margens e a sua relação com as estruturas anatómicas adjacentes, um problema comum nas imagens bidimensionais (D'addazio et. al., 2010).

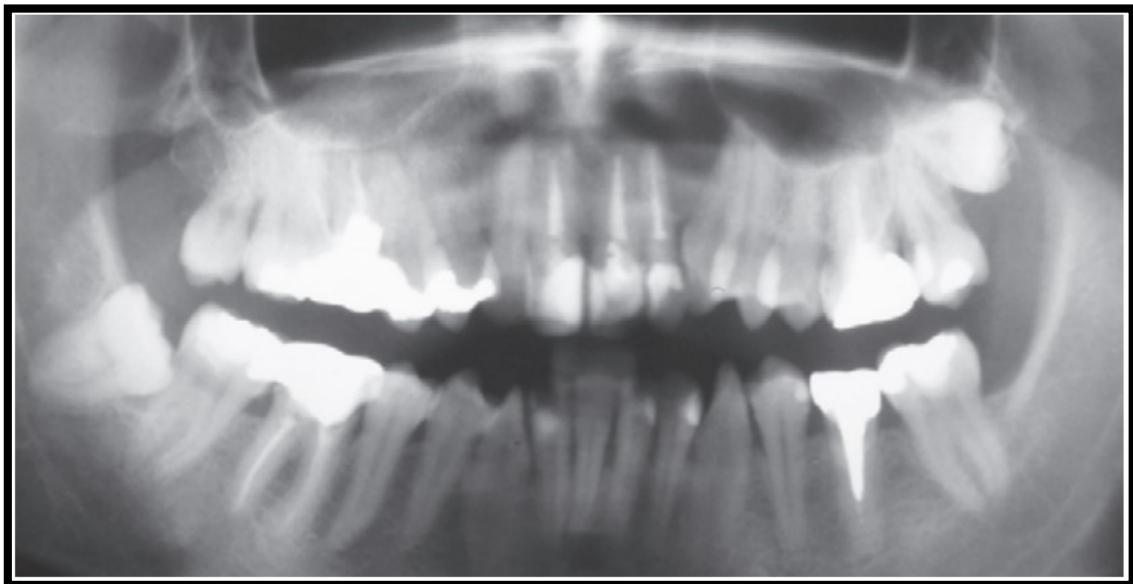


Figura 3- Ortopantomografia Inicial. Adaptado de: D'Addazio et.al., 2010.

Por outro lado, antes da cirurgia, é essencial que o médico dentista esteja familiarizado com as estruturas anatómicas adjacentes ao local da cirurgia, bem como com as dimensões e a anatomia do dente. A espessura óssea vestibular e lingual, as

dimensões e a inclinação das raízes e as estruturas anatómicas adjacentes, especialmente a localização dos nervos e dos seios, são fatores críticos no planeamento e na realização da osteotomia e do procedimento de ressecção e retrobturação radicular (Lavasani, Tyler, Roach, McClanahan, Ahmad & Bowles, 2016).

Em qualquer tipo de tratamento estabelecer um diagnóstico correto é essencial para determinar a estratégia de um tratamento primário mais apropriado (Monaghan, Jadun & Darcey, 2019).

Etiologia da doença	Considerações	Estratégia de tratamento primário
Infeção intra-radicular persistente	Falta de anatomia, modelagem inadequada, falha na limpeza e/ou obturação, falha do selamento coronal, fratura da raiz, dano iatrogénico	Retratamento não cirúrgico
Resposta de corpo estranho	Extravasamento e excesso de materiais de obturação	Endodontia cirúrgica
Infeção extra-radicular	Desenvolvimento de biofilme na superfície radicular externa	Endodontia cirúrgica
Cisto	Múltiplas teorias do desenvolvimento cístico	Endodontia cirúrgica

Tabela 2- Estratégias de tratamento apropriadas para diferentes causas da doença endodôntica. Adaptado de: Monaghan et. al., 2019.

É importante que todo o tecido lesionado que é removido durante uma cirurgia deve ser submetido a um exame histológico para que haja um correto diagnóstico (D'addazio et. al., 2010).

2.5.1 Tomografia Axial Computadorizada

No campo da endodontia, Trope, Pettigrew, Petras, Barnett e Tronstad em 1989, diferenciaram cisto e granuloma apical utilizando TAC, por intermédio da diferença da densidade entre o conteúdo da cavidade cística e do tecido granulomatoso. Sugere-se que

cistos verdadeiros (a luz é totalmente circundada por epitélio) não respondem à terapia endodôntica convencional, requerendo tratamento cirúrgico (Lima et. al., 2009).

Para D'addazio et. al., (2010), a TAC é um método auxiliar de diagnóstico, que permite a observação e localização tridimensional de lesões císticas, assim como, dos dentes adjacentes e as suas estruturas anatômicas vizinhas envolvidas, permitindo a realização do planejamento e do procedimento cirúrgico com maior precisão.

A TAC tem sido considerada uma importante ferramenta para avaliação de problemas endodônticos. O procedimento envolve a exposição do dente à radiação em vários ângulos, determinando a sua anatomia interna, o que capacita a visualização tridimensional das características morfológicas e patológicas. Relatam que a TAC reflete a topografia óssea da mandíbula de forma mais precisa que a radiografia convencional, permitindo uma melhor visualização da relação do osso com as estruturas anatômicas, tais como o seio maxilar e o canal mandibular. O feixe vasculonervoso alveolar inferior tem sido mostrado nos cortes transversais da TAC com alta confiabilidade (Lima et. al., 2009).

Considera-se a informação tridimensional importante para o diagnóstico e planejamento do tratamento cirúrgico, onde a implementação da TAC na endodontia cirúrgica favorece o seu tratamento e resultado. Entretanto, embora a TAC produza alto grau de detalhe no plano axial, ela não foi idealizada para a clínica dentária. Os *scanners* são grandes, de alto custo e encontrados apenas em clínicas radiológicas e hospitais. Além disso, a elevada dose de radiação, o tempo de digitalização prolongado, a pobre resolução e a dificuldade na interpretação têm limitado o seu uso na endodontia convencional e cirúrgica (Lima et. al., 2009).

2.5.2 Tomografia Computadorizada Cone Bean

Ao falar sobre o planejamento endodôntico pré-cirúrgico, a CBCT permite avaliar a morfologia dos maxilares, a localização exata da lesão, a posição das raízes dentro do osso e a proximidade de estruturas vitais, incluindo nervo alveolar inferior, forâmen mental, seio maxilar e cavidade nasal (Lima et. al., 2009).

Atualmente, o CBCT é frequentemente usado para diagnóstico e planejamento do tratamento em endodontia cirúrgica. Estudos indicam que imagens de CBCT fornecem informações clinicamente relevantes não encontradas em radiografias periapicais, como a relação do ápice radicular com estruturas anatómicas vizinhas, morfologia radicular, topografia óssea, número de canais radiculares e o seu verdadeiro tamanho, localização e extensão da lesão periapical (Kim et. al., 2016).

O CBCT é uma nova tecnologia que produz imagens tridimensionais a um menor custo e com menor dose de radiação, permitindo um exame de realização mais fácil e com maior rapidez. É possível classificar o CBCT em duas categorias: limitada (dentária ou regional) ou total (ortopantomografia ou facial). A sua tecnologia usa um feixe de radiação de formato cônico para adquirir uma imagem em volume com uma simples rotação de 360°, similar à ortopantomografia. Em seguida, com a ajuda de *softwares*, podem ser obtidas visualizações axiais, coronais e sagitais com cortes de 0,125 a 2 mm e reconstruções 3D. A capacidade de reduzir ou eliminar a superposição de estruturas adjacentes torna o CBCT superior à radiografia periapical, auxiliando no diagnóstico e avaliação pré-cirúrgica e apresentando benefícios em relação à tomografia médica e radiografias periapicais. As vantagens em relação à tomografia convencional incluem: um *scanner* único para a maxila e mandíbula, maior nitidez, permite diferenciar os tecidos dentários e há ainda menor presença de artefactos gerados por estruturas metálicas (Lima et. al., 2009; D'addazio et. al., 2010).

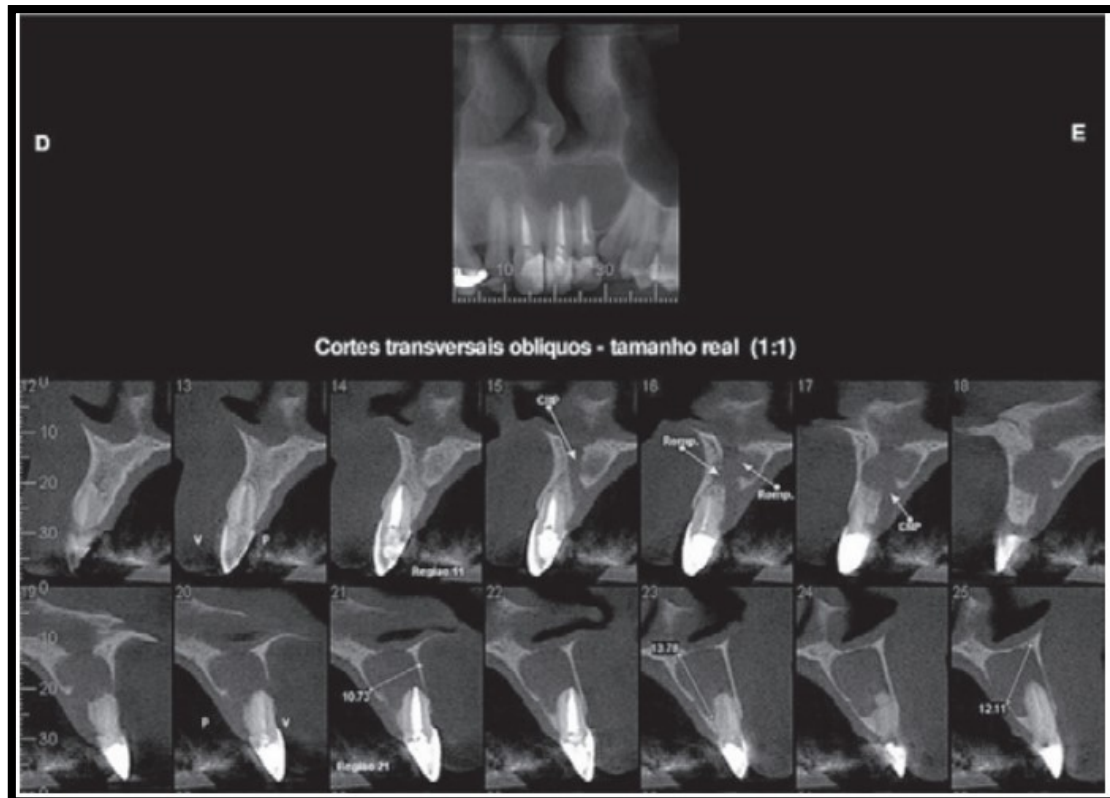


Figura 4- Tomografia computadorizada cone bean, com cortes transversais oblíquos. Adaptado de: D'Addazio, Assis, Campos, Bastos & Lopes, 2010.

O CBCT de campo de visão limitado (LFOV) fornece informações superiores e adicionais quando comparada a uma radiografia de periodontite apical. Nos doentes encaminhados para a microcirurgia endodôntica, 25% das lesões detetadas pela imagem de CBCT não foram detetadas pela radiografia e foram identificadas 34% de lesões a mais na imagem de CBCT. Fornecem também informações clinicamente relevantes não encontradas em radiografias periapicais, como a relação do ápice radicular com estruturas anatómicas vizinhas, morfologia radicular, topografia óssea, número de canais radiculares e o seu verdadeiro tamanho, localização e extensão da lesão periapical. Em 2015, com base no crescente corpo de evidências relacionadas às vantagens das imagens de CBCT, a Associação Americana de Endodontistas e a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial publicaram uma atualização do documento de posição conjunta de 2010 sobre o uso de CBCT na endodontia para incluir “O CBCT por LFOV deve ser considerada a modalidade de imagem escolhida para o planejamento do tratamento pré-cirúrgico”. Atualmente, essas recomendações orientam o uso da CBCT na endodontia e,

especificamente, o uso da CBCT na microcirurgia endodôntica (Kim et. al., 2016; Mayo Junior et. al., 2020).

2.5.3 Planeamento e Confeção de Guias 3D

A tecnologia de prototipagem rápida, mais conhecida como impressão 3D, oferece novas possibilidades para diagnóstico, planeamento cirúrgico, *design* de próteses e também formação de estudantes em medicina. Na área dentária, a tecnologia de impressão 3D tem sido usada para planeamento de tratamento, orientação cirúrgica e fabricação de modelos dentários para aparelhos em cirurgia ortognática, cirurgia de implantes, cirurgia oral e maxilofacial, ortodontia e prótese. A alta precisão da impressão 3D e a flexibilidade estendida tornam essa tecnologia muito promissora. Em endodontia, a impressão 3D também ganhou ampla aplicação (Ye, Zhao, Wang, Jiang & Yang, 2018).

Consequentemente, o uso do modelo de guia através do CBCT tornou-se um padrão-ouro emergente, pois permite o tratamento específico do doente, desenvolvido pelo *design* e fabricação auxiliados por um *software* de computador (CAD/CAM) e dispositivos auxiliares, incluindo *scanner* intraoral e impressora 3D (Kim et. al., 2019).

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos tentaram tornar esse processo mais fácil e previsível, especialmente em áreas não facilmente acessíveis por cirurgia de rotina. Alguns avanços que afetaram positivamente a técnica são o CBCT pré-operatório para identificar pontos de referência anatómicos e o uso de novos materiais para a obturação que são facilmente manipulados, como os biocerâmicos. Um resultado bem-sucedido depende de um bom acesso ao ápex do dente e da lesão. Isto é conseguido através da reflexão de uma ampla aba de tecido mole, idealmente consistindo num dente de cada lado do dente doente, proporcionando visualização intraoperatória do tecido patologicamente inflamado. A tecnologia moderna oferece uma nova oportunidade para alcançar cirurgicamente áreas inacessíveis com um resultado mais previsível. Nos relatos de caso, os autores usam imagens de CBCT, impressão 3D e um guia cirúrgico 3D, que permite ao operador criar uma pequena ferida direcionada para executar todo o procedimento cirúrgico em áreas complexas da cavidade oral (Popowicz et.al., 2019).

