



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

CIRURGIA ENDODÔNTICA MODERNA GUIADA - REVISÃO

Trabalho submetido por
Beatriz do Rosário Silva Cardoso
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

CIRURGIA ENDODÔNTICA MODERNA GUIADA - REVISÃO

Trabalho submetido por
Beatriz do Rosário Silva Cardoso
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor João Eduardo Fonseca Freitas Dias

outubro de 2019

DEDICATÓRIA

“Que nunca te falte um sonho pelo qual lutar, um projeto para realizar, algo para aprender, um lugar para onde ir, e alguém a quem amar!”

-Vanessa Pimentel

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor João Eduardo Fonseca Freitas Dias, expresso a minha profunda gratidão por todo o apoio, disponibilidade, interesse, dedicação, paciência e excelente profissionalismo ao longo deste percurso. Foi um privilégio e um gosto tê-lo como professor e orientador.

Aos meus pais, Clara e Hugo, por toda a educação, valores e amor que me transmitiram, agradeço toda a força dada ao longo deste caminho. São o meu refúgio, a minha referência, o meu apoio. É a vocês que devo tudo aquilo que sou e tudo o que conquistei. Obrigada, são as pessoas mais importantes da minha vida e espero um dia vir a ser metade do que vocês são hoje.

Ao Ricardo, meu namorado, pelo amor, apoio constante e por todos os momentos em que me animou, incentivou, dando força para continuar a trabalhar. Obrigada por teres sido um pilar fundamental nesta caminhada.

À melhor binómia, Bárbara Galrinho, foi um orgulho trabalhar contigo, acredito piamente que sem ti não seria a mesma coisa, o meu maior obrigada, levar-te-ei para sempre.

Aos meus avós e irmão, Maria do Rosário, José Manuel e Rodrigo, pelo apoio e amor. São tudo na minha vida. Um obrigado profundo.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, por ser a casa que, durante 5 anos, me acolheu e me ensinou a profissão que quero exercer e que me permitiu aprender com brilhantes docentes.

A todos os professores que, com a sua experiência, conhecimento, simpatia e compreensão me permitiram evoluir como profissional e como pessoa.

Um especial obrigada à Yana, Catarina, Rita, Joana e Bárbara por todo o apoio, integração e amizade, proporcionaram-me o melhor e último ano de universidade.

Por último, mas não menos importantes, as de sempre, as minhas algarvias, Beatriz, Pipas, Sofia e Catarina, pela vossa compreensão e ajuda, por todos os momentos de alegria e descontração, que tanto me ajudaram a ganhar nova força para continuar.

RESUMO

O avanço e melhoria contínua verificado nas técnicas endodônticas, no desenvolvimento de instrumentos e materiais mais adequados tornaram a endodontia moderna como um método de tratamento de última geração, resultando em menos falhas e necessidades de retratamento em comparação com a abordagem tradicional.

Apesar da evolução verificada, por vezes, o clínico depara-se com situações de periodontite apical persistente que são a causa de insucesso do tratamento conservador constituindo, a cirurgia endodôntica, uma das opções de tratamento nestes casos. Contudo, a taxa de sucesso da cirurgia endodôntica convencional é relativamente baixa, entre 43,5% e 74%.

Este trabalho pretende ser uma revisão narrativa sobre o estado da arte no que concerne ao desenvolvimento de técnicas que combinem a tomografia computadorizada de feixe cônico, doravante, TCFC, o *design* e o fabrico de guias 3D assistido por computador para a utilização na microcirurgia endodôntica. Desta forma, foi realizada uma revisão da literatura com um espaço temporal que se centra nos últimos 10 anos, recorrendo a bases de dados como a *PubMed*, *Scielo*, *Web of Science*, *Journal of Citations Reports* e *Cochrane Library*, utilizando palavras-chave relacionadas com o tema.

Conclusões: O uso de técnicas modernas de diagnóstico, com recurso a imagens tridimensionais (3D) como, por exemplo, as fornecidas pela tomografia computadorizada, doravante, (TC) e tomografia computadorizada de feixe cônico, doravante, (TCFC), usadas no diagnóstico, planeamento, pré-tratamento, avaliação pós-tratamento e acompanhamento da endodontia moderna, para a visualização de estruturas anatómicas, permite a realização de diagnósticos e planeamentos mais precisos dos tratamentos cirúrgicos. É de salientar que a precisão e a utilidade inerentes à utilização de guias cirúrgicas 3D fabricadas pré- operatoriamente ainda não foram totalmente esclarecidas e implementadas na microcirurgia endodôntica.

Palavras-chave: Cirurgia endodôntica; microcirurgia endodôntica; cirurgia endodôntica guiada; impressão 3D.

ABSTRACT

The advancement and continuous improvement in endodontic techniques, the development of better instruments and materials have made modern endodontics a state-of-the-art treatment method, resulting in fewer flaws and re-treatment needs compared to the traditional approach.

In spite of the observed evolution, sometimes the clinician is faced with situations of persistent apical periodontitis that are the cause of failure of the conservative treatment constituting, the endodontic surgery, one of the options of treatment in these cases. However, the success rate of conventional endodontic surgery is relatively low, ranging from 43.5% to 74%.

This work intends to be a narrative revision on the state of the art in what concerns the development of techniques that combine the CBCT, the design and the manufacture of computer-assisted 3D guides for use in endodontic microsurgery. In this way, a review of the literature with a temporal space that focuses on the last 10 years, using data bases like PubMed, Scielo, Web of Science, Journal of Citations Reports and Cochrane Library using keywords related to the theme.

Conclusions: The use of modern diagnostic techniques using three-dimensional (3D) images, such as those provided by computed tomography (CT) and concomitant computed tomography (CT), used in the diagnosis, planning, pretreatment , post-treatment evaluation and follow-up of modern endodontics, for the visualization of anatomical structures, allow the diagnosis and more precise planning of the surgical treatments. The accuracy and utility inherent in the use of preoperatively manufactured 3D surgical guides have not yet been fully clarified and implemented in endodontic microsurgery.

Keywords: endodontic surgery; endodontic microsurgery; virtual guided surgery; dental implants; 3D printing.

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	15
II. DESENVOLVIMENTO.....	19
2.1. Cirurgia Endodôntica: perspectivas.....	19
2.1.1. Condicionantes do TENC	19
2.1.1.1. Infecção Intra-radicular	20
2.1.1.2. Infiltração Coronal.....	20
2.1.1.3. Obturação Inadequada da Raiz	21
2.1.1.4. Infecção Extra-Radicular.....	21
2.1.1.5. Reação de Corpo Estranho	22
2.1.1.6. Limitações dos Irrigantes e Medicamentos	22
2.1.2. Indicações para a realização de Tratamento Endodôntico Cirúrgico (TEC)	22
2.1.2.1. Situações potenciadoras de TEC/RTEC: desvios anatômicos.....	24
2.1.2.1.1. Canais calcificados e Cálculos Pulpares.....	24
2.1.2.1.2. Curvaturas radiculares muito acentuadas	25
2.1.3. Lesões Periapicais	25
2.2. Contraindicações da Cirurgia Endodôntica.....	26
2.3. Diferenças entre a Cirurgia Endodôntica Tradicional e Contemporânea	28
2.3.1. Ampliação em Cirurgia Endodôntica	30
2.3.1.1. Lupas	31
2.3.1.2. Microscópio	31
2.4. Classificação em Cirurgia Endodôntica	34
2.5. Técnicas: Apicectomia ou Ressecção Apical.....	35
2.5.1. Tamanho da raiz a seccionar	36
2.5.2. Ângulo de corte	36
2.5.3. Preparação e preenchimento do final da raiz	37
2.5.4. Unidades Ultrassônicas	37
2.5.5. Preenchimento do canal	38

2.6.	Novos contributos	39
2.6.1.	Modelos Estereotáxicos	39
2.6.2.	Relevância Clínica da Tomografia Computorizada TC e TCFC.....	41
2.6.2.1.	Parte Cirúrgica.....	42
2.6.3.	CAD/CAM.....	43
2.6.3.1.	Simulação da Cirurgia	44
2.6.4.	3D	44
2.6.4.1.	Estereolitografia.....	46
2.6.4.2.	Modelagem de deposição por fusão	46
2.6.4.3.	Sinterização seletiva por laser	46
2.6.4.4.	Impressão inkjet.....	47
2.6.5.	Acesso Endodôntico Guiado – Modelos/Guias.....	50
2.6.6.	Vantagens/Desvantagens.....	52
III.	CONCLUSÃO.....	55
IV.	BIBLIOGRAFIA	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem ilustrativa de lesões periapicais. (A) Periodontite apical sintomática (aguda); (B) Periodontite apical assintomática (crónica); (C e D) Abscesso apical crónico; (E e F) Abscesso apical agudo (Fonte: Gutmann et al., 2009)	26
Figura 2 - Exemplos de Lupas existentes na marca Keeler (Fonte: Matos, 2016).....	31
Figura 3 - Microscópio Cirúrgico (Fonte: Feix, 2010).....	32
Figura 4 - Arrumação da bandeja básica para o procedimento inicial cirúrgico (Fonte: Hargreaves & Berman, 2016).....	33
Figura 5 - Bandeja que contempla instrumentos para preenchimento apical e sutura (Fonte: Hargreaves & Berman, 2016)	33
Figura 6 - Imagem ilustrativa da classificação de casos em cirurgia endodôntica (Fonte: Kim & Kratchman, 2006).....	34
Figura 7 - Esquema que evidencia a percentagem de redução das ramificações apicais e dos canais laterais (Fonte: Kim & Kratchman, 2006)	36
Figura 8 - Várias pontas ultrassónicas estão disponíveis para preparação das retrocavidades apicais de distintas raízes (Fonte: Torabinejad & Walton, 2009)	38
Figura 9 - Imagem ilustrativa da evolução dos instrumentos utilizados na cirurgia endodôntica; preparação apical com brocas e com pontas de ultra-sons (Fonte: Kim & Kratchman, 2006).....	38
Figura 10 - Planos padrão: axial, coronal e sagital (Fonte: Masri & Driscoll, 2015) ...	39
Figura 11 - Diferentes planos recolhidos pelo CT e a reconstrução tridimensional (Fonte: Coutinho et al., 2014)	40
Figura 12 - TCFC do incisivo central superior direito com CCP grave e periodontite apical. (A – C) Planeamento virtual de endodontia guiada; (D) O scan do modelo alinhado ao modelo 3D e a cópia virtual da broca (Fonte: Tavares et al., 2018).....	42
Figura 13 - Tratamento cirúrgico endodôntico auxiliado por um guia cirúrgico impresso em 3D para procedimentos precisos de osteotomia e ressecção da raiz. a) Dente tratado endodonticamente, necessita intervenção cirúrgica. b) Elevação e retração do retalho e um g guia cirúrgico impresso em 3D, apoiado em dentes e ossos, posicionado de forma estável, para localizar o local da osteotomia. c) Remoção guiada do osso cortical. d) Remoção do tecido perirradicular inflamado / infetado e exposição da ponta da raiz. e) Inserção de uma chave de broca na luva guia para direcionar a ressecção da extremidade da raiz. f) Encerramento e sutura do retalho (Fonte: Shah & Chong, 2018).....	49

Figura 14 - EMS guiado. (a) Observação de arquivos DICOM pré-operatórios com scan intraoral sobreposta durante o pré-planeamento do tamanho da osteotomia para o dente nº 3 com o auxílio de pinos cirúrgicos virtualmente posicionados (1,5 mm de diâmetro); ilustração exibindo o modelo cirúrgico do dente nº 3 para abordagem cirúrgica guiada; linhas verticais no modelo cirúrgico 3D representam o contorno radicular de cada raiz para melhor visualização durante a ressecção das raízes com o instrumento piezoelétrico; objeto na cor rosa mostra o material de guta-percha extrudado segmentado para detecção e remoção durante a intervenção cirúrgica; (b) Fatia coronal do dente nº 4, visualizada no software de planeamento cirúrgico, apresentando nível de ressecção apical pré-planeada de 3 mm dentro das limitações do modelo cirúrgico; (c) modelos cirúrgicos impressos em 3D dos dentes nº 3 e nº 4 para intervenção cirúrgica guiada (Adaptado de Strbac et al., 2017)..... 52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Contraindicações gerais e locais na cirurgia endodôntica (Fonte: Silva et al., 2011).....	27
Tabela 2 - Diferenças entre Técnica Tradicional e Técnica Microcirúrgica (Fonte: American Association Endodontics, 2010)	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Impacto das técnicas cirúrgicas modernas no sucesso do tratamento endodôntico (Fonte: Tsesis et al., 2009).....	29
--	----

LISTA DE SIGLAS

CCP- Calcificação do canal pulpar;

DICOM-Digital Imaging and Communications in Medicine;

MDF- Modelagem de deposição por fusão;

POE- *Portal of Exit* – Portais através dos quais o sistema de canais radiculares comunicam com tecido periodontal adjacente;

RP- Radiografia panorâmica;

SLA- Estereolitografia;

STL- Standard Tessellation Language

SSL- Sinterização seletiva a laser;

TC- Tomografia computadorizada;

TCFC- tomografia computadorizada de feixe cônico;

TEC - Tratamento endodôntico cirúrgico;

TENC - Tratamento endodôntico não cirúrgico;

3D- 3-dimensões.

I. INTRODUÇÃO

O presente estudo contempla uma revisão da literatura do tema Cirurgia Endodôntica Moderna Guiada e, em específico, sobre o desenvolvimento de técnicas que combinem TCFC, o design e o fabrico de guias 3D assistido por computador, para a utilização na microcirurgia endodôntica.

A microcirurgia endodôntica foi introduzida na década de 1990 e, desde então, tem estado em constante desenvolvimento ao longo dos anos. Melhorias na endodontia, equipamentos, instrumentos, e materiais tornaram este procedimento como um técnica endodôntica cirúrgica de última geração com um resultado previsível (Strbac, Schnappauf, Giannis, Moritz, & Ulm, 2017).

Segundo Lopes e Siqueira Júnior (2010), as técnicas operatórias no tratamento radicular são suscetíveis de erros, acidentes e complicações no decorrer do ato operatório e, nem sempre, o tratamento endodôntico convencional permite o restabelecimento da saúde dos tecidos peri-radiculares.

