

Lucas Lisboa Araújo

Obturação no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico – Uma Abordagem Atual

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014

Lucas Lisboa Araújo

Obturação no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico – Uma Abordagem Atual

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014

Lucas Lisbôa Araújo

Obturação no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico – Uma Abordagem Atual

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

(Lucas Lisbôa Araújo)

Resumo

A Endodontia é a área da Medicina Dentária que se encarrega do estudo, prevenção e tratamento das patologias que afetam o tecido pulpar e tecidos periapicais.

Nos últimos anos, podemos afirmar que a Endodontia sofreu uma evolução sem precedentes. A descoberta de novos conceitos biológicos, o progresso tecnológico e a introdução de novos equipamentos como o microscópio clínico, localizadores apicais eletrônicos, novos sistemas de instrumentação e de obturação, entre outros. Proporcionaram sem margem de dúvida a execução de um tratamento Endodôntico com melhores taxas de sucesso e concretizados em menor tempo, em virtude da melhor destreza técnica que oferecem ao Médico Dentista.

A etapa obturadora foi uma das fases do TENC que mais progrediu, não só devido à investigação e introdução de novos materiais biocompatíveis, como também graças a estudos no âmbito da microbiologia, do espaço físico do sistema de canais radiculares e o desenvolvimento de técnicas que proporcionam o preenchimento tridimensional dos canais com um selamento hermético e asséptico, criando assim condições para o reparo tecidular de tecidos periapicais e a redução de processos inflamatórios.

Esta revisão tem como principal finalidade realizar um historial atual das publicações no contexto da fase obturadora do tratamento Endodôntico não cirúrgico, abordando não só temas que fazem parte do passado e história da obturação Endodôntica como também de técnicas e materiais atuais promissores na área da obturação.

Abstract

Endodontics is the area of dentistry that is in charge of the study, prevention and treatment of diseases affecting the dental pulp and periapical tissues.

In recent years, we can undeniably say that Endodontics has undergone unprecedented development. The discovery of new biological concepts, technological progress and the introduction of new equipment such as the clinical microscopy, electronic apex locators, new instrumentation systems and obturation. Provided with no margin of a doubt the execution of Endodontic treatments with better success rates, achieved in less clinical time, thanks to the better technical skills that these materials provide to the Dentist.

The obturation of root canals was one of the steps in the Endodontic treatment which evolved greatly, not only because of research and introduction of new biocompatible materials, but through studies on the microbiology, physical space of the root canal system and the development of techniques that provide the root canal system with a filling material which is aseptic airtight and sealing which creates proper conditions for periapical tissue repair and the reduction of inflammatory processes.

This review is primarily intended to perform a current record of publications in the context of the obturation phase of nonsurgical Endodontic treatment. Addressing not only issues that are part of the past and history of Endodontic obturation as well as current and promising materials and techniques in this field.

Dedicatórias

Gostaria de dedicar este trabalho ao meu pai, por todo o amor, sacrifício e dedicação que depositou em mim desde o momento em que nasci. Obrigado pai, és um exemplo para mim e sem ti não conseguiria ter atingido os meus objetivos.

Á minha querida mãe, por me apoiar e ter guiado o meu percurso educativo desde os meus anos de infância. O teu amor não tem comparação.

Ao meu irmão, que está sempre disponível para me ajudar e a quem tenho muito carinho.

Aos meus melhores amigos, por terem estado sempre ao meu lado ao longo de todo este percurso académico.

Á minha família, que é a grande bênção da minha vida.

Ao meu tio Leo, por todos os ensinamentos que me transmitiu durante os estágios de verão e pelo carinho que tem por mim.

Á Doutora Ana Lídia, por ter inculcido em mim o gosto pela Endodontia.

Aos Autores citados nesta monografia, pois somente graças ao vosso esforço e espírito de investigação foi possível realizar este trabalho.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor Miguel Albuquerque Matos,

Obrigado por todo o seu esforço e atenção, pois sei que orientar uma tese de mestrado não é propriamente fácil.

Devo-lhe a si um agradecimento, porque mesmo com tanto trabalho que tem, sempre se demonstrou disponível para me guiar neste projeto.

Índice geral

Introdução.....	1
Material e Métodos.....	2
Desenvolvimento.....	3
I. Introdução ao TENC.....	3
II. Obturação Endodôntica.....	5
III. Panorama Histórico.....	7
IV. Comprimento de Obturação ideal.....	8
V. Momento de Obturação ideal.....	9
VI. Preparação para a Obturação – Desinfecção canal.....	10
VII. Materiais Obturadores - Material Obturador ideal.....	12
1. Cimentos Obturadores – Propriedades do Cimento ideal.....	13
i. Óxido de Zinco Eugenol.....	14
ii. Cimento Hidróxido de Cálcio.....	15
iii. Cimento Ionómero de Vidro.....	17
iv. Cimentos à Base de Resina.....	17
v. Cimentos à Base de Silicone.....	20
vi. Cimentos Biocerâmicos.....	21
2. Materiais Centrais.....	23
i. Cones de Prata.....	24

ii.	Guta-Percha.....	26
iii.	Cones de Guta-percha Revestidos – Activ Gp® e Endorez®.....	28
iv.	Resilon®.....	30
v.	Cones Personalizados.....	33
3.	Técnicas de Obturação.....	34
i.	Condensação Lateral.....	35
ii.	Condensação Lateral Aquecida.....	36
iii.	Compactação Vertical Aquecida.....	38
iv.	Compactação por Onda Contínua de Calor.....	40
v.	Compactação Termomecânica.....	42
vi.	Técnicas de Injeção Termoplástica.....	43
a.	Sistema Obtura®.....	44
b.	Sistema Ultrafil 3D®.....	46
c.	Sistema Calamus®.....	47
d.	Sistema Elements®.....	47
e.	Sistema HotShot®.....	48
f.	Sistema GuttaFlow®.....	48
vii.	Condutores de Guta-percha.....	49
a.	Sistemas SuccessFil® e Alphaseal®.....	51
b.	Sistema SimplyFill®.....	51
viii.	Técnicas Solventes.....	52
ix.	Pastas.....	52

x. Barreiras Apicais	53
VIII. Selamento Intracoronário.....	55
Conclusão	56
Bibliografia.....	58

Índice de Figuras

Figura 1: Molar mandibular esquerdo obturado com cones de prata (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002).....	25
Figura 2: Resilon® Primer e cimento Epiphany Sealer® (adaptado de Endodontics - Arnaldo Castellucci, 1994).....	30
Figura 3: Cone principal customizado por fusão de cones de guta-percha. (adaptado de Endodontics, 2004).....	34
Figura 4: Técnica de condensação lateral (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002).....	36
Figura 5: Ilustração da técnica de condensação vertical a quente (adaptado de Endodontics, 2004).....	39
Figura 6: Unidade de obturação System B® (adaptado de Pathways of the Pulp, 2011)..	41
Figura 7: Sistema Obtura II® para aplicação da técnica de injeção termoplástica e <i>back-filling</i> (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002).....	45
Figura 8: Sistema de obturação Ultrafil 3D® (adaptado de Endodontics - Arnaldo Castellucci, 1994).....	47
Figura 9: Obturador Termafil® (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002).....	50
Figura 10: Mineral trióxido agregado – MTA disponível como ProRoot MTA® (adaptado de Pathways of the Pulp, 2011).....	54

Lista de Abreviaturas e Siglas

TENC – Tratamento Endodôntico não cirúrgico

GP – Guta-percha

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

EDTA – Ácido etilenodiaminotetracético

CHX – Clorhexidina

IKI – Iodeto de potássio

OZE – Óxido de zinco eugenol

HC – Hidróxido de cálcio

Ph – *Power of Hydrogen*

IV – Ionómero de Vidro

RSA – RoekoSeal Automix®

UDMA – Uretano dimetacrilato

MTA – Mineral trióxido agregado

CDC – Cimento-dentina-canal

ISO – *International Organization for Standardization*

mm – Milímetros

° - Graus

% - Percentagem

Introdução

O tratamento Endodôntico tem evoluído bastante nestas últimas duas décadas. Nos últimos anos a rápida introdução de novas tecnologias ajudaram a revolucionar esta área da Medicina Dentária. (Nasseh, 2011)

Novas pesquisas têm sido conduzidas por diversos investigadores no que diz respeito a estes progressos e mudanças de atitude face ao tratamento Endodôntico. Nas passadas duas décadas, tem-se vindo a realizar vastos estudos sobre a flora microbiana, polpa e tecido periapical, bem como na área da biocompatibilidade e aplicação de novos materiais. (Garg and Garg, 2013)

Foram desenvolvidas diversas técnicas de redução do nível de infeção microbiana, quer por ação química quer por ação mecânica. O que conduziu a um desenvolvimento de novos compostos antimicrobianos e técnicas de preparação biomecânica com o intuito de aperfeiçoar a limpeza e instrumentação dos canais radiculares. (Garg and Garg, 2013)

Nestes avanços tecnológicos incluem-se, o uso de ultrassons piezo-elétricos, limas rotatórias de níquel-titânio, localizadores apicais, obturação biocerâmica, novos materiais bio-reparadores e o uso de microscópios cirúrgicos. (Nasseh, 2011)

O uso sinérgico destas e outras tecnologias possibilitaram uma melhor compreensão dos conceitos científicos por detrás desta temática, ajudando a impulsionar a Endodontia para além das técnicas tradicionais. (Nasseh, 2011)

Uma das etapas do tratamento Endodôntico na qual se tem observado diversas inovações é a obturação do sistema de canais radiculares. Historicamente os cones de guta-percha têm sido o material *standard* de escolha para a obturação do canal radicular, sendo utilizados concomitantemente com o cimento selador. A primeira técnica de obturação por condutores de guta-percha foi desenvolvida há mais de duas décadas. Recentemente já foram introduzidas novas técnicas de obturação na qual estão incluídos cimentos e

sistemas de obturação á base de resina, guta-percha termoplástica injetável entre outros métodos. (Gutmann *et al.*, 2010)

O objetivo deste trabalho é apresentar um breve historial do papel da obturação no tratamento Endodôntico, demonstrar a importância de determinadas etapas envolvidas neste processo e que são indispensáveis para o êxito de um tratamento. Apresentando também as particularidades das novas técnicas e materiais que tem como finalidade ir de encontro aos *standards* de excelência que visam o futuro de uma arte chamada Endodontia.

Material e Métodos

Para a realização da presente tese de dissertação para obtenção de grau de mestre em Medicina Dentária, foi efetuada um pesquisa manual na Biblioteca da Universidade Fernando Pessoa, na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto e nos motores de pesquisa *online*: *B-On*, *Pubmed*, *Science Direct* e *Google Scholar*, recorrendo às seguintes palavras-chave: “obturation”, “Endodontics”, “obturing techniques”, “obturing materials”, “core materials” e “sealers”. Sendo estas palavras conjugadas mediante a necessidade de pesquisa. Os critérios de inclusão abrangem artigos publicados entre os anos de 1999 e 2014, isto é, num espectro de 15 anos. Livros e publicações educativas devidamente acreditadas foram igualmente consultadas dentro do mencionado intervalo de tempo.

Desenvolvimento

I. Introdução ao TENC

A Endodontia é a área da Medicina Dentária orientada para o estudo da forma, função e saúde pulpar, bem como de lesões e doenças que afetam a polpa dentária e região periradicular, tendo como intuito a sua prevenção e tratamento. (Löst, 2006)

Ao longo dos anos os componentes básicos da “tríade Endodôntica” permaneceram relativamente inalterados. Isto é, os princípios básicos de assepsia, instrumentação biomecânica e selamento do canal radicular. Apenas os métodos utilizados para atingir estes princípios é que sofreram alterações. (Ruddle, 2001)

De acordo com toda a literatura atual, podem ser reconhecidos três passos básicos do tratamento Endodôntico: a) a fase de diagnóstico, na qual a causa da doença é identificada e o plano de tratamento é estabelecido; b) a fase preparatória, na qual é realizada a limpeza e instrumentação dos canais radiculares para preparação da obturação a três dimensões; c) E a fase obturadora, na qual o sistema de canais é preenchido com material inerte para assegurar um selamento hermético. O sucesso do tratamento depende do fiel seguimento destes 3 passos. (Castellucci, 1994)

O estabelecimento de um correto diagnóstico é o primeiro passo para o sucesso no tratamento Endodôntico. Quando um paciente refere dor é essencial atuar com cautela procedendo a uma investigação antes de dar início ao tratamento que por vezes poderá ser inadequado dada a situação. (Koyess and Fares, 2006)

Em muitas situações, o diagnóstico é fácil de estabelecer mas por vezes existem casos em que o diagnóstico poderá ser mais complicado. Esta dificuldade surge quando vários dentes poderão ser a causa de dor ou em situações que está presente alguma patologia periodontal ou outra patologia dolorosa. (Koyess and Fares, 2006)

De modo a evitar erros de diagnóstico e despistar a presença de dor oro-facial de etiologia não pulpar e peri-radicular é necessário uma abordagem passo a passo para realizar o diagnóstico, seguindo-se um plano de tratamento adequado á situação clínica. Essa abordagem sequencial deverá ser realizada em quatro passos: Inicialmente definir a queixa principal; Retirar informação pertinente no que diz respeito á história médica e dentária; Proceder exames subjetivos e radiográficos; Analisar a informação obtida e formular um diagnóstico e plano de tratamento apropriado. (Walton *et al.*, 2002)