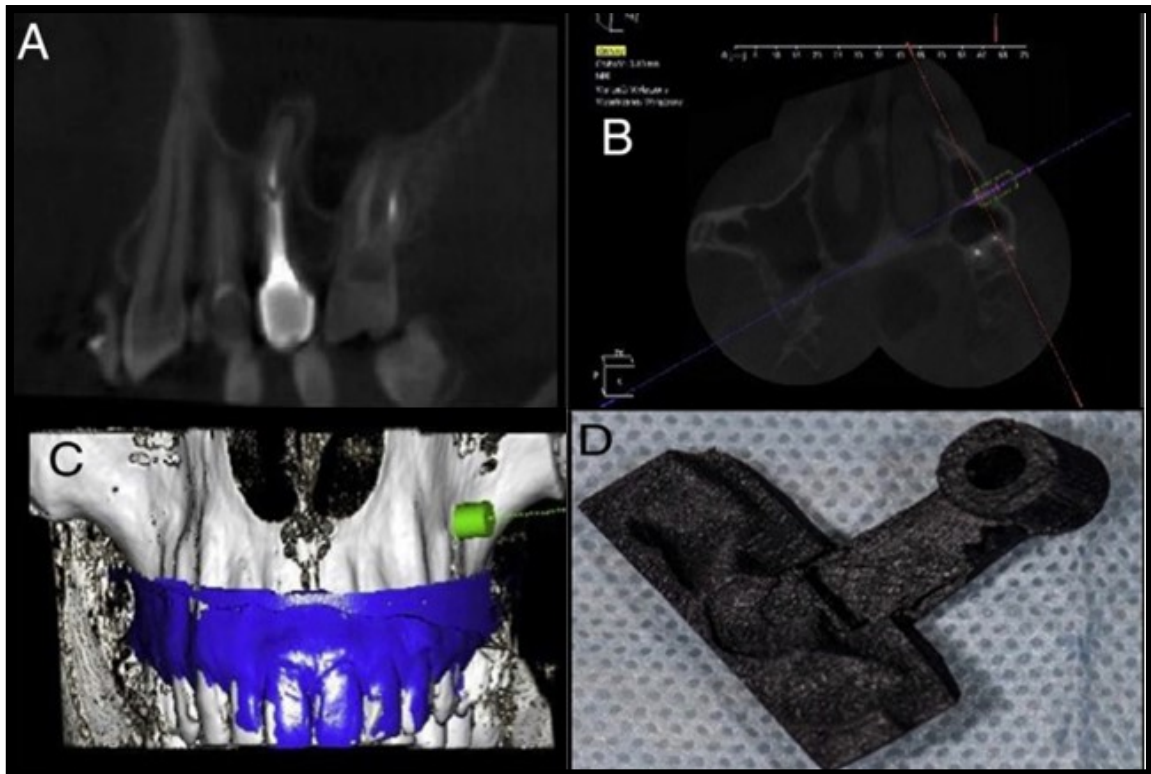


Figura 5- (A)Visão sagital pré-operatória do CBCT do segundo pré-molar superior esquerdo com área radiotransparente no ápex e a cavidade do seio maxilar pneumatizado ao redor. (B e C) Imagens do diâmetro e direção de uma guia cirúrgica 3D (3DSG) visualizadas com o *software* de planejamento DDS-Pro. (D) A 3DSG impressa. Adaptado de: Popowicz et.al., 2019.

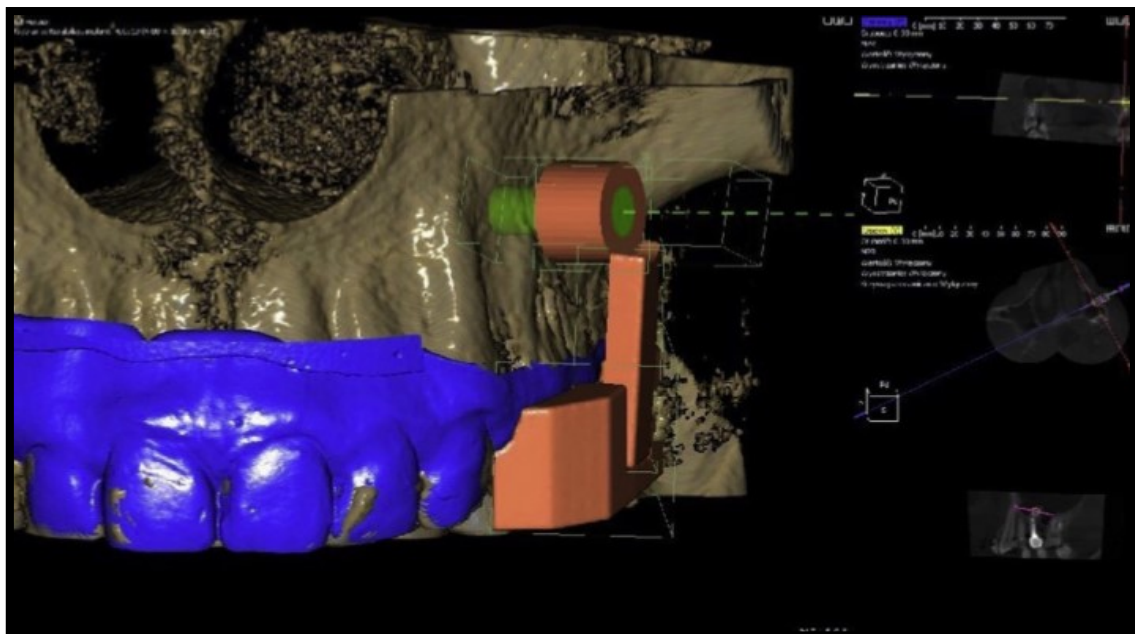


Figura 6- O projeto da 3DSG com o uso do *software* de planejamento DDS-Pro. Adaptado de: Popowicz et.al., 2019.

Kim et. al., (2019), relatam que a microcirurgia endodôntica usando o modelo de guia 3D demonstra uma precisão aprimorada quando comparado com uma operação à mão livre. Além disso, o próprio modelo de guia pode atuar como afastador de tecidos moles, ajudando a evitar danos iatrogênicos nos tecidos moles. Comparada à abordagem convencional, a microcirurgia endodôntica usando o modelo de guia, tem muitas vantagens:

- 1) o ápex radicular pode ser localizado com mais precisão através do fornecimento do furo, o que resultará numa preparação invasiva mínima;
- 2) tempo cirúrgico e volume do osso, a preparação pode ser significativamente reduzida;
- 3) a cicatrização pós-operatória é mais favorável e o risco reduzido de infecção leva a um melhor prognóstico;
- 4) resultados mais previsíveis e menos sensíveis à técnica podem ser esperados, independentemente da experiência do clínico. Portanto, também pode ser usado para fins educacionais.

A tecnologia 3D tem o potencial de substituir o treinamento especializado e/ou a experiência clínica necessária para tratar esses casos difíceis, o que permitiria a muitos médicos dentistas alcançar resultados previsíveis sem a necessidade de habilidades cirúrgicas extensas (Ye et. al., 2018).

O modelo projetado digitalmente, fabricado com a tecnologia de impressão do CBCT, CAD/CAM e 3D, trabalha em todos os aspectos para facilitar a cirurgia periapical. Mas, em contrapartida ainda possui algumas limitações. Quando a lesão se encontra numa região posterior, ainda que a guia possa ser fabricada e posicionada, haverá espaço suficiente para a trefina? Os custos de um planejamento 3D e a produção de modelo direcional são considerados altos. No entanto, com esses custos reduzidos num futuro, devido ao rápido desenvolvimento da tecnologia digital na área dentária, há uma chance promissora de que um fluxo de trabalho de terapia razoável seja estabelecido e essa abordagem de tratamento seja aplicada na prática diária de rotina, beneficiando mais doentes (Ye et. al., 2018).

2.6 EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS

Usar equipamentos, instrumentos e materiais de ponta que combinam conceitos biológicos com a prática clínica, as abordagens microcirúrgicas produzem resultados previsíveis na cicatrização de lesões de origem endodôntica (Lavasani et. al., 2016).

O desenvolvimento de dispositivos e materiais microcirúrgicos endodônticos levou à introdução de equipamentos de ampliação e com iluminação, microinstrumentos, pontas ultrassônicas e materiais biocompatíveis. Comparado com a abordagem tradicional ao usar brocas cirúrgicas e amálgama como material de preenchimento radicular, as vantagens dessa abordagem moderna incluem osteotomias menores, ângulos de ressecção radicular mais rasos, identificação mais fácil do istmo, de canais laterais e fraturas, que tornam essa abordagem mais precisa e menos invasiva (Wang et. al., 2017).

As técnicas modernas de microcirurgia endodôntica envolvem o uso de microscópio, ultrassom, microinstrumentos, laser e materiais biocompatíveis, melhorando assim a qualidade do tratamento (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).

2.6.1 Lupas

Tradicionalmente, as lupas têm sido a forma mais comum de ampliação, e ainda podem ser úteis para ajudar a visualizar os tecidos dentários, mas não conseguem fornecer as ampliações mais detalhadas que o médico dentista precisa na microcirurgia endodôntica (Jadun et. al., 2019).

Antes da introdução do microscópio operatório (M.O.) as lupas eram os únicos meios de magnificação disponíveis, e embora melhorassem a acuidade visual, também apresentavam inúmeras limitações e causavam grande fadiga quando utilizadas por longos períodos de tempo (Feix, Bojjink, Ferreira, Wagner & Barletta, 2010).

2.6.2 Microscópio Operatório

O M.O. oferece muitos benefícios, permite grande iluminação e melhor visualização do campo operatório. A alta magnificação é necessária para auxiliar na

localização de canais calcificados, detetar micro-fraturas, identificar istmos, interpretar as complexidades do sistema de canais radiculares, auxiliar na remoção de postes e de instrumentos fraturados e no acesso coronário (Feix et. al., 2010).

Segundo Feix et. al., (2010), o grande impacto dessa tecnologia foi proporcionar ao endodontista o poder da visualização com uma ampliação até 20 vezes. Isso verificou-se tanto na endodontia convencional (cirurgia de acesso, preparo químico mecânico, retratamento, tratamento de perfurações e remoção de instrumentos fraturados) quanto nas cirurgias perirradiculares (manuseio dos tecidos moles, osteotomia, curetagem da lesão, resseção radicular, retropreparo e retrobturação).

O M.O. tornou-se essencial para visualizar a eficácia da desinfecção, desbridamento, colocação de membrana e obturação do canal radicular, etapas da microcirurgia endodôntica essenciais para o seu êxito (Jadun et. al., 2019).

O M.O. é um instrumento simples, totalmente adaptável ao consultório. E aprender a usá-lo é uma questão de tempo e persistência, pois requer um treino inicial, devendo ser empregado primeiramente em procedimentos mais simples, como diagnóstico e exames clínicos, até que se adquira habilidade. É preconizado iniciar o trabalho em dentes extraídos, ajustando a distância focal, regulando as binoculares e adaptando o foco de visão. Somente depois se deve aplicá-lo no tratamento endodôntico propriamente dito (Feix et. al., 2010).

Para Jadun et. al., (2019), além de todos os benefícios com a ampliação, um microscópio permite ao profissional manter uma postura ereta. Outra vantagem da microscopia é a incorporação da iluminação por LED. As luzes montadas e embutidas na cabeça oferecem excelente visualização do campo operacional. Já um M.O. equipado com uma câmara digital permite:

- Inspeção mais meticulosa do campo cirúrgico, facilitando a distinção entre osso e raiz, exploração de fraturas e precisão na remoção de tecido de granulação, preparação apical e obturação retrógrada
- Campo cirúrgico menor
- Postura e técnica aprimoradas durante a cirurgia
- Capacidade de capturar imagens para registos, ensino e pesquisa de utentes

2.6.3 Ultrassom

O ultrassom tem sido um equipamento muito utilizado na medicina dentária, principalmente na área da endodontia. Joya-Grajales e Fernández-Grisales (2018), relatam que existem diferentes tipos de pontas ultrassônicas para a preparação radicular, pontas de diferentes comprimentos e diâmetros, feitas de aço inoxidável, que permitem ao médico dentista escolher a angulação apropriada de acordo com cada raiz.

As primeiras pontas ultrassônicas para a microcirurgia endodôntica foram as CTs (SybronEndo), lançados no mercado em 1990, marcando o início da mudança real na cirurgia endodôntica (figura 7). Essas pontas podem ser lisas ou revestidas com diamante ou nitrato de zircônio. Algumas apresentam também curvaturas. Uma curvatura de 70° ou mais tem maior probabilidade de quebrar sob carga contínua e, a sua fratura geralmente ocorre na curvatura (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).



Figura 7- Pontas ultrassônicas para retropreparação por tomografia computadorizada (SybronEndo). A gama de pontas para tomografia computadorizada (modelos 1 a 3) é indicada para microcirurgia. A ponta CT-1 serve como abertura e inicialização de preparações, graças à sua cabeça longa e fina com angulação de 90°. Adaptado de: Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018.

Segundo Joya-Grajales e Fernández-Grisales, (2018), não há dúvidas de que o revestimento das pontas ultrassônicas melhora a eficiência do corte em comparação com as pontas de aço inoxidável não revestidas, isso traduz-se num curto tempo para preparar a extremidade radicular. O revestimento em diamante parece ser o mais agressivo e o que leva menos tempo para preparar uma cavidade na extremidade da raiz. Além disso, o tipo de ponta influencia o número e o tipo de fraturas que podem ser induzidas na extremidade radicular durante a retropreparação.

A retropreparação quando feita com pontas de aço inoxidável geralmente possui paredes mais limpas do que as obtidas com pontas revestidas, parece que as pontas de aço inoxidável produzem menos resíduo superficial e menos manchas na dentina. Os instrumentos revestidos para a preparação do canal radicular produzem um grande desgaste na superfície da parede radicular, conseqüentemente coberta de detritos, no entanto, a qualidade da preparação posterior obtida com uma ponta revestida é considerada superior (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).