A taxa de sucesso da cirurgia endodôntica convencional é relativamente baixa, entre 43,5% e 74%. Contudo, a aplicação de técnicas atuais, com recurso a grandes ampliações e iluminação aprimoradas, o uso de instrumentos microcirúrgicos e materiais de preenchimento biocompatíveis fizeram com que as taxas de sucesso da cirurgia endodôntica tenham aumentado para valores que rondam os 88,9% e 100% (Ahn, Kim, Kim, Karabucak, & Kim, 2018)

Por sua vez, os fatores prognósticos que influenciam os resultados da cirurgia endodôntica incluem o tipo e extensão da lesão, o material de preenchimento da raiz e restauração coronária, bem como a posição que o dente ocupa na arcada. Os molares inferiores, em particular, apresentam taxas de sucesso inferiores em relação a dentes de outras localizações da cavidade oral em resultado da difícil acessibilidade causada pela espessura do cortical vestibular mandibular e da presença de estruturas anatómicas, incluindo o forâmen mentoniano ou o nervo alveolar inferior (Ahn et al., 2018).

Por outro lado, uma melhor e mais rápida cicatrização, encontra-se relacionada com o grau de extensão da destruição óssea da lesão periapical e com a osteotomia realizada durante a cirurgia, contribuindo, assim, para o aparecimento de complicações, como a dor e o edema associado ao período pós-operatório (Ahn et al., 2018).

Face ao exposto, primeiramente, é importante abordar a origem da Endodontia, sendo esta uma vertente da Medicina Dentária que tem como principal enfoque o tratamento dentário nas situações em que existem problemas ao nível bacteriano, nomeadamente nas situações de abscessos e de traumas, de necroses, de pulpites irreversíveis e nos casos de periodontite apical, cujas causas têm origem endodôntica e que se caracteriza por ser uma doença de cariz crónico e inflamatório ao nível dos tecidos periapicais (Shen et al., 2016).

Tendo em conta os estudos realizados por Emami, de Souza, Kabawat e Feine (2013); e Jung e Cho (2015), os autores demonstram que mais de metade da população mais jovem já não possui pelo menos um dente, sendo que, na população mais idosa, a taxa de indivíduos sem qualquer dente ronda os 20%. Os mesmos estudos alertam também para a forte correlação que existe entre qualidade de vida e saúde oral devido à perda de dentes, ou seja, a qualidade de vida e a saúde oral têm tendência a diminuir nas situações em que se observa perda de dentes. Assim, a Endodontia pode também ser vista como a alternativa de tratamento dos canais dentários no sentido de não existir necessidade de extração dos dentes, de forma a que o risco de infeções agregadas a este processo possa ser diminuído.

Seguindo a matriz do estudo e feita esta breve abordagem, a presente revisão da literatura pretende igualmente abordar as mudanças ao nível da prática Endodôntica, nomeadamente no que diz respeito a técnicas e materiais, passando pelos equipamentos e sobre o *design* de alguns instrumentos, como é o caso do 3D, e salientando que todos estes tópicos sofreram alterações significativas ao longo das últimas décadas, com principal incidência na última década (Cohen e Hargreaves, 2011).

Desta forma, a primeira etapa prende-se com a realização de um diagnóstico que seja assertivo, para que, posteriormente, se possa estruturar a melhor forma de tratamento, para tal, e neste âmbito, podem ser usadas algumas técnicas como é o caso dos meios imagiológicos que se caracterizam por serem imagens como é o caso da Tomografia Computorizada, doravante, TC, a TCFC, e a radiografia panorâmica, doravante RP. De acordo com Jung e Cho (2015), a RP é o meio mais utilizado pelos profissionais, contudo, este meio, quando comparado com a TC ou a TCFC, torna mais difícil que se consigam encontrar as composições anatómicas. A TC fornece, assim, uma imagem clara, em que é possível observarem-se de forma minuciosa as diversas estruturas.

Todos estes avanços tecnológicos contribuíram para o surgimento de novas técnicas e *softwares*, como é o caso do modelo a 3-dimensões (3D), ou seja, as imagens recolhidas através da tomografia ou do design assistido/fabrico assistido por computador (CAD /

CAM) que posteriormente são convertidas num modelo virtual, sendo um recurso usado principalmente ao nível dos implantes, contudo é também usado na criação de próteses e de coroas (Dawood, Marti, Sauret-Jackson, & Darwood, 2015).

O uso deste modelo configura determinadas mais-valias, como intervenções menos demoradas e invasivas, bem como redução do mal-estar e ausência de sangramento, proporciona também uma recuperação mais rápida e cómoda. Porém, esta prática divide opiniões, na medida em que existem autores que defendem que este método não é um recurso fundamental na cirurgia, colocando mais enfoque no profissional e na correta preparação. Por sua vez, outros autores defendem que esta metodologia poderá ser o caminho viável para o sucesso (Arisan, Karabuda, & Ozdemir, 2010; Bilhan, Arat, Mumcu, Geckili, & Sakar, 2012; Cassetta, Di Mambro, Giansanti, Stefanelli, & Cavallini, 2013; Novellino, Sesma, Lagana, & Ferrari, 2013).

Este estudo tem como objetivo contribuir para a elucidar sobre a utilização desta tecnologia, a impressão 3D, através da utilização de guias na prática clínica e em que aspetos a sua aplicação pode beneficiar a prática e maximizar os benefícios para o paciente. Assim sendo, tendo em conta as diretrizes apresentadas e, embora se procure realçar os pontos fortes na prática clínica com o recurso a estas metodologias, a realidade é de que a informação acerca das aplicações da impressão tridimensional (3D) em endodontia para o planeamento pré-cirúrgico, confeção de guias de acesso endodôntico, guias de retração cirúrgica dos tecidos moles e localização do local da perfuração da osteotomia é ainda escassa.

II. DESENVOLVIMENTO

2.1. Cirurgia Endodôntica: perspectivas

De acordo com Chong e Rhodes (2014) nas últimas duas décadas, houve avanços consideráveis no campo cirúrgico endodôntico. Desapareceram os procedimentos antiquados, tendo sido substituídos por abordagens biológicas, materiais mais modernos, auxiliados por iluminação e ampliação aprimoradas, e técnicas microcirúrgicas.

O autor supra refere, ainda, que o objetivo biológico do tratamento endodôntico é prevenir ou resolver situações em que existe uma lesão ao nível dos tecidos periapicais, através da assepsia controlada ou por descontaminação do sistema do canal radicular, de modo a criar um ambiente no qual a cicatrização perirradicular possa ocorrer. No entanto, se o tratamento não cirúrgico do canal radicular não for possível ou a doença ou os sintomas persistirem após o tratamento, a cirurgia endodôntica pode ser necessária para recuperar um dente.

Esses avanços contribuíram na melhoria de resultados na cirurgia endodôntica que, anteriormente, era vista como um procedimento bastante imprevisível, feito em desespero e como último recurso.

Por sua vez, Karabucak e Setzer (2009) defendem que, através da realização da cirurgia apical, o grande objetivo será o de manter o dente através da eliminação da infecção, defendendo que dentro das vertentes cirúrgicas existem três opções, sendo elas:

- Cirurgia de correção que advém de erros técnicos;
- Cirurgia em resultado de anomalias dentárias;
- Cirurgia em resultado de doença de dentária.

Desta forma, antes de se aprofundar o tema da cirurgia endodôntica, será feita uma breve exposição do tratamento endodôntico não cirúrgico, doravante TENC, nomeadamente ao nível das suas condicionantes.

2.1.1. Condicionantes do TENC

Embora os estudos demonstrem que a taxa de sucesso no TENC é elevada, com uma prevalência de cerca de 90%, existem algumas condicionantes que fazem com que exista uma taxa de insucesso, mesmo que esta seja mais ou menos residual (Kang et al., 2016).

Assim, Ingle, Bakland e Baumgartner (2009) demonstram as situações suscetíveis de caracterizar o insucesso do TENC, sendo elas:

- Infecção intra-radicular;
- Infiltração coronal;
- Erros e defeitos de obturação;
- Infecção extra-radicular;
- Reações de corpo estranho;
- Limitações dos irrigantes e medicamentos.

Por sua vez, Kang et al. (2016) defendem que o insucesso do TENC surge principalmente como resultado de infecções constantes tanto na área perirradicular ou nos canais radiculares. Ou seja, os autores advogam que mesmo nas situações em que os tratamentos são exemplarmente seguidos podem existir zonas nos canais radiculares, resultado da própria fisiologia anatômica, em que se torna praticamente impossível de serem eficazmente obturadas ou instrumentadas, o que acaba por inviabilizar o tratamento e determinar o seu insucesso. Vejamos em detalhe.

2.1.1.1. Infecção Intra-radicular

Tavares et al. (2011) alerta que, neste aspeto, as infecções podem permanecer devido à existência de canais laterais e de ramificações, levando a que o processo de cicatrização seja moroso ou até se torne inviável. Estas situações podem ocorrer devido ao uso de radiografias de formato bidimensional, as quais podem ocultar determinadas informações, isto é, omitem zonas que não foram instrumentadas ou desinfetadas de forma eficaz.

2.1.1.2. Infiltração Coronal

São várias as perspetivas, desde logo, Rhodes (2016) observa que a realização de um bom TENC obtém bons resultados, por sua vez Song (2011) refere que, quando há uma boa restauração da coroa, a probabilidade de ocorrer uma cicatrização boa e no prazo previsto é bastante maior do que nas situações em que não foi efetuada a restauração, contudo, Hargreaves e Berman (2016) alertam para o fato de que, ao nível da infiltração

da coroa, a permanência ou nova entrada de microrganismos patogênicos são as principais causas da persistência de doenças no pós tratamento.

2.1.1.3. Obturação Inadequada da Raiz

Segundo Rhodes (2016) a obturação e a restauração têm como foco primordial o selamento integral, desde o ápice à cavidade oral. Independentemente do sucesso da realização da restauração, a possibilidade de multiplicação dos microrganismos remanescentes é uma realidade a ter em conta, proveniente da infiltração de possíveis fluídos nos tecidos, originando desta forma um substrato, caso a obturação não seja tridimensional e impeça um selamento apical e coronal correto.

Neste âmbito, apresenta-se a perspectiva de Kang et al. (2016) que refere uma correlação existente entre TENC e POE, ou seja, “portal of exit”, tendo concluído que a totalidade dos casos de insucesso, tinha pelo menos um portal, através do qual o sistema de canais radiculares comunicava com tecido periodontal adjacente, levando a uma obturação inacabada ou até mesmo ausente.

A tentativa mais eficaz de selar o sistema de canais radiculares, coronal, apical e tridimensional, irá ajudar na exclusão das bactérias remanescentes depois do TENC, impossibilitando desta forma o acesso de microrganismos para a parte interna do dente.

Assim sendo, para garantir o êxito do TENC, este vai estar dependente da obturação, uma vez que em clínica não é possível atingir uma desinfecção completa do sistema de canais radiculares.

2.1.1.4. Infecção Extra-Radicular

Hargreaves e Berman (2016) referem que, nestas situações, poderá ocorrer uma propagação bacteriana que ocorre nos tecidos perirradiculares, esta poderá ser causada pela infecção da dentina ou do canal radicular através de bolsas periodontais contaminadas, o que por sua vez faz com que a mesma se propague até à zona apical. Os autores salientam que normalmente, o sistema imunitário tem capacidade para se conseguir defender e eliminar essas bactérias patogênicas, contudo, há a possibilidade de algumas serem resistentes e persistirem nos tecidos perirradiculares. Da mesma forma, se o dente estiver necrosado, mesmo que não existam sintomas, poderá verificar-se a propagação bacteriana para a zona extra-radicular.

2.1.1.5. Reação de Corpo Estranho

O insucesso do TENC como causa de patologia bacteriana pós tratamento é residual. No entanto, este poderá ocorrer, sendo que Hargreaves e Berman (2016) defendem que estas reações de corpo estranho poderão resultar do uso de alguns materiais utilizados no tratamento, como são o caso, por exemplo, do cimento endodôntico, algodão ou ainda pequenas fibras de celulose que se encontram nas pontas de papel. Assim, em todas estas situações, quando há este tipo de patologias, o recurso ao tratamento cirúrgico deverá ser a opção a escolher.

2.1.1.6. Limitações dos Irrigantes e Medicamentos

As bactérias resistentes às medicações intracanales, por exemplo o Hidróxido de Cálcio, bem como aos tratamentos de desinfeção e de limpeza dos canais, são as principais causas das infeções secundárias. Entre estas encontram-se a bactéria *E. faecalis*, e *Candida*, presentes em parte dos canais falhados (Hargreaves & Berman, 2016). Rhodes (2016) defende que se continue a utilizar medicação intracanal e irrigantes para a limpeza/desinfeção, mas que estes sejam uma alternativa ao Hidróxido de Cálcio.

Este ponto tem vindo a gerar alguma polémica, uma vez que é necessário e quase imperativo o uso destes medicamentos e desinfetantes intracanales, visto que é possível o clínico obter melhores resultados na desinfeção do sistema de canais radiculares, sendo este melhorado através do aquecimento do Hipoclorito de Sódio (Hargreaves & Berman, 2016).

2.1.2. Indicações para a realização de Tratamento Endodôntico Cirúrgico (TEC)

A cirurgia endodôntica é, normalmente, usada nas situações em que se torna difícil ou praticamente impossível aceder à constrição apical, impossibilitando o profissional de conseguir retirar os organismos que causam infeção (Pereira 2011).

De acordo com Pereira (2011) os principais pressupostos para a realização de uma cirurgia endodôntica são os seguintes:

- Insucesso do tratamento tradicional;
- Insucesso no tratamento de canais, nas situações em que não há a possibilidade de o repetir ou então nos casos em que as previsões de um resultado com êxito sejam praticamente nulas;
- Nos casos em que é necessária a realização de uma biópsia.
- Dificuldades na anatomia, nas situações em que não se consegue chegar ao ápice radicular;
- Dificuldades na obturação dos canais radiculares;
- Obstrução dos canais radiculares;
- Nas situações em que existe uma fratura horizontal ou vertical;
- Nas situações em que há a necessidade de se realizar uma cirurgia exploratória como forma de se conseguirem mais dados que auxiliem no diagnóstico.

Nesta linha de pensamento, autores como American Association of Endodontists (2010), Evans, Bishop e Renton (2012), Eliyas et al, (2014) e Hargreaves e Berman (2016) referem que os pressupostos para a realização de um Retratamento Endodôntico Cirúrgico (RTEC) têm em conta as seguintes características:

- Nas situações em que anteriores tratamentos não obtiveram resultados, como é o caso de situações em que há lesão radiolúcida periapical persistente;
- Nas situações em que persistem lesões apicais, em cujos dentes já foram efetuados tratamentos apropriados;
- Nas situações em que há dentes com restaurações coronárias e espigões;
- Nas situações em que se observam canais calcificados;
- Nas situações em que se observa demasiado material obturador;
- Nas situações em que existem condições anatómicas que são problemáticas e que não permitem as abordagens sem cirurgia, como é o caso dos istmos, deltas e das curvaturas de grande dimensão.
- Nas situações de absorção externa;
- Nas situações em que há uma abertura da raiz no 1/3 apical;
- Na reação de corpo estranho, ou quando existem germes extra-radiculares;
- Nas situações em que se observe que não convém realizar tratamento não cirúrgico, ou ainda por outro tipo de razões: tempo, monetárias ou de vontade por parte do paciente.