A fase de instrumentação do canal radicular envolve a remoção de tecidos moles e duros, incluindo tecido pulpar, pedras pulpares e microrganismos. Nesta etapa torna-se importante que todo o tecido necrótico e tecido infetado seja removido com eficácia. (Bergenholtz *et al.*, 2003)

Este procedimento visa a execução de um trajeto mais amplo para melhor atuação de agentes irrigantes antibacterianos em todas as ramificações do sistema de canais radiculares. A instrumentação concebe também espaço para aplicação de medicação intra-canalar e para o material obturador final. (Ford *et al.*, 2002)

Apesar do sucesso do tratamento Endodôntico estar relacionado com a todas as etapas que o compõem, desde o diagnóstico até a preservação, pode-se evidentemente afirmar que a obturação tridimensional do sistema de canais radiculares é essencial. Nesta etapa mantêm-se as condições de assepsia conseguidas durante a instrumentação e irrigação impedindo assim, tanto a percolação como a microinfiltração do exsudado periapical para o interior do sistema de canais radiculares, proporcionando um ambiente biologicamente favorável para que se processe a cicatrização dos tecidos. (Gil *et al.*, 2009)

O tratamento Endodôntico é assim constituído por fases que, mesmo apesar de serem independentes, formam uma ligação com o intuito de alcançar o objetivo *major* do tratamento Endodôntico: manter na cavidade oral um dente capaz de exercer suas funções. (Gil *et al.*, 2009)

II. Obturação Endodôntica

O grande objetivo da obturação Endodôntica tem permanecido inalterado desde os últimos cinquenta anos: criar um selamento fluído mas simultaneamente hermético ao longo do comprimento do sistema de canais radiculares, desde a abertura coronal do canal até á sua terminação apical. (Praveen *et al.*, 2011)

A obturação ideal é aquela cujo sistema de canais radiculares permaneça selado tridimensionalmente, conferindo repouso aos tecidos periapicais, isto é, promovendo a osteogénese, proporcionando a reinserção do ligamento periodontal, a reintegração da lâmina dura e a formação de osteocemento, proporcionando condições para a recuperação e manutenção do estado de saúde dos tecidos peri-radiculares, e restituindo ao dente suas funções. (Gil *et al.*, 2009)

O sucesso do tratamento Endodôntico foi originalmente baseado na tríade de desbridamento, esterilização e obturação, tendo cada um destes passos igual importância. Atualmente tem-se conhecimento que o sucesso de um tratamento Endodôntico está relacionado com princípios mais amplos. Nestes estão incluídos, o diagnóstico, o planeamento do tratamento, o conhecimento da anatomia e morfologia dentária, e os conceitos clássicos que compõem a tríade. (Cohen and Hargreaves, 2011)

A limpeza e a instrumentação desempenham sem dúvida um grande papel no sucesso do tratamento. No entanto isto não nega a importância da qualidade da obturação. Este facto é comprovado dado que 60% dos insucessos nos tratamentos estão atribuídos a obturações incompletas do sistema de canais radiculares. (Rajeswari *et al.*, 2011)

Independentemente da técnica obturadora utilizada, a micro infiltração permanece a maior causa de insucesso nos tratamentos Endodônticos. Esta é definida como a passagem de bactérias, fluídos e substâncias químicas entre o material obturador, seja ele de qualquer tipo e a estrutura radicular do dente tratado. Este fenómeno ocorre quando estão presentes espaços microscópicos entre a interface do material obturador e o dente. Para este fenómeno podem contribuir inúmeras variáveis tais como: técnica de obturação,

propriedades químicas do selante e estado infeccioso do canal radicular. (Rajeswari *et al.*, 2011)

A percolação de fluídos para o interior do canal surge indiretamente a partir do plasma sanguíneo, proteínas hidrossolúveis e de sais minerais provenientes tanto da cavidade oral como da região apical. Uma vez presentes no espaço radicular, estes produtos sofrem degradação, extravasam para os tecidos periapicais e surtem um efeito irritante que provoca inflamação nos tecidos periapicais. As bactérias presentes vão também induzir uma inflamação periapical em função do aumento dos níveis de subprodutos tóxicos nesta região. (Anthony, 2001)

Assim, para evitar a colonização bacteriana e consequente inflamação dos tecidos periradiculares torna-se importante isolar o meio oral do ambiente radicular após a obturação. (Brosco *et al.*, 2009)

De acordo com Teles em 2002, os objetivos da obturação do sistema de canais radiculares são: O impedimento da presença de espaços não completamente obturados, que acabam por contribuir para a persistência de um processo inflamatório; O impedimento da subsistência e proliferação bacteriana e dos seus produtos no interior dos canais radiculares e na região periapical, que conduzem a uma agressão desta região; A obstrução da passagem de líquidos tecidulares para o interior do canal, dado que este fenómeno pode surtir efeitos nefastos para a região periapical em razão da presença de agentes alergénicos; Possibilitar a reparação das lesões periapicais previamente existentes proporcionando meios para que se verifique uma obturação biológica, isto é, uma deposição de cimento seguido de selamento apical, preservando assim a assepsia no interior do sistema de canais radiculares. (Teles, 2002)

Nos dias que correm torna-se necessário o reconhecimento da importância do preenchimento dos canais em profundidade, lateralmente e verticalmente adaptando as diferentes técnicas clínicas para tornar os tratamentos para além de simples mais efetivos. (Schilder, 2006)

III. Panorama Histórico

As descobertas e os avanços na área da tecnologia Endodôntica, tais como novos instrumentos e materiais que foram surgindo ao longo do tempo possibilitaram ao clínico atingir resultados que outrora eram considerados impossíveis. (West, 2006)

Os materiais obturadores antes de serem aplicados clinicamente, só puderam desempenhar o seu papel na história da Endodontia após o surgimento dos materiais de instrumentação. Tradicionalmente os ditos materiais de selamento, como o ouro, cimentos e amálgama, eram apenas aplicados na porção coronal da estrutura dentária, sem no entanto obturar o canal. Foi com a introdução da gutta percha termoplástica em meados do século XIX que foi possível uma revolução no tratamento Endodôntico. (Ørstavik, 2005) Durante muitos anos, a gutta-percha tem sido o material de escolha para uma obturação bem-sucedida, principalmente quando combinada com um cimento selador. (Caicedo *et al.*, 2008).

Em 1941, Jasper introduziu os cones de prata. A sua rigidez tornava-os de fácil colocação, no entanto a sua incapacidade de preencher o sistema de canais possibilitava a movimentação de fluídos entre o dente e tecido periapical. Mais tarde veio-se a comprovar os inconvenientes desta técnica, tornando-a obsoleta nos dias que correm. (Caicedo *et al.*, 2008)

O único material obturador que tem permanecido dominante nas diferentes técnicas sendo utilizado em combinação com outros materiais no tratamento Endodôntico é a gutta-percha. Somente nos últimos anos é que as suas propriedades têm vindo a ser desafiadas por novos materiais sintéticos aplicados na obturação de canais radiculares. (Ørstavik, 2005)

Instrumentos, materiais e tecnologia mudam constantemente. Muitos vão e vem com o passar do tempo. Apenas os princípios tendem a ser intemporais. A este respeito, a Endodontia não é diferente das outras disciplinas dentárias. O dentista ético e responsável deve ter conhecimento destas mudanças e aprender a aplicá-las na sua prática clínica de maneira segura e eficaz. (West, 2006)

IV. Comprimento de Obturação ideal

A determinação do comprimento de obturação ideal do canal instrumentado e obturado, a escolha das melhores estratégias antimicrobianas para remoção de biofilme e a compreensão das características anatômicas críticas na região apical deveriam ser mais estudadas na atualidade. (Moura *et al.*, 2009)

Um dos assuntos que atualmente é alvo de controvérsia no tratamento Endodôntico é o comprimento de obturação ideal. A constrição apical é geralmente descrita como a localização do limite até o qual a obturação deve ser realizada. A topografia do ápice dentário não é *standard* e como tal apresenta diversas variações. (Moura *et al.*, 2009)

Tradicionalmente, o ponto apical de terminação tem sido considerado aproximadamente 1mm do ápice radiográfico - determinado radiograficamente. Kutler (*cit. in* Cohen 2011) denotou que a anatomia apical consiste no diâmetro *major* do forâmen e o diâmetro *minor* da constrição, com a constrição apical sendo identificada como a porção mais estreita do canal. A distância média desde o forâmen até a constrição foi definida como 0.5mm, com o forâmen variando em distância do ápice até 2.5mm. Outros estudos realizados suportaram esta teoria demonstrando que desvios na localização do forâmen ocorrem em 92% dos casos numa distância de 0.6mm em média. (Cohen and Hargreaves, 2011)

De acordo com a literatura atual, o ponto de terminação de um tratamento Endodôntico influencia em grande parte o sucesso do tratamento. No caso de dentes com polpa vital, é recomendado que o stop apical da obturação seja no mínimo até 3mm do ápice. Já no caso de canais infetados, o comprimento de obturação ideal não deve ser mais curto do que a distância de contaminação bacteriana até a região apical. Maiores taxas de sucesso são atingidas neste tipo de situações quando a obturação Endodôntica termina dentro de um intervalo de distância de 2 mm a partir do ápice radiográfico (de 0 a 2mm). Em situações de retratamento Endodôntico em que estão presentes bactérias na região do ápice é sugerido que o comprimento de trabalho se localize a 1 ou 2mm de distância do forâmen apical para confinar os agentes irrigantes e obturadores a região intra-canal. Contudo na literatura atual não existe um consenso quanto ao nível de obturação ideal nesta situação. (Wu *et al.*, 2000)

De acordo com a Sociedade Europeia de Endodontia, o canal radicular deve ser instrumentado o mais próximo possível da constrição apical. Variando a localização desta entre 0.5 e 2 mm do ápice radiográfico. O comprimento de trabalho deverá também ser confirmado radiograficamente. (European Society of Endodontology, 2006)

V. Momento de Obturação ideal

Tradicionalmente, o tratamento Endodôntico era executado em múltiplas sessões. Entre cada consulta era aplicada medicação intra-canal entre as fases de instrumentação e de obturação. O objetivo principal deste procedimento era a eliminação de carga microbiana e dos seus bio produtos presentes no interior do sistema de canais radiculares antes da obturação. (Stathorn *et al.*, 2009)

O tratamento Endodôntico em múltiplas sessões é bem aceite, sendo uma prática comum e segura. Porém, nos últimos anos tem emergido uma preocupação quanto á necessidade de realizar tratamentos em várias sessões uma vez que não têm sido reportadas diferenças significativas no que diz respeito à utilização de agentes antimicrobianos entre consultas nestes tratamentos em múltiplas sessões. (Kvist *et al.*, 2004)

Os fatores que influenciam o momento ideal para a obturação são respetivamente: sinais e sintomas que o paciente apresenta, estado da pulpa e peri-radicular, o grau de dificuldade do procedimento bem como a disponibilidade do paciente. (Cohen and Hargreaves, 2011)

No que diz respeito a uma polpa vital infetada, a infeção situa-se normalmente na porção mais coronal da estrutura dentária resultando numa resposta inflamatória localizada. Isto significa que na grande maioria dos casos a porção mais apical do tecido pulpar encontra-se livre de organismos bacterianos. Nestas situações é certamente aceitável a realização do tratamento Endodôntico numa só sessão na condição que determinados requisitos sejam escrutinosamente cumpridos. Uma assepsia deve ser mantida e o tecido pulpar plenamente removido através da instrumentação. A inadequada instrumentação pode resultar na presença de resíduos nas paredes dos canais, proporcionando condições

necessárias para o estabelecimento e propagação de colônias bacterianas. (Trope and Bergenholtz, 2002)

Pacientes que apresentem periodontite apical crônica, abscesso apical crônico e osteíte condensante, de acordo com a literatura atual pode considerar-se aceitável o tratamento numa única sessão. Contudo se o paciente apresentar sintomatologia causada por necrose pulpar e abscesso peri-radicular agudo, a obturação deve ser adiada até que o paciente se encontre assintomático. Regra geral a obturação do canal pode ser realizada numa sessão desde que o canal esteja seco, sem exsudado, devidamente limpo e instrumentado. (Cohen and Hargreaves, 2011)

O tratamento Endodôntico numa só consulta deve ser visto como um procedimento que suplementa e complementa diversos cuidados relacionados com o paciente. Os tratamentos em sessões únicas ou múltiplas, devem ser vistos como uma parte de um conjunto de fatores que influenciam o sucesso do tratamento, devendo ser aplicados de acordo com cada caso individualmente tendo em conta as limitações físicas, patológicas e psicológicas de cada paciente. Por conseguinte o médico dentista não deverá aplicar de forma rotineira determinado protocolo de atuação sem ter em consideração a situação atual do paciente, mas sim escolher o procedimento que mais se adequa a cada circunstância clínica. (Singla *et al.*, 2008)

VI. Preparação para a Obturação – Desinfecção canal

A anatomia do sistema de canais radiculares é excepcionalmente complexa, contendo várias ramificações e irregularidades morfológicas que proporcionam um ambiente favorável á colonização bacteriana e por consequência para a disseminação de patologia pulpar e periapical. Estes microrganismos podem estar presentes não só nas irregularidades e ramificações dos canais radiculares mas também nos túbulos dentinários. Tais complexidades tornam a desinfecção canal não apenas um desafio mas também um passo crítico na obturação Endodôntica. (Miller and Baumgartner, 2010)