Os endodontistas ainda aguardam novos instrumentos com melhor corte para alcançar os locais mais difíceis. As pontas KIS (Obtura-Spartan, Fenton, MO, EUA) estão em atividade desde 1999 e corrigiram muitas das necessidades dos instrumentos anteriores. As pontas ultrassônicas KIS (figura 8), são micro pontas de última geração cobertas com nitrato de zircônio que fornecem rigidez e rugosidade à superfície, possuem irrigação interna, tecnologia portuária, fornecendo um fluxo constante de água que é direcionado diretamente para a extremidade radicular e uma ponta ativa de 3 mm, essas pontas cortam rápido, mas suavemente, causando poucas micro-fraturas (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).



Figura 8- Pontas ultrassônicas de retropreparação KIS (Obtura-Spartan, Fenton, MO, EUA): KIS1 para dentes anteriores e pré-molares, KIS2 dentes anteriores inferiores, KIS3 dentes de difícil acesso (molares), KIS4 para raiz lingual de molares inferiores e disto-vestibular de molar superior direito, KIS5 para raízes vestibulares de molar inferior esquerdo e vestibulo-mesial de molar superior direito, KIS6 para uso nas raízes linguais do molar inferior e na parte vestibulo-distal do molar superior esquerdo. Adaptado de: Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018.

2.6.3.1 Instrumentos para Piezocirurgia

Casos como molares inferiores com alguma perda óssea no osso perirradicular, mas com a placa cortical intacta, é realizado uma "janela óssea" usando um dispositivo especial, que evita a formação de defeitos ósseos. Este método envolve a fabricação de uma janela óssea com o auxílio de instrumentos finos de osteotomia (fig. 9: C). Os instrumentos de piezocirurgia (fig. 9: D – E) fornecem ainda um sistema metucioso, o sistema de paragem nos tecidos moles, onde promove somente corte em tecido ósseo. Além disso, vibrações ultrassônicas dividem o líquido de irrigação em partículas muito pequenas que se afastam do campo de operação, o que resulta numa baixa tendência de sangramento, reduz a hemorragia intraoperatória e cria uma melhor visibilidade do campo cirúrgico com um conseqüente aumento da segurança, especialmente em áreas anatomicamente difíceis (Lee, Yu, Wang, Kim & Kim, 2020).

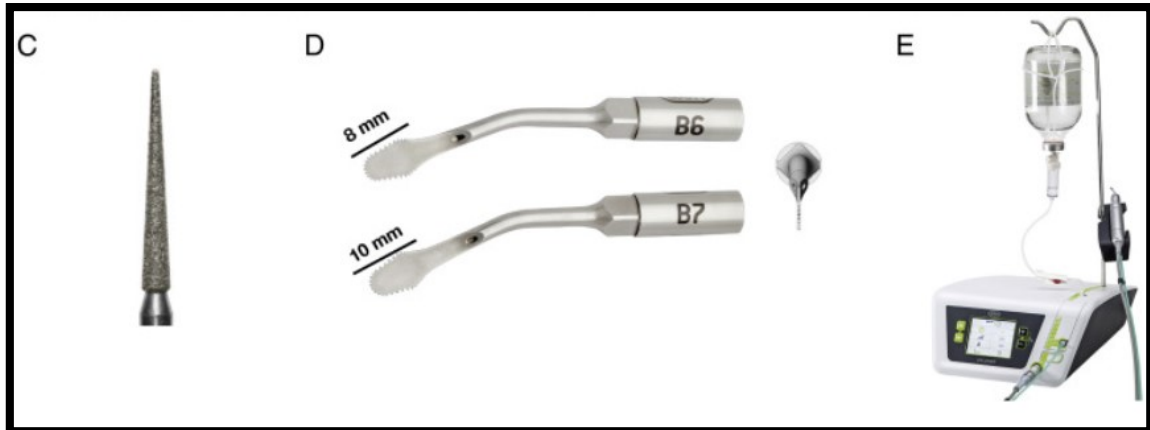


Figura 9- (C) Uma broca diamantada com a ponta em forma de agulha longa e cônica (NTI-Kahla GmbH). (D) Serras piezoelétricas (ponta piezomed). (E) O sistema de corte ósseo ultrassônico (Piezomed, W&H Dentalwerk). Adaptado de: Lee, Yu, Wang, Kim & Kim, 2020.

2.6.4 Brocas de Trefina

Nos casos apresentados por Popowicz et.al., (2019), uma broca cirúrgica de metal duro rotatória foi substituída por uma broca oca de trefina, por um anel de metal de corte redondo de 0,3 mm de espessura. As marcações na parte externa da broca indicam a profundidade do corte (fig. 10). A profundidade controlada da perfuração através da guia 3DSG, perfurou a placa cortical de 3 mm de diâmetro junto com a porção apical da raiz num 1º passo, reduzindo assim o tempo necessário para executar essas etapas na microcirurgia de rotina. Também preservou o disco perfurado do osso cortical, que serviu como autoenxerto.

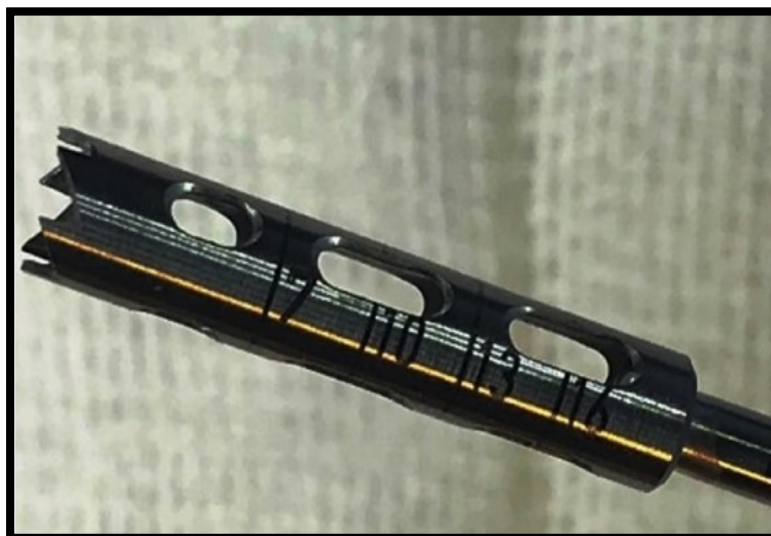


Figura 10- Uma broca de trefina (Komet). Adaptado de: Popowicz et.al., 2019.

2.6.5 Laser

Preparar a extremidade radicular com laser também é utilizado. Em tempos antigos, vários sistemas a laser foram testados em microcirurgia endodôntica com benefícios muito limitados. Mas, com o passar do tempo, as inovações tecnológicas permitiram o desenvolvimento de lasers apropriados para uso na prática dentária. Embora o laser de dióxido de carbono seja projetado para cirurgia dentária de tecido mole, é capaz de derreter esmalte e dentina aproximadamente a 1100°C. O seu mecanismo de ação é que um átomo pode ser transformado do seu estado energético normal para uma fase de energia mais alta, por meio de energia eletromagnética, podendo ter um papel importante na vedação apical da cirurgia endodôntica (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).

O laser de dióxido de carbono é uma excelente opção para cortar a superfície radicular sem causar carbonização ou danos térmicos após irradiação, sendo uma preparação biomecânica, com apicectomia e retropreparação, hemostasia, esterilização do ápex radicular e dos tecidos circundantes. No entanto, nos estudos realizados relatam que o tempo de preparação com laser em relação à retropreparação é maior do que com ultrassom, foi observado que as preparações com ultrassom são melhores do que os feitos com lasers, o que pode ser explicado pela dificuldade de manter a ponta do laser centralizada, bem como o tempo necessário para finalizar a preparação (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).

É importante ressaltar que a interação do feixe de laser com a dentina produz um *stress* térmico, o que pode causar múltiplas micro-fraturas na dentina, mas que não prejudicam o selamento apical. Contudo, são necessários mais estudos a longo prazo para avaliar os efeitos das fraturas nas cavidades do canal radicular preparadas com laser de CO₂. Uma grande desvantagem do laser é que a sua ponta deve ser mantida aproximadamente a 1 mm da superfície radicular, não repousando diretamente sobre o material de preenchimento e sem tocar no elemento dentário para evitar danificar o equipamento. Essas recomendações e a dificuldade do laser para atuar no material obturador limita a profundidade da cavidade a 2,5 mm, além disso, o seu desempenho é condicionado pela remoção anterior do material de obturação com outro instrumento (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).

2.6.6 Arsenal Microcirúrgico

Para Jadun, Monaghan e Darcey (2019), a prática moderna da microcirurgia endodôntica requer instrumentos específicos.

- Lâminas microcirúrgicas: oferecem corte preciso e bidirecional, o que aumenta a eficiência e a facilidade de uso,
- Elevador de tecidos: deve ser pequeno e afiado. O elevador Buser é uma escolha apropriada que em combinação com Molt facilita a elevação atraumática e o deslocamento do periósteo,
- Afastador de tecidos: deve ser amplo o suficiente para retrair, mas pequeno o suficiente para acomodar uma pequena aba de um dente. Afastadores com dentes oferecem alguma estabilidade ao afastador. Os afastadores Minnesota e Edge Bowdler Henry são ideais,
- Micro-explorador: ideal para tocar a placa cortical antes da cirurgia e sondar a raiz,
- Micro-curetas: para levantar tecidos moles da cavidade e coletar as pontas das raízes,
- Micro-espelho: para inspeção da osteotomia, retropreparação e obturação. Podem ser pequenos espelhos refletores da superfície frontal ou aço inoxidável,
- Micro-plugger: para compactar guta-percha dentro do ápex e compactar a obturação retrógrada.

Os médicos dentistas podem escolher instrumentos especializados para suturar, como porta-agulhas Castroviejo ou Barraquer e tesoura Lachal. Embora não seja estritamente necessário, esses instrumentos finos são inestimáveis ao manipular suturas 5.0 ou 6.0.

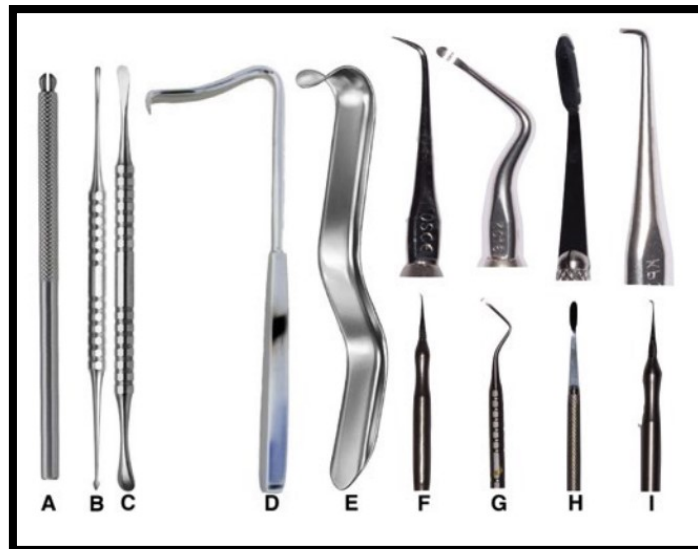


Figura 11- Principais componentes da bandeja microcirúrgica para endodontia. Adaptado de: Jabun et. al., 2019.

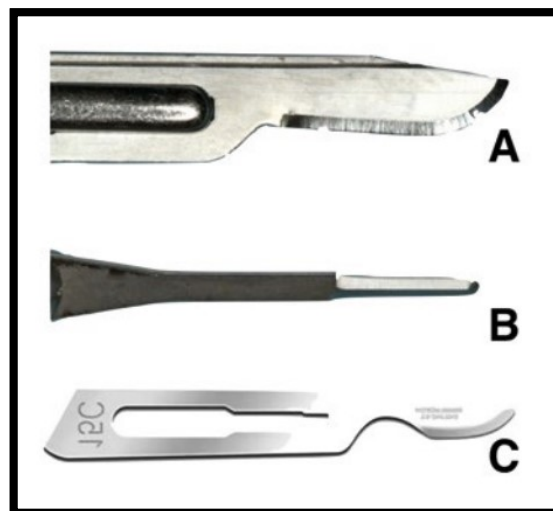


Figura 12- Uma comparação do formato e tamanho da lâmina; a) tamanho 15; b) uma lâmina microcirúrgica e c) uma lâmina 15c. Adaptado de: Jabun et.al., 2019.

2.7 TÉCNICAS CIRÚRGICAS

Entre as modalidades cirúrgicas mais utilizadas para a resolução de dificuldades, acidentes e complicações da endodontia convencional, estão: curetagem com alisamento apical, apicectomia, apicectomia com retrobturação, apicectomia com retroinstrumentação e retrobturação e obturação do canal simultaneamente ao ato cirúrgico (Sette-Dias et. al., 2010).

Na atualidade a microcirurgia endodôntica, de forma ampla, é definida como o tratamento realizado no ápex radicular de um dente infetado, que não foi solucionado com tratamento endodôntico convencional. Geralmente, o procedimento para microcirurgia endodôntica abrange a remoção do osso vestibular, de forma a localizar com precisão o ápex radicular do dente infetado, o que pode incluir também a remoção do osso intacto. Em seguida, é realizado o desbridamento cirúrgico do tecido perirradicular patológico, seguido pela resseção radicular. É necessária uma profundidade mínima de preparação de 3 mm para vedar efetivamente os canais acessórios que possam estar presentes. Sendo assim, a cavidade radicular é obturada com material biocompatível, normalmente o MTA, e o local cirúrgico é suturado (Kim et. al., 2019).

2.7.1 Apicectomia Múltipla

A apicectomia é um procedimento cirúrgico recomendado por vários autores com o intuito de eliminar os deltas apicais, que nem sempre são visíveis nas radiografias convencionais e passíveis de estarem contaminados ou até mesmo alojarem material necrótico. Essas ramificações do canal principal têm sido citadas como uma importante causa de insucesso do tratamento endodôntico (Leonardi, Fagundes, Haragushiku, Tomazinho & Baratto Filho, 2006).