2.1.2.1. Situações potenciadoras de TEC/RTEC: desvios anatómicos

2.1.2.1.1. Canais calcificados e Cálculos Pulpares

Esta situação advém maioritariamente da calcificação que acontece de forma gradual no espaço radicular, que, por sua vez torna difícil que os canais sejam encontrados, nestas circunstâncias, devido ao diâmetro se tornar bastante reduzido deixa de ser possível a introdução da lima no interior do canal radicular. Assim, nestas situações, uma boa opção é o recurso à cirurgia com obturação retrógrada (Fonseca Tavares, Diniz Viana, de Carvalho Machado, Feitosa Henriques, & Ribeiro Sobrinho, 2018).

O autor refere, ainda que, a calcificação do canal pulpar ou CCP, que é também conhecido como obliteração do canal da polpa, ou ainda metamorfose calcificada, caracteriza-se pela disposição de tecido calcificado ao longo das paredes do canal. Desta forma, o canal radicular e o espaço podem-se tornar parcialmente ou completamente obliterados. Os casos referenciados como CCP têm uma associação com lesões de luxação que podem ocorrer na sequência de um traumatismo dentário. Além disso, também os procedimentos de tratamentos invasivos, lesões e restaurações podem originar CCP (Fonseca et.al., 2018).

Da mesma forma, a disposição da dentina secundária, verificada com o avanço da idade, pode também reduzir severamente o diâmetro entre o canal. O autor refere, também, que recentemente a cirurgia endodôntica guiada tem sido vista como uma boa solução e alternativa nos casos de obliteração parcial ou completa do canal. O uso de *software* especial (coDiagnostix; Dental Wings Inc., Montreal, Canadá) em alinhamento com o feixe cónico, da TCFC, e ainda a digitalização em 3D, fornecem um planeamento virtual da cavidade de acesso ao canal. Da mesma forma, pode ser produzido um modelo em 3D, para que este permita guiar a broca no canal radicular calcificado (Fonseca et.al., 2018).

Deste modo, a abordagem endodôntica guiada demonstra ser um procedimento seguro e clinicamente viável para a localização de canais radiculares assim como a prevenção da perfuração da raiz em dentes com CCP que não podem ter o acesso e a terapia endodôntica convencional. Além de dentes com CCP, no futuro, procedimentos guiados em endodontia podem ajudar a aceder e tratar com destreza e precisão áreas específicas da

raiz, que são mais delicadas devido a reabsorções, perfurações ou instrumentos endodônticos fraturados (Krastl, Zehnder, Connert, Weiger, & Kühn, 2016).

2.1.2.1.2. Curvaturas radiculares muito acentuadas

Quando existem situações em que se verifica uma curvatura bastante pronunciada, com formas invulgares, em que as curvas se podem apresentar em forma de “S”, ou ainda os molares apresentarem uma forma de canal em “C”, o tratamento endodôntico tradicional sem recurso à cirurgia é, à partida, bastante mais difícil de realizar. Estas situações podem derivar de forças que com o tempo vão criando traumatismos, fazendo com que as raízes dos dentes se tornem disformes e apresentem curvaturas radiculares muito acentuadas (Rubinstein et al., 2014).

2.1.3. Lesões Periapicais

Este tipo de lesões são, de acordo com Schulz et al. (2009), as patologias mais comuns que surgem nos dentes dos seres humanos. Assim, estas lesões resultam de agressões crónicas de baixa intensidade e assintomáticas. Este tipo de patologia é acompanhado de tecido necrótico que se apresenta colonizado por microrganismos patogénicos existentes no interior do canal radicular (Neville et al., 2009).

No caso das periodontites agudas, estas podem cicatrizar naturalmente, originar uma infeção do trato sinusal, ou tornar-se crónicas com uma massa de reação de granulação, encontrada ao redor do ápice radicular (Schulz et al., 2009).

De acordo com a American Association of Endodontics (2010), as lesões periapicais podem ser caracterizadas da seguinte forma:

- Tecidos apicais normais: em que o dente não apresenta alterações no teste de palpação e no de percussão, a raiz aparece intacta e o espaço do ligamento periodontal não apresenta alteração da forma;
- Periodontite apical sintomática: observa-se uma infeção do periodonto apical, neste tipo de situações surge sintomatologia dolorosa ao mastigar e à percussão;
- Periodontite apical assintomática: observa-se em infeções pulpares existindo destruição do periodonto sem que existam sintomas, como é o caso da dor;

- **Abcesso apical agudo:** ocorre nas situações em que há infecção e necrose a nível pulpar. Este quadro surge, usualmente surge de forma repentina, acompanhado de dor e de sensibilidade. Verifica-se ainda, a acumulação anormal de líquido com formação de pus;
- **Abcesso apical crónico:** surge nas situações em que se observa infecção e inflamação e uma necrose a nível pulpar. Ao contrário da lesão anterior, esta surge de forma progressiva e é assintomática, é também acompanhada de pus o qual sai continuamente, através de uma fistula.

A figura que se segue apresenta a caracterização das lesões periapicais:

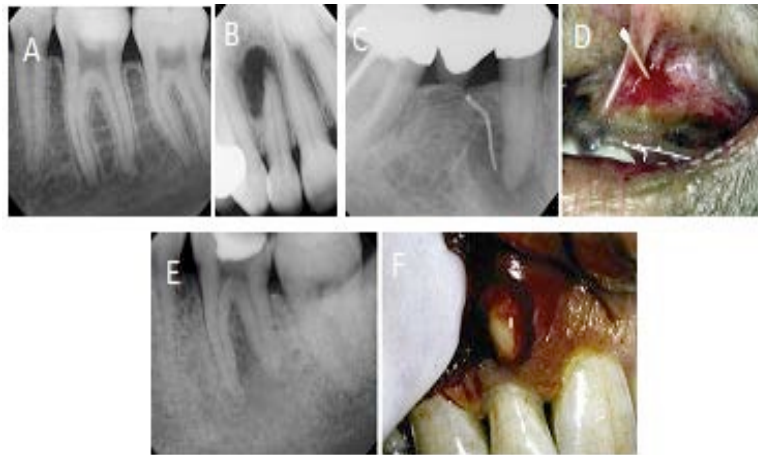


Figura 1 - Imagem ilustrativa de lesões periapicais. (A) Periodontite apical sintomática (aguda); (B) Periodontite apical assintomática (crónica); (C e D) Abcesso apical crónico; (E e F) Abcesso apical agudo (Fonte: Gutmann et al., 2009)

2.2. Contraindicações da Cirurgia Endodôntica

Embora na literatura sejam poucas as contraindicações atribuídas a este tipo de procedimento terapêutico, existem, contudo, autores como Von Arx (2011), Pinto (2011), Fahey (2011), Evans, Bishop e Renton (2012) e Eliyas (2014) e Hargreaves e Berman, (2016), que demonstram ser necessário ter em conta alguns aspetos quando se opta por este tipo de tratamento, sendo estes:

- Doenças sistémicas;
- Aspetos psicológicos do doente;
- Tipos de medicação usada pelo doente;
- Estado oral comprometido;

- Patologias periodontais num grau severo, cujo suporte ósseo esteja comprometido;
- Estado do dente: se é passível de restauro, se possui antagonista ou se tem suporte para prótese;
- Aparência óssea e/ou da raiz com um formato incomum;
- Estado das raízes: se estas já sofreram apicectomias;
- Ápices cujo acesso a nível cirúrgico esteja comprometido (2ºs e 3ºs molares inferiores, incisivos anteriores inferiores devido à proximidade dos dentes adjacentes e raízes palatinas de molares superiores);
- Situações em que existe probabilidade de serem envolvidas as estruturas neurovasculares;
- Patologias agudas;
- Fraturas verticais de raiz;
- Condições, instalações, experiência e disponibilidade do operador.

Tabela 1 - Contraindicações gerais e locais na cirurgia endodôntica (Fonte: Silva et al., 2011)

Locais	Gerais
<ul style="list-style-type: none"> • Quando o tratamento ou retratamento do canal radicular for a forma mais conveniente e segura para a cura da lesão 	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes não compensadas • Pacientes sob terapia anticoagulante • Problemas cardio-vasculares • Hipertensão • Infartados recentemente
<ul style="list-style-type: none"> • Problemas periodontais severos 	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações sanguíneas • Portadores de válvulas protéticas • Reumatismo infeccioso
<ul style="list-style-type: none"> • Oclusão traumática 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes imunodeprimidos
<ul style="list-style-type: none"> • Ápices de difícil acesso cirúrgico 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes que receberam radiação nos maxilares
<ul style="list-style-type: none"> • Ápices relacionados a reparos anatômicos de risco 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes com leucemia ou neutropenia em estado ativo
<ul style="list-style-type: none"> • Raízes muito curtas ou que já sofreram apicectomias anteriores 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes que estão sob algum tipo de medicação

<ul style="list-style-type: none">• Processos patológicos em fase aguda	<ul style="list-style-type: none">• Alergias
<ul style="list-style-type: none">• Dentes que não têm mais condições de serem restaurados	<ul style="list-style-type: none">• Pacientes extremamente apreensivos

2.3. Diferenças entre a Cirurgia Endodôntica Tradicional e Contemporânea

Como tem vindo a ser abordado ao longo deste trabalho, uma das áreas que tem registado uma evolução significativa, bem como, apresentado melhorias notórias, tem sido a cirurgia endodôntica, mais concretamente na maneira como esta é realizada, havendo já algumas diferenças entre o passado e o presente (Seedat, van der Vyver, & de Wet, 2018). A cirurgia endodôntica é por si só, algo de âmbito delicado, pois a sua realização é sempre operada junto de determinados contextos anatómicos sensíveis, como é o caso dos grandes vasos sanguíneos, seio maxilar e orifício mentoniano. (Ahn et al., 2018).

Neste sentido, a evolução da cirurgia, nomeadamente de endodôntica para microcirurgia endodôntica, advém da procura de mais e melhores resultados. De acordo com estudos de Tavares et.al. (2011), a cirurgia tradicional tinha um índice de sucesso que não ultrapassava os 60%, ou seja, houve a necessidade de se encontrarem novos modelos, já que os anteriores configuravam a realização da ressecção do ápice da raiz, o que acabava por ter resultados de sucesso brandos.

Não obstante, o autor refere que as complicações no pós-operatório, nomeadamente a falta de visão e o uso de instrumentos pouco adequados, acabavam por levar a que o dente tivesse que ser retirado, pelo que se perdia o principal objetivo: a preservação deste. Assim, os finais da década de noventa marcam uma viragem significativa com a introdução de equipamentos, materiais, visão, microinstrumentos bastante mais avançados que desencadearam o desejado surgimento da microcirurgia endodôntica.

Estas evoluções a nível tecnológico e de materiais fizeram com que a taxa de sucesso passasse para cerca de 90%, uma vez que ao mesmo tempo esta modernização fez com que a cirurgia passasse a ser igualmente menos invasiva, mantendo o objetivo de conservação: a preservação dos dentes (Tavares et al., 2011).

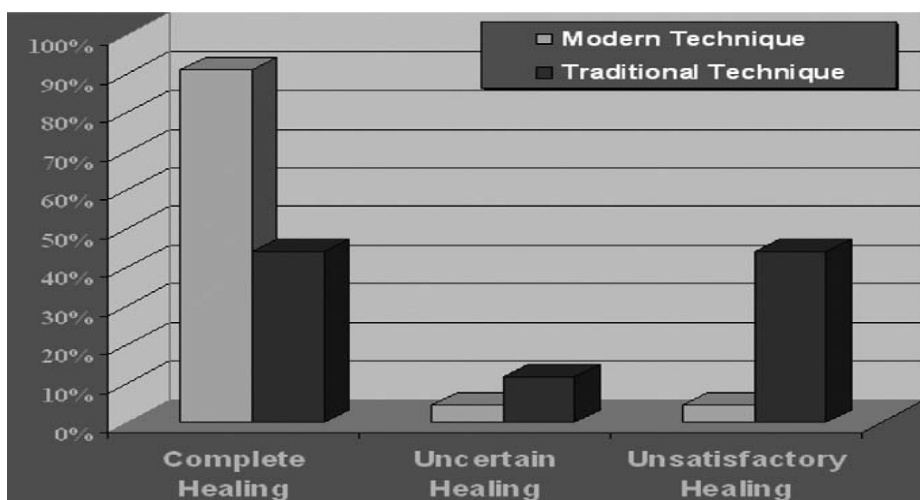


Gráfico 1 - Impacto das técnicas cirúrgicas modernas no sucesso do tratamento endodôntico (Fonte: Tsesis et al., 2009)

As diferenças entre estas duas metodologias são bastante significativas, embora a matriz seja igual, tudo o resto difere, nomeadamente a nível de equipamentos, instrumentos, materiais, os ângulos e os tamanhos. Setzer et al. (2010) enumeram as principais diferenças:

- Formas e tamanhos diferentes dos instrumentos;
- Dimensão da osteotomia;
- Ângulo do bisel;
- Material de preparação apical da raiz;
- Material da obturação;
- Passa a ser possível identificar microfraturas, canais adicionais e istmos.

Tabela 2 - Diferenças entre Técnica Tradicional e Técnica Microcirúrgica (Fonte: American Association Endodontics, 2010)

	Tradicional	Microcirurgia
Ampliação	Olho nu ou Lupa 1-4x	Microscópio
Iluminação	Luz dentária	Luz brilhante e focalizada
Tamanho dos instrumentos	Macroinstrumentos	Microinstrumentos
Tamanho da osteotomia	7-10mm	3-4mm
Bisel	45 a 65 graus	0 a 10 graus

Inspeção da superfície da raiz	Nunca	Sempre
Identificação de istmos e tratamento	Impossível	Sempre
Preparação Apical	Não axial	Axial
Profundidade da preparação apical	1mm	3mm
Instrumento utilizado na preparação apical	Broca	Ponta de ultrassom
Material obturador	Amálgama	MTA/SuperEBA
Sutura	4 zeros e de seda	5/6 zeros e de monofilamento
Remoção da sutura	7 dias após	2 a 3 dias após
Taxa de sucesso passado um ano	40 a 90%	85 a 96,8%

2.3.1. Ampliação em Cirurgia Endodôntica

É inegável a evolução das técnicas e dos materiais ao nível da cirurgia endodôntica, principalmente em finais da década de noventa, de acordo com autores como Setzer et al. (2012) e Gutmann (2014), estes novos materiais contribuíram de forma bastante significativa para o aumento da taxa de sucesso no âmbito da cirurgia endodôntica.