A irrigação é um passo essencial para a higienização do sistema de canais. No que diz respeito à instrumentação esta proporciona uma limpeza para além de comparação,

ajudando na destruição de microrganismos, eliminação de resíduos e na remoção da *smear layer* presente no interior dos canais. Esta *smear layer* impede a penetração de medicação intra-canal nos túbulos dentinários e altera as propriedades de adaptação dos materiais obturadores às paredes dos canais. Esta é constituída por substâncias orgânicas e inorgânicas, fragmentos odontoblásticos, material necrótico, microrganismos e seus metabolitos. (Saber and Hashem, 2011)

Existem dois grandes fatores que estão diretamente relacionados com uma irrigação eficiente, são estes: os agentes irrigantes e a técnica ou sistema de irrigação. O agente de irrigação ideal deve ter como critérios: alto espectro antimicrobiano, elevada eficácia contra microrganismos anaeróbios e anaeróbios facultativos organizados em biofilme, dissolver polpa necrótica e tecidos pulpares remanescentes, inativação de endotoxinas e remoção de *smear layer*. (Gregorio *et al.*, 2010)

A associação de diferentes soluções com capacidade de limpeza e dissolução de compostos orgânicos e inorgânicos é estritamente necessária para a remoção completa da *smear layer* e biofilme bacteriano. (Tartari *et al.*, 2013) Uma grande variedade de soluções irrigantes são presentemente utilizadas no tratamento Endodôntico. Alguns destes agentes são: Hipoclorito de sódio – NaOCl, ácido etineldiaminotetracético – EDTA, clorhexidina – CHX, iodeto de potássio – IKI e ácido cítrico. (Singla *et al.*, 2011)

Contudo nenhum destes agentes irrigantes possui todos os requisitos de um agente irrigante ideal, tendo cada um deles as suas próprias vantagens e desvantagens. Diferentes concentrações de NaOCl têm sido utilizadas por diversos anos. As principais vantagens do hipoclorito de sódio são: a sua capacidade de dissolver tecido necrótico, a sua ação antibacteriana contra um largo espectro de microrganismos e a sua capacidade de desagregar biofilme. As suas desvantagens são o odor desagradável, elevada toxicidade e incapacidade de remover *smear layer* quando usado isoladamente. O EDTA tem uma ação quelante com o cálcio e remove uma porção da *smear layer*. Este agente deve ser utilizado juntamente com um agente proteolítico a fim de remover compostos orgânicos. Por si só, não possui capacidade desinfetante e tem demonstrado inativar o cloro - agente ativo no NaOCl. A clorhexidina apresenta boas propriedades antibacterianas porém não possui capacidade de dissolver tecidos orgânicos. O IKI possui um grande espectro

antibacteriano mas possui a desvantagem de induzir reações alérgicas em alguns pacientes. (Singla *et al.*, 2011) Quanto ao ácido cítrico, este possui uma ação descalcificante e de limpeza, sendo também um ácido orgânico com boa compatibilidade tecidular. Apresenta como desvantagem induzir a precipitação de cristais na parede dos canais radiculares. (Sousa and Silva, 2005)

Estudos recentes demonstraram que, independentemente da instrumentação e das técnicas de irrigação, a efetividade das soluções irrigantes na região do terço apical do sistema de canais radiculares é contudo limitada. Isto torna-se particularmente verdade em canais curvos e até mesmo em dentes monocanales. Por consequência, é necessária uma melhoria dos protocolos de irrigação para que seja possível atingir uma limpeza e desinfecção mais eficiente na região apical. Atualmente diversas técnicas e sistemas têm sido desenvolvidos para melhorar a irrigação final que antecede obturação do canal radicular. (Caron *et al.*, 2010)

VII. Materiais Obturadores - Material Obturador ideal

Os materiais utilizados para a obturação do sistema de canais radiculares são agentes determinantes para o sucesso do tratamento Endodôntico. Nos últimos anos, uma grande variedade de materiais obturadores foram introduzidas no mercado. (Hammad *et al.*, 2009)

As técnicas de obturação atuais consistem na aplicação de um material semissólido ou sólido que é cimentado no canal recorrendo a um agente cimentador que sela as interfaces entre os materiais obturadores, bem como o material obturador central com as paredes dentinárias. Inúmeros métodos tem sido desenvolvidos para obturar o sistema de canais radiculares. Idealmente um material obturador deveria apresentar as seguintes propriedades: ser facilmente introduzido no canal, não sofrer encurtamento após inserção, permanecer inalterado na presença de humidade, ter propriedades bacteriostáticas ou bactericidas, ser radiopaco, não descolorir a superfície dentária, não irritar os tecidos periapicais, deve ser estéril, facilmente removível do canal caso necessário e ser de preferência semissólido ou tornar-se após a sua inserção. (Tavares *et al.*, 2012)

Tendo estes fatores em consideração e a grande diversidade de materiais disponíveis, o médico dentista deve, ao escolher o material obturador, não só ter em atenção aos constituintes do material e as suas propriedades físicas, mas também ter conhecimento se se trata de um produto devidamente acreditado, se é compatível com as características pessoais do paciente e se de facto se trata do material mais apropriado à situação clínica que o paciente apresenta. (Himel and DiFiore, 2009)

1. Cimentos Obturadores – Propriedades do Cimento ideal

O derradeiro objetivo da obturação Endodôntica consiste em conseguir atingir uma completa obliteração do sistema de canais radiculares, (Tartari *et al.*, 2013) recorrendo a um agente selante conjuntamente com um material central. (Yigit and Gencoglu, 2012)

No tratamento endodôntico, o papel do cimento obturador é preencher as irregularidades do sistema de canais radiculares, unir o material central com as paredes do canal e servir como um agente lubrificante. (Anthony, 2001)

De acordo com Grossman (*cit in.* Desai and Chandler, 2009) um cimento ideal deve apresentar como propriedades: viscosidade quando preparado, favorecendo uma boa adesão às paredes do canal; proporcionar um selamento hermético; ser radiopaco, uma vez que deve ser visualizado radiograficamente; as partículas de pó devem ser de pequenas dimensões para que possam ser facilmente misturadas com o líquido; não deve sofrer contração após aplicação no canal; ser bacteriostático ou, pelo menos não favorecer o desenvolvimento microbiano; não deve provocar alterações de cor nas estruturas dentárias; deve endurecer lentamente para possibilitar um bom tempo de manipulação; não deve ser solúvel nos líquidos teciduais; não deve ser irritante para os tecidos periapicais e deve ser solúvel em solventes comuns caso seja necessário a sua remoção após obturação do canal. (Desai and Chandler, 2009)

Vários tipos de cimentos obturadores encontram-se disponíveis. Por motivos de praticidade podem ser agrupados em cimentos à base de óxido de zinco eugenol, resinas sintéticas, guta-percha com resina sintética, cimentos unicamente de resina e cimentos com alegado efeito terapêutico. (Tronstad, 2003)

i. Óxido de Zinco Eugenol

O Óxido de Zinco Eugenol – OZE, tem sido utilizado por longos anos na medicina dentária tendo diversas aplicações clínicas. (Bergenholtz *et al.*, 2003) Este foi descoberto por Bonastre em 1837 e desde então tem vindo a ser utilizado, especialmente na área da odontopediatria como material obturador de dentes decíduos desde 1930. Por muitos anos o OZE foi o material de primeira escolha para vários tratamentos. (Jha *et al.*, 2011)

Cimentos que incorporem óxido de zinco eugenol apresentam como vantagens: uma consistência encorpada que facilmente preenche os espaços entre a guta-percha e a parede do canal e que forma um selamento hermético. (Tronstad, 2003)

Estudos recentes demonstraram que o OZE provoca uma expansão volumétrica na guta-percha, principalmente quando aumenta a proporção de eugenol, favorecendo assim o selamento. (Michaud *et al.*, 2008)

O Eugenol livre, em cimentos recentemente preparados concede propriedades anti-inflamatórias e analgésicas para os tecidos mesmo que por curto período de tempo. (Praveen *et al.*, 2011)

Já as desvantagens deste cimento estão relacionadas com a sua elevada solubilidade quando em contacto com fluidos tecidulares e a sua toxicidade para os tecidos periradiculares. (Tronstad, 2003)

Para melhorar as suas propriedades e aumentar a taxa de sucesso de tratamentos, o OZE foi combinado com diversos componentes, como por exemplo o formocresol, o formaldeído, o paraformaldeído, o cresol, entre outros. Contudo a adição destes compostos não aumentaram a taxa de sucesso nem diminuíram a reabsorção do cimento comparativamente com o OZE simples. (Praveen *et al.*, 2011) Atualmente cimentos contendo paraformaldeído e derivados são contraindicados no tratamento Endodôntico dadas as suas propriedades citotóxicas. (Johnson, 2002)

De entre as combinações mais conhecidas, destacam-se a de Rickert e de Grossman. A combinação de Rickert continha na sua composição partículas de prata que conferiam radiopacidade ao cimento. Apesar de ter sido possível demonstrar a presença de canais laterais e acessórios, este cimento tinha a desvantagem de manchar a estrutura dentária caso não fosse completamente removido da câmara pulpar. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Mais tarde, Grossman removeu as partículas de prata da composição, substituindo por cloreto de zinco e óleo de amêndoa que não só suprimiu o aparecimento de manchas dentárias como também aumentou o tempo de trabalho do cimento, facilitando o manuseamento e aplicação do material. Grossman por várias vezes realizou modificações ao cimento OZE com o intuito de o aperfeiçoar. (Mendonça *et al.*, 2000)

ii. Cimento Hidróxido de Cálcio

O hidróxido de cálcio – HC é um cimento que foi introduzido na área da Endodontia por Herman em 1920. Desde então o Hidróxido de cálcio tem vindo a ser utilizado em diversas áreas da medicina dentária. Este cimento teve bastante destaque graças às suas propriedades reparadoras. Na área da Endodontia é principalmente utilizado no capeamento pulpar, como medicamento intra-canal, em técnicas de apexificação sendo também um componente muito comum de cimentos obturadores.

Desde a sua descoberta tem sido proposto a substituição do tradicional OZE pelo cimento Hidróxido de cálcio graças ao seu potencial osteogénico e poder antimicrobiano. (Desai and Chandler, 2009)

Já foi demonstrado que cimentos á base de HC são capazes: de induzir a mineralização; promover o encerramento do ápice via cimento-génese; inibir a reabsorção radicular subsequente a um traumatismo dentário; inibir a atividade osteoclástica graças ao seu Ph alcalino; selam e previnem microfiltrações melhor ou tão eficazmente como os cimentos á base de OZE e são menos citotóxicos do que o OZE. (Mickel and Wright, 1999)

Sendo uma substância fortemente alcalina com um Ph de aproximadamente 12,5, este cimento torna-se num grande obstáculo á sobrevivência dos agentes endo-patogénicos. Consequentemente ocorre uma eliminação da carga bacteriana quando o cimento contacta com os microrganismos presentes no interior dos canais infetados. (Khan *et al.*, 2011)

Os diferentes mecanismos de funcionamento do HC não são totalmente conhecidos, no entanto os seguintes mecanismos, foram atualmente propostos:

- O efeito antibacteriano do hidróxido de cálcio depende da presença de radicais hidróxidos livres. O seu Ph elevado deve-se aos grupos OH⁻, que encorajam a reparação e calcificação. Ocorre uma resposta degenerativa inicial na região, seguindo-se uma rápida fase de mineralização e ossificação.
- O Ph alcalino do HC neutraliza o ácido láctico produzido pelos osteoclastos, prevenindo a dissolução dos componentes minerais do dente. Este Ph também ativa a fosfatase alcalina que desempenha um papel importante na reconstituição do tecido duro.
- O HC desnatura as proteínas presentes no canal radicular, tornando-as menos nocivas.
- O HC ativa a reatividade da adenosina trifosfatase aquando da libertação de iões Ca²⁺, estando este nucleótido relacionado com a formação de tecido duro.
- O HC difunde-se pelos túbulos dentinários podendo comunicar com o ligamento periodontal, este impede não só a reabsorção radicular externa como também acelera a remodelação tecidular. (Desai and Chandler, 2009)

Produtos á base de hidróxido de cálcio têm bons resultados laboratoriais no que diz respeito a: testes de microinfiltração, estudos biológicos, estudos clínicos em animais e em humanos. (Ørstavik, 2005)

O HC é também frequentemente adicionado a cimentos de diferentes composições químicas, como resinas e cimentos á base de OZE. Existem contudo poucas provas de benefícios derivados desta combinação. (Ørstavik, 2005)

iii. Cimento Ionómero de Vidro

O cimento ionómero de vidro – IV, foi inicialmente introduzido na Medicina Dentária como um material restaurador por Wilson e Kent em 1971. De acordo com McLean (*cit. in* Carvalho *et al.*, 2003) este material apresenta vantagens em relação aos antigos materiais restauradores por ter adesão á hidroxiapatite, ter propriedades anticariogénicas devido á libertação de flúor e ser biocompatível. (Carvalho *et al.*, 2003)