No estudo de Mariano e Messoria (2004), realizaram uma incisão de Novak, onde atingiram a margem gengival da mesial do elemento 21 até à distal do elemento 26. Em seguida, realizou-se o descolamento do retalho mucoperiosteal usando-se uma espátula 7. O tecido patológico foi curetado e encaminhado para o exame histopatológico, ficando o periósteo desta região seriamente comprometido. Realizou-se a apicectomia dos elementos 22, 23, 24, 25, utilizando-se uma broca troncocônica para osteotomia, em turbina sob refrigeração com soro fisiológico (Solução de Cloreto de Sódio 0,9% - Sanobiol). Como existia a ausência de suporte ósseo para o apoio do retalho, foi adaptada uma membrana de colagénio (Colla TapeR – Calcitek) sobre a loja cirúrgica preenchida com coágulo sanguíneo com o objetivo de guiar a regeneração tecidual. O retalho foi reposicionado e suturado com fio de seda 3.0 em pontos interrompidos.

2.7.2 Tratamento Endodôntico Transcirúrgico

Sette-Dias et.al., (2010), relataram um caso onde o doente apresentava tumefação circunscrita de cerca de 2 cm de diâmetro ao nível do elemento 11, sintomatologia dolorosa à palpação na região dos dentes 12, 11, 21 e 22. Os dentes 12, 11, 21 apresentavam coroa de acrílico. Ao exame radiográfico, observou-se extensa área radiotransparente compatível com lesão periapical, envolvendo todos os dentes citados, sendo que, ao nível do elemento 12, esta se estendia para distal até próximo da raiz méso-vestibular do 16 e até próximo do seio maxilar e do assoalho nasal (fig. 13A). Os dentes 12, 11, 21 apresentavam poste no interior do canal e tratamento endodôntico insatisfatório, e ainda retrobturação de amálgama nos dentes 12 e 11. Durante o tratamento endodôntico, não se conseguiu a correta secagem dos canais nos dentes 12, 11, 21 e 22 mesmo após uso prolongado de hidróxido de cálcio no interior dos canais, que apresentavam persistente secreção e sintomatologia dolorosa. Optou-se, então pela apicectomia com tratamento endodôntico transcirúrgico (fig. 13B). Nos dentes que já tinha sido realizado apicectomia anteriormente, fizeram uma apicectomia cuidadosa apenas para remoção das retrobturações de amálgama, conservando, assim, o máximo possível de estrutura dentária. O resultado do exame histopatológico revelou cisto periapical nos dentes 12, 11 e 21, além de granuloma periapical no dente 22. No controle pós-operatório de 07 dias, o paciente não apresentava sintomatologia que fosse incompatível com o ato cirúrgico realizado, sendo que a cicatrização se apresentou normal. Tal quadro se manteve por todo o período de acompanhamento, sendo que a radiografia dos 08 meses revelou neoformação óssea na região, comprovando o sucesso do caso (figs. 13C, 13D, 13E).

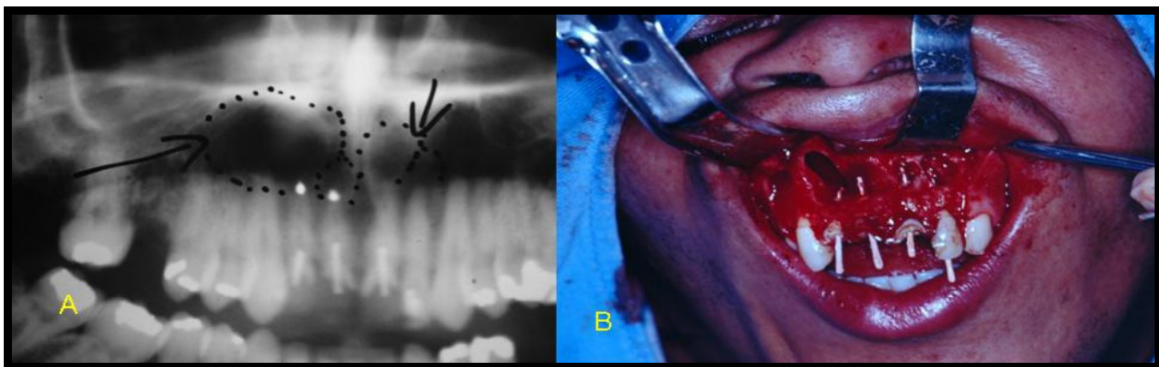


Figura 13- Figura 13A ortopantomografia em que se observa extensa área radiotransparente e compatível com lesão periapical, envolvendo os elementos dentários 12, 11, 21 e 22. Figura 13B Apicectomia com tratamento endodôntico transcirúrgico. Adaptado de: Sette-Dias et. al., 2010.

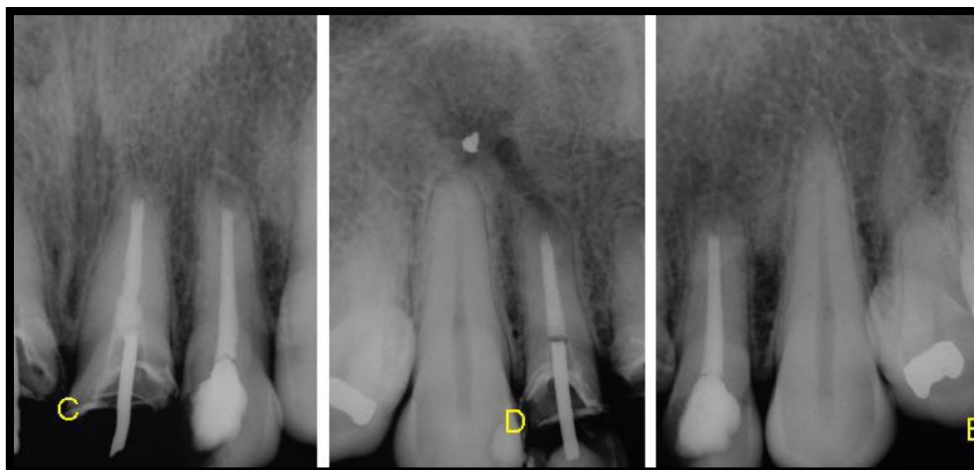


Figura 13C, 13D, 13E- Radiografia dos 08 meses com neoformação óssea completa. Adaptado de: Sette-Dias et. al., 2010.

2.7.3 Microcirurgia Endodôntica com Sistema de Navegação Dinâmica

Os sistemas de navegação dinâmica foram introduzidos para facilitar a implantologia dentária, melhorando a precisão do posicionamento dos implantes dentários. A navegação dinâmica integra instrumentação cirúrgica e imagens radiológicas usando um dispositivo de posicionamento ótico controlado por uma interface computadorizada. Esses recursos podem ajudar a reduzir o risco de danos iatrogênicos não intencionais nas estruturas anatómicas próximas e realizar cirurgias minimamente invasivas ou sem retalho, levando à redução do desconforto pós-operatório do doente e à melhoria da cicatrização (Gambarini et. al., 2019).

Segundo Gambarini et. al., (2019) o doente apresentava o incisivo lateral superior direito sintomático - com dor na mastigação, foi encaminhado ao departamento de endodontia da Universidade Sapienza de Roma, Itália. O dente tinha sido tratado endodonticamente há 3 anos (fig. 14A). O médico de referência prescrevera um CBCT, que mostrava uma lesão periapical no dente (fig. 14B). O dente era sensível à percussão. O utente recusou submeter-se a um retratamento não cirúrgico para evitar qualquer dano ou alteração da restauração coronal existente. Portanto, após a assinatura do consentimento informado, foi planeado um tratamento endodôntico cirúrgico. O utente consentiu em ser tratado por um estudante de graduação, sob a supervisão de um professor, com o auxílio do sistema Navident (fig. 15).



Figura 14- (A) visão bidimensional e (B) sagital do CBCT do dente em questão; as imagens mostram a lesão de diferentes pontos de vista. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.



Figura 15- O dispositivo do sistema de navegação Navident. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.

O procedimento Navident pode ser descrito brevemente em 3 etapas:

1. Plano: um plano de abordagem cirúrgica é criado usando os dados de imagem do CBCT para guiar as brocas para acesso à cavidade óssea em três dimensões (fig. 16A).
2. Rastreo: a imagem do CBCT é combinada com a mandíbula do doente real registrando a varredura do CBCT no doente. O clínico deve selecionar 6 pontos de referência na tela e traçar esses pontos na boca com uma ferramenta de rastreamento (fig. 16B e C). Esse aplicativo do sistema de registo de rastreo, que

ainda estava em estágio de protótipo e agora é comercializado, permitiu ao operador usar a varredura anterior do CBCT e realizar o rastreamento em alguns minutos. Também foi realizada uma verificação de precisão para verificar a correspondência tocando a margem incisal dos dentes adjacentes (fig. 16D).

3. Local: após uma breve calibração da peça de mão e das brocas (fig. 16E), a terapia foi realizada. Originalmente, apenas o *software* para calibrar brocas de implantes estava disponível. Para realizar o presente caso, os autores pediram ao fabricante que modificasse o *software* de calibração para permitir o uso de brocas de alta velocidade e, se necessário, instrumentos endodônticos e pontas ultrassônicas e piezoelétricas. O sistema Navident mostra dinamicamente e em tempo real, o desvio entre a posição real planejada e a orientação da broca (fig. 16F). O médico dentista também é guiado no processo por um alvo, que mostra a posição ideal da broca. Infelizmente, nesse estágio de desenvolvimento, não foi possível usar a janela de destino (o que é muito útil para a colocação do implante) porque o *software* original do implante não permitia o planejamento das angulações horizontais da broca. Portanto, o operador teve de se referir às imagens tridimensionais nos 3 planos diferentes para não sair da trajetória planejada. O procedimento foi realizado por "visão indireta", exatamente como é usado na microscopia tridimensional, porque o operador estava olhando principalmente para o monitor enquanto progredia dentro do osso.

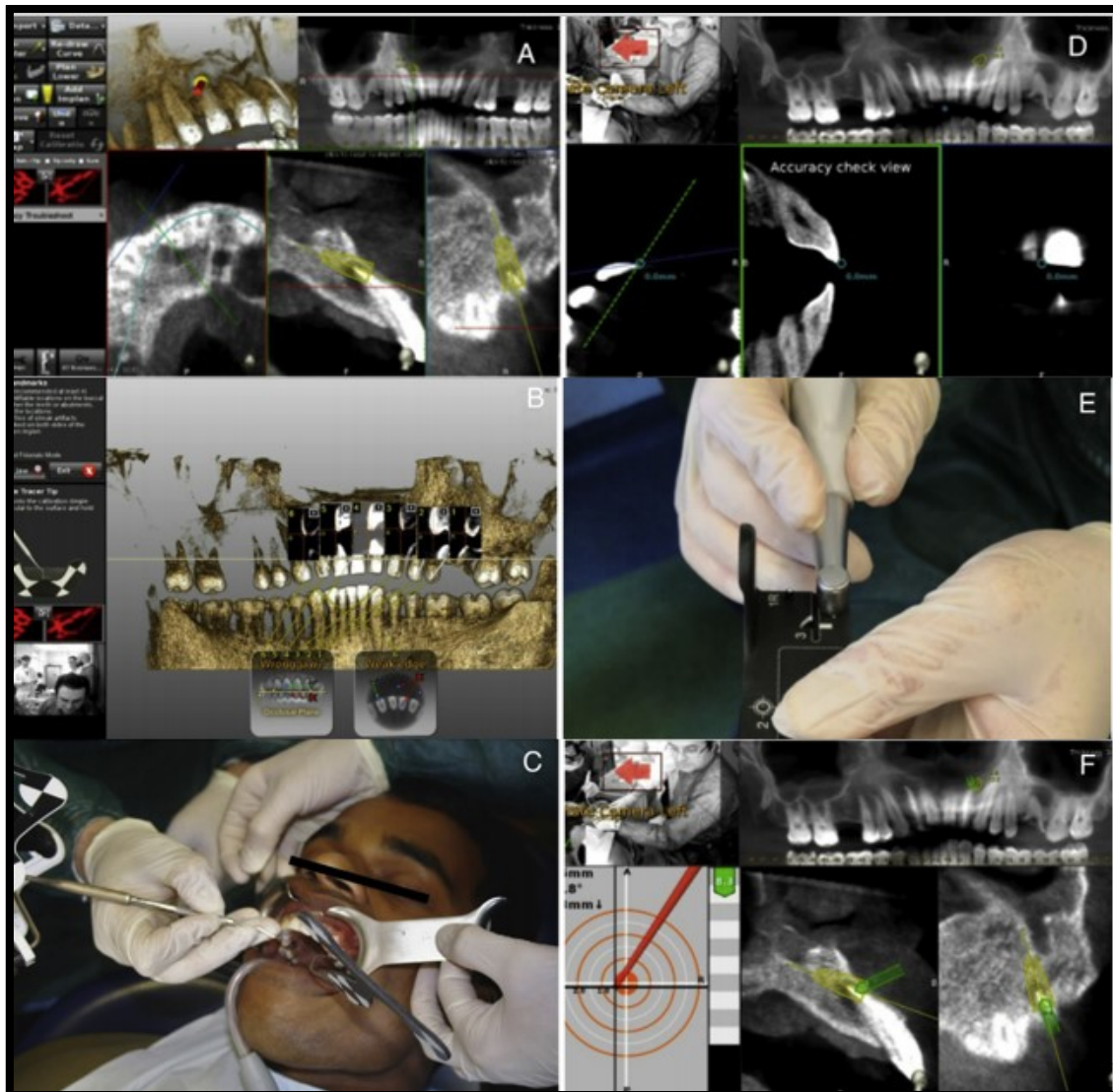


Figura 16- (A) Planeamento do tratamento usando CBCT anterior do doente. (B) Rastreo: a fase de calibração do sistema é realizada selecionando 6 pontos diferentes nas reconstruções de *software*. (C) Um suporte fixo é montado na boca do doente, que pode ser reconhecido pelas câmaras do Navident, posteriormente os 6 pontos pré-selecionados são rastreados usando uma ferramenta que apresenta um suporte que pode ser reconhecido pelo Navident para criar uma correspondência entre o CBCT digitalizado e a mandíbula do doente. (D) O rastreamento é concluído por uma exibição de verificação de precisão. (E) Antes do uso, a peça de mão e as brocas devem ser calibradas. (F) Perfuração sob orientação dinâmica: a direção e a angulação da broca durante o procedimento cirúrgico podem ser verificadas em 3 vistas diferentes do CBCT. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.