O uso de dispositivos de ampliação, como microscópios cirúrgicos, permite intervenções microcirúrgicas, ajudando na identificação dos ápices radiculares, o que proporciona osteotomias menores e menores ângulos de ressecção, assegurando a manutenção do osso circundante assim como a conservação do comprimento da raiz e das estruturas dentárias (Strbac et al., 2017).

Ademais, esses modernos dispositivos de ampliação e iluminação possibilitam a identificação de detalhes anatómicos como canais laterais, microfraturas da raiz ressecada antes da preparação final da raiz com pontas microcirúrgicas e obturações de raiz (Strbac et al., 2017).

Assim, de seguida, serão apresentadas algumas das características, aspetos menos positivos e potencialidades destes materiais.

2.3.1.1. Lupas

De acordo com a American Association of Endodontists (2016), as lupas apresentam as seguintes características:

- A ampliação situa-se entre os 2,5x e 6x, sendo que a mesma não é ajustável;
- Podem ser utilizadas na cabeça, possuindo ou não luz externa;
- Tem um limite de peso, o que se reflete na quantidade de lentes que podem ser usadas, acabando por comprometer a visualização e também a sua ergonomia, visto que a mesma não tem um auto suporte;
- O facto de as lupas poderem ser aplicadas nos óculos, exerce demasiado esforço a olho nu, o que gera, ao fim de algum tempo de utilização, cansaço bem como pressão a nível muscular.



Figura 2 - Exemplos de Lupas existentes na marca Keeler (Fonte: Matos, 2016)

2.3.1.2. Microscópio

De acordo com a American Association of Endodontists (2016), as principais vantagens são:

- Grande capacidade de ampliação, o que permite trabalhar durante mais tempo e de forma bastante precisa em determinadas situações, possui uma iluminação clara o que fornece uma excelente perspetiva do trabalho;

- Ao longo do tratamento, é possível aumentar e diminuir a ampliação consoante as necessidades do trabalho a efetuar;
- Permite que todos os detalhes, até os mais minuciosos, sejam revistos;
- Permite que os tecidos que se encontrem infetados sejam removidos na totalidade e de forma eficaz;
- Permite facilidade na distinção entre o que é o osso e a ápice de raiz, esta distinção é facilitada através do uso de azul-de-metileno;
- Permite a avaliação de todo o trabalho, ou seja, verificar se, por exemplo, se o tecido granulomatoso foi removido na totalidade da cripta óssea;
- Possibilita a realização de osteotomias mais pequenas, com cerca de 3-4mm, o que acaba por ter repercussões positivas, pois a cicatrização é mais célere e o pós-operatório é também menos doloroso;
- Redução de *stress* laboral, dado que permite que a postura a adotar seja a mais correta, o que diminui o esforço e tenções musculares;
- Redução ou eliminação de radiografias, uma vez que é um instrumento que permite fazer a avaliação no momento e com rigor;
- Permite a gravação de vídeos que, posteriormente, podem ser dinamizados junto de doentes, bem como da comunidade académica;
- Permite um diálogo mais aberto entre os profissionais da área.



Figura 3 - Microscópio Cirúrgico (Fonte: Feix, 2010)

Relativamente aos microinstrumentos, os mesmos caracterizam-se por uma vasta escolha:

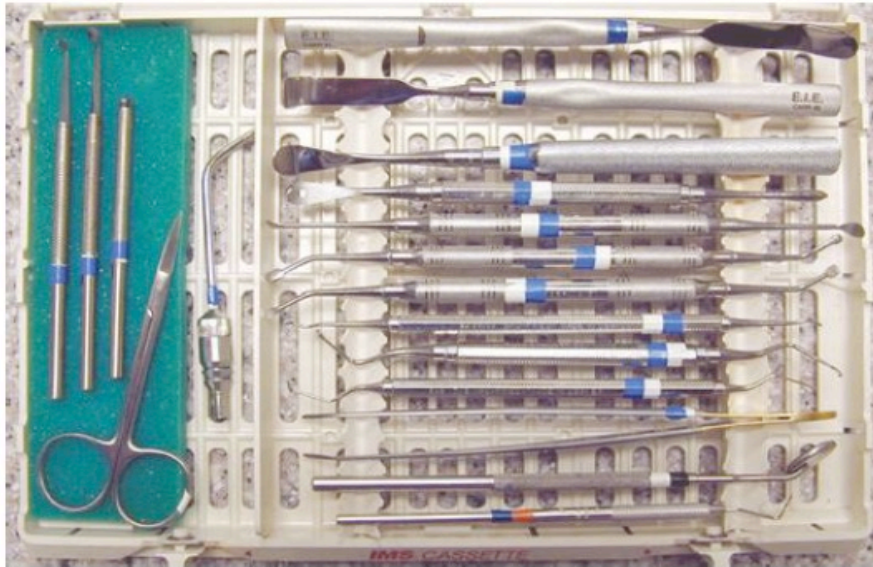


Figura 4 - Arrumação da bandeja básica para o procedimento inicial cirúrgico (Fonte: Hargreaves & Berman, 2016)

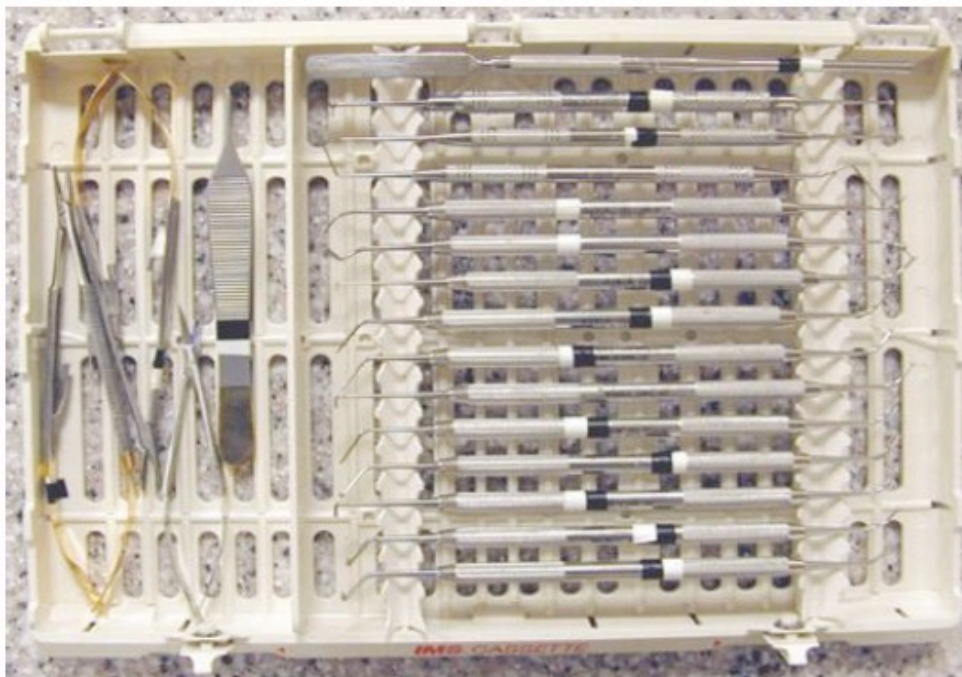


Figura 5 - Bandeja que contempla instrumentos para preenchimento apical e sutura (Fonte: Hargreaves & Berman, 2016)

2.4. Classificação em Cirurgia Endodôntica

Na cirurgia endodôntica, os dentes influenciam o resultado da mesma, sendo que cada situação irá ter o seu próprio resultado, ou possibilidade de sucesso. Assim, autores como Kim e Kratchman (2006), apresentam uma classificação, sendo ela:

- *Classe A*: para os casos em que os dentes não têm lesão radiográfica, nem apresentam bolsas periodontais. Nestes casos, primeiramente recorre-se a procedimentos não cirúrgicos, sendo que os sintomas acabam por ser a única razão válida para que se proceda a cirurgia;
- *Classe B*: para os casos em que os dentes apresentam uma pequena lesão periapical, com mobilidade e bolsas periodontais acompanhadas de sintomas;
- *Classe C*: para os casos em que já há alguma evidência a nível de lesões periapicais, mas sem bolsas periodontais e sem mobilidade;
- *Classe D*: para os casos em que os dentes já possuem uma lesão periapical grande, com bolsa periodontal, mas sem mobilidade;
- *Classe E*: Para os casos em que, embora não existam evidências de fratura, os dentes apresentam lesão periapical e bolsa periodontal com comunicação endo-periodontal;
- *Classe F*: Para casos já severos, em que os dentes possuem lesão periapical e desaparecimento total da tábua externa, não sendo, contudo, móveis. (Pinto, 2012).

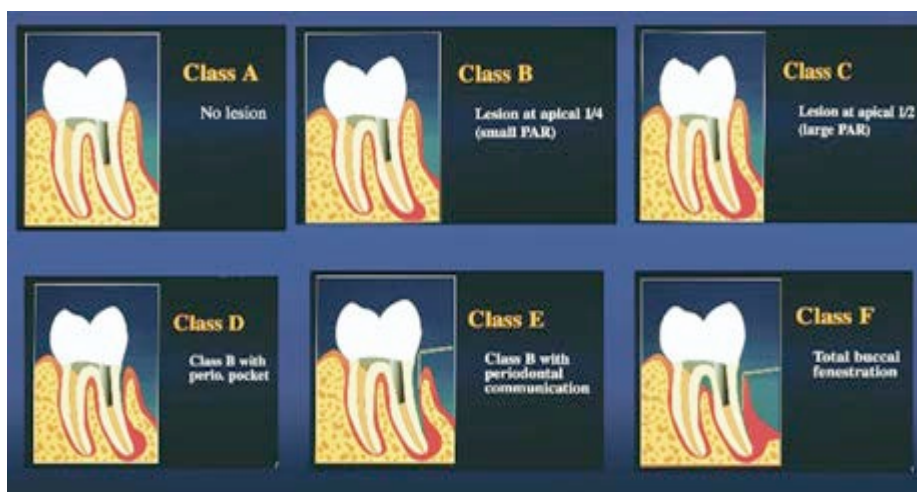


Figura 6 - Imagem ilustrativa da classificação de casos em cirurgia endodôntica (Fonte: Kim & Kratchman, 2006)

Face ao exposto, conclui-se que as três primeiras classes dizem respeito às situações que não apresentam problemas graves, sendo que as características não vão ter influência negativa nos resultados a nível de tratamento cirúrgico. Contudo, no que diz respeito às restantes classes, estas podem ter resultados insatisfatórios, podendo colocar em causa o processo de tratamento. Na verdade, estas classes representam lesões de origem endodôntica e não endodôntica, as quais necessitam de procedimentos quer de cirurgia endodôntica, quer de restauração óssea guiada, o que dificulta bastante a eficácia e o sucesso deste tipo de situações específicas (Torabinejad et al., 2009).

O autor supra debruçou-se sobre vários estudos acerca das taxas de sucesso da cirurgia endodôntica e, nas suas conclusões, refere que a prevalência de maior sucesso se situa nos estudos que têm um acompanhamento entre 2 e 4 anos com uma taxa de sucesso de cerca de 77,8%. Já nos estudos que são acompanhados entre os 4 e os 6 anos, a taxa desce para os 71,8%, por sua vez, nos estudos em que o acompanhamento ultrapassa os 6 anos, e, embora a literatura aqui já seja bastante mais escassa, é possível encontrar resultados que rondam a ordem dos 62,9% (Torabinejad et al., 2009).

2.5. Técnicas: Apicectomia ou Resseção Apical

Fazendo uma breve incursão histórica, encontramos na literatura inúmeros autores que caracterizam a apicectomia como um procedimento cirúrgico que tem como principal finalidade a eliminação dos deltas apicais, sendo que estes possuem a particularidade de nem sempre surgirem nas radiografias e que podem estar, igualmente, contaminadas com matéria necrótica. Estas subdivisões que o canal principal detém são enumeradas por muitos autores como a causa principal para o insucesso após a realização de procedimentos endodônticos (Ingle et al., 2009).

Como finalidade principal, a apicectomia é caracterizada como um procedimento cirúrgico em que se pretende que os canais radiculares a nível apical sejam eliminados, através da remoção do tecido de granulação e da supressão da parte da raiz não obturada. Deve ser realizada ainda uma avaliação do canal radicular e do encerramento apical, existindo também uma preparação da raiz para ser efetuada uma oclusão retrógrada e supressão dos ápices fenestrados na cortical externa. Por fim, devem-se ter em consideração dois aspetos para que a microcirurgia tenha sucesso, sendo eles: o ângulo em que esta deve ser realizada e a quantidade de ápice a eliminar (Tsesis e tal., 2009).

Eis algumas das técnicas utilizadas na Apicectomia:

2.5.1. Tamanho da raiz a seccionar

Para que se defina qual o tamanho que será seccionado ao nível da raiz, é necessário que se tenham em conta dois aspetos: as subdivisões no final da raiz e qual a incidência dos canais laterais. Autores como Kim, (2008) referem que, ao realizar procedimentos na secção apical de 3mm, se consegue uma redução de 98% nas ramificações e de 93% nos canais laterais. Este poderá ser um critério a seguir, ou seja, secção de 3mm, com 0 graus de inclinação, o que permitirá a recolha da grande maioria das obstruções, sendo estes os principais responsáveis pelo insucesso dos tratamentos cirúrgicos endodônticos. Se porventura existirem canais restantes, poderá ser usado o preenchimento final da raiz (Tsesis e tal., 2009).

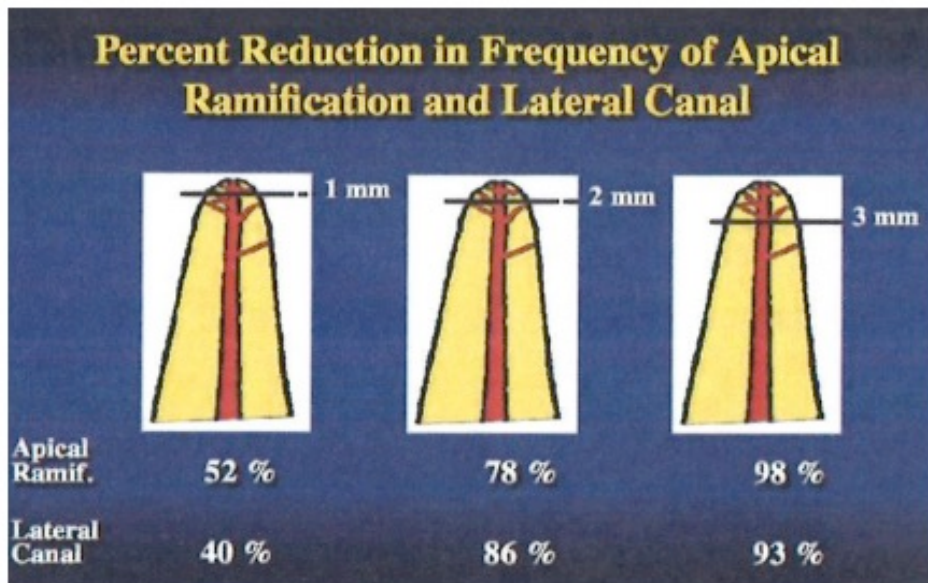


Figura 7 - Esquema que evidencia a percentagem de redução das ramificações apicais e dos canais laterais (Fonte: Kim & Kratchman, 2006)

2.5.2. Ângulo de corte

Neste âmbito, podem ser enunciadas algumas das vantagens quando a apicectomia é realizada com um ângulo de corte mínimo:

- Pouca necessidade de se realizar remoção óssea, o que acarreta consequências positivas como a rápida cicatrização no pós-operatório e uma fixação maior;

- Pouca exposição dos túbulos dentinários, o que diminui o risco de contaminação e de infiltrações;
- Maior cuidado ao nível da ocorrência de uma comunicação endodôntica-periodontal (Tsesis et al., 2009).