O Ionómero de vidro foi introduzido na Endodontia por Pitt Ford em 1979, com a técnica de cone único. Em 1991, o cimento Ketac-Endo (ESPE, Seefeld, Alemanha) foi o primeiro cimento obturador a ser comercializado. O cimento IV tem como vantagens a sua adesão á dentina, a libertação de flúor, a atividade antimicrobiana e a biocompatibilidade. Porém, testes *in vitro* revelaram que este cimento é propenso á microinfiltração e degeneração com o passar do tempo. (Fransen *et al.*, 2008)

Outra desvantagem deste cimento é a dificuldade de realizar o condicionamento da dentina na região média e apical do canal com agentes adesivos para aplicar o cimento. Este também deve ser removido em casos de retratamento. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Por outro lado investigações recentes demonstraram que a obturação de canais conjuntamente com IV, aumenta significativamente a resistência da raíz do dente. (Timpawat *et al.*, 2001)

iv. Cimentos à Base de Resina

Apesar de existirem bons resultados clínicos com o uso de cimentos obturadores não adesivos, novos cimentos e novas técnicas de obturação têm sido desenvolvidas com o

objetivo de proporcionar uma união dual entre as estruturas, cimento/túbulos dentinários com o complexo, cimento/material obturador central. (Kim *et al.*, 2010)

Os cimentos á base de resina-epoxy foram introduzidos na Endodontia por Schroeder. Atualmente diferentes modificações foram realizadas á fórmula original e sua aplicação está presente nas mais variadas técnicas de obturação Endodôntica. (Marciano *et al.*, 2011)

Os cimentos á base de resina-epoxy apresentam boas propriedades mecânicas e seladoras. Não apresentam efeitos nocivos á saúde geral do paciente e reações alérgicas a este material são aparentemente raras. As propriedades antimicrobianas são boas, especialmente no momento imediatamente após a preparação do material. A capacidade mutagénica deste cimento é de curta duração e não apresenta riscos para o paciente. (Bergenholtz *et al.*, 2003)

Em razão do sucesso dos cimentos á base de resina à 50 anos atrás, a Dentsply (Trey GmbH, Konstanz, Alemanha) decidiu desenvolver a série de cimentos AH. Estudos realizados com o primeiro cimento da série AH 26 demonstraram uma boa qualidade de obturação e de adesão deste material á parede dos canais. Algum tempo depois surgiu o cimento AH Plus (DeTrey Dentsply) com melhores propriedades, melhor estabilidade dimensional e sem substâncias tóxicas como o formaldeído, presentes na série anterior-AH 26. (Miletić *et al.*, 2002)

O cimento AH Plus tem demonstrado resultados positivos quando comparado com outros cimentos obturadores. Testes *in vitro* realizados em água e em saliva com diferentes valores de Ph revelaram uma perda de volume significativamente baixa. Este apresentou ótimos resultados de estabilidade em solução, comparativamente a outros cimentos. (Tyagi *et al.*, 2013) Resultados de estudos de viscosidade e consistência demonstraram ser superiores. No que diz respeito ao tempo de trabalho e á fluidez, este material encontra-se em igualdade com os cimentos Apexit, Endiron, Roth 801 e Tubli-Seal EWT. (McMichen *et al.*, 2003)

O AH Plus é um cimento frequentemente utilizado em estudos comparativos graças às suas boas propriedades físico-químicas e pelo facto de ser um cimento bastante estudado. (Marin-Bauza *et al.*, 2010)

O surgimento de novas técnicas e de materiais adesivos revolucionou a maneira como a medicina dentária é exercida atualmente. Com a introdução de materiais adesivos houve uma evolução tal, que hoje é possível conceber materiais obturadores hidrofílicos, que substituem as resinas hidrofóbicas no tratamento obturador. Nos últimos anos vários cimentos obturadores baseados em resinas de metacrilato foram introduzidas no mercado como alternativa á técnica obturadora tradicional com guta-percha e cimento OZE. (Pameijer *et al.*, 2008)

Estudos recentes com cimentos à base de resinas de metacrilato apresentaram resultados promissores. Relatórios preliminares demonstraram que o cimento EndoREZ (UltradentProducts, South Jordan, Utah, Estados Unidos da América), um cimento baseado em dimetacrilato uretano, fornece um selamento bastante eficaz quando utilizado na técnica de condensação lateral. Inicialmente as propriedades hidrofílicas do cimento permitiram a sua penetração profunda nos túbulos dentinários, não havendo contudo adesão do cimento ao material central de guta-percha. Assim a carência de adesão constituía um ponto de fraco na obturação, pois a existência de um possível espaço poderia favorecer a ocorrência de microinfiltração. Tendo isto em conta, estudos foram desenvolvidos para conceber um cimento com propriedades adesivas entre o material central e a parede do canal radicular. Foram então introduzidos no mercado cones de guta-percha revestidos por resina de metacrilato – EndoREZ Points. (Drukteinis *et al.*, 2009)

Quanto às propriedades seladoras Neto reportou que obturações de cone único com cimentos EndoREZ e AH26 estavam mais suscetíveis á microinfiltração comparativamente a obturações de cone único com cimento AH Plus.(Neto *et al.*, 2007) Através da técnica de filtração de fluídos Adanir concluiu que obturações realizadas com cimentos á base de resina obtiveram um selamento mais eficaz do que cimentos de OZE. (Adanir *et al.*, 2005)

Recentemente novos cimentos resinosos de dupla polimerização entraram no mercado com o nome de Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT) e Real Seal (SybronEndo, Orange, CA). Estes cimentos são uma tentativa de substituição do material central de guta-percha e dos cimentos convencionais. Este sistema interage quimicamente com a dentina e forma um monobloco de resina que adere às paredes do canal. (Rached *et al.*, 2009)

Em teoria a vantagem deste sistema monobloco seria a capacidade de selar o sistema de canais desde a entrada do canal até ao ápice dando origem a uma estrutura única. Vários estudos concluíram que canais obturados com o sistema Resilon tendem a ser mais resistentes à microinfiltração e à fratura radicular comparativamente a canais obturados com guta-percha e cimentos convencionais. Contudo, vários outros estudos demonstraram que a resistência à microinfiltração e resistência entre as interfaces do sistema Resilon/Epiphany é muito similar ao sistema Guta-percha/AH Plus. (Wachlarowicz *et al.*, 2007)

v. Cimentos à Base de Silicone

Materiais à base de silicone têm sido desenvolvidos ao longo dos últimos tempos e os tratamentos com este material têm-se revelado bastante promissores. (Eldeniz *et al.*, 2007)

Recentemente, RoekoSeal Automix - RSA (Coltene/Whaledent, Langenau, Alemanha), um cimento à base de polidimetilsiloxano, foi introduzido na Endodontia. Trata-se de um material elastómero à base de silicone sendo constituído essencialmente por óleo de silicone, óleo de parafina, ácido hexacloroplatínico (agente catalisador) e dióxido de zircónio (material radiopaco). De acordo com o fabricante, RSA encontra-se disponível num sistema de auto-mistura em seringa. Este não apresenta eugenol na sua composição, é biocompatível, radiopaco, apresenta uma boa fluidez, ganha presa tanto em ambientes secos como húmidos, fornece retenção mecânica através de expansão, possibilita retratamentos e é insolúvel após presa. (Görduysus *et al.*, 2013)

As propriedades deste cimento têm sido investigadas. Este tem demonstrado ser um material com boa viscosidade (Barbizam *et al.*, 2007) e com muito pouco extravasamento apical. (Wu *et al.*, 2002) Num estudo realizado por Kazemi em 2002, (Kazemi *et al.*, *cit in* Wu *et al.*, 2002) os cimentos à base de silicone apresentavam a menor taxa de solubilidade e absorção de entre todos os cimentos testados. (Wu *et al.*, 2002)

No geral, atualmente o RSA é dos cimentos menos citotóxicos, (Bouillaguet *et al.*, 2004) vários estudos tem avaliado o comportamento biológico deste cimento e demonstrado ausência de cito-toxicidade (Miletić *et al.*, 2005) ou a valores tão baixos que acabam por não ter significância estatística. (Oztan *et al.*, 2003)

O sistema GuttaFlow (Coltene/Whaledent, Langenau, Alemanha), tentou incorporar as propriedades obturadoras da gutta-percha num cimento obturador. Neste sistema, gutta-percha é triturada em grânulos pequenos e misturada com os componentes do cimento de silicone. Forma-se assim uma pasta que é introduzida para preencher o sistema de canais radiculares por meio de injeção. Cones de gutta percha adicionais poderão ser introduzidos de acordo com cada caso clínico. (Ørstavik, 2005)

vi. Cimentos Biocerâmicos

Os materiais biocerâmicos são particularmente utilizados na área médica cirúrgica e dentária tendo aplicação na Implantologia e na substituição e reparação de tecido conjuntivo músculo-esquelético. (Shokouhinejad *et al.*, 2013)

Atualmente um novo cimento biocerâmico foi introduzido no mercado com o nome de Endosequence BC Sealer (Brasseler, EUA, Savannah) (Topçuoğlu *et al.*, 2013) também conhecido por iRoot SP, (Innovative Bioceramix, Vancouver, Canadá). (Shokouhinejad *et al.*, 2013) Este é um cimento pré-misturado e injetável. Ao ter na sua constituição nano partículas consegue fluir no interior do sistema de canais radiculares preenchendo os túbulos dentinários e irregularidades do canal. Trata-se de um cimento hidrofílico que recorre á humidade presente nos túbulos dentinários para iniciar e completar a sua solidificação. (Topçuoğlu *et al.*, 2013)

Num estudo realizado com bactérias *enterococcus faecalis* o cimento Endosequence BC Sealer um dia após o seu endurecimento reduziu significativamente o número de bactérias durante um período de contacto de 2 minutos ($p < 0.05$), sendo todas as bactérias eliminadas num intervalo de 20 minutos. A eficácia do cimento perdurou durante 3 dias. As propriedades antibacterianas do Endosequence BC Sealer podem advir da combinação do seu elevado valor de Ph com as suas propriedades hidrofílicas e a difusão de hidróxido de cálcio. (Zhang *et al.*, 2009)

Um estudo conduzido por Wang *et al.* (2013) demonstrou que o cimento biocerâmico iRoot SP e o cimento Ah Plus possuem um selamento apical muito semelhante, não apresentando diferenças significativas entre si. (Wang *et al.*, 2013)

Noutro estudo realizado por Zhang em 2010, (Zhang *et al.*, *cit. in*, Shokouhinejad, *et al.*, 2013), foi demonstrado que o cimento iRoot SP era significativamente menos tóxico do que o cimento Ah Plus. (Shokouhinejad *et al.*, 2013)

Candeiro *et al.* (2012), constatou que o cimento Endosequence Bc apresenta uma taxa de libertação de iões cálcio significativamente maior do que o cimento AH Plus. (Candeiro *et al.*, 2012)

Até ao momento existem poucas publicações independentes sobre propriedades e aplicações de cimentos biocerâmicos na Endodontia. São assim necessárias mais pesquisas para avaliar a performance deste material. (Candeiro *et al.*, 2012)

vii. Cimentos Medicados

Ao longo dos anos várias tentativas foram feitas para substituir a instrumentação químio-mecânica e a desinfeção canal por materiais obturadores com propriedades antissépticas de longa duração. Pastas contendo formaldeído ou iodofórmio foram vastamente utilizadas. Alguns destes produtos contêm também metais pesados como o mercúrio, utilizado para desinfeção e o óxido de chumbo para contraste radiográfico. A adição de corticosteroides aos materiais obturadores tornou-se popular possivelmente na tentativa de controlar os sintomas pós operatórios. (Tronstad, 2003)

Cimentos que contêm paraformaldeído são fortemente contraindicados no tratamento Endodôntico. Apesar de terem sido removidos componentes como o chumbo e mercúrio das formulações, o conteúdo em formaldeído tem permanecido, bem como o seu efeito tóxico. Estes cimentos não são aprovados pela Administração Norte Americana de Alimentos e Drogas (*Food and Drug Administration*) em virtude dos seus efeitos gravemente nocivos e tóxicos nos tecidos peri-radiculares. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Mesmo pequenas quantidades de formaldeído podem surtir efeitos irritantes, impedindo ou retardando a regeneração tecidular. Foi demonstrado que alguns cimentos Endodônticos como Endometasona e N2, que contêm formaldeído, podem causar necrose tecidular e inflamação, provocando atraso na reparação tecidular. (Leonardo *et al.*, 1999)

No passado deu-se muita tenção á libertação de formaldeído por materiais Endodônticos. Os efeitos adversos podiam incluir parestesias do nervo mandibular em casos de extravasamento de cimento para o tecido periapical. Os efeitos sistémicos do formaldeído não devem contudo ser subestimados, existem alguns relatos de reações alérgicas a materiais Endodônticos libertadores de formaldeído. (Koch *et al.*, 2001)

2. Materiais Centrais

Uma vez reduzida a carga microbiana, segue-se o preenchimento e selamento tridimensional do sistema de canais radiculares. A maneira como este objetivo é atingido tem alimentado o desenvolvimento de novos estudos bem como de novas técnicas. (McKissock *et al.*, 2011)

Várias técnicas de obturação foram desenvolvidas ao longo do tempo, tendo cada uma delas as suas próprias particularidades. (Tavares *et al.*, 2012)

A grande maioria das técnicas obturadoras atualmente utilizadas recorrem á introdução de um material sólido associado a uma substância cimentadora, ou a um material em forma plástica que pode se adaptar á forma do sistema de canais. (Schilder, 2006)