No presente caso, foi realizado um acesso dinâmico da cavidade óssea guiada para minimizar o *design* da cavidade e localizar com precisão o ápice radicular para apicectomia, o restante do procedimento cirúrgico foi realizado com uma abordagem microcirúrgica tradicional. O tratamento foi realizado por um operador inexperiente (primeiro caso cirúrgico do estudante de graduação). O operador teve uma curta sessão de treino prévia com o sistema de navegação dinâmica.

A osteotomia minimamente invasiva (3 mm) foi realizada usando uma broca esférica Revelation Diamond # 801-018C (SSwhite, Lakewood, NJ) montada em turbina EXPERTmatic (Kavo, Biberach, Alemanha) (fig. 17A). A ponta da broca foi direcionada para o ápex radicular e a progressão foi controlada visualmente, verificando a cavidade planeada simultaneamente com 2 vistas diferentes do CBCT. Uma vez alcançada a extremidade radicular, foi realizada uma ressecção dessa extremidade em 3 mm com um chanfro de 10°. A tecnologia auxiliada por computador ajudou a posicionar com precisão as brocas com as angulações corretas. A remoção do tecido doente foi realizada manualmente sob ampliação de 5x (EyeZoom; Orasoptic, Madison, WI) (fig.17B). Para a hemostasia cirúrgica foi utilizado o sulfato férrico (Astringedent; Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) e o local cirúrgico foi irrigado com solução salina para removê-lo completamente, para que não houvesse complicações ou atraso na cicatrização. Uma cavidade retrógrada convencional de 3 mm foi feita com uma ponta ultrassônica a BK3-R (KerrEndo, Orange, CA) e a obturação retrógrada realizada com o EndoSequence BC RRM (Brasseler EUA, Savannah, GA) (fig. 17C). A ferida cirúrgica foi suturada com Vicryl Plus reabsorvível 4.0 (Ethicon, J&J Medical, Somerville, NJ).

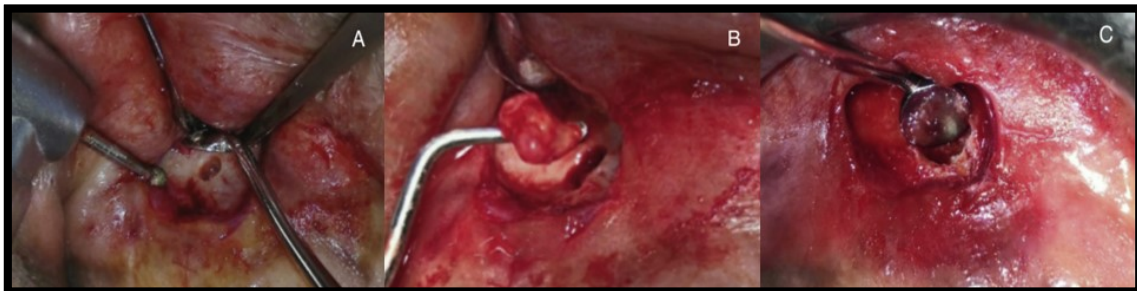


Figura 17- (A) O acesso cirúrgico minimamente invasivo de 3 mm foi possível pelo uso do sistema de cirurgia de navegação dinâmica, usando uma broca cirúrgica redonda montada numa peça de mão de alta velocidade sob irrigação por *spray* de NaCl a 0,9% e verificada visualmente na tela Navident. (B) A remoção da lesão foi realizada com muita facilidade devido à cavidade de acesso precisa. (C) O espaço retrógrado foi criado usando uma ponta ultrassônica de 3 mm de comprimento; a cavidade mínima de acesso e o *plugue* retrógrado podem ser apreciados. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.

Uma radiografia pós-operatória imediata mostrou bons resultados clínicos e os sintomas pós-operatórios foram insignificantes. No seguimento de 6 meses revelou cura radiográfica quase completa, sem sintomas clínicos (fig. 18).

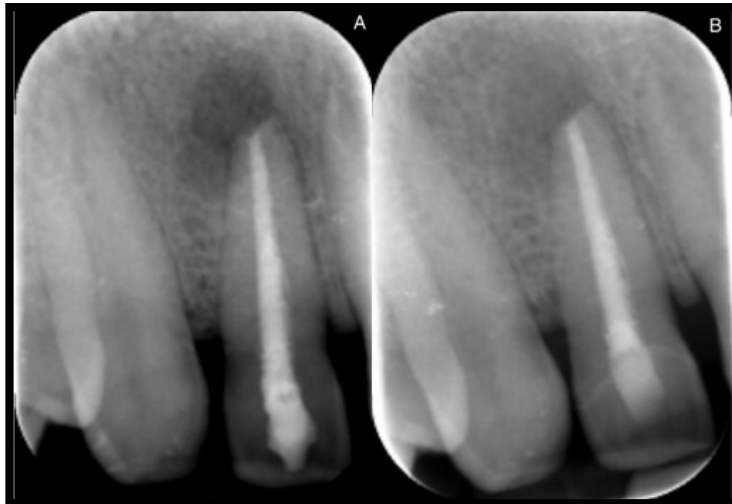


Figura 18- Prescrição pós-operatória: (A) radiografia bidimensional periapical mostrando o tratamento imediatamente após a cirurgia e (B) após 6 meses mostrando um processo completo de cicatrização. Adaptado de: Gambarini et. al., 2019.

2.7.4 Endodontia microguiada: precisão de uma técnica minimalista para a preparação da cavidade de acesso apicalmente nos dentes anteriores com calcificação pulpar

A calcificação do canal pulpar (PCC) é uma seqüela comum do traumatismo dentário e pode ocorrer entre 15% a 40% dos doentes após lesões de luxação. Em utentes idosos, a PCC pode desenvolver-se devido a uma aposição ao longo da vida da dentina secundária e terciária. Além disso, o tratamento ortodôntico pode iniciar a deposição acelerada da dentina secundária (Connert, Zehnder, Weiger, Kuhl & Krastl, 2017).

A PCC é considerada um sinal de vitalidade pulpar e, a menos que haja evidência clínica e radiográfica de necrose pulpar, o tratamento do canal radicular não é indicado. No entanto, até um terço dos dentes com PCC podem desenvolver patologia apical a longo prazo. O tratamento do canal radicular é muito desafiador nesses casos e está associado a uma alta taxa de falhas, principalmente nos incisivos inferiores. Portanto, a Associação Americana de Endodontistas classificou o tratamento de dentes com PCC como tendo um alto nível de dificuldade. Mesmo com o uso de um microscópio operatório e com uma preparação da cavidade de acesso adequada pode levar a uma perda excessiva de substância que prejudica a estabilidade e, portanto, reduz o prognóstico do dente a longo prazo. Contudo a abordagem de tratamento para dentes com PCC, é usar um modelo impresso que guia a broca para o canal radicular calcificado (Connert et. al., 2017).

2.7.5 Microcirurgia Endodôntica Guiada Minimamente Invasiva

Neste relato de caso, Kim et. al., (2019), apresentam a microcirurgia endodôntica utilizando uma guia cirúrgica que pode direcionar com precisão a posição do ápex para o tratamento de um dente anterior com canal calcificado, intratável com a terapia convencional de canal radicular e incapaz de rastrear a posição do ápex devido à ausência de fistula.

Utente do sexo masculino, 25 anos, com queixa de dor no elemento 21, com histórico de trauma no mesmo. Após exame clínico e radiográfico, observou-se que o canal calcificado era significativo. Com o auxílio do microscópio operatório, foi tentada por duas vezes a localização dos canais radiculares, mas falhou, porque o doente continuou apresentando sintomas clínicos. Com isso a microcirurgia foi sugerida.

Ao realizar um CBCT, identificou-se radiotransparência apical e o canal radicular completamente calcificado com osso vestibular intacto. O modelo de estudo realizado com gesso pedra amarelo foi digitalizado e transformado em dados digitais usando um *scanner* de mesa (Identica Blue; Medit Co., Seul, Coreia). Os dados do CBCT e os dados digitais obtidos do estudo do doente foram importados para o *software* de planeamento (In2Guide; Cybermed Co., Seul, Coreia). Dois conjuntos de dados foram misturados para a imagem dentária e o modelo cirúrgico foi projetado de acordo. O modelo de guia projetado foi exportado em formas de arquivo STereoLithography (STL) e impresso com impressora 3D (Objet 260; Stratasys Co., MN, EUA) (fig.19).

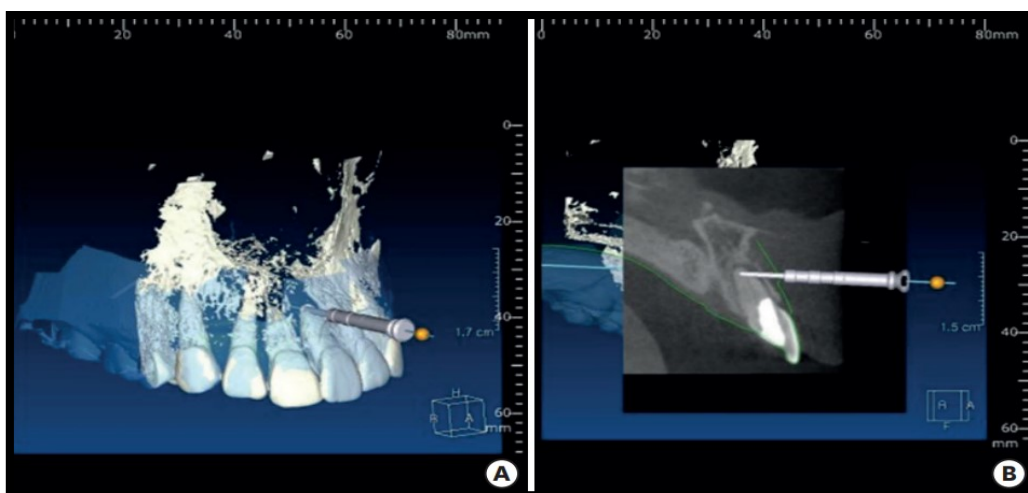


Figura 19- Dados do CBCT misturados com os dados STereoLithography (STL) obtidos da varredura do molde dentário no *software* de planeamento de implantes. (A) Mistura dos dados do CBCT (branco) e do STL (transparência azul) com a área de segmentação indicada. (B) Vista transversal do CBCT. A profundidade e a angulação da broca podem ser determinadas. Adaptado de: Kim et. al., 2019.

Antes de iniciar a microcirurgia endodôntica, o guia cirúrgico foi aplicado na área anterior superior para verificar a sua adaptação. A abertura incisal da guia foi útil para uma adaptação completa entre o dente e o guia (fig. 20). O desenho do retalho de Leubke-Oschenbein foi aplicado após anestesia local (lidocaína a 2% com epinefrina 1: 80.000; Huons, Seongnam, Coréia) para invasão mínima. Todos os procedimentos cirúrgicos foram realizados com um microscópio operatório (OPMI PICO; Carl Zeiss, Göttingen, Alemanha).



Figura 20- Fotografia clínica que mostra o modelo de guia intraoral in situ. As janelas criadas no modelo de guia indicam a adequação do modelo de guia. Adaptado de: Kim et. al., 2019.

Sob o guia 3D, o local cirúrgico foi perfurado com 3 mm de profundidade e 2 mm de diâmetro com um instrumento rotativo (figs. 21A e 21B). Após a remoção do modelo de guia, o osso vestibular perfurado foi verificado. Apenas o osso vestibular apical foi preparado novamente com uma turbina com broca esférica nº 6 (nº 6; Grupo Prima Classic Prima Dental, Gloucester, Reino Unido) sob irrigação de água destilada (fig. 21C). O ápex radicular exposto foi confirmado com azul de metileno. A extremidade radicular foi preparada e removida com broca diamantada em turbina (fig. 21D). Após a remoção de todos os tecidos inflamatórios, as superfícies radiculares ressecadas foram então coradas com azul de metileno e inspecionadas com micro-espelhos (Obtura Spartan, Fenton, MO, EUA) sob ampliação de 20x para detetar o espaço do canal. A preparação radicular foi realizada com pontas ultrassônicas KIS (Obtura Spartan). O MTA ProRoot (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA) foi escolhido como material de retrobturação radicular e, foi preenchido de forma incremental sob o controlo do sangramento, após o tratamento o local da ferida foi suturado com suturas de monofilamentos 5.0.

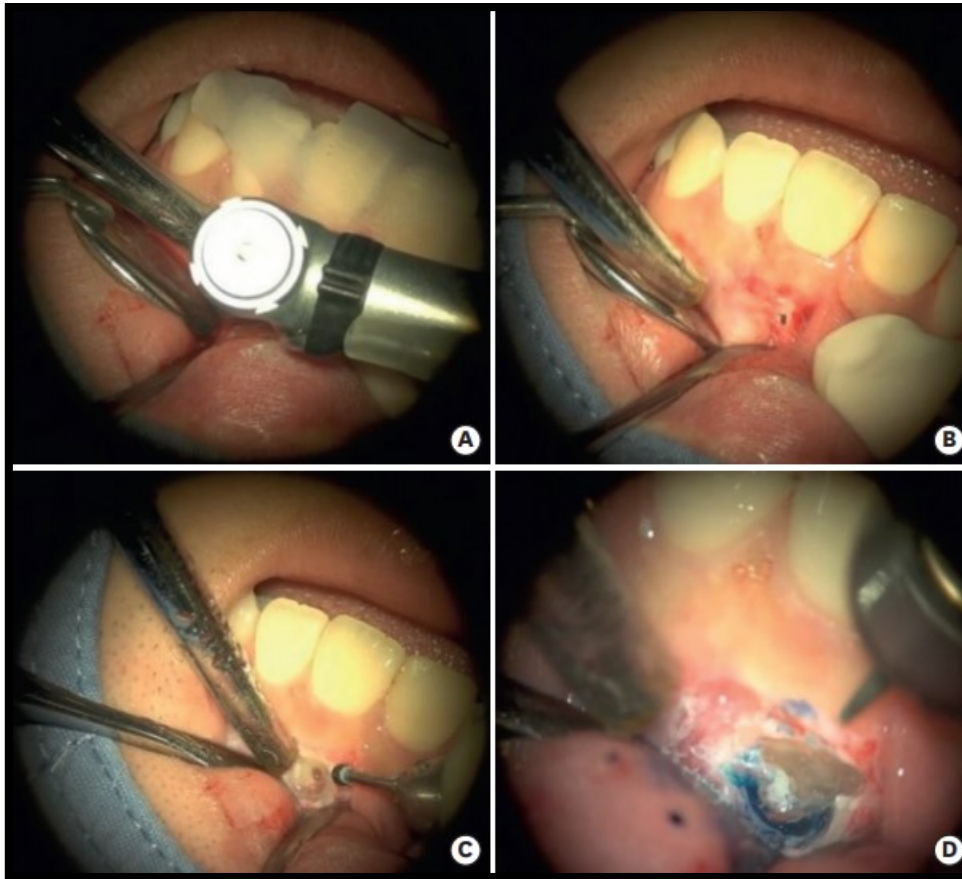


Figura 21- (A) Perfuração com o modelo de guia em posição. (B) Após a perfuração inicial, a posição da área de segmentação pode ser identificada. (C) Remoção do osso vestibular adjacente usando a broca redonda nº 6. (D) Ressecção radicular, conforme indicado pela perfuração da guia após confirmação do contorno do ápex radicular, utilizando corante azul de metileno. Adaptado de: Kim et. al., 2019.