Igualmente, no que se refere à prevalência de insucesso nos tratamentos endodônticos cirúrgicos, pode-se realçar que estes advêm da realização de osteotomias amplas, acompanhadas de cortes com ângulos agudos com comunicações endo-perio; pese embora, o ângulo ideal seja o de 0, nem sempre este pode ser efetuado. Assim, nestas situações, o clínico deverá realizar um corte de ângulo de 10 graus, afastando o doente do microscópio (Tsesis et al., 2009).

2.5.3. Preparação e preenchimento do final da raiz

De acordo com Tsesis et al., (2009), o preenchimento do final da raiz tem como principal finalidade o fechamento total, para que bactérias e microrganismos entrem ou saiam do canal. Para tal, é necessário um material que adira às paredes dentárias e que também consiga resistir durante longos períodos de tempo a humidades.

2.5.4. Unidades Ultrassónicas

A técnica de unidades ultrassónicas está considerada como um dos maiores progressos no âmbito da cirurgia endodôntica, é um instrumento usado para retro preparação. No que concerne às suas características, pode-se dizer que este instrumento produz vibração, possuindo um mecanismo de irrigação que impede o sobreaquecimento, mantendo as suas potencialidades ao nível de limpeza de canais. Neste âmbito, é ainda de salientar que os instrumentos ultrassónicos devem ter um potencial bom ao nível de irrigação, no sentido de estes não provocarem lesões e fraturas nos tecidos dentários, bem como necroses ao nível dos tecidos (Tsesis et al., 2009).

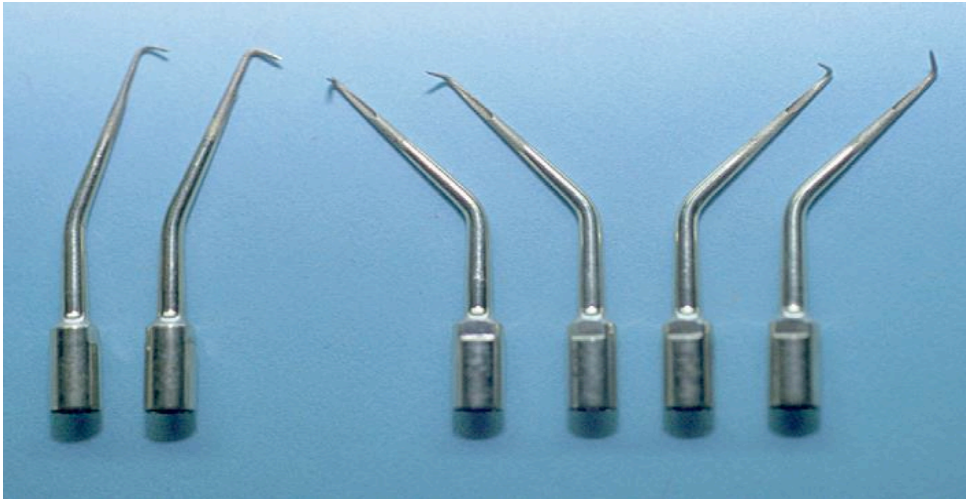


Figura 8 - Várias pontas ultrassônicas estão disponíveis para preparação das retrocavidades apicais de distintas raízes (Fonte: Torabinejad & Walton, 2009)



Figura 9 - Imagem ilustrativa da evolução dos instrumentos utilizados na cirurgia endodôntica; preparação apical com brocas e com pontas de ultra-sons (Fonte: Kim & Kratchman, 2006)

2.5.5. Preenchimento do canal

Para o preenchimento do canal existem inúmeros materiais, sendo que, as características do material a usar são também variadas:

- Bactericida ou bacteriostático;
- Biocompatibilidade;
- Possuir adesão ao dente;
- Não ser cáustico;

- Não diluir em contacto com a água e humidade;
- Radiopaco (Kim et al., 2008).

2.6. Novos contributos

2.6.1. Modelos Estereotáxicos

Na atualidade, os meios computadorizados afiguram-se como uma ferramenta auxiliadora na prática clínica, a inter-relação dos meios tecnológicos com as metodologias imagiológicas representam uma mais-valia no momento em que se efetua um diagnóstico e se cria uma planificação de tratamento. Neste sentido, Sun & Luebbers, (2013) criaram um mecanismo que permite que os profissionais clínicos simulem uma cirurgia de colocação de implantes, sendo de natureza tridimensional, dando possibilidade ao clínico de fazer uma simulação do tratamento e da própria cirurgia.

Através de métodos imagiológicos, é realizada uma triangulação que dá origem a imagens em formato 3D, esta é assim uma imagem virtual que pode ser observada em computadores (Balem, 2010).

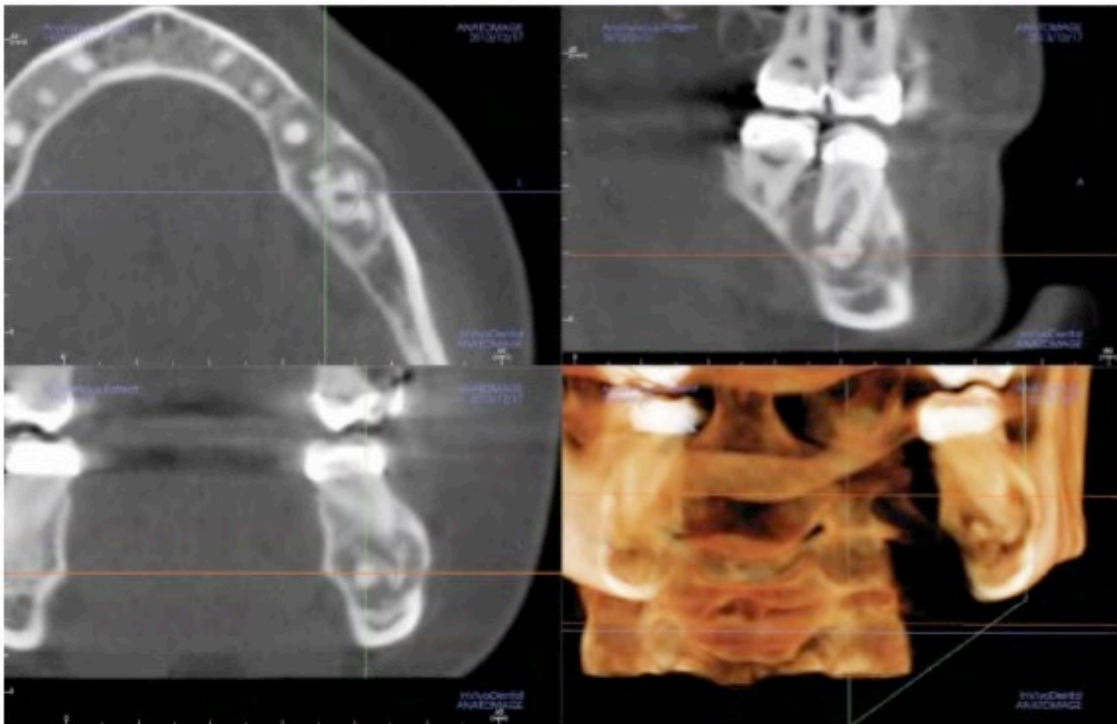


Figura 10 - Planos padrão: axial, coronal e sagital (Fonte: Masri & Driscoll, 2015)

De acordo com Pascual e Vaysse (2015), após a criação da imagem através da TC ou TCFC, será criada uma imagem em 3D com os pontos-chave do estudo que ficará em formato DICOM, sendo articulada no formato Stereolithography, STL, conseguida por TC. Após todos estes passos surge o modelo que contém a informação, tanto das estruturas ósseas como da cavidade oral.

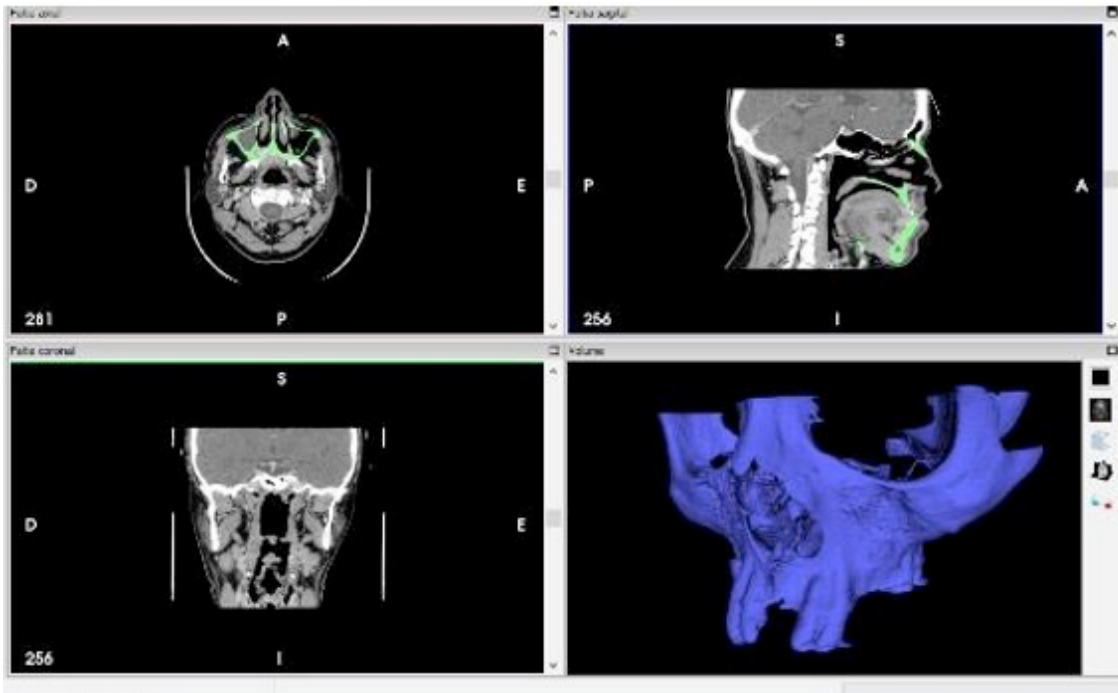


Figura 11 - Diferentes planos recolhidos pelo CT e a reconstrução tridimensional (Fonte: Coutinho et al., 2014)

Embora este modelo possa ser conservado em diversos formatos, o mais usado é o STL, na medida em que pode mais comumente ser utilizado em impressoras 3D que empregam o sistema CAD/CAM (Balem, 2010).

Face ao exposto, e segundo Dandekeri et al. (2013), os ficheiros criados podem depois ser usados em computador, dando assim um auxílio na planificação do implante. Sendo de destacar os seguintes:

- Avaliação óssea: quer na qualidade como na quantidade;
- Situar quais as estruturas anatómicas que se encontram junto do local de inserção;
- Avaliar a presença ou a ausência de outras doenças;
- Hipótese de se conseguir escolher implantes reais em catálogos ou nas bibliotecas que constam no *software*;
- Possibilidade de se treinar a cirurgia.

Contudo, tal como em qualquer área ou *software*, por vezes, este poderá conter erros ao nível do fabrico de peças, sendo que é imperativo que o controlo de qualidade seja efetivado em todas as fases de criação das peças (Correia & Salgado, 2012).

2.6.2. Relevância Clínica da Tomografia Computorizada TC e TCFC

Uma das etapas mais importantes no diagnóstico e tratamento de problemas endodônticos é o exame radiográfico. Apesar da radiografia periapical ser bastante utilizada no campo da endodontia para detetar a presença, localização e tamanho das lesões periapicais e revelar informações sobre a anatomia do canal radicular e a proximidade das estruturas anatómicas vizinhas, padece de certas limitações (Patel, Kanagasingam, & Mannocci, 2010).

Para obter informações essenciais na endodontia clínica, o exame radiográfico, tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), representa uma parte essencial da gestão contemporânea dos problemas complexos endodônticos, uma vez que pode ser usada em todas as fases do tratamento, incluindo diagnóstico, planeamento do tratamento, durante a fase de tratamento e avaliação pós-tratamento (Venskutonis, Plotino, Juodzbaly, & Mickevičiene, 2014).

A TCFC é um sistema de imagem extra-oral que pode produzir imagens tridimensionais do esqueleto maxilo-facial (Patel et al., 2010). Existe desde a década de 70 e é considerada um método imagiológico mais preciso do que a tomografia convencional. Em finais da década de 80, Schwarz e os seus colaboradores desenvolveram uma técnica de tomografia computadorizada com feixe cónico, conhecida por TCFC, que tem como foco o dente e a cavidade oral chamado DCBCT *Dentascan Cone Beam Computed Tomography*. No que ainda diz respeito à TC, esta permite, através da realização de cortes em sentido perpendicular à curvatura da arcada, avaliar em detalhe o grau lingual e a estrutura óssea vestibular, bem como o rebordo alveolar (Dandekeri et al., 2013).

A radiografia convencional comprime estruturas 3D em imagens bidimensionais, possibilitando a observação da anatomia sob exame no plano méso-distal, deixando a terceira dimensão no plano vestibulo-lingual ou palatino oculta da visão (Patel et al., 2010).

Atualmente, a radiografia intra-oral é a técnica de imagem de escolha para o tratamento da doença endodôntica, no entanto, à medida que a sua importância continua

a crescer, muitos especialistas antevem a TCFC como método padrão na imagiologia dentro de 5 anos ou menos (Clinicians Report, 2014). Com as aplicações clínicas no diagnóstico, tratamento e follow-up torna-se evidente que a utilidade da TCFC não pode ser disputada (Kiarudi, Eghbal, Safi, Aghdasi, & Fazlyab, 2015).