A escolha do clínico pela técnica obturadora deve então ter em consideração diversos fatores, dentro dos quais podem ser destacados a simplicidade operacional da técnica e a qualidade do selamento atingido. (Tavares *et al.*, 2012)

i. Cones de Prata

A utilização de diferentes metais como materiais de obturação datam até meados do século XVIII. Metais como o ouro, chumbo, alumínio, amálgama de cobre, liga de latão e prata foram utilizados de diversas formas para preencher os canais radiculares. Contudo, apenas a prata ganhou aceitação entre os Endodontistas na altura. Existem diversas razões para a sua popularidade e adaptação à Endodontia. (Tehrani, 2007)

A obturação Endodôntica com cones de prata foi introduzida durante a década de 1930. Jasper em 1933 introduziu os cones de prata com o mesmo diâmetro que as limas Endodônticas e *spreaders*. Historicamente, o uso destes tornou-se popular devido à sua facilidade de manuseamento, ductilidade, radiopacidade e às suas propriedades antimicrobianas. (Gulati *et al.*, 2012) Estes são bastante flexíveis mas também firmes, tendo a vantagem de não dobrarem e deformarem, podendo ser facilmente introduzidos. (Ørstavik, 2005) Todavia nas últimas décadas o uso deste material diminuiu drasticamente. Os cones de prata não produzem um selamento tridimensional adequado do sistema de canais radiculares. Estes atuam apenas como uma “rolha” na porção apical do canal, tendo uma adaptação diminuta às paredes não proporcionando um selamento dos canais acessórios. (Gulati *et al.*, 2012)

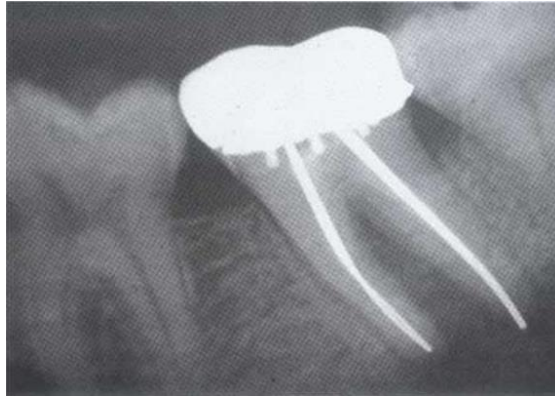


Figura 1: Molar mandibular esquerdo obturado com cones de prata (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002)

A esta problemática acrescenta-se também o facto das pontas dos cones corroerem com o passar do tempo, comprometendo o selamento apical. (Gulati *et al.*, 2012) Os cones de prata corroem espontaneamente na presença de soro sanguíneo e sangue. Seltzer em 1972 (Seltzer, S., *et al.*, *cit. in*, Tehrani, 2007) realizou um estudo que envolveu a remoção de 25 cones de prata, 13 destes cones provinham de dentes Endodonticamente fracassados e 5, de dentes assintomáticos. No estudo verificou que todos os cones exibiam algum nível de corrosão, contudo os casos fracassados exibiam maior grau de corrosão. Seguidamente foram realizadas culturas celulares, tornando-se claro que os cones corroídos apresentavam uma taxa de citotoxicidade elevada, contrariamente aos cones pouco ou nada corroídos. Seltzer chegou á conclusão que os subprodutos da corrosão não eram constituídos por prata e que a origem desta corrosão poderia estar nas proteínas presentes no soro sanguíneo. (Tehrani, 2007)

O estudo realizado por Seltzer deu-nos uma compreensão de como esta técnica de obturação compromete o tratamento Endodôntico a longo prazo. Após a divulgação deste estudo, os cones de prata tornaram-se praticamente obsoletos pelos vários motivos demonstrados. Através da aplicação de múltiplas técnicas de investigação associadas a simples culturas tecidulares, Seltzer conseguiu demonstrar o princípio biológico que levou ao abandono desta técnica. Este estudo beneficiou o tratamento dos pacientes e aumentou a taxa de sucesso do tratamento Endodôntico. (Maggio, 2004)

ii. Guta-Percha

Vários materiais e técnicas de obturação foram utilizadas no passado. Historicamente a gutta-percha – GP, tem sido o material de escolha desde meados de 1800 e continua a ser o material mais popular para obturação graças às suas propriedades químicas, biológicas e físicas. Esta é adequada para ser utilizada em diversas técnicas obturadoras, nas quais se incluem a condensação lateral, condensação lateral a quente, compactação em ondas contínuas, técnicas injetáveis, entre outras. (Natera *et al.*, 2011)

A gutta-percha é o material obturador mais universalmente utilizado e aprovado graças às suas propriedades. A gutta-percha – trans polisopreno, pode apresentar-se sob duas formas cristalinas: a forma α e a forma β . Estas diferenciam-se entre si na distância molecular de repetição dos grupos CH₃ na sua estrutura. Estas duas fases são também interconvertíveis. (Ferrante *et al.*, 2010)

Analisando termicamente a gutta-percha, é possível constatar dois picos endotérmicos. O primeiro observa-se num intervalo de 42 a 49°C. Neste momento ocorre transformação da GP na fase β para a fase α . No segundo pico, que ocorre no intervalo entre 53 e 59°C dá-se uma conversão da gutta-percha α para uma gutta-percha amorfa. Na sua forma natural a GP apresenta-se sob a forma α . Se esta for submetida a um arrefecimento numa taxa de 0.5°C/h, as moléculas tornam a rearranjar-se na sua forma β de trans-polisopreno. Quanto às suas propriedades, a GP na fase- α apresenta uma elevada fluidez e baixa viscosidade adquirindo também propriedades adesivas. Já na fase- β ocorre exatamente o inverso, havendo uma diminuição da fluidez e aumento da viscosidade. (Ferrante *et al.*, 2010)

A maior parte da gutta-percha atualmente disponível no mercado apresenta-se sob a forma β , sendo a GP em fase- α mais utilizada em técnicas termoplásticas dadas as suas propriedades fluidas e adesivas. (Anthony, 2001)

Outra característica da GP é a sua contração volumétrica após aquecimento. Qualquer método de manipulação deste material que recorra ao calor ou a algum solvente vai conduzir a alguma contração do material na ordem dos 1 a 2 %, sendo esta uma propriedade indesejável na obturação Endodôntica. A GP utilizada atualmente no

mercado não é constituída por GP pura, trata-se de uma combinação de óxido zinco (50-79%), sais de metais pesados (1 a 17%), ceras ou resinas (1-4%) e apenas 19-22% de GP. A sua composição varia de acordo com as propriedades físicas e químicas que os produtores e distribuidores querem conferir ao material obturador, sendo algumas formulações mais macias ou rígidas que outras. Tendo isto em conta o médico dentista faz a sua escolha de material de acordo com a técnica obturadora que será empregue. (Himel and DiFiore, 2009)

A GP apresenta também algumas desvantagens, tais como: a falta de rigidez e adesão. Estas desvantagens tornam este produto de difícil manipulação, condensação e adaptação ao sistema de canais radiculares. Estas desvantagens podem ser ultrapassadas recorrendo a um cimento que ajude na adesão do material bem como recorrendo ao calor para amolecer a GP, permitindo uma melhor adaptação. A GP é também um material com um prazo de validade limitado, tornando-se quebradiça e frágil com o passar do tempo. Este processo pode ser retardado com a refrigeração do material. (Anthony, 2001)

As várias formas de GP que se encontram disponíveis no mercado são um reflexo da evolução e sofisticação tecnológica na obturação Endodôntica. O rápido desenvolvimento de novos materiais dentários conduziu á introdução de novos materiais obturadores e de novas técnicas. Atualmente as propriedades únicas da GP tornam-na num material obturador quase indispensável. Esta tem vindo a ser modificada diversas vezes ao longo dos anos para estar a par das novas tendências na área da Endodontia. (Prakash *et al.*, 2005)

A fim de continuar indispensável no futuro a GP deve certamente sofrer algumas modificações com o objetivo de aumentar a sua estabilidade, introduzir propriedades antibacterianas sem sofrer dissolução, melhorar a sua fluidez, bem como a sua adaptação intra-canal sem as desvantagens inerentes á sua contração. (Prakash *et al.*, 2005)

iii. Cones de Guta-percha Revestidos – Activ Gp[®] e Endorez[®]

Esta técnica obturadora foi desenvolvida numa tentativa de atingir resultados semelhantes ao sistema Resilon através de uma adesão entre a parede do canal, o material obturador central e o cimento. Atualmente são conhecidas duas versões de guta-percha revestida, o sistema Endorez e Activ GP. (Himel and DiFiore, 2009)

O sistema Endorez é recomendado para ser utilizado com a técnica de cone único, podendo o cimento obturador ser utilizado com outras técnicas de obturação. Este sistema é baseado no material Uretano Dimetacrilato (UDMA), muito semelhante a algumas resinas restauradoras. Apresenta na sua constituição componentes que o tornam hidrofílico, para que seja usado em ambientes húmidos como os canais radiculares. O Endorez é bastante eficaz na penetração dos túbulos dentinários, exibindo uma adaptação próxima á dentina. Existe contudo a possibilidade de formação de espaços na obturação resultantes da contração de polimerização do material. (Schwartz, 2006)

Quanto á biocompatibilidade, não existe um consenso absoluto, enquanto alguns estudos demonstraram uma boa tolerância deste material em tecido conjuntivo e osso, (Zmener, 2004, Zmener *et al.*, 2005) vários outros estudos tem vindo a demonstrar que este ocasiona uma irritação tecidular maior e mais persistente comparativamente a outros materiais obturadores, havendo uma resposta inflamatória considerável durante os períodos de experimentação. (Neto *et al.*, 2010, Perassi *et al.*, 2008, Scarparo *et al.*, 2009, Souza *et al.*, 2006)

A resistência deste material também fica aquém comparativamente a outros cimentos e técnicas obturadoras, demonstrando resultados pouco satisfatórios. (Kardon *et al.*, 2003, Neto *et al.*, 2007, Ørstavik and Eldeniz, 2009, Rai *et al.*, 2009)

Alguns estudos relacionados com o efeito antibacteriano do Endorez concluíram que este material não apresenta este poder. (Eldeniz *et al.*, 2006, Sipert *et al.*, 2005) Todavia outros estudos constataram que este material tem poder antibacteriano para as estirpes: *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Kocuria rhizophila*. (Maekawa *et al.*, 2012, Queiroz *et al.*, 2009, Zhang *et al.*, 2009)

Num estudo conduzido por Tay *et al.* (2005), constataram-se espaços entre as interfaces cimento – dentina. Este fenómeno poderá ser atribuído á contração de polimerização do cimento. (Tay *et al.*, 2005)

Até ao momento os estudos publicados não tem demonstrado nenhum benefício específico do Endorez relativamente a outros cimentos e técnicas, mas tal como todos os materiais recentes, mais pesquisas são necessárias para aprimorar este material. (Schwartz, 2006)

O sistema Activ GP é composto por um material central em guta-percha cuja superfície externa é impregnada e revestida por ionómero de vidro. O cimento que acompanha esta técnica é um ionómero de vidro convencional capaz de aderir quimicamente e micromecanicamente aos cones centrais de Activ GP e á dentina nas paredes do canal. Os cimentos á base de ionómero de vidro foram desenvolvidos para ter uma elevada afinidade de adesão á dentina. Revestir o Activ GP com partículas de ionómero de vidro surge numa tentativa de superar as desvantagens da não adesão do cimento IV á guta-percha. (Donadio *et al.*, 2009)

De acordo com o fabricante o Activ GP tem propriedades adesivas á dentina criando uma estrutura em monobloco no interior do sistema de canais radiculares. Um estudo realizado por Monticelli *et al.* (2007) tendo como alvo a microinfiltração em diferentes técnicas obturadoras. Verificou que 91.6% da amostra de dentes obturados com Activ GP havia sofrido microinfiltração 100 dias após a obturação. Os resultados indicam que o selamento apical não foi realizado com sucesso, sugerindo que o Activ GP tal como outros cimentos de dupla polimerização poderá sofrer alguma contração durante a fase de polimerização, gerando assim espaços entre o cimento e as paredes dentinárias permitindo uma rápida penetração bacteriana. A presença de canais com conformações irregulares incompletamente preenchidos com a abordagem de cone único fornecem outra possível razão para a microinfiltração. (Monticelli *et al.*, 2007)

Um estudo desenvolvido por Fransen *et al.* (2008) também chegou a conclusões semelhantes. A obturação por cone único com Activ GP e cimento ionómero de vidro

obteve valores consideráveis de microinfiltração comparativamente com dentes obturados com guta-percha e cimento AH Plus. (Fransen *et al.*, 2008)

Oliveira *et al.* (2011), constatou que tanto o Activ GP como materiais baseados em MTA (Endo CPM sealer e MTAS) revelaram-se menos resistentes á microinfiltração coronal do que AH Plus e Sealapex. (Oliveira *et al.*, 2011)