Uma radiografia pós-operatória foi realizada e comparada com a radiografia pré-operatória (fig. 22). Foram necessários apenas 30 minutos para toda a operação. Após 1 mês de acompanhamento, o sintoma clínico foi completamente resolvido. Não foram identificados outros sinais de efeitos adversos ao redor dos tecidos moles.

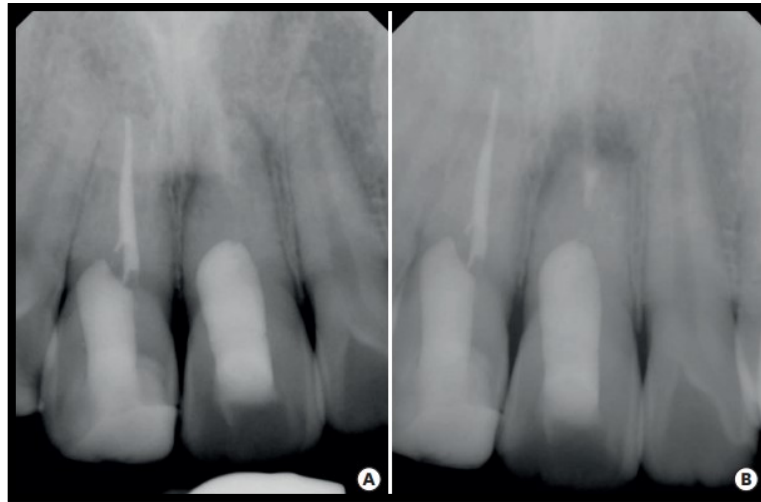


Figura 22- (A) Radiografia periapical pré e (B) pós-operatória mostrando obturações radiculares com agregado de trióxido mineral (MTA). Adaptado de: Kim et. al., 2019.

2.7.6 Microcirurgia endodôntica direcionada: cenários anatomicamente desafiadores usando guias tridimensionais e brocas de trefina

Caso descrito por Giacomino, Ray e Wealleans (2018), doente do sexo masculino, ASA I, 23 anos, não tomava medicação e apresentava dor na região posterior esquerda da mandíbula ao morder. Onze anos antes o dente 35 tinha sido submetido a uma apicectomia, para tratar uma necrose pulpar associada a um dens-invaginatus. Os valores de sondagem dos elementos 33, 34, 35 e 36 eram inferiores a 3 mm. Os elementos 33, 34 e 36 não apresentavam tratamento restaurador e tinham respostas curtas ao frio, sem sensibilidade à percussão ou palpação e mobilidade fisiológica. O elemento 35 apresentava uma coroa de porcelana com margens adequadas, sem resposta ao frio, à percussão e à palpação apresentava sensibilidade moderada e mobilidade fisiológica. As imagens radiográficas e o CBCT revelaram uma área de baixa densidade 2x2x2 mm no ápex do dente 35, 2,0 mm superior ao forâmen mentoniano. O diagnóstico para o elemento 35 foi: previamente tratado com periodontite apical sintomática.

Uma impressão de polivinil siloxano foi digitalizada com o sistema de CBCT e, os arquivos decorrentes foram combinados com a imagem pré-operatória de CBCT. Um 3DSG foi projetado com porta trefina numa postura que evitaria trauma no nervo mentoniano. Sob anestesia local, a microcirurgia no elemento 35 foi realizada (fig. 23). A inspeção nas extremidades das raízes revelou material branco reparável, consistente

com cimento de silicato tricálcico e nenhuma outra manipulação nas extremidades das raízes foi realizada. O local foi suturado com Vicryl 4.0 e Chromic Gut 5.0. O relatório da biópsia descreveu um granuloma periapical. Numa semana, o doente encontrava-se assintomático e relatou disestesia do lábio inferior esquerdo, sendo medicado com medrol dosepak (Pfizer, Nova York, NY). Após 1 mês, a disestesia foi resolvida.

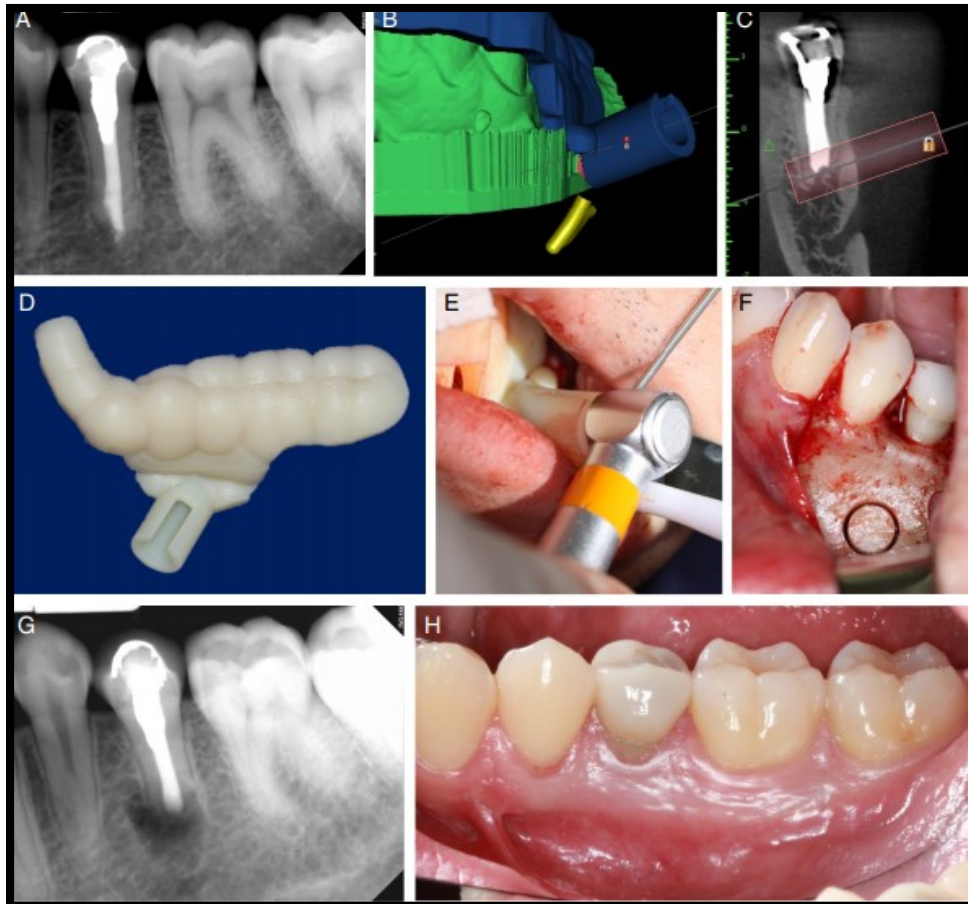


Figura 23- (A) Radiografia pré-operatória do elemento 35. (B) 3DSG fabricado digitalmente com porta trefina projetada para evitar lesão ao nervo mental (traçado a amarelo). (C) visão coronal do CBCT com trajeto da trefina a 1,5 mm da saída do nervo mental. (D) 3DSG com janela de irrigação na porta guia. (E) 3DSG inserido proporcionando afastamento labial. A terminação da osteotomia foi alcançada quando a peça de mão tocou a porta guia. (F) Osso vestibular após a utilização de broca trefina. (G) Radiografia pós-operatória imediata. (H) imagem pós-operatória de 2 meses. Adaptado de: Giacomino et. al., 2018.

A pesquisa em microcirurgia endodôntica sugere inequivocamente que as abordagens microcirúrgicas modernas, com o uso da trefina, produzem taxas de sucesso muito mais altas do que as tradicionais. Apesar disso, relativamente pouco tem sido dito na literatura sobre o uso de tais métodos modernos para localização e ressecção radicular.

Os poucos estudos disponíveis concordam que a resseção guiada da raiz é eficiente e mais precisa do que a cirurgia à mão livre (Antal, Nagy, Braunitzer, Fráter & Piffkó, 2019).

2.8 PREPARAÇÃO QUÍMICO-MECÂNICA DO TERÇO APICAL EM MICROCIRURGIA ENDODÔNTICA

Durante toda a preparação e após a conclusão do retropreparo da extremidade radicular (REP), a cavidade deve ser irrigada e seca, o calibre da agulha de irrigação deve ser de 25 ou 27 e, dobrada de maneira semelhante à ponta do ultrassom usada para o REP, gerando uma irrigação mais eficiente, pode também ser irrigada e seca usando o irrigador/secador Stropko, que é um sistema que permite uma boa irrigação e secagem antes da aplicação do material retrobturador (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).

Joya-Grajales e Fernández-Grisales (2018), relatam que é importante lembrar que a camada de *smear layer* formada durante a preparação impede a penetração intracanal do fármaco, evitando também a completa adaptação do material de obturação à superfície preparada, essa camada pode ser removida efetivamente por condicionamento com:

- Ácido cítrico em gel a 10% (Ultradent, Salt Lake City, UT, EUA),
- EDTA a 17% (Eufar, Bogotá, COL),
- MTAD (BioPure™, Dentsply Tulsa Dental, CAN, EUA),
- Ácido fosfórico em gel a 35% (Eufar, Bogotá, COL).

A razão da falha endodôntica é quase constante devido à infecção persistente do canal radicular. Portanto, o tratamento visa a erradicação da infecção bacteriana, incluindo o *Enterococcus Faecalis* no REP, por ser a principal e persistente espécie microbiana. A cloroheixidina (CHX) a 2% (Consepsis®, Ultradent, Jordânia do Sul, UT, EUA) é um agente de irrigação eficaz para esse fim e está disponível na forma de líquido ou gel. Depois do retropreparo ser limpo e seco, minuciosamente inspecionado, e a camada de *smear layer* for removida, faz-se a irrigação com CHX líquida a 2% (Consepsis®, Ultradent, South Jordan, UT, EUA) por 15 segundos ou gel de CHX a 2% (Consepsis®V Ultradent, South Jordan, UT, EUA) por 1 minuto, a CHX em gel tem a sua ação um pouco mais demorada mas o médico dentista tem maior controle sobre a sua aplicação. Após a irrigação final e a secagem da preparação, este encontra-se pronto para a obturação (Joya-Grajales & Fernández-Grisales, 2018).

2.9 MATERIAIS RETROBTURADORES

Após a preparação da extremidade radicular e da hemostasia apropriada alcançada, a cavidade apical está pronta a ser obturada e selada. Anos atrás, a maioria dos tipos de materiais restauradores foram utilizados como materiais de obturação retrógrada. Materiais como amálgama, resinas compostas, IRM e Super EBA não são adequados para obturação radicular ou obturação retrógrada, devido à sua baixa biocompatibilidade a longo prazo quando colocados em contacto com os tecidos periapicais. A primeira consideração para a seleção de um material de obturação retrógrada é a sua biocompatibilidade, estabilidade e facilidade de remoção a longo prazo. Posto isto, nos tempos atuais, o material que é considerado padrão ouro são os biocerâmicos (Jadun et. al., 2019).

2.9.1 Biocerâmicos

Materiais como o MTA, Biodentine e outros biocerâmicos que são biocompatíveis e semelhantes a estes podem ser escolhidos para selar hermeticamente canais radiculares infetados e promover a cicatrização local. Além disso, a formação de hidroxiapatite na interface dentina/MTA melhora o selamento em mais de 3 mm em comparação com o material convencional. Entretanto, muitos médicos dentistas podem achar difícil o manuseio do MTA, a proporção líquido e pó deve ser mantida corretamente, assim como a sua manipulação e a colocação do material, que deve ser realizada com precisão e em incrementos pequenos. A precisão durante a colocação do material é facilitada com o uso de um transportador de MTA. O MTA tem um tempo de trabalho mais do que adequado de 2 a 3 horas e em conjunto exige humidade. A humidade é fornecida pelo coágulo sanguíneo que deve ser adequada para o MTA tomar presa (Jadun et. al., 2019).

Zhou et. al., (2017), realizaram um estudo com 240 dentes para comparar a eficácia de materiais de obturação retrógrada, destes 82 foram perdidos e os 158 dentes restantes foram acompanhados por 12 meses. Oitenta e sete dentes foram obturados com MTA (ProRoot MTA; Dentsply, Tulsa, OK) e 71 dentes com iRoot BP Plus (BP-RRM; Innovative BioCeramix Inc, Vancouver, BC, Canadá). A taxa de sucesso da microcirurgia endodôntica (EMS) usando o MTA ou BP-RRM como material de obturação radicular foi de 93,1% (81/87 dentes) e 94,4% (67/71 dentes), respetivamente. Os autores relatam

nesse estudo prospectivo controlado randomizado, que não houve diferença significativa nos resultados clínicos de EMS usando MTA ou o BP-RRM como material de retrobturação. Este resultado sugere que o BP-RRM é um material de obturação radicular adequado.