2.6.2.1. Parte Cirúrgica

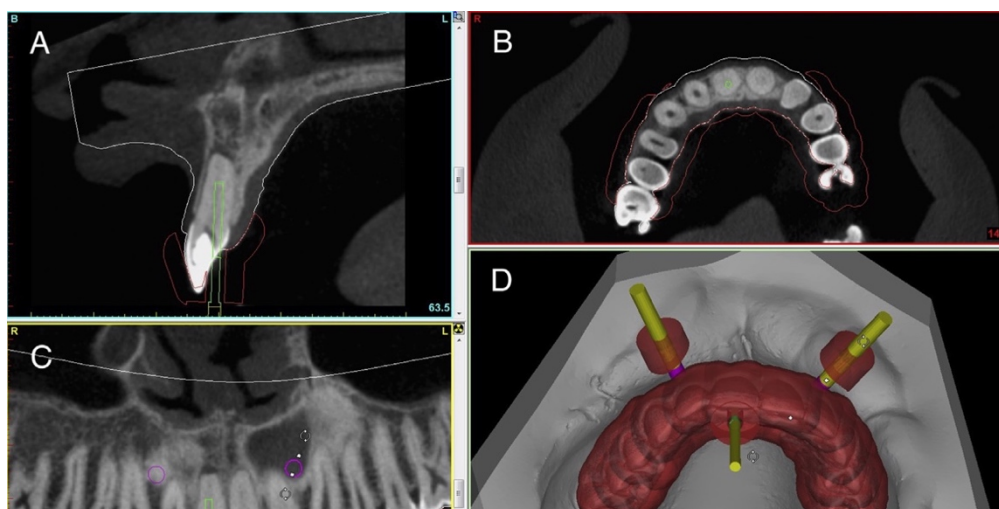


Figura 12 - TCFC do incisivo central superior direito com CCP grave e periodontite apical. (A – C) Planeamento virtual de endodontia guiada; (D) O scan do modelo alinhado ao modelo 3D e a cópia virtual da broca (Fonte: Tavares et al., 2018)

A TCFC tem sido indicada para o planeamento do tratamento cirúrgico endodôntico (Venskutonis et al., 2014). A imagem 3D possibilita a identificação de forma clara sobre a relação anatómica do dente envolvido com importantes estruturas anatómicas vizinhas, como é o caso do canal dentário inferior, o orifício mentoniano e o seio maxilar, em qualquer plano (Patel et al., 2010).

A TC da TCFC pode desempenhar um papel importante na microcirurgia da raiz palatina dos molares superiores, também pode indicar alterações no seio maxilar (Venskutonis et al., 2014) e pode determinar com precisão ainda no pré-operatório, ao serem selecionadas vistas mais relevantes, a espessura da placa cortical, osso esponjoso, fenestrações, bem como a inclinação das raízes de dentes planeados para cirurgia periapical. A morfologia da raiz, a topografia óssea e o número de canais radiculares podem também ser avaliados (Patel et al., 2010).

Além disso, um estudo relatou que, em 70% dos casos, a TCFC revelou informações clinicamente relevantes que foram perdidas pelas RPs, e os defeitos ósseos medidos nas RPs foram aproximadamente 10% menores do que nas imagens de TCFC (Venskutonis et al., 2014).

O uso da TCFC pode ser indicado para casos selecionados no planeamento da cirurgia endodôntica, mas a decisão deve ser baseada em possíveis fatores que possam vir a complicar, como a proximidade de importantes estruturas anatómicas (Venskutonis et al., 2014).

As novas tecnologias representam, assim, um novo paradigma aos modelos a estudar, que vão desde a sua criação, ao seu estudo, à forma como são observados, à gestão e ao arquivamento. Este tipo de metodologia tecnológica permite, ainda, experimentar e manipular o modelo, fornecendo ao profissional avaliações minuciosas, que podem ser guardadas e posteriormente ser novamente utilizadas (Martins, Rosa, Norton, & Silva, Cristina Cardoso Andrade, 2011).

2.6.3. CAD/CAM

O sistema CAD/CAM possibilita, ao médico dentista, a capacidade de diminuir a sua intervenção manual ao longo dos vários procedimentos clínicos a realizar. O objetivo final prende-se com a hipótese de realizar um planeamento virtual e conseguir o dispositivo planeado por uma técnica também assistida por sistema digital (Davidowitz & Kotick, 2011).

Todos os sistemas CAD/CAM apresentam três componentes funcionais e fundamentais:

- 1) Um sistema de obtenção de dados que transforma informação volumétrica em dados digitais, um exemplo é o scanner intra-oral;
- 2) Software CAD de manipulação de imagem para que se gere o objeto 3D e todas as especificações técnicas;
- 3) Uma tecnologia de confeção que transforme os dados virtuais num objeto físico, podendo trabalhar de forma subtrativa, a partir de um bloco sólido de um determinado material (processo de fresagem) ou de forma aditiva (processo de impressão 3D) (Alghazzawi, 2016).

O Dr. Moermann, após várias inovações nos sistemas CAD/CAM, produziu o sistema CEREC que possibilitou a integração dos dispositivos CAD/CAM na prática clínica (Carvalho, 2013). O sistema CEREC funciona através da utilização de uma câmara intraoral. Este sistema acabou por ser o grande impulsionador na divulgação do sistema CAD/CAM na Medicina Dentária (Carvalho, 2013)

2.6.3.1. Simulação da Cirurgia

Neste âmbito, a simulação da cirurgia é feita com recurso a um computador, sendo que este vai criar um gráfico tridimensional que depois será usado para a realização de uma análise métrica automatizada, ou seja, vai permitir que o clínico realize uma simulação em tempo real, com os instrumentos cirúrgicos, sobre os tecidos moles e duros, podendo igualmente simular a parte final, ou seja, esta ferramenta representa uma mais-valia, pois pode recorrer dela quer no momento da cirurgia, quer na planificação e treino da mesma (Dandekeri et al., 2013).

De acordo com Dandekeri et al. (2013) e Masri & Driscoll (2015), existem vários modelos de simulação cirúrgica e de imagem em 3D, sendo elas:

- SurgiGuides, Materialise, Leuven, Belgium;
- SIM/Plant, Columbia Scientific Incorporated, Columbia, MD;
- Nobel Guide, Nobel Biocave, Yorba Linda, CA;
- I-Dent Imaging Ltd., HodHasharon, IsraelcoDiagnostiX, IVS Solutions AG, Chemnitz, Germany;
- ImPlacer, Pacific Coast Software Inc., CA.

Em suma, esta é uma prática cada vez mais utilizada, trazendo enormes benefícios quer para a prática clínica e profissionais, quer para os pacientes. (Dandekeri et al., 2013; Shen et al., 2015; Thomé et al., 2009).

2.6.4. 3D

A tecnologia tridimensional (3D) conseguiu alcançar uma vasta aceitação em medicina dentária, tendo sido usada para planeamento de tratamento e orientação cirúrgica. (Ye, Zhao, Wang, Jiang, & Yang, 2018)

Devido ao rápido avanço da tecnologia, as limitações e desvantagens do procedimento cirúrgico clássico tornaram-se evidentes (Ye et al., 2018).

- Primeiramente, a pesquisa pelo ápice radicular a partir da direção coronal da extremidade da raiz inevitavelmente aumenta o dano e o risco para os tecidos ósseos não patológicos.
- Em segundo lugar, a radiografia convencional mostra apenas imagens bidimensionais, não havendo uma representação precisa e distinta da lesão.

- Por último, os cirurgiões endodônticos inexperientes tendem a apresentar dificuldades em equilibrar a limitação dos danos aos tecidos ósseos e a obtenção de acesso visual e cirúrgico suficiente para a ressecção e o preenchimento da raiz. Nesse sentido com recurso à tecnologia da TCFC, CAD e impressão 3D, esses problemas podem ser resolvidos.

A tecnologia de prototipagem rápida, também conhecida como impressão 3D, é uma técnica que permite a criação de modelos complexos e que são submetidos ao computador em três dimensões, ou seja, é um sistema CAD/CAM, em que “os protótipos são fabricados numa impressora 3D por adição de camadas sequenciais de materiais que se vão polimerizando e aderindo às camadas anteriores” (Balem, 2010; Coutinho et al., 2014).

Assim sendo, a tecnologia de impressão 3D tem sido usada no planeamento de tratamento, orientação cirúrgica e produção de modelos dentários para aparelhos em cirurgia ortognática, cirurgia maxilo-facial, cirurgia de implantes, ortodontia, prótese dentária e na endodontia tem vindo a ganhar aplicação. A alta precisão da impressão 3D tornam essa tecnologia muito promissora (Ye et al., 2018).

Devido aos avanços na tecnologia da informação, abrangendo a disponibilidade de software de código aberto / económico, possibilitou-se uma interação no que diz respeito ao funcionamento entre sistemas de planeamento virtual 3D, dispositivos de imagem 3D e impressoras 3D para produzir, manusear e processar dados com eficiência para o design e produção de impressoras 3D (Shah & Chong, 2018).

As TCFC possuem dados de imagem 3D e existem como um Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Através do formato DICOM, simplifica-se a transferência de imagens médicas e dados relacionados entre dispositivos de computador produzidos por vários fabricantes e atuando em diferentes plataformas (Shah & Chong, 2018).

Os dados volumétricos (formato DICOM) das TCFC são obtidos a partir de sistemas de planeamento virtual 3D. Estes usam software personalizado e específico para converter os dados no formato de arquivo STL (Standard Tessellation Language), ou seja, informaticamente, (virtual) é-nos permitido retratar a superfície dos objetos impressos a 3D (Shah & Chong, 2018).

A imagem 3D resultante, criada por computador vai ser editada com um design auxiliado por computador (CAD) ou software de planificação de implantes de forma a ser

produzida uma planta do objeto impresso em 3D. O design acabado é depois fatiado digitalmente e exportado para uma impressora 3D para fabrico (Shah & Chong, 2018).

O pós-processamento é, geralmente, necessário para o requinte final do objeto impresso em 3D e pode envolver fortalecimento, tratamento adicional, e / ou remoção de suportes (Shah & Chong, 2018).

De acordo com as técnicas de impressão 3D adequadas para a criação de objetos impressos em 3D, temos como técnicas comuns:

2.6.4.1. Estereolitografia

- A estereolitografia (SLA) é das técnicas mais antigas de impressão, sendo uma das mais usadas na medicina dentária (Kim et al. 2016). A SLA opera através da adição de uma camada de resina líquida fotopolimerizável e a sua polimerização com recurso a uma fonte de luz ultravioleta. Durante um processo sequencial, as camadas unem-se para formar uma massa sólida, começando o objeto a ganhar forma e definição. É usualmente empregue na conceção de modelos para diagnóstico e simulação cirúrgica, bem como outros dispositivos tais como guias cirúrgicas (Anderson, Wealleans, & Ray, 2018).

2.6.4.2. Modelagem de deposição por fusão

- Modelagem de deposição por fusão (MDF), ou seja, o material fundido vai ser depositado, sob a forma de camadas, necessitando a utilização de materiais termoplásticos (Anderson et al., 2018). As impressoras que atuam de acordo com esta técnica operam através de um fio de polímero que é aquecido e liquefeito aquando da sua chegada à cabeça de impressão, em seguida é depositado em camadas tão finas como 125µm (Oskui et al., 2016).
- A MDF é geralmente menos precisa e mais barata que outros métodos de impressão 3D, no entanto, apenas tem sido mencionada para a aquisição de polímeros sintéticos na bioengenharia do tecido ósseo, com o propósito de fabrico de membranas com estrutura de poros altamente interconectável e controlável (Anderson et al., 2018).

2.6.4.3. Sinterização seletiva por laser

- Sinterização seletiva a laser (SSL), que funde pequenas partículas de polímero termoplástico, metal, cerâmica ou vidro em camadas superficiais sucessivas utiliza lasers pulsados de alta potência. Cada camada de superfície sinterizada é atualizada com material em pó por um rolo ou lâmina (Shah & Chong, 2018).
- Os materiais a utilizar definem o subtipo de sinterização a laser de que se trata. Desta forma, para a produção de objetos a partir de pó de cerâmica ou polímeros é empregue o termo sinterização a laser seletiva (SSL) (Gu et al., 2016). Para o processo no qual são obtidos objetos de metal é, por sua vez, usado o termo sinterização a laser de fusão (Abduo, Lyons, & Bennamoun, 2014).

2.6.4.4. Impressão inkjet

- Podemos comparar este método ao da impressora usada nas impressões 2D. O material de impressão (pó), é colocado sob gotas de um agente de ligação na área desejada. O material, camada por camada, solidifica, e o pó que não sofreu a ação do agente ligante é solto e a impressora passa à próxima camada. O objeto vai ganhando forma até apresentar a anatomia final projetada no sistema CAD (Gu et al., 2016).

Este tipo de impressão tem como principais vantagens:

- 1) Alta resolução, relação mais próxima com a “bioimpressão”, a impressão não usa tinta ou outros materiais inertes, usa estruturas com a incorporação direta de células;
 - 2) Capacidade única de usar pós com distintas origens, autorizando a obtenção de um objeto heterogêneo, composto por diferentes materiais integrados nas distintas camadas.
- Nesta tecnologia destacam-se materiais como é o caso dos termoplásticos (ceras/resinas e alguns tipos de filamentos) (Chia & Wu, 2015).

Em síntese, no que diz respeito à produção de dispositivos médico-dentários, as impressoras 3D já se encontram suficientemente desenvolvidas. Porém, o grande desafio são os materiais de impressão, uma vez que na maioria dos casos, diferem entre as distintas técnicas de impressão 3D, e materiais possíveis em medicina dentária, mas que ainda não estão disponíveis para utilizar na impressão 3D. Os materiais disponíveis até à data surgem na forma de cerâmicas, polímeros e metais.

Deste modo, consoante o dispositivo pretendido, assim como o fim a que se designa, para utilizar a impressão 3D, cada profissional tem que optar pela técnica e equipamento que possibilita uma resposta adequada para a obtenção do mesmo (Chia & Wu, 2015).

Os aparelhos tridimensionais de imagem empregues na cirurgia oral e maxilofacial, para a observação de estruturas anatómicas, possibilitam um diagnóstico rigoroso, assim como uma planificação precisa de tratamentos cirúrgicos, conforme na cirurgia guiada de implantes, através da utilização de modelos para preparação e inserção no lugar do implante (Strbac et al., 2017).

Introduziram-se, recentemente, modelos como este na terapia endodôntica. Sendo que esses procedimentos inovadores de tratamento utilizando modelos também podem ser implementados num futuro, em tratamentos endodônticos cirúrgicos, possibilitando uma planificação antecipada e com intervenções cirúrgicas guiadas (Strbac et al., 2017).