Cimentos á base de ionómero de vidro têm demonstrado ser bem tolerados pelos tecidos. Segundo Hume e Mount, (*cit. in*, Donadio *et al.*, 2009) células em meios de cultura revelaram que cimentos á base de ionómero de vidro são bastante citotóxicos. Esta propriedade acredita-se ser resultante da libertação de ácido não polimerizado do cimento. Além disso os cimentos de IV são mais solúveis em água do que outros cimentos. No estudo conduzido por Donadio *et al.* (2009) o Activ GP demonstrou ser moderadamente citotóxico quando acabado de preparar e menos tóxico após polimerização. (Donadio *et al.*, 2009)

iv. Resilon®

Resilon é um sistema obturador composto por um cimento resinoso baseado num polímero de policaprolactona desenvolvido para ser um material substituto da tradicional guta-percha. Este sistema é acompanhado de um novo cimento á base de resina - Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, Conn.). Está técnica obturadora tenta incorporar uma união adesiva entre a interface do material central composto por resina sintética com o cimento e a parede do canal radicular. (Himmel and DiFiore, 2009)



Figura 2: Resilon® Primer e cimento Epiphany Sealer® (adaptado de Endodontics - Arnaldo Castellucci, 1994)

Este apresenta propriedades termoplásticas graças á incorporação de policaprolactona, um poliéster alifático biodegradável com uma baixa temperatura de transição vítrea (62°C). A capacidade de aderir a resinas de metacrilato resulta da incorporação deste componente na sua composição. O Resilon é também capaz de aderir a uma variedade de sistemas adesivos e cimentos resinosos para além de Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT), como o Real Seal (SybronEndo, Orange, CA) e Next (HeraeusKulzer, Armonk, NI). (Gesi *et al.*, 2005)

A utilização adjunta de adesivos self-etch e de cimentos á base de resina formam uma estrutura em monobloco entre a dentina radicular e o material obturador tornando o dente mais resistente á microinfiltração bacteriana e á fratura radicular. (Gesi *et al.*, 2005)

Após a realização do protocolo de irrigação e secagem do canal é aplicado um adesivo *primer* para acondicionar a superfície dentinária nos canais, desmineralizando-a e expondo a matriz de colagénio. De seguida é aplicado o cimento, apresentado na forma de dupla seringa com ponta *auto-mix*, proporcionando uma união entre a raíz e os cones de Resilon. Após a aplicação do cimento o material central é utilizado para obturar o espaço canalar, este material central é clinicamente utilizado da mesma maneira que a guta-percha podendo ser aplicado tanto com técnicas obturadoras a quente como a frio. Para completar a obturação a superfície coronal é polimerizada para assegurar um selamento imediato desta zona. Concluída a obturação teoricamente obtém-se o efeito monobloco no qual cimento, estrutura central e túbulos dentinários tornam-se numa única estrutura solidificada. (Adanir *et al.*, 2005, Shresta *et al.*, 2010)

Vários estudos têm sido conduzidos com o intuito de avaliar a resistência deste material a forças de pulsão através de testes *push-out*. Deste modo é possível avaliar o potencial de adesão entre as interfaces material obturador e dentina intra-radicular. Surpreendentemente diversos estudos demonstraram que obturações realizadas com guta-percha/cimentos á base de resina como AH Plus, apresentam uma força de união maior com a estrutura dentária radicular, comparativamente a obturações com Resilon/Epiphany. (Gesi *et al.*, 2005, Ungor *et al.*, 2005, Fisher *et al.*, 2007, Shokouhinejad *et al.*, 2010, Sly *et al.*, 2007) Num estudo desenvolvido por Gesi et al.

(2005), foi mesmo possível constatar uma separação do material central Resilon do cimento Epiphany em algumas amostras. (Gesi *et al.*, 2005).

Os resultados põem em questão a capacidade do conjunto: material obturador central/cimento à base de resina de resistir ao *stress* de polimerização gerado durante o endurecimento do material obturador principalmente na presença de canais longos e estreitos. Fica a questão se este conjunto de materiais consegue efetivamente criar um sistema monobloco. (Kim *et al.*, 2010)

Quanto ao selamento estudos apresentam resultados ligeiramente ambíguos. O sistema Resilon/Epiphany tem tido bons resultados na execução de um selamento coronal imediato após fotopolimerização do cimento presente á entrada dos canais radiculares. Tal selamento é efetivamente vantajoso dadas as diversas situações a que o canal pode ser sujeito a contaminação, principalmente quando exposto ao ambiente oral. (Kim *et al.*, 2010) Estudos demonstraram que o sistema Resilon/Epiphany apresenta um menor grau de microinfiltração que dentes obturados com guta-percha/Ah Plus. (Moreira *et al.*, 2010, Kqiku *et al.*, 2011, Nawal *et al.*, 2011)

Estes estudos contrastam com um estudo conduzido por Pitout *et al.* (2006), no qual o sistema Resilon/Epiphany não obteve resultados significativamente diferentes comparativamente a dentes obturados com guta-percha/cimento, utilizando a técnica de condensação lateral. (Pitout *et al.*, 2006)

A resistência á fratura de dentes obturados com este material também é uma característica bastante estudada. Alguns estudos concluíram que o Resilon efetivamente proporciona alguma resistência á estrutura dentária. (Sagsen *et al.*, 2007, Hammad *et al.*, 2007, Monteiro *et al.*, 2011) Outros porém obtiveram resultados contrários, com o Resilon não aumentando a resistência dentária. (Wilkinson *et al.*, 2007, Hemalatha *et al.*, 2009, Ribeiro *et al.*, 2007)

O este também aparenta ser biocompatível. Um estudo conduzido por Bodrumlu *et al.* (2008), demonstrou uma elevada tolerância em tecido conjuntivo até ao 60º dia de contacto com o material. (Bodrumlu *et al.*, 2008)

v. Cones Personalizados

Quando deparamo-nos com um forâmen apical aberto ou quando o canal é demasiadamente largo, poderá ser necessário a confecção de um cone principal personalizado. Este procedimento torna possível a adaptação do cone às paredes do canal bem como reduz o potencial de extrusão do material e melhora o selamento. (Cohen and Hargreaves, 2011)

A técnica envolve a seleção de um cone principal e a adaptação do mesmo a uma distância de 2 a 4 mm do limite CDC. O cone deve ser agarrado com um porta-agulhas ou uma pinça hemostática para que possa ser inserido e removido do canal sempre na mesma posição, preservando a relação espacial entre o cone e o canal. Este deverá ser removido do canal e a sua ponta amolecida em clorofórmio, eucaliptol ou halotano durante um ou dois segundos. Assim apenas a porção superficial do cone amolece, ao contrário da porção central que permanece semirrígida. Este é então reintroduzido no canal com alguma pressão até ao comprimento desejado. (Cohen and Hargreaves, 2011) O procedimento cria uma impressão da porção apical do canal no cone. O objetivo desta etapa é obter a melhor adaptação possível do cone na sua porção apical proporcionando um bom selamento mas prevenindo a extrusão de guta-percha para além do limite apical. (Walton *et al.*, 2002) O médico dentista deverá então remover o cone do canal por alguns momentos para permitir a evaporação do solvente. De seguida aplica-se o selante e volta-se a introduzir o cone na mesma orientação que a impressão foi realizada. Apesar de ter surgido alguma preocupação com o uso de clorofórmio na medicina dentária, estudos garantem a segurança deste material para a fabricação de cones personalizados e retratamentos Endodônticos. (Johnson, 2002) Para concluir o procedimento, realiza-se uma radiografia para confirmar a adaptação e posicionamento. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Uma alternativa aos solventes é o amolecimento da porção apical do cone recorrendo a calor. Na presença de canais demasiadamente amplos poderá ser necessário o fabrico de um cone principal largo antes da adaptação. Esta técnica recorre ao aquecimento de múltiplos cones de guta-percha e a fusão dos mesmos num único cone de maiores

dimensões sobre uma placa de vidro até se atingir uma dimensão adequada á obturação. (Cohen and Hargreaves, 2011)



Figura 3: Cone principal customizado por fusão de cones de guta-percha. (adaptado de Endodontics, 2004)

3. Técnicas de Obturação

O sucesso do tratamento Endodôntico a longo prazo deve-se a uma obturação tridimensional do sistema de canais radiculares a fim de prevenir a proliferação bacteriana e a irritação dos tecidos peri-radulares. (Naseri *et al.*, 2013) A obturação tridimensional é um passo crítico no tratamento Endodôntico. Esta baseia-se em dois aspetos: a eliminação de todos os meios que possibilitem a infiltração de fluidos e bactérias desde a cavidade oral até aos tecidos peri-radulares e o selamento no interior do canal de quaisquer agentes irritantes remanescentes após as fases de instrumentação e irrigação. Recentemente diversas técnicas obturadoras foram introduzidas no mercado, nestas incluem-se os cimentos e materiais á base de resina, a guta-percha injetável, cones de guta-percha aquecidos através de condutores de plástico ou metal, entre outras. (Gutmann *et al.*, 2010) Apesar de atualmente existir um vasto leque de técnicas disponíveis, a literatura confirma-nos que presentemente nenhuma técnica é capaz de preencher o sistema de canais radiculares na sua totalidade. Estudos demonstraram que as técnicas de obturação dão-nos sensivelmente a mesma taxa de sucesso – entre 90 a 95%. Podemos então depreender que nenhuma técnica aparenta ser melhor do que outra no que diz respeito ao sucesso da obturação. Assim sendo, cabe ao discernimento do médico dentista escolher a técnica obturadora que lhe oferece melhor consistência e que seja para ele de

fácil manipulação em função das circunstâncias clínicas. (Deutsch, 2010, Gutmann *et al.*, 2010)

i. Condensação Lateral

A técnica de condensação lateral continua a ser a mais utilizada nos dias de hoje, sendo a técnica padrão para comparação com novos métodos de obturação. (Rodrigues *et al.*, 2012) Nesta técnica, cones de gutapercha são introduzidos no canal radicular e condensados lateralmente com *spreaders* metálicos. O primeiro cone de gutapercha é denominado de cone principal, este corresponde ao tamanho ISO da última lima apical utilizada no *step-back*. *Spreaders* manuais ou digitais podem ser utilizados para condensar a gutapercha. Menor força é transmitida às paredes dos canais com o uso de *spreaders* digitais, sendo este último mais seguro. (Ford *et al.*, 2002)

O cone principal, tanto pode ser do mesmo tamanho da última lima apical como poderá ser um cone de gutapercha não-*standard* mas que seja equivalente ao calibre do canal a obturar. Na grande maioria das situações a ponta dos cones não-*standard* deverão ser calibrados com uma régua Endodôntica para que a sua ponta corresponda ao diâmetro da região apical do canal. Aquando da sua inserção no canal deverá ter “tug-back” a uma distância de 0.5 a 1mm do comprimento de trabalho. Posteriormente, a inserção do *spreader* juntamente com o cone irá conduzi-lo á distância do comprimento de trabalho. (Ford *et al.*, 2002) A secagem do canal efetua-se com cones de papel *standard*, que são introduzidos até se verificar que o canal se encontre seco. (Sahli and Aguadé, 2006) Após a preparação do cone, procede-se á mistura do cimento obturador. Este deverá ser aplicado em camadas finas nas paredes do canal. Tal pode ser obtido recorrendo a um cone de papel, ou uma lima. (Ford *et al.*, 2002)

Após a seleção do *spreader* e adaptação do cone principal, cones acessórios de dimensões semelhantes ao *spreader* são introduzidos no espaço gerado por este. O *spreader* ao ser sucessivamente introduzido entre a gutapercha e a parede do canal, proporciona espaço para os cones. Este procedimento é repetido por diversas vezes até que o canal esteja devidamente preenchido. À medida que se vai realizando a obturação o *spreader* vai penetrando cada vez menos no canal. O excesso de cones de gutapercha que estruem da

abertura do canal podem ser removidos com um instrumento aquecido. A parte superior do material obturador que se encontra á entrada do canal pode ser comprimida verticalmente recorrendo a um condensador arrefecido. Finalizada a obturação, é realizada uma radiografia para verificar eventuais erros e se inadvertidamente estão presentes espaços não obturados. (Ford *et al.*, 2002)

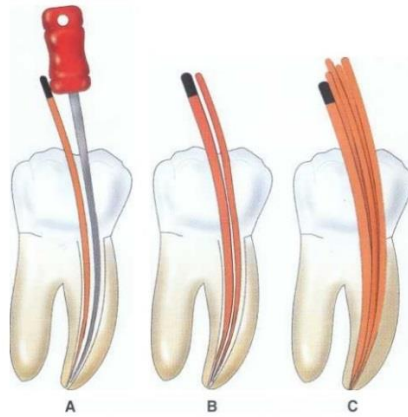


Figura 4: Técnica de condensação lateral (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002)

A compactação lateral apesar de ser uma técnica relativamente simples, economicamente acessível e proporcionar uma introdução controlada de guta-percha no interior do canal (Hale *et al.*, 2012, Lea *et al.*, 2005) possui também algumas desvantagens tais como: longo tempo necessário para obturar; (Hörsted-Bindslev *et al.*, 2007, Lea *et al.*, 2005, Rodrigues *et al.*, 2012) poderá não preencher adequadamente o canal, deixando alguns espaços não obturados; (Hale *et al.*, 2012, Lea *et al.*, 2005, Rodrigues *et al.*, 2012) baixa adaptação do material obturador às paredes do canal (Lea *et al.*, 2005, Rodrigues *et al.*, 2012) é uma técnica que poderá ser considerada de difícil domínio (Hörsted-Bindslev *et al.*, 2007) e poderá ocasionar fraturas radiculares por pressão excessiva em razão do uso de *spreader*. (Lea *et al.*, 2005, Rodrigues *et al.*, 2012)

ii. Condensação Lateral Aquecida

A condensação lateral aquecida de guta-percha surgiu numa tentativa de aperfeiçoar a técnica de condensação lateral tradicional, melhorando a previsibilidade da obturação

final relativamente á técnica de condensação lateral tradicional. (Collins *et al.*, 2006, Kulild *et al.*, 2007) Nesta técnica observa-se um aumento da densidade de massa de gutapercha graças á utilização de um *spreader* aquecido. (Collins *et al.*, 2006) Pode-se evidentemente afirmar que esta é a diferença mais evidente em relação á condensação lateral. (Kulild *et al.*, 2007)