De forma semelhante Safi et. al., (2019), realizaram um estudo para comparar o resultado cirúrgico entre 2 grupos: grupo controle e grupo teste, MTA (ProRoot MTA; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) e Endosequence Root Repair Material (ERRM; Brasseler, Savannah, GA), respetivamente. Duzentos e quarenta e três dentes foram randomizados e submetidos a procedimento microcirúrgico e destes, 122 dentes foram acompanhados. Cinquenta e sete dentes foram tratados com MTA e 65 dentes com ERRM. Cento e quatorze não compareceram às visitas de acompanhamento e outros dezassete doentes relataram por telefone que os dentes tinham sido extraídos. Dos 122 dentes examinados, 2 dentes foram eliminados devido a erros de procedimentos, observados no CBCT. Com isso a amostra final consistiu em 120 dentes e com tempo médio de acompanhamento de 15 meses. A taxa geral de sucesso de acordo com a radiografia periapical foi de 93,3% (com uma taxa de sucesso de 94,7% para MTA e 92% para ERRM). A taxa combinada de sucesso na avaliação do CBCT foi de 85% (com uma taxa de sucesso de 86% para o MTA e 84% para o ERRM). No geral, houve concordância substancial (92,5%) entre os resultados da radiografia periapical e os resultados de CBCT ao usar os dados para ambos os materiais. Os 2 dentes que foram eliminados do conjunto de dados apresentaram resseção incompleta da raiz que foi detetada no CBCT de acompanhamento, os 2 casos apresentaram ERRM como material de obturação retrógrada. E nenhum dos dentes tratados com MTA apresentou algum erro de procedimento no CBCT de acompanhamento. Esses resultados relatam que o ERRM é um material válido e adequado para a retrobturação, no entanto, outros fatores também são importantes como a qualidade da obturação do canal radicular, a profundidade da obturação retrógrada e a presença de uma fratura radicular, que afetam significativamente o resultado.

Também Chan et. al., (2020), descreveram um estudo para comparar o MTA e o ERRM, 129 utentes com 142 dentes tratados, sendo 77 mulheres e 52 homens com faixa etária entre os 15 e os 80 anos. O tempo de acompanhamento variou de 6 meses a 9 anos e 2 meses. Destes, 76 casos foram tratados com MTA e 66 com ERRM. Ao comparar os

dois grupos, não houve diferenças significativas na idade, sexo, tipo de dente e sintomas pré-operatórios. No entanto, o grupo ERRM teve um número significativamente maior de lesões grandes (≥ 10 mm) do que o grupo do MTA. Dos 142 casos, 131 foram considerados curados, com uma taxa de sucesso geral de 92,2%. O tratamento de obturação retrógrada com MTA teve uma taxa de sucesso de 92,1% e o tratamento com ERRM uma taxa de sucesso de 92,4%, sem diferença estatisticamente significativa observada entre os dois materiais. Este estudo mostrou altas taxas de sucesso em dentes submetidos à microcirurgia endodôntica utilizando como material de retrobturação o MTA ou ERRM. Ambos os materiais podem ser utilizados em cirurgias radiculares com grande previsibilidade e resultados favoráveis.

2.10 EFEITOS DA DEXAMETASONA INJETADA LOCALMENTE

Avaliar a dor, o inchaço e cicatrização pós-operatória da microcirurgia endodôntica após administração local de dexametasona, foi o estudo descrito por Kan, Coelho, Reside, Card e Tawil (2016). Sessenta doentes adultos, entre eles 27 homens e 33 mulheres, onde os critérios de inclusão consistiam em serem maiores de 18 anos sem condições de dor crônica e todos os dentes tratados deveriam apresentar lesões endodônticas persistentes após o retratamento ou situações em que o retratamento não era possível. Com um estudo controlado, randomizado e duplo-cego, os doentes foram divididos aleatoriamente no grupo dexametasona e receberam uma injeção submucosa pós-cirúrgica de 4 mg de dexametasona e o grupo placebo recebeu o mesmo volume de solução salina. Após a microcirurgia endodôntica, uma injeção submucosa local de 1 ml contendo 4 mg de dexametasona ou 1 ml de solução salina, foi administrada na área apical do dente em questão, juntamente com uma bolsa de gelo imediata. Todos os participantes receberam 12 comprimidos de acetaminofeno 500 mg e 12 comprimidos de hidrocodona para serem utilizados no controlo da dor durante os 3 dias seguintes, conforme necessário. Os participantes foram aconselhados a tomar os 2 comprimidos a cada 6 horas se sentissem dor, mas a não tomar mais de 4 dosagens num período de 24 horas. Todos os doentes receberam uma pesquisa em casa para registar a dor, inchaço, hematomas externos e recuperação de cicatrização numa escala visual analógica às 24, 48, 72 e 96 horas e 1 semana. E os resultados não demonstraram diferenças demográficas estatisticamente significativas na dor, no inchaço, nos hematomas e na cicatrização

aparente de feridas entre o grupo dexametasona e o grupo placebo, durante um intervalo de 7 dias e o impacto no inchaço pareceu limitado.

2.11 RESULTADOS A LONGO PRAZO

As taxas de cura da EMS podem diminuir ao longo do tempo, mas a pesquisa sobre os resultados a longo prazo é escassa. Huang, Chen, Yu, Lim e Lu (2020), descrevem um estudo onde o objetivo foi avaliar as taxas de cicatrização e sobrevida de 5 a 9 anos da EMS, identificar associações entre fatores prognósticos e *status* de cicatrização e comparar a curto prazo (1 a 2 anos) com resultados a longo prazo (5 a 9 anos). Cento e sessenta e seis dentes foram submetidos a EMS entre 2007 e 2010 e foram convidados para um exame de acompanhamento, onde noventa e quatro dentes participaram no estudo. Destes, 32 dentes foram extraídos: 6 por falha endodôntica, 20 por razões não relacionadas e 6 por razões desconhecidas. Os resultados foram classificados como curados e não curados. A análise revelou que a taxa de risco ajustada para a falha foi 5,95 vezes maior (intervalo de confiança de 95%) para dentes tratados com IRM do que com MTA e 3,38 vezes maior (intervalo de confiança de 95%) para dentes sem história conhecida de retratamento não cirúrgico. Os dentes classificados como curados na revisão de 1 a 2 anos permaneceram na maioria das vezes curados na revisão de 5 a 9 anos (45/48 dentes), aqueles com cura incerta tiveram resultados variados na revisão a longo prazo. A EMS resulta em altas taxas de cicatrização a longo prazo - 78,3% e sobrevida - 95,2%. O material da retrobturação e o retratamento não cirúrgico antes da EMS pode influenciar o resultado a longo prazo.

Ao avaliar o resultado clínico a longo prazo (no seguimento de 1 ano e posteriormente 4 anos) da microcirurgia endodôntica utilizando materiais como MTA e o ácido super etoxibenzóico (Super EBA; Harry J. Bosworth, Skokie, IL) para a obturação retrógrada. Kim et. al., (2016), realizaram EMS em 260 dentes que foram divididos de forma aleatória e com números iguais para o grupo MTA e Super EBA. Cento e noventa e dois dentes foram examinados no seguimento de 1 ano e revelou uma taxa de sucesso de 95,6% para o MTA e 93,1% para o Super EBA. Os utentes foram convocados 4 anos após a cirurgia e os dentes tratados foram classificados como sucessos ou fracassos. Um total de 182 dentes foram examinados na consulta de acompanhamento de 4 anos. A taxa de sucesso foi de 91,6% para o MTA e 89,9% para o Super EBA. A análise estatística da

taxa de sucesso não mostrou diferença significativa entre os dois materiais. A taxa de sucesso geral no seguimento de 4 anos foi de 89,5%, o que foi um pouco menor em comparação com 94,3% no acompanhamento de 1 ano. No entanto, não houve diferença significativa entre os períodos de acompanhamento.

De forma semelhante, Song, Nam, Shin e Kim (2016), examinaram e compararam o resultado clínico da EMS após 1 ano de acompanhamento e por um período de 4 anos. O estudo incluiu 115 casos. A taxa geral de sucesso dos casos com 4 anos de acompanhamento foi de 87,8%, em comparação com 91,3% com 1 ano de acompanhamento. Sendo assim, não houve diferença significativa entre os períodos de acompanhamento.

Kruse, Spin-Neto, Christiansen, Wenzel e Kirkevang (2016), acompanharam 52 dentes no intervalo de 1 a 6 anos. Os elementos foram apicectomizados e distribuídos aleatoriamente em 2 grupos, o que recebeu obturação retrógrada com MTA e o grupo que teve uma suavização da obturação ortógrada de guta-percha após a apicectomia. Três observadores avaliaram o resultado do tratamento, tanto clínico como radiográfico, no exame de 1 e 6 anos de acompanhamento. No seguimento de 6 anos, 39 dos 52 dentes estavam disponíveis e examinados - taxa de participação de 75%. No grupo MTA, 16 dos 19 dentes (86%) - foram avaliados como bem-sucedidos e no grupo da guta-percha 11 dos 20 dentes (55%). No grupo MTA e no grupo da guta-percha, 90% e 80%, respectivamente, dos dentes avaliados como bem-sucedidos no seguimento de 1 ano continuaram bem-sucedidos ao serem avaliados no 6º ano. Todos os dentes sem sucesso no grupo MTA (3 dentes) foram perdidos devido a uma fratura radicular vertical. A proporção de casos curados foi maior no grupo MTA no 1º e no 6º ano de acompanhamento. Os resultados indicam que um acompanhamento de apenas 1 ano pode não ser suficiente na avaliação do resultado a longo prazo do retratamento endodôntico cirúrgico.

Kim, Kim, Song, Kang, Kohli e Kim (2018), avaliaram e compararam o resultado da microcirurgia endodôntica primária com uma nova intervenção de microcirurgia endodôntica. E determinaram os fatores que afetam o resultado da segunda intervenção microcirúrgica. Realizou-se uma pesquisa num banco de dados clínicos para os casos de microcirurgia endodôntica entre os anos de 2001 e 2016. Foram identificados 571 casos de microcirurgia endodôntica (498 microcirurgia primária e 73 casos de 2ª microcirurgia

endodôntica) e 146 casos de microcirurgia primária foram comparados a 73 casos da segunda intervenção microcirúrgica através da correspondência de pontuação de propensão de 2:1. Após a combinação, todas as covariáveis demonstraram uma diferença padronizada absoluta de $<0,1$. As taxas de sucesso estimadas em 5 anos foram de 91,6% e 87,6% para microcirurgia primária e para a nova intervenção, respectivamente ($P = 0,594$). Verificou-se que o tipo de dente é o único fator que contribui para o resultado da nova microcirurgia, com os molares mostrando uma maior probabilidade de falha do que os dentes anteriores. Dentro das limitações, os resultados deste estudo sugerem que o resultado da segunda microcirurgia endodôntica é comparável ao da microcirurgia endodôntica primária.

Comparar os efeitos de materiais à base de silicato de cálcio de presa rápida e lenta na utilização de obturação retrógrada na microcirurgia endodôntica foi um trabalho realizado por Kim, Lee, Chung, Kim, Song e Kim (2020). Num banco de dados clínicos pesquisaram os doentes que receberam tratamento endodôntico cirúrgico no intervalo de 2001 a 2016. Os casos foram divididos em 2 grupos de acordo com o material utilizado: grupo 1: MTA com presa lenta e grupo 2: MTA com presa rápida. Num total de 304 casos de microcirurgia endodôntica (179 no grupo de presa lenta e 125 no de presa rápida) foram identificados e a pontuação de propensão de 1:1 finalmente incluiu 122 casos de cada grupo. Após a combinação, todas as covariáveis foram associadas a uma diferença padronizada absoluta de $<0,1$. As taxas gerais de sucesso foram de 85,2% e 93,4% para os grupos de MTA com presa lenta e MTA com presa rápida, respectivamente. Estas informações sugerem que o tipo de MTA utilizado para a retrobturação, particularmente nos intervalos de tempo inicial, pode afetar o resultado da microcirurgia endodôntica. O MTA de presa rápida pode ser considerado um ideal retrobturador de microcirurgia endodôntica, principalmente em situações clínicas complicadas que requerem rápida configuração inicial dos materiais.

2.12 ENDODONTIA VERSUS IMPLANTE

Muitos profissionais da área de medicina dentária ao se depararem com um elemento dentário com envolvimento pulpar perguntam-se qual seria a melhor conduta terapêutica. Chércoles-Ruiz, Sanchez-Torres e Gay-Escoda (2017), realizaram uma revisão sistemática para responder a essa questão. Uma pesquisa eletrônica foi concluída

a partir das bases de dados: Cochrane, PubMed (MEDLINE) e ScienceDirect entre dezembro de 2015 e fevereiro de 2016. Os critérios de inclusão basearam-se em ensaios clínicos randomizados, estudos de coorte prospectivos ou retrospectivos e estudos transversais realizados em seres humanos com pelo menos 1 ano de acompanhamento e com publicação nos últimos 10 anos. Dois pesquisadores selecionaram independentemente o título e o resumo de cada artigo identificado na pesquisa, de forma a estabelecer a sua elegibilidade. Sessenta artigos foram selecionados por preencherem os critérios de inclusão para esta revisão sistemática. A taxa de sobrevivência de implantes de dente único foi maior que a taxa de sucesso dos distintos tratamentos conservadores. No entanto, entre os estudos comparativos, nenhuma diferença importante entre os dois tratamentos foi observada até pelo menos 8 anos depois. Contudo, o tratamento endodôntico e a colocação de implantes dentários são opções válidas e complementares para o planejamento da reabilitação oral.

III. CONCLUSÃO

O retratamento endodôntico deve sempre ser considerado a primeira opção quando um doente apresenta doença periapical persistente. Existem certos casos em que a endodontia cirúrgica pode ser uma modalidade mais apropriada, se não a única disponível, mas é necessária uma avaliação cuidadosa garantindo que esse tratamento é adequado.

Um sinal importante é o volume das lesões periapicais pré-operatórias, que tem um efeito significativo no resultado da microcirurgia endodôntica.