A tecnologia 3D acima descrita tem a capacidade de substituir o treino individualizado e / ou a experiência clínica necessária para tratar esses casos difíceis, permitindo a muitos dentistas alcançar resultados previsíveis sem a necessidade de manobras cirúrgicas extensas. Com recurso à projeção virtual, foi possível criar um modelo minucioso e preciso, permitindo que dentes e ossos adjacentes fossem salvos de danos acidentais. Este tipo de conduta irá eliminar a imprevisibilidade da ressecção radicular e osteotomia, tornando um procedimento clínico desafiador relativamente simples de gerir (Ye et al., 2018).

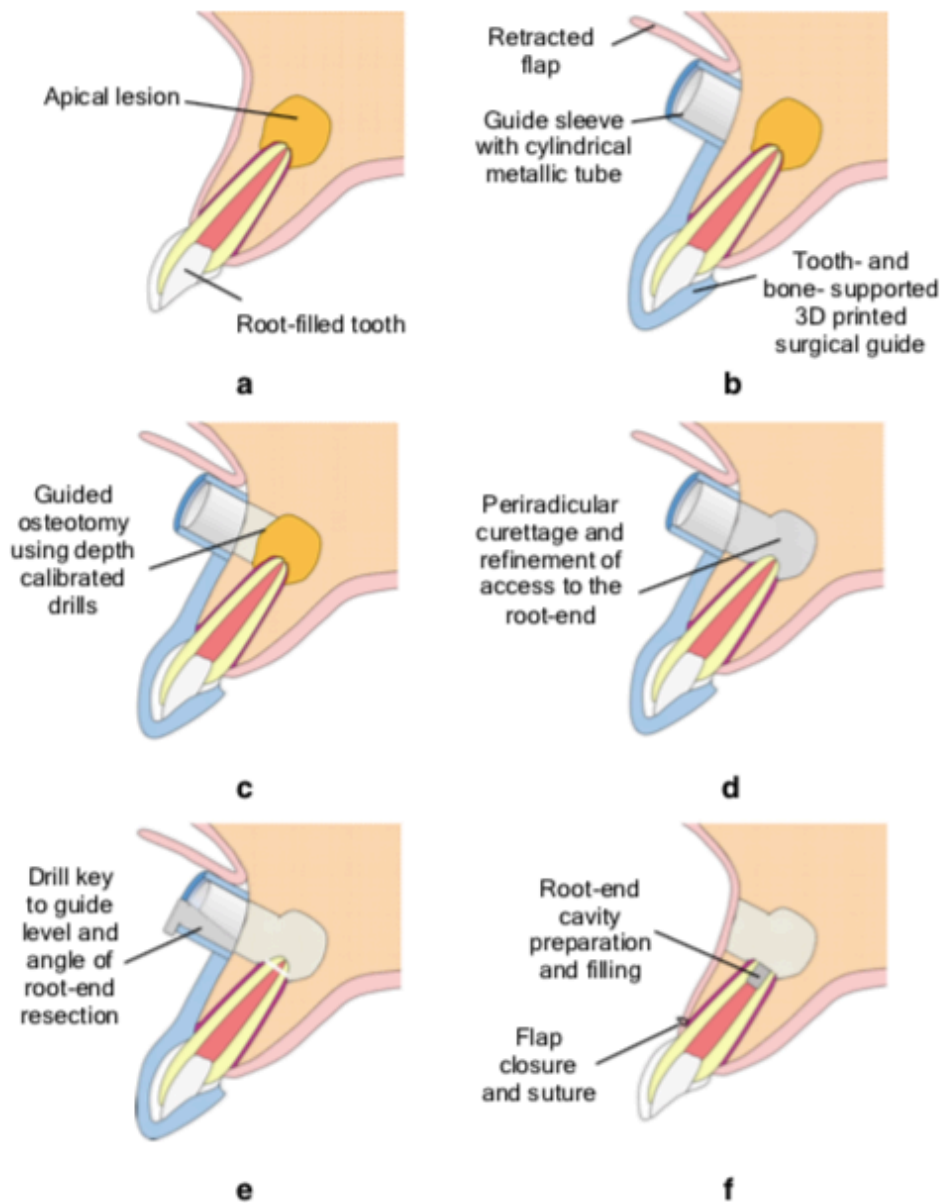


Figura 13 - Tratamento cirúrgico endodôntico auxiliado por um guia cirúrgico impresso em 3D para procedimentos precisos de osteotomia e ressecção da raiz. a) Dente tratado endodônticamente, necessita intervenção cirúrgica. b) Elevação e retração do retalho e um guia cirúrgico impresso em 3D, apoiado em dentes e ossos, posicionado de forma estável, para localizar o local da osteotomia. c) Remoção guiada do osso cortical. d) Remoção do tecido perirradicular inflamado / infetado e exposição da ponta da raiz. e) Inserção de uma chave de broca na luva guia para direcionar a ressecção da extremidade da raiz. f) Encerramento e sutura do retalho (Fonte: Shah & Chong, 2018)

Este procedimento ainda tem algumas limitações. Quando a lesão está numa região posterior, o modelo ainda pode ser fabricado e posicionado, mas não haverá área suficiente para a broca. Os valores do planeamento 3D e o fabrico do modelo direcional ainda são considerados altos, contudo, esses custos serão diminuídos no futuro, devido ao acelerado desenvolvimento da tecnologia digital na medicina dentária (Ye et al., 2018).

2.6.5. Acesso Endodôntico Guiado – Modelos/Guias

O procedimento endodôntico com a utilização de modelos e guias em 3D foi recentemente introduzido na cirurgia endodôntica para preparação cavitária e localização do canal radicular (Strbac et al., 2017).

Na endodontia cirúrgica, podemos adaptar o uso das guias cirúrgicas impressas em 3D quando há dificuldade em determinar o nível de ressecção da raiz, o local da osteotomia, em casos complexos ou até num carácter mais educativo (Shah & Chong, 2018).

Algumas dessas estruturas que tornam complexa a abordagem cirúrgica do ápice radicular é o caso do nervo alveolar inferior, pontas das raízes adjacentes, o forâmen mentoniano e o seio maxilar (Ahn et al., 2018).

Os médicos continuam a deparar-se com obstáculos nos casos em que as estruturas anatómicas se aproximam da extremidade da raiz ou situações de molares posteriores, conduzindo muitas vezes à extração de dentes que, de outro modo, poderiam ser reparados (Anderson et al., 2018).

Numa abordagem cirúrgica, guias impressas em 3D podem ser utilizadas no tratamento de raízes únicas ou múltiplas com localização anterior ou posterior, uma vez que se pretende produzir um modelo cirúrgico individual, utiliza-se os arquivos de scan ótico e DICOM radiográficos de forma combinada (Strbac et al., 2017).

A endodontia cirúrgica guiada obedece a uma rigorosa planificação do tratamento, que inclui a conclusão do design do guia cirúrgico impresso em 3D, utilizando o software de planeamento de implantes carregado com os conjuntos de dados correspondentes de CBCT e de scan ótico (Shah & Chong, 2018).

Nesse seguimento, durante a fase CAD, uma renderização em 3D do local da cirurgia é utilizada para delinear um stent individualizado que reproduz o ponto de acesso planeado por exemplo para uma osteotomia. Quando o design é terminado, o arquivo STL

é transferido para uma impressora 3D e é fabricado um guia cirúrgico que reproduz o caminho de acesso planejado. (Anderson et al., 2018).

Para a produção de um modelo cirúrgico preciso, vai ser necessário ter em atenção alguns parâmetros, incluindo uma seleção adequada do caso e um design meticuloso. (Ahn et al., 2018).

As restaurações metálicas podem causar sobreposições, havendo dispersão nas imagens de TCFC, originando imprecisão nos modelos digitalizados. Portanto, no que diz respeito ao modelo cirúrgico, é limitado em pacientes com próteses metálicas. Nestas situações, anteriormente descritas, consideram-se outras opções, é o caso dos pontos de referência artificiais. Além disso, é indispensável um planejamento minucioso para direcionar com precisão o pino-âncora para o ápice da raiz, evitando estruturas, como os lábios e bochechas. A introdução de um modelo cirúrgico guiado por CAD / CAM na cirurgia endodôntica ajuda a reduzir a extensão da osteotomia e auxilia na localização do ápice radicular, quando estamos perante casos com uma placa óssea vestibular intacta e espessa (Ahn et al., 2018).

O modelo cirúrgico seria, assim, útil na cirurgia apical em dentes com estruturas anatómicas problemáticas. Para além do mais, o tempo cirúrgico diminuiria pela redução do tempo consumido para procurar o ápice radicular, embora o tempo de preparação para a cirurgia pudesse aumentar, pois o design e a produção dos stents cirúrgicos levam algum tempo (Ahn et al., 2018).

São introduzidos instrumentos piezoelétrico na cirurgia endodôntica, para garantir a plenitude dos ápices radiculares. Eles garantem uma abordagem segura e precisa, cortando de forma seletiva os tecidos mineralizados, como ossos, e a conservação dos tecidos moles, como vasos sanguíneos, nervos e mucosa (Strbac et al., 2017).

Nesse sentido, as aplicações cirúrgicas da impressão com recurso aos guias derivados da TCFC, possibilitaram osteotomias localizadas com mais exatidão do que uma técnica tradicional à mão livre (Strbac et al., 2017).

Foi demonstrado recentemente por Strbac et al., uma descrição de um caso onde apresentaram todo o planejamento do tratamento, assim como a utilização de guias cirúrgicas impressas em 3D de forma a executar ressecções radiculares em dentes posteriores superiores, mais concretamente primeiro molar e segundo pré-molar, com lesões periapicais e osteotomias pré-definidas. Após a elevação e retração do retalho, recorreu-se ao uso de instrumentos piezoelétricos direcionados pelas guias cirúrgicas impressas em 3D com apoio de dentes e ossos para realizar as osteotomias e as ressecções

radiculares. Utilizaram-se as guias cirúrgicas para localizar o material que extravasou aquando de preenchimento da raiz para remoção exata, sem perfurar a membrana sinusal.

A cicatrização das lesões periapicais foi demonstrada radiograficamente durante o primeiro ano. Os benefícios da endodontia cirúrgica guiada envolvem menor incómodo pós-operatório, menor tempo de intervenção e maior exatidão (Strbac et al., 2017).

São raros os casos publicados acerca desta temática, sendo este um dos únicos que foi publicado, apresentando o uso de guias impressas em 3D em endodontia cirúrgica. No entanto, como a endodontia cirúrgica é menos recomendada e efetuada, há necessidade de guias cirúrgicos impressos em 3D para incitar a obtenção de aptidões e facilitar a gestão de casos complexos. Consequentemente, mais pesquisas são essenciais de forma a investigar as técnicas empregues na endodontia cirúrgica guiada, assim como os seus potenciais benefícios na educação de medicina dentária (Strbac et al., 2017).

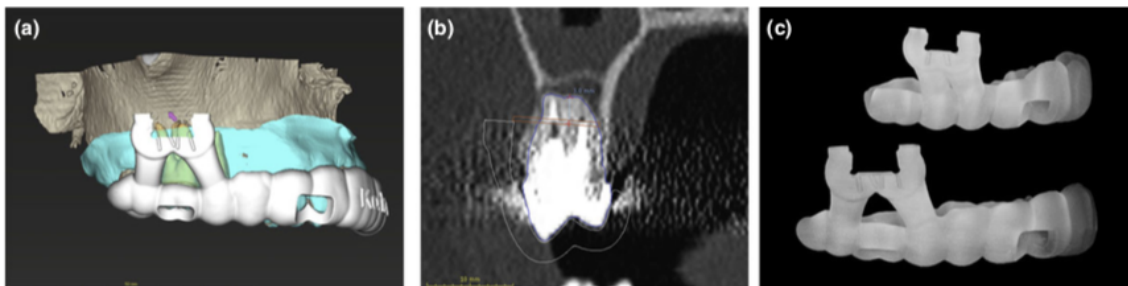


Figura 14 - EMS guiado. (a) Observação de arquivos DICOM pré-operatórios com scan intraoral sobreposta durante o pré-planeamento do tamanho da osteotomia para o dente nº 3 com o auxílio de pinos cirúrgicos virtualmente posicionados (1,5 mm de diâmetro); ilustração exibindo o modelo cirúrgico do dente nº 3 para abordagem cirúrgica guiada; linhas verticais no modelo cirúrgico 3D representam o contorno radicular de cada raiz para melhor visualização durante a ressecção das raízes com o instrumento piezoelétrico; objeto na cor rosa mostra o material de guta-percha extrudado segmentado para deteção e remoção durante a intervenção cirúrgica; (b) Fatia coronal do dente nº 4, visualizada no software de planeamento cirúrgico, apresentando nível de ressecção apical pré-planeada de 3 mm dentro das limitações do modelo cirúrgico; (c) modelos cirúrgicos impressos em 3D dos dentes nº 3 e nº 4 para intervenção cirúrgica guiada (Adaptado de Strbac et al., 2017)

2.6.6. Vantagens/Desvantagens

Todas as tecnologias novas apresentam pontos fortes e fracos, sendo que na literatura vamos encontrando exemplos que demonstram essas mesmas posições.

Na cirurgia guiada, o seu principal recurso é a TCFC, sendo que, ao nível das vantagens, pode-se quase afirmar que estas são intrínsecas, ou seja, as imagens da TCFC

fornece uma perspectiva que pode ser observada de qualquer ângulo, dando ainda a possibilidade de se poderem observar em detalhe todas as estruturas anatómicas mineralizadas (Masri & Driscoll, 2015).

Por sua vez, no que concerne às guias estereotáxicas, pode-se referir que estas permitem um controlo mais efetivo e, face à cirurgia tradicional, apresentam um risco residual (Bilhan et al., 2012).

Shen et al. (2015) refere algumas das vantagens na utilização cirúrgica, a saber:

- Maior segurança;
- Maior eficiência;
- Menos invasivas;
- Esteticamente melhor;
- Precaver as situações de aumento do seio maxilar.

Por sua vez, no que diz respeito às desvantagens no recurso à TCFC em consonância com esta técnica. Segundo Masri & Driscoll (2015), refere-se a elevada radiação ionizante em relação ao uso de modalidades de imagem panorâmica. Desta forma, o médico dentista deverá estar atento a todas estas informações, nomeadamente em relação às doses de radiação que possam ser determinadas pelo tratamento a efetuar, tendo especial atenção às contra-indicações destas radiações.

Outro dos pontos menos positivos da TCFC é a escassa informação sobre os tecidos moles, como é o caso dos gânglios linfáticos e os vasos sanguíneos. Assim, para se obter informação sobre estes aspetos, existem outras formas de imagem como é o caso da ressonância magnética e dos ultra-sons, isto nas situações em que o médico dentista considere relevante obter informação acerca dos mesmos (Masri & Driscoll, 2015).