Existem diferentes maneiras de se transferir energia calorífica para amolecer a gutapercha. Uma delas é por intermédio de um condensador Endodôntico aquecido numa chama ou numa máquina de esterilização por calor (Hot Bead Sterelizer). Outro modo é através de condensadores eletricamente aquecidos, como os sistemas Touch and Heat e System B da Analytic Endodontics (Redmond, WA, EUA). Alguns clínicos utilizam por vezes pontas ultrassónicas, que conseguem atingir alguma condensação térmica. (Ford *et al.*, 2002) A vibração ultrassónica é capaz de gerar um calor considerável sendo capaz de realizar obturações com um bom grau de compactação. (Stock *et al.*, 2004)

Na técnica de condensação lateral aquecida após a introdução do cone principal, o *spreader* deve ser introduzido entre os cones de gutapercha e a parede do canal, sendo aplicado um ligeiro torque seguindo se a remoção do *spreader*. Este disponibiliza espaço para que o cone acessório seja introduzido no canal. O procedimento vai sendo repetido até que o *spreader* não consiga penetrar mais que 2 mm no interior da massa obturadora. (Kulild *et al.*, 2007)

O instrumento ao ser introduzido no canal parcialmente obturado conduz ao amolecimento da gutapercha e melhora a adaptação desta á anatomia interna. Canais em forma de “C”, e com defeitos de reabsorção interna são indicados para este tipo de obturação. (Johnson, 2002)

Pode-se afirmar que esta técnica possui as suas vantagens. Esta não deposita calor diretamente na região apical uma vez que o calor só é aplicado após a colocação do cone principal e alguns cones de gutapercha acessórios. Esta é capaz de preencher espaços vazios, istmos, canais laterais e acessórios bem como ter um bom controlo do comprimento da obturação. O potencial para ocorrência de fratura também diminui uma vez que a gutapercha flui mais facilmente para regiões de variação anatómica recorrendo

a pouca pressão com o *spreader*. A condensação lateral aquecida é de fácil aprendizagem e requer pouco material para além da condensação lateral tradicional, sendo estes materiais relativamente pouco dispendiosos. (Johnson, 2002)

Uma vez que se trata de uma técnica que recorre ao aquecimento de guta-percha existe a possibilidade de ocorrer um extravasamento do material obturador intra-canal para a região periapical, sendo esta uma desvantagem característica deste tipo de obturação. (Bergenholtz *et al.*, 2003)

iii. Compactação Vertical Aquecida

Em 1967, Shilder popularizou a técnica de condensação vertical aquecida. (Wu *et al.*, 2002). Esta técnica envolve a condensação de guta-percha em direção apical recorrendo a uma variedade de métodos para transmitir o calor ao material obturador. (Ford *et al.*, 2002)

Esta técnica inicialmente descrita por Shilder, oferece uma obturação tridimensional e homogénea. A compactação vertical aquecida não só requer uma pouca quantidade de cimento obturador ao redor da massa de guta-percha como também preenche canais acessórios na porção cervical, média e apical. (Smith *et al.*, 2000)

A pressão hidráulica exercida nesta técnica força a guta-percha e o cimento a preencherem variações anatómicas existentes no interior do canal, formando uma massa densa e homogénea. Característica que tornou esta técnica notável pela exibição radiográfica de canais laterais e acessórios. (Johnson, 2002)

*Spreader*s e condensadores de Paiva (condensador vertical Endodôntico) fazem parte do material necessário para a aplicação desta técnica. Os *spreader*s são utilizados como agentes transportadores de calor para amolecer a guta-percha e não para a condensação de cones como na técnica de condensação lateral. Os condensadores de Paiva são utilizados para comprimir a guta-percha, estes encontram-se disponíveis com diferentes diâmetros, sendo também marcados longitudinalmente a cada 5mm da ponta ativa. (Johnson, 2002)

Antes de se iniciar a obturação os condensadores de Paiva deverão ser introduzidos no canal até a distância desejada e devidamente selecionados de acordo com o seu tamanho, pois um condensador demasiado estreito simplesmente afundará na guta-percha e outro demasiado largo poderá contactar com as paredes do canal levando a uma possível fratura da raiz. (Johnson, 2002, Stock *et al.*, 2004)

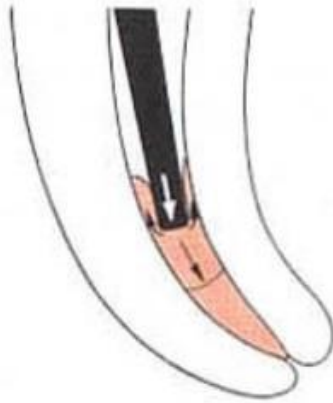


Figura 5: Ilustração da técnica de compactação vertical aquecida (adaptado de Endodontics, 2004)

Com o canal pronto para a obturação seleciona-se um cone não *standard* cuja ponta deverá ser calibrada para que se adapte ao canal e tenha um efeito de “tug-back” a uma distância de 2 a 3mm do comprimento de trabalho. Deve-se de seguida preparar o cimento e reintroduzir o cone no interior do canal. Este deverá então ser cortado proximamente ao orifício do canal recorrendo a um *spreader* aquecido ao rubro. Seguidamente um condensador de Paiva arrefecido deverá exercer pressão sobre a guta-percha forçando-a em direção apical. O corte do cone apenas proporciona calor aos 3 ou 4mm coronais. Deste modo torna-se necessário reintroduzir novamente o *spreader* aquecido de modo a que seja possível condensar mais 3 a 4 mm de massa de guta-percha em profundidade com o condensador. Esta condensação, leva á remoção de guta-percha da região central forçando-a não só a avançar lateralmente para possíveis irregularidades no canal mas também a ascender verticalmente. A condensação é repetida até que a porção central do canal esteja vazia, exceto nos 5mm apicais do canal. Seguidamente a guta-percha presente no canal deverá ser levemente aquecida para que então se proceda ao acrescento de segmentos de 2 a 4 mm de guta-percha também esta aquecida. Estes segmentos serão

verticalmente condensados até que se obtenha uma completa obturação do canal. (Johnson, 2002)

Este método apesar de ser capaz de produzir uma obturação homogênea também possui as suas desvantagens: Trata-se de uma técnica que exige alguma perícia do operador, sendo de difícil domínio (Johnson, 2002, Walton *et al.*, 2002); é uma técnica relativamente morosa (Johnson, 2002, Lea *et al.*, 2005, Smith *et al.*, 2000); de difícil execução em canais curvos dadas as características físicas dos condensadores; o condensador dado a sua rigidez poderá não ter penetração suficiente em profundidade; é necessária uma preparação biomecânica do canal mais ampla e cônica conduzindo a um maior desgaste de dentina, para que os condensadores possam contactar com a guta-percha próxima á região apical (Johnson, 2002, Walton *et al.*, 2002); o controlo inadequado da profundidade de inserção do condensador pode gerar espaços não obturados (Stock *et al.*, 2004); existe um risco de fratura radicular por exercício de pressão excessiva (Johnson, 2002, Smith *et al.*, 2000); dificuldades no controlo do comprimento de trabalho da obturação; necessários mais instrumentos que condensação lateral (Walton *et al.*, 2002); pode ocasionar extrusão de guta para região periapical (Lea *et al.*, 2005); é necessário uma chama para aquecer o *spreader*, podendo atingir elevadas temperaturas e conduzir a possíveis lesões no operador, lábio do paciente ou mesmo no ligamento periodontal. (Smith *et al.*, 2000)

iv. Compactação por Onda Contínua de Calor

Numa tentativa de simplificar a técnica de compactação vertical aquecida Buchanan em 1996 apresentou a técnica de compactação por onda contínua de calor utilizando o System B como fonte de calor. Este demonstrou ser comparável á condensação vertical ao produzir uma obturação com alta densidade de guta-percha. (Cathro and Love, 2003)

A técnica de condensação por onda contínua de Buchanan, atua simultaneamente como uma obturação lateral a frio e técnica de condensação vertical a quente. Esta técnica recorre a um cone principal devidamente ajustado para reduzir a probabilidade de extrusão apical de guta-percha beneficiando das vantagens da condensação vertical a quente para obturar completamente o sistema de canais radiculares. A compactação por

onda contínua de calor envolve a condensação de um cone principal com a aplicação de calor com o System B Heatsource, a uma temperatura de 200°C numa profundidade até 3mm do comprimento de trabalho. (Lea *et al.*, 2005)



Figura 6: Unidade de obturação System B[®] (adaptado de Pathways of the Pulp, 2011)

O cone principal é então envolto com cimento e utilizado para revestir as paredes do canal. O System B é então calibrado a uma temperatura de 200°C e colocado em *touch mode*. O cone principal deverá ser cortado ao nível do orifício de entrada do canal. O condensador é de seguida ativado e introduzido apicalmente durante 1 a 2 segundos. Deve-se ter precaução para que o calor nunca seja ativado por mais que 4 segundos. A pressão deve ser mantida na guta-percha apical enquanto a fonte de calor é desligada por 5 a 10 segundos. Após a guta-percha arrefecer a fonte de calor é novamente ativada por 1 segundo para separar o condensador da massa de guta-percha de modo a que o instrumento possa ser removido. Seguidamente um condensador manual com o diâmetro de 0.4mm é utilizado para garantir que a guta-percha apical não foi deslocada e se evidentemente está arrefecida. Caso não seja necessário espaço para colocação de espigão, poderá ser realizada uma obturação em *backfill* com um simples cone de guta-percha devidamente calibrado e colocado no espaço gerado pelo condensador. O cone deverá ser cortado no orifício de entrada do canal e condensado. Um método alternativo consiste em realizar um *backfill* com guta-percha termoplastificada. (Johnson, 2002)

A vantagem deste sistema é que a ponta do instrumento atua tanto como transportador de calor como condensador. A ponta deste instrumento mantém uma temperatura estável durante todo o procedimento de condensação permitindo uma progressão suave e contínua do condensador em direção apical. (Bergenholtz *et al.*, 2003, Lipski, 2005) Esta técnica resulta numa massa de guta-percha homogênea e bem adaptada à anatomia do canal, sem exigir muita quantidade de cimento obturador. (Bergenholtz *et al.*, 2003)

Esta técnica exige menos tempo de trabalho, coronalmente fornece menos microinfiltração bacteriana e adapta-se melhor às irregularidades do canal comparativamente à condensação lateral. (Lea *et al.*, 2005)

Tal como todos os procedimentos, existem algumas desvantagens inerentes a esta técnica. O uso de guta-percha aquecida cria um potencial de extrusão de material obturador para as estruturas periapicais bem como um risco para o ligamento periodontal e osso alveolar por recorrer a elevadas temperaturas. Foi comprovado que o limiar térmico para que ocorra lesões nos tecidos ósseos é de 10°C acima da temperatura corporal. (Silver *et al.*, 1999, Walton *et al.*, 2002) Deste modo o uso de instrumentos aquecidos através de chama apresentam um grande risco para as estruturas periodontais como cimento, ligamento periodontal e osso alveolar, dado que podem se atingir temperaturas na ordem dos 342°C até 380°C. (Johnson, 2002, Lipski, 2005, Walton *et al.*, 2002) A técnica de obturação por onda contínua de calor gera temperaturas inferiores ao limiar de tolerância biológico nas estruturas peri-radulares. (Walton *et al.*, 2002)

v. Compactação Termomecânica

A Compactação termomecânica de guta-percha foi introduzida por McSpadden em 1978. Um compactador em rotação gera calor ficcional no interior do canal radicular e o cone de guta-percha plastifica-se e é progressivamente forçado lateral e apicalmente. (Gilhooly *et al.*, 2001)

O compactador é mecanicamente ativado sendo semelhante a uma lima Headström. As suas lâminas direcionadas para a ponta do instrumento tem um efeito giratório inverso que impulsiona o material para apical. A técnica com que este método é mais eficaz difere

do método original, no qual apenas um cone principal de maior calibre que a última lima do *step-back* era utilizado para obturar o canal. Atualmente, para melhorar a fiabilidade da técnica, utiliza-se a compactação termomecânica após a compactação lateral do canal. (Bergenholtz *et al.*, 2003)

A vantagem desta técnica assenta na rapidez e na formação de uma massa compacta de guta-percha que em canais amplos resulta em menor microinfiltração comparativamente á compactação lateral. A desvantagem da compactação termomecânica está relacionada com a prática necessária para atingir resultados consistentes. (Bergenholtz *et al.*, 2003) A falta de experiencia poderá ocasionar fratura do instrumento, extrusão apical extensa ou má compactação de guta-percha e sobre aquecimento da raíz. (Bergenholtz *et al.*, 2003, Gilhooly *et al.*, 2001) Se o instrumento for inadvertidamente utilizado com uma rotação na direção dos ponteiros do relógio poderá causar perfurações na parede do canal (Bergenholtz *et al.*, 2003, Cohen and Hargreaves, 2011) e fratura do instrumento. (Bergenholtz *et al.*, 2003, Gilhooly *et al.*, 2001) A impossibilidade do uso desta técnica em canais curvos também é um inconveniente. (Cohen and Hargreaves, 2011)

vi. Técnicas de Injeção Termoplástica

Técnicas com guta-percha temoplastificada têm vindo a ser desenvolvidas numa tentativa de melhorar a obturação do sistema de canais radiculares, aumentando a densidade de material obturador e reduzindo espaços vazios. As técnicas de guta-percha injetáveis aplicam no interior do canal radicular guta-percha termoplastificada a elevadas ou baixas temperaturas por intermédio de uma cânula ou seringa. Esta técnica que não recorre a cones principais como parte do protocolo de obturação tem demonstrado bons resultados na reprodução da anatomia interna do canal comparativamente á técnica de condensação lateral. (Natera *et al.*, 2011)

Com esta técnica guta-percha é aquecida fora do ambiente oral e injetada por meio de uma seringa pressurizada até que flua para o interior do canal radicular previamente revestido com cimento obturador. A agulha de injeção deve ser posicionada o mais próximo possível da região apical, no mínimo até ao terço apical do canal. Ao remover-se lentamente a agulha á medida que a guta-percha vai sendo injetada todo o canal

radicular poderá ser preenchido em questão de segundos. Para colmatar a contração inerente a este tipo de obturação realiza-se a aplicação de guta-percha em segmentos de aproximadamente 2 a 3 mm, seguindo-se uma condensação contínua desta durante o seu arrefecimento, que deverá durar aproximadamente 2 minutos. Sucessivas porções são aplicadas até que o canal seja obturado passo a passo. (Tronstad, 2003)

Esta técnica é de difícil controlo havendo casos frequentes tanto de canais sobre-obturados como de canais sub-obturados. Por este motivo este método também pode recorrer ao uso de um cone principal não amolecido que é introduzido no canal para atuar como bloqueador da passagem de guta-percha pelo forâmen apical. A guta-percha é então injetada para preencher partes do canal que são tradicionalmente ocupadas por cones acessórios. (Tronstad, 2003)

Em suma, a adequação desta técnica está fortemente dependente da morfologia do forâmen apical, se apresenta ou não resistência á passagem do material obturador. (Tronstad, 2003)

a. Sistema Obtura[®]

O sistema Obtura III (Obtura Spartan, Earth city, MO) consiste numa “pistola” contendo uma câmara rodeada por um sistema de aquecimento no qual são introduzidas tabletes de guta-percha. Agulhas com diferentes calibres são encaixadas no equipamento para depositar a guta-percha injetável no interior do canal. Este sistema possibilita o controlo não só da viscosidade da guta-percha como também da sua temperatura. Um estudo demonstrou que a temperatura interna máxima atingida é de 27°. O material é então pré-aquecido e a agulha posicionada 3 a 5 mm do comprimento de trabalho. Este é então gradual e passivamente injetado no canal com o apertar do gatilho do mecanismo. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Esta técnica tem revelado uma melhor adaptação às paredes do canal comparativamente à compactação lateral preenchendo um maior número de canais laterais simulados. (Tanomaru *et al.*, 2012)



Figura 7: Sistema Obtura II® para aplicação da técnica de injeção termoplástica e *backfilling* (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002)

A associação desta técnica com o conhecido System B tem revelado uma obturação homogênea a todos os níveis do canal numa percentagem de 99.7%. (Cathro and Love, 2003)

Um estudo revelou que é clinicamente aceitável realizar *backfill* em canais com incrementos de 10mm ao invés de 4 a 5 mm dado que as diferenças entre as amostras estudadas não são estatisticamente significativas. (Johnson and Bond, 1999)

Um estudo avaliou clínica e radiograficamente o *follow-up* de 236 tratamentos Endodônticos. Destes casos, 131 foram obturados com o sistema Obtura II. Os níveis de obturação dos canais foram então classificados como curtos (2mm aquém do comprimento de trabalho), normais (dentro de 2mm de distância do comprimento de trabalho) e sobre-obturados (para além do comprimento de trabalho), as percentagens de sucesso dos tratamentos foram respetivamente 93%, 97% e 93%, não havendo diferenças significativas. Assim mais de 96% dos casos tratados foram bem-sucedidos. (Tani-Ishii and Teranaka, 2003)

Por outro lado um estudo realizado com uma amostra de 40 dentes revelou que a eficácia do selamento apical do sistema System B associado com o sistema Obtura II é inferior comparativamente às técnicas de cone único e condensação lateral. (Yilmaz *et al.*, 2009)

b. Sistema Ultrafil 3D®

O sistema Ultrafil 3D aquece a guta-percha a uma temperatura de 70°C. Este sistema contrariamente ao Obtura III possui uma câmara térmica que se encontra separada do sistema de injeção de guta-percha, dito isto a “pistola de injeção” não possui sistema de aquecimento dado que o material obturador é aquecido previamente á sua introdução no mecanismo. A guta-percha apresenta-se sob a forma de cânulas pré doseadas, tendo cada uma delas diferentes níveis de endurecimento, fluidez e contração. O Regular Set Possui baixa viscosidade e um período de endurecimento de 30 minutos, apresentando uma menor contração do material, o Firm Set é também um material de baixa viscosidade mas possui um curto tempo de endurecimento – 4 minutos. As cânulas do equipamento possuem uma agulha *standard* que equivale ao calibre de uma lima K70. Deste modo torna-se fundamental que o preparo do canal seja amplo de modo a que a agulha fique a uma distância de 3 a 5mm do comprimento de trabalho. As agulhas deste sistema também poderão ser dobradas de acordo com a preferência do clínico. Antes de se iniciar a obturação as cânulas contendo guta-percha deverão ser devidamente aquecidas no sistema de aquecimento que compõe o equipamento por um período aproximado de 15 minutos. Caso não se utilize a totalidade do material pode se reaquecer a cânula para utilizações posteriores. (Stock *et al.*, 2004) Estas poderão ser desinfetadas não podendo contudo ser esterilizadas a quente. (Cohen and Hargreaves, 2011) Após retiradas do mecanismo de aquecimento as cânulas deverão ser rapidamente utilizadas, tendo um tempo de trabalho de aproximadamente 1 minuto. (Stock *et al.*, 2004)

Tal como é comum nas técnicas obturadoras injetáveis o Ultrafil 3D apresenta alguma tendência á extrusão apical apesar de apresentar boa adaptação às paredes do canal. (Strefezza, 2004, Moura *et al.*, 2004)



Figura 8: Sistema de obturação Ultrafil 3D® (adaptado de Endodontics - Arnaldo Castellucci, 1994)

c. Sistema Calamus®

O sistema Calamus Flow é um sistema de obturação com guta-percha termoplástica equipado com um sistema de cartuchos e agulhas com diferentes calibres (20 e 23). Neste sistema é possível não só controlar o fluxo de guta-percha mas também a temperatura com que esta é injetada no canal. Os condensadores encontram-se disponíveis separadamente. O interruptor de obturação a 360 graus possibilita uma melhor sensação tátil do instrumento aquando da sua utilização. (Cohen and Hargreaves, 2011) O mais recente sistema Calamus 3D Obturation System incorpora numa só unidade tanto o sistema Flow como um condensador eletricamente aquecido disponível em diferentes calibres, que possibilita o uso do equipamento para diferentes técnicas como condensação vertical, condensação por onda contínua de calor e técnica híbrida. (Ruddle, 2010)

d. Sistema Elements®

O sistema de obturação Elements (SybronEndo) é composto por uma fonte de calor tipo System B com condensador e um mecanismo manual que administra guta-percha termoplástica ou RealSeal a partir de cartuchos descartáveis. (Cohen and Hargreaves, 2011, Mahera *et al.*, 2009) Estes encontram-se disponíveis com agulhas de calibre 20,23

e 25 para guta-percha e de calibre 20, 23 e 25 para RealSeal. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Num estudo realizado com uma amostra de 60 dentes humanos concluiu-se que a obturação realizada com o sistema Elements foi tão eficaz como a técnica de condensação lateral. (Mahera *et al.*, 2009)

e. Sistema HotShot®

O sistema de obturação HotShot (Discus Dental) é um mecanismo de injeção de guta-percha termoplástica sem fios. Com um espectro de aquecimento que varia dos 150°C aos 230°C. Este sistema pode ser utilizado tanto com guta-percha como com Resilon. As agulhas adaptáveis encontram-se disponíveis com calibres 20, 23 e 25. (Cohen and Hargreaves, 2011)

f. Sistema GuttaFlow®

Este sistema é composto por uma matriz fria e fluida constituída por guta-percha e cimento á base de resina que precedem uma trituração. Esta técnica envolve a injeção do material misturado diretamente no canal radicular associado á colocação de um cone principal. (Himel and DiFiore, 2009) O sistema combina cimento e guta-percha num único material sendo constituído por uma matriz de polidimetilsiloxano que é densamente preenchida por pequenas partículas de guta-percha. (De-Deus *et al.*, 2007)

O material para obturação encontra-se disponível em cápsulas para trituração num misturador de amálgama. A técnica envolve a injeção do material no interior do canal e na aplicação de um cone principal. O material possui um tempo de trabalho de aproximadamente 15 minutos e sofre endurecimento após 25 a 30 minutos. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Características reportadas sobre este material incluem: elevada homogeneidade, adesão às paredes do canal, viscosidade apropriada e elevada fluidez. A sua ligeira expansão após

endurecimento dificulta o aparecimento de microinfiltração e favorece o prognóstico. (Kangarlou *et al.*, 2012)

Estudos sugerem que o GuttaFlow é capaz de preencher as irregularidades do sistema de canais radiculares com boa consistência. A biocompatibilidade também é uma característica deste material. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Para a sua desvantagem, o GuttaFlow encontra-se associado um maior risco de sobre-obturação uma vez que se trata de uma técnica termo-injectável. (Kangarlou *et al.*, 2012)

O elevado tempo de endurecimento também constitui uma desvantagem deste material. O seu endurecimento poderá ser retardado caso o material contacte com resíduos de hipoclorito após o protocolo final de irrigação. Quanto á sua capacidade de selamento não existe um consenso, dado que aparenta ser comparável com algumas técnicas e inferior a outras. (Cohen and Hargreaves, 2011) Um estudo envolvendo uma amostra de 55 dentes concluiu que em relação á microinfiltração bacteriana os canais radiculares obturados com GuttaFlow são semelhantes a canais obturados com Resilon/Epiphany e Guta-percha/AH26. (Kangarlou *et al.*, 2012) Por outro lado um estudo envolvendo 45 dentes humanos revelou que o sistema GuttaFlow possui maior suscetibilidade á microinfiltração que dentes obturados com Epiphany/Resilon. (Kqiku *et al.*, 2010)

vii. Condutores de Guta-percha

Estes sistemas recorrem a um condutor central composto por aço inoxidável, titânio ou plástico revestido com guta-percha. Este é flexível mas também ligeiramente rígido. Os condutores apresentam-se em tamanhos *standard*, para que possam corresponder ao tamanho das limas de instrumentação. Após a preparação do canal radicular, procede-se á secagem do canal e o seu revestimento com cimento obturador. O condutor com o tamanho apropriado é então selecionado e aquecido num equipamento especializado para o efeito. A sua introdução no canal deverá ser firme e no comprimento de trabalho apropriado. (Walton *et al.*, 2002)

Após o aquecimento do condutor o clínico possui aproximadamente 10 segundos de tempo de trabalho. Estudos sugerem que quanto mais rápida for a introdução do condutor no interior do canal melhor é a extensão da obturação e o preenchimento de irregularidades, favorecendo a qualidade da obturação. (Cohen and Hargreaves, 2011, Levitan *et al.*, 2003)

A porção externa do condensador que estriui do orifício de entrada do canal deve ser seccionada. (Bergenholtz *et al.*, 2003) O seccionamento é realizado recorrendo uma broca esférica, de cone invertido ou uma broca Prepi (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties) específica para este efeito. Instrumentos aquecidos a elevadas temperaturas são desaconselhados para seccionar o material, uma vez que podem causar deslocamento do material obturador. (Cohen and Hargreaves, 2011) Removida a porção coronal pode-se aplicar pressão com um condensador manual para compactar a guta-percha. (Bergenholtz *et al.*, 2003)

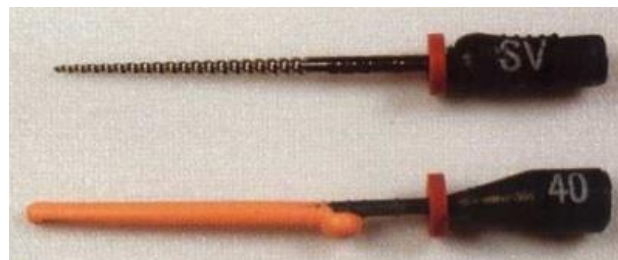


Figura 9: Obturador Termafil® (adaptado de Colour Atlas of Endodontics, 2002)

As vantagens desta técnica assentam na facilidade de introdução do material obturador e na fluidez da guta-percha termoplastificada que preenche as irregularidades do canal. (Walton *et al.*, 2002)

As desvantagens deste sistema estão relacionadas com a tendência de extrusão do material para a região periapical, (Hale *et al.*, 2012, Levitan *et al.*, 2003, Walton *et al.*, 2002) dificuldade de controlar a