As radiografias convencionais apresentam limitações que dificultam o diagnóstico e o planeamento. Estas diferem da TAC e do CBCT, que possibilita um volume de dados numa rotação única de 360° e oferece vantagens como maior precisão, resolução, redução do tempo de digitalização e diminuição da dose de radiação. Ainda que existam algumas desvantagens e limitações, o CBCT tem demonstrado ser uma importante ferramenta na prática endodôntica moderna, com destaque para a microcirurgia endodôntica, auxiliando no diagnóstico e no planeamento.

O desenvolvimento da tecnologia atual permitiu avanços não apenas no diagnóstico, mas, também na terapia oral. O M.O. e o ultrassom são bons exemplos disso, que geraram o desenvolvimento da microcirurgia endodôntica, aplicável a lesões periapicais, com enormes vantagens para a recuperação pós-operatória do utente.

Há uma significativa melhoria na qualidade dos tratamentos quando se utiliza o M.O., devido à melhor iluminação do campo operatório, o que proporciona um aumento de detalhes que não podem ser observados a olho nu, permitindo uma excelente precisão, melhorando a acuidade visual, que é qualificada e aperfeiçoada em virtude da alta magnificação e torna os procedimentos mais seguros, trazendo mais conforto para o profissional, já que com o M.O. se consegue trabalhar numa posição adequada e com melhor visibilidade. O M.O. permite efetuar a documentação dos procedimentos clínicos, que é fundamental na comunicação com os doentes e com outros profissionais, e auxilia igualmente na documentação legal para fins jurídicos.

A endodontia microguiada fornece uma técnica precisa para a preparação de cavidades de acesso em dentes com calcificação na região do ápex.

O sistema de navegação dinâmica permite ao operador realizar com precisão a osteotomia minimamente invasiva e resseção radicular durante a cirurgia endodôntica. O desenvolvimento de sistemas dedicados de navegação cirúrgica para cirurgia endodôntica pode facilitar as manobras do operador e reduzir o risco de erros iatrogênicos.

A retropreparação e irrigação da cavidade apical na microcirurgia endodôntica são importantes para o sucesso do tratamento. A incorporação do microscópio, dos micro-espelhos e das pontas ultrassônicas durante esses procedimentos aumenta as possibilidades de o clínico abordar adequadamente a extremidade raiz.

Em relação a tipos de materiais para a obturação retrógrada o MTA, o BP-RRM e o ERRM são materiais adequados e podem ser utilizados em cirurgias radiculares com grande previsibilidade e resultados favoráveis.

O tratamento endodôntico, retratamento e cirurgias apicais, assim como os implantes dentários, são opções válidas e complementares para o planejamento da reabilitação oral, embora exista a falta de estudos clínicos randomizados comparando os dois tipos de opções terapêuticas. Os estudos sobre implantes dentários são menos exigentes do que os estudos sobre a endodontia, pois a maioria deles fornece apenas informações sobre a sobrevida e não as taxas de sucesso.

IV. BIBLIOGRAFIA

Ahn, S-Y., Kim, N-H., Kim, S., Karabucak, B., Kim, E. (2018). 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.* 44 (4): 665–670.

Almeida-Filho, J., Almeida, G., Marques, E., Bramante, C. (2011). Cirurgia paraendodôntica: relato de caso. *Oral Sciences.* 3 (1):21-25.

Antal, M., Nagy, E., Braunitzer, G., Fráter, M., Piffkó, J. (2019). Accuracy and clinical safety of guided root end resection with a trephine: a case series. *Head & Face Medicine.* 30 (15): 1-8.

Arnarsdottir, E., Karunanayake, G., Pettit, N., Phillips, C., Saemundsson, S., Tawil, P. (2020). Periapical microsurgery: assessment of different types of light-emitting diode transilluminators in detection of dentinal defects. *J Endod.* 46 (2): 252-257.

Chan, S., Glickman, G., Woodmansey, K., He, J. (2019). Retrospective analysis of root-end microsurgery outcomes in a postgraduate program in endodontics using calcium silicate–based cements as root-end filling materials. *J Endod.* 1–7.

Chércoles-Ruiz, A., Sanchez-Torres, A., Gay-Escoda, C. (2017). Endodontics, endodontic retreatment, and apical surgery versus tooth extraction and implant placement: a systematic review. *J Endod.* 43 (5): 679-686.

Connert, T., Zehnder, M., Weiger, R., Kuhl, S., Krastl, G. (2017). Microguided endodontics: accuracy of a miniaturized technique for apically extended access cavity preparation in anterior teeth. *J Endod.* 43 (5): 787-790.

Crossen, D., Morelli, T., Tyndall, D., Tawil, P. (2019). Periapical microsurgery: a 4-dimensional analysis of healing patterns. *J Endod.* 45 (4): 402–405.

D’Addazio, P., Assis, N., Campos, C., Bastos, T., Lopes, R. (2010). O uso da tomografia cone beam no auxílio ao diagnóstico e planejamento de cirurgia periapical: relato de caso clínico. *Odontol. Clín.-Cient., Recife.* 9 (4): 377-380.

Fan, Y., Glickman, G., Umorin, M., Nair, M., Jalali, P. (2019). A novel prefabricated grid for guided endodontic microsurgery. *J Endod.* 45 (5): 606-610.

Feix, L., Boijink, D., Ferreira, R., Wagner, M., Barletta, F. (2010). Microscópio operatório na endodontia: magnificação visual e luminosidade. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, Joinville. 7 (3): 340-348.

Finne, K., Nod, P., Persson, G., Lennartsson, B. (1977). Retrograde root filling with amalgam and cavit. *Oral Surg*, Alemanha. 43 (4): 621-626.

Friedman, S., Lustmann, J., Shaharabany, V. (1991). Treatment results of apical surgery in premolar and molar teeth. *Journal of Endodontics*, U.S.A. 7 (1): 30-33.

Gambarini, G., Galli, M., Stefanelli, L., Nardo, D., Morese, A., Seracchiani, M., Angelis, F., Carlo, S., Testarelli, L. (2019). Endodontic microsurgery using dynamic navigation system: a case report. *J Endod*. 45 (11): 1397-1402.

Giacomino, C., Ray, J., Wealleans, J. (2018). Targeted endodontic microsurgery: a novel approach to anatomically challenging scenarios using 3-dimensional - printed guides and trephine burs - a report of 3 Cases. *J Endod*. 44 (4): 671-677.

Grossman, L. (1976). Endodontics 1776-1976: a bicentennial history against the background of general dentistry. *JADA*. 93: 78-87.

Huang, S., Chen, N-N., Yu, V., Lim, H., Lui, J-N. (2020). Long-term success and survival of endodontic microsurgery. *J Endod*. 46 (2): 149-157.

Jadun, S., Monaghan, L., Darcey, J. (2019). Endodontic microsurgery. Part two: armamentarium and technique. *British Dental Journal*. 227 (2): 101-111.

Joya-Grajales, E., Fernández-Grisales, R. (2018). Preparación químico-mecánica del Tercio Apical en micro-cirugía endodôntica. Una Revisión. *Rev. CES Odont*. 31 (1): 22-37.

Kan, E., Coelho, M., Reside, J., Card, S., Tawil, P. (2016). Periapical microsurgery: the effects of locally injected dexamethasone on pain, swelling, bruising, and wound healing. *J Endod*. 42 (11): 1608-1612.

Kim, D., Kim, S., Song, M., Kang, D., Kohli, M., Kim, E. (2018). Outcome of endodontic micro-resurgery: a retrospective study based on propensity score-matched survival analysis. *J Endod*. 44 (11): 1632-1640.

Kim, D., Ku, H., Nam, T., Yoon, T-C., Lee, C-Y., Kim, E. (2016). Influence of size and volume of periapical lesions on the outcome of endodontic microsurgery: 3-dimensional analysis using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 42 (8): 1196-1201.

Kim, D., Lee, H., Chung, M., Kim, S., Song, M., Kim, E. (2020). *Clinical Oral Investigations.* 24: 247-255.

Kim, S., Song, M., Shin, S-J., Kim, E. (2016). A randomized controlled study of mineral trioxide aggregate and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials in endodontic microsurgery: long-term outcomes. *J Endod.* 42 (7): 997-1002.

Kim, J-E., Shim, J-S., Shin, Y. (2019). A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology. *Restor Dent Endod.* 44 (3): 1-7.

Kimura, J. (1982). A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. Part 1: apical seal and tissue reaction. *Journal of Endodontics.* 8 (8): 359-363.

Kohli, M., Berenji, H., Setzer, F., Lee, S-M., Karabucak, B. (2018). Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature—part 3: comparison of endodontic microsurgical techniques with 2 different root-end filling materials. *J Endod.* 44 (6): 923-931.

Kruse, C., Spin-Neto, R., Christiansen, R., Wenzel, A., Kirkevang, L-L. (2016). Periapical bone healing after apicectomy with and without retrograde root filling with mineral trioxide aggregate: a 6-year follow-up of a randomized controlled trial. *J Endod.* 42 (4): 533-537.

Lavasani, S., Tyler, C., Roach, S., McClanahan, S., Ahmad, M., Bowles, W. (2016). Cone-beam computed tomography: anatomic analysis of maxillary posterior teeth—impact on endodontic microsurgery. *J Endod.* 42 (6): 890-895.

Lee, S-M., Yu, Y-H., Wang, Y., Kim, E., Kim, S. (2020). The application of “bone window” technique in endodontic microsurgery. *J Endod.* 1-9.

Leonardi, D., Fagundes, F., Haragushiku, G., Tomazinho, P., Baratto Filho, F. (2006). Cirurgia parodontológica: avaliação de diferentes técnicas para a realização da apicectomia. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia, Joinville.* 3 (2): 15-19.

Lima, R., Faria-Júnior, N., Guerreiro-Tanomaru, J., Tanomaru-Filho, M. (2010). Diagnóstico e planejamento em cirurgia parendodôntica: utilização da tomografia cone beam. *Rev Sul-Bras Odontol.* 7 (4): 474-480.

Marcotte, L., Dowson, J., Rowe, N. (1975). Apical healing with retrofilling materials amalgam and gutta-percha. *Journal of Endodontics.* 1 (2): 63-65.

Mariano, R., Messoria, M. (2004). Cirurgia periapical: aplicação de princípios básicos de técnica cirúrgica. relato de caso. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial.* 45 (3): 155-161.

Mayo Junior, C., Replogle, K., Marshall, J., Best, A., Sehgal, H., Melo, S., Sedgley, C. (2020). Accuracy of presurgical limited field of view cone-beam computed tomography in predicting intraoperative buccal cortical boné. *J Endod.* 46 (2): 169-177.

Monaghan, L., Jadun, S., Darcey, J. (2019). Endodontic microsurgery. Part one: diagnosis, patient selection and prognoses. *British Dental Journal.* 226 (12): 940-948.

Olcay, K., Ataoglu, H., Belli, S. (2018). Evaluation of related factors in the failure of endodontically treated teeth: a cross-sectional study. *J Endod.* 44 (1): 38-45.

Omnell, K-A. (1959). Electrolytic precipitation of zinc carbonate in the jaw. An unusual complication after root resection. *Oral Roentgenology. American Academy of Oral Roentgenology.* 12 (7): 846-852.

Oynick, J., Oynick, T. (1978). A study of a new material for retrograde fillings. *Journal of Endodontics.* 4 (7): 23-206.

Pereira, L. (2013). Microcirurgia endodôntica piezoelétrica: conceitos e aspectos clínicos. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.* 67 (3): 178-186.

Pereira, R., Gusmão, J., Monteiro, A., Vieira, A., Sassi, J., Silva, L. (2013). Resolução cirúrgica de periodontite apical crônica: relato de caso. *Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo.* 25 (1): 77-82.

Popowicz, W., Palatynska-Ulatowska, A., Kohli, M. (2019). Targeted endodontic microsurgery: computed tomography–based guided stent approach with platelet-rich fibrin graft: a report of 2 cases. *J Endod.* 45 (12): 1535-1542.

Safi, C., Kohli, M., Kratchman, S., Setzer, F., Karabucak, B. (2019). outcome of endodontic microsurgery using mineral trioxide aggregate or root repair material as root-end filling material: a randomized controlled trial with cone-beam computed tomographic evaluation. *J Endod.* 45 (7): 831-839.

Sette-Dias, A., Maltos, K., Aguiar, E. (2010). Tratamento endodôntico transcirúrgico: uma opção para casos especiais. *Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-fac., Camaragibe.* 10 (2): 49-53.

Song, M., Nam, T., Shin, S-J., Kim, E. (2014). Comparison of clinical outcomes of endodontic microsurgery: 1 year versus long-term follow-up. 40 (4): 490-494.

Sousa, V., Gontijo, G., Paula, J., Miguel, J., Gutiérrez, O., Silva, J. (2018). Tratamento do insucesso endodôntico. *Ver. Odontol. Bras. Central.* 27 (80): 44-48.

Strbac, G., Schnappauf, A., Giannis, K., Moritz, A., Ulm, C. (2017). Guided modern endodontic surgery: a novel approach for guided osteotomy and root resection. *J Endod.* 43 (3): 496-501.

Tawil, P., Arnarsdottir, E., Phillips, C., Saemundsson, S. (2018). periapical microsurgery: do root canal–retreated teeth have more dentinal defects? *J Endod.* 44 (10): 1487-1491.

Torres, A. (2011). Microcirugía periapical. Reporte de un caso. *Revista. ADM.* 68 (2): 89-92.

Wang, Z-H., Zhang, M-M., Wang, J., Jiang, L., Liang, Y-H. (2017). Outcomes of endodontic microsurgery using a microscope and mineral trioxide aggregate: a prospective cohort study. *J Endod.* 43 (5): 694-698.

West, N., Revere Junior, J. (1984). A surgical bony defect: the "sunburst," a possible mistaken identity. *Journal of Endodontics.* 10 (2): 75-77.

Ye, S., Zhao, S., Wang, W., Jiang, Q., Yang, X. (2018). A novel method for periapical microsurgery with the aid of 3D technology: a case report. *BMC Oral. Health.* 18: 1-7.

Zhou, W., Zheng, Q., Tan, X., Song, D., Zhang, L., Huang, D. (2017). Comparison of mineral trioxide aggregate and iroot bp plus root repair material as root-end filling materials in endodontic microsurgery: a prospective randomized controlled study. *J Endod.* 43 (1): 1-6.