Outra das desvantagens da TCFC é a possibilidade de poder surgir na imagem formas estranhas, o que pode provocar uma deformação da mesma, o que obrigará a uma repetição do exame de diagnóstico. Estas formas podem ser somente por causalidade de movimento, ou seja, quando o paciente se move sem querer, ou ainda pela dispersão do feixe que pode ser provocado por anteriores restaurações que contêm metal ou bastante radiopacos (Masri & Driscoll, 2015).

Masri & Driscoll (2015) citam alguns estudos e concluem que, ao nível de desvantagens cirúrgicas, está a fratura da guia cirúrgica, cujo domínio é grande com uma taxa que ronda os 70%. Na mesma linha de pensamento, as autoras referem que, ao nível da colocação de próteses cerca de 39%, durante o processo de reabilitação, ocorre

um desajustamento, o que traz complicações futuras, mas que está apenas relacionada somente com a prótese e não com o implante.

Dandekeri et al., (2013) refere que as guias fabricadas de modelos estereotáxicos apresentavam algumas desvantagens, sendo elas:

- A falta de controlo manual e de sensibilidade durante a cirurgia;
- Doentes que tenham pouca abertura bucal não podem utilizar as guias;
- Possibilidade de dano nas estruturas nobres.

Porém, ao nível da reabilitação, a taxa é bastante elevada, sendo que a taxa de sobrevivência do implante após um ano decorrido da intervenção situa-se entre os 89% e os 100%, sendo a média de 97%. Já a taxa de sobrevivência da prótese tem uma variação que vai desde os 62% e os 100%, sendo a média de 95% (Masri & Driscoll, 2015).

III. CONCLUSÃO

Ao longo desta monografia, foram abordados diversos temas que procuraram ir ao encontro da ideia principal do estudo. Desta forma, sendo que o tema central enfoca a cirurgia endodôntica, esta não deverá ser vista como a alternativa ou a solução para tratamentos que não tenham surtido o efeito desejado, mas sim como uma opção em casos nos quais o resultado final seria a extração em vez da reparação. Embora as técnicas atuais estejam bastante avançadas, o recurso à cirurgia deverá ser sempre o último, ou seja, quando todas as hipóteses convencionais se esgotam.

Não obstante, tal como já advogado, a microcirurgia evoluiu fortemente, constituindo-se como um recurso nas situações em que o tratamento tradicional não funciona. Os grandes avanços prendem-se com a existência de melhores instrumentos microcirúrgicos.

Ao longo do estudo, torna-se inegável que a medicina dentária em conjunto com as novas tecnologias digitais estão a contribuir fortemente para o bem-estar e aumento da qualidade de vida do ser humano, pois torna-se visível a busca por tratamentos que sejam cada vez mais inovadores e funcionais, com carácter de longa duração e que, ao mesmo tempo, sejam cada vez menos invasivos.

Como tal, deverá existir sempre uma rigorosa planificação e avaliação antes de se iniciar qualquer procedimento cirúrgico e de forma individualizada, para que a viabilidade e o sucesso sejam a garantia.

Podemos atestar ao longo desta revisão, como o exame radiológico é uma parte essencial do diagnóstico, assim como na gestão dos tratamentos endodônticos. Pois, apesar da radiografia intraoral ser a técnica de imagem de eleição no tratamento endodôntico, a TCFC parece proporcionar uma autenticidade e confiabilidade superiores na deteção de lesões periapicais, podendo vir a tornar-se a primeira escolha para o planeamento do tratamento endodôntico e avaliação de resultados, sobretudo quando novos *scanners* com doses de radiação menores e melhores resoluções se tornarem disponíveis.

No futuro, o uso disseminado da tecnologia de impressão 3D em endodontia será possível à medida que novas pesquisas e desenvolvimentos ocorrerem.

No que diz respeito ao acesso endodôntico guiado, o resultado dessa abordagem cirúrgica parece promissor, uma vez que já foi possível realizar osteotomia guiada,

localização do ápice e ressecção radicular, conforme planeado e com consideração adequada das diretrizes recomendadas para o tratamento endodôntico cirúrgico moderno.

No entanto, são muito poucos os casos já realizados utilizando esta técnica, assim sendo, mais estudos clínicos devem ser realizados para garantir a sua viabilidade e precisão, de forma a assegurar a confiabilidade desse método no futuro.

IV. BIBLIOGRAFIA

Ahn, S. Y., Abduo, J., Lyons, K. & Bennamoun, M. (2014). Trends in computer-aided manufacturing in prosthodontics: a review of the available streams. *International Journal of Dentistry*, 2014, 1-16. doi: 10.1155/2014/783948

Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: options for practical implementation. *Journal of prosthodontic research*, 60(2), 72-84. doi: 10.1016/j.jpor.2016.01.003

American Association of Endodontists (2010). *Contemporary Endodontic Microsurgery: Procedural Advancements and Treatment Planning Considerations*. Chicago: American Association of Endodontists

Arisan, V., Karabuda, Z. C., & Ozdemir, T. (2010). Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography based clinical comparative study. *Journal of Periodontology*, 81(1), 43–51. doi: 10.1902/jop.2009.090348

Balem, F. P. (2010). *A Utilização Da Prototipagem Rápida Na Odontologia*. Porto Alegre, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10183/25026>

Bilhan, H., Arat, S., Mumcu, E., Geckili, O., & Sakar, O. (2012). Precision of implant placement with stereolithographic templates: a pilot in vitro study. *The Journal of Oral Implantology*, 38(5), 569–74. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-10-00109

Cassetta, M., Mambro, A., Giansanti, M., Stefanelli, L. V., & Cavallini, C. (2013). The intrinsic error of a stereolithographic surgical template in implant guided surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(2), 264–275. doi: 10.1016/j.ijom.2012.06.010

Carvalho, B. (2013). *Medicina Dentária Digital - Presente e Futuro* (Master's thesis, Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde). Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/61016378.pdf>

Chia, H.N. & Wu, B.M. (2015). Recent advances in 3D printing of biomaterials. *Journal of biological engineering*, 9(1), 1-14. doi: 10.1186/s13036-015-0001-4

Chong, B. S., & Rhodes, J. S. (2014). Endodontic surgery. *British Dental Journal*, 216(6), 281–290. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.220

Cohen, S. & Hargreaves, K. (2011). *Caminhos de Polpa*. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier

Correia, F., & Salgado, A. (2012). Tomografia computadorizada de feixe cônico e a sua aplicação em Medicina Dentária. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria E Cirurgia Maxilofacial*, 53(1), 47–52. doi: doi.org/10.1016/j.rpemd.2011.11.010

Dandekeri, S. S., Sowmya, M. K., & Bhandary, S. (2013). Stereolithographic Surgical Template: A Review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 7(9), 2093–5. doi: 10.7860/JCDR/2013/6052.3418

Davidowitz, G. & P.G. Kotick, P.G. (2011). The use of CAD/CAM in dentistry. *Dental Clinics of North America*, 55(3), 559-70. doi: 10.1016/j.cden.2011.02.011

Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, 219, 521–529. doi: doi: 10.1038/sj.bdj.2015.914

Eliyas, S., Vere, J., Ali, Z. & Harris, I. (2014). Micro-surgical endodontics. *British Dental Journal*, 216, 169-177. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.142

Emami, E., Souza, R. F., Kabawat, M. & Feine, J. S. (2013). The impact of edentulism on oral and general health. *International Journal of Dentistry*, 2013, 1-7. doi: 10.1155/2013/498305

Evans, G. E., Bishop, K. & Renton, T. (2012). Update of guidelines for surgical endodontics – the position after ten years. *British Dental Journal*, 212, 497-498. doi: 10.1038/sj.bdj.2012.418

Gu, G.X., Su, I., Sharma, S., Voros, J., Qin, Z. & Buehler, M. (2017). Three-Dimensional-Printing of Bio-Inspired Composites. *Journal of Biomechanical Engineering*, 138(2), 021006. doi: 10.1115/1.4032423

Gutmann, J. L. (2014). Surgical endodontics: past, present and future. *Endodontic Topics*, 30, 29-43. doi: 10.1111/etp.12058

Tavares, W. L. F., Viana, A. C. D., Machado, V. C., Henriques, L. C. F., & Sobrinho, A. P. R. (2018). Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. *Journal of Endodontics*, 44(7), 1195–1199. doi: 10.1016/j.joen.2018.04.014

Hargreaves, K. M. & Berman, L.H. (2016). *Cohen's Pathways of the Pulp*. St. Louis, Missouri: Elsevier

Ingle, J. I., Bakland, L. K. & Baumgartner J. C. (2009). *Ingle's endodontics 6*. Hamilton, Ontario: BC Decker

Jung, Y., & Cho, B. (2015). Assessment of maxillary third molars with panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *Imaging Science in Dentistry*, 45 (4) 233–240. doi: 10.5624/isd.2015.45.4.233

Kang, S., Hyeon-Cheol, K., Chan-Young, I. & EuiSeong, K. (2016). Scanning electron microscopic examination of resected root apices obtained from endodontic microsurgery. *Scanning*, 38(5), 455-461. doi: 10.1002/sca.21296

Karabucak, B. & Setzer, C. (2009). Conventional and surgical retreatment of complex periradicular lesions with periodontal involvement. *Journal of Endodontics*, 35(9), 1310-1315. doi: 10.1016/j.joen.2009.05.007

Kim, E. et alii (2008). Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal-endodontic origin. *Journal of Endodontics*. v.34, pp. 546–551

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. *Journal of Endodontics*, 44(4), 665–670. doi: 10.1016/j.joen.2017.12.009

Kim, S. e Kratchman, S. (2006): Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice:A Review. *Journal of Endodontics*, 32, pp 601-623

Martins, C., Rosa, S., Norton, A. A., & Silva, C. & Andrade, D. C. (2011). Digitalização 3D em Medicina Dentária. *Inoclusões*. Retrived from http://paediatric-dentistry.com/docs/2011_ART_DIGIT_3D_MED.pdf

Masri, R., & Driscoll, C. F. (2015). *Clinical Applications of Digital Dental Technology*. Ames, Iowa: Wiley Blackwell.

Neville, B.W., Damm, D.D., Bouquot, J.E., Allen, C.M. (2009). *Patologia oral e maxilofacial*. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier

Novellino, M. M., Sesma, N., Laganá, D. C., & Ferrari, G. (2013). Linear and angular deviations of implants placed in experimental casts with stereolithographic drill guides fixed by o’ring ortho implant devices. *Brazilian Dental Journal*, 24(4), 391–396. doi: 10.1590/0103-6440201302012

Oskui, S. M., Diamante, D., Liao, C., Shi, W., Gan, J., Schlenk, D. & Grover, W. (2016). Assessing and Reducing the Toxicity of 3D-Printed Parts. *Environmental Science & Technologg Letters*, 3, 1-6. doi: 10.1021/acs.estlett.5b00249

Pascual, D., & Vaysse, J. (2016). Chirurgie implantaire et prothèse guidées et assistées par ordinateur: le flux numérique continu. *Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale*, 117(1), 28-35. doi: 10.1016/j.revsto.2015.11.011

Pereira, R. (2011). Apicectomy - Tratamento Clínico-Cirúrgico de problemas Endodônticos. *Revista da Ordem dos Médicos Dentistas*, 11, 18-23

Rhodes, J. (2016). *Advanced Endodontics: Clinical Retreatment and Surgery*. Abingdon, Reino Unido : Taylor & Francis

Rubinstein, R. & Torabinejad, M. (2004). Contemporary endodontic surgery. *Journal of the California Dental Association*, 32 (6), 485-492

Schulz, M., Von Arx, T., Altermatt, H.J. & Bosshardt, D. (2009) Histology of periapical lesions obtained during apical surgery. *Journal of Endodontics* 35 (5), 634-642. doi: 10.1016/j.joen.2009.01.024

Seedat, H., van der Vyver, P., & de Wet, F. (2018). Micro-endodontic surgery - Part 1: Surgical rationale and modern techniques. *South African Dental Journal*, 73(3), 146–153

Setzer, F. C., Shah, S.B., Kohli, M., Karabucak, B. & Kim, S. (2010). Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature - Part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1757–1765. doi: 10.1016/j.joen.2010.08.007

Setzer, F. C., Kohli, M. R., Shahet, S. B., Karabucak, B. & Kim, S. (2012). Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature - Part 2: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with and without the Use of Higher Magnification. *Journal of Endodontics*, 38(1), 1-10. doi: 10.1016/j.joen.2011.09.021

Shen, J., Zhang, H., Gao, J., Su, X., Chen, Y. & Han, L. (2016). Short-term observation of clinical and radiographic results of periapical microsurgery: a prospective study. *Biomedical Research*, 27(3), 923-928. Retrived from <http://www.biomedres.info/biomedical-research/shortterm-observation-of-clinical-and-radiographic-results-of-periapical-microsurgery-a-prospective-study.pdf>

Song, M., Kim, H., Lee, W. & Kim, E. (2011). Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1516-1519. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.032

Strbac, G. D., Schnappauf, A., Giannis, K., Moritz, A., & Ulm, C. (2017). Guided modern endodontic surgery: a novel approach for guided osteotomy and root resection. *Journal of Endodontics*, 43(3), 496–501. doi: 10.1016/j.joen.2016.11.001

Sun, Y., Luebbbers, H.T., Agbaje, J.O., Politis, C. Slycke, S. & Vrielinck, L. (2015). Accuracy of dental implant placement using stereolithographic template. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17(5), 862–870. doi: 10.1111/cid.12189

Taschieeri, S. & Del Fabbro, M. (2009). Endoscopic endodontic microsurgery: 2-year evaluation of healing and functionality. *Brazilian Oral Research*, 23(1), 23-30. Retrived from <http://www.scielo.br/pdf/bor/v23n1/a05v23n1.pdf>

Tavares, W., Lopes, R., Henriques, L. Menezes, G. & Sobrinho, A. (2011). Modern endodontic microsurgery treatment improves the outcome of challenging cases: A series report. *Dental Press Endodontics*, 1(2), 81-88. Retrived from: <https://us-central1-dental-press.cloudfunctions.net/pdf/801208108>

Thomé, G., Hermann, C., Thomé, J. G. de P., Sartori, I. A. de M., & Melo, A. C. M. (2009). O Uso da cirurgia guiada na reabilitação unitária em região estética. *Jornal do ILAPEO*, 3(3). Retrived from <http://www.ilapeo.com.br/img/periodicos/pt/00000012.pdf>

Tsesis, I., Faivisbevsky, V., Kfir, A. & Rosen, E. (2009). Outcome of surgical endodontic treatment performed by a modern technique. *Journal of Endodontics*, 35(11), 1505-1511. doi: 10.1016/j.joen.2009.07.025

Torabinejad, M., Corr, R., Handysides, R. & Shabahang, S. (2009). Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 35(7), 900-937. doi: 10.1016/j.joen.2009.04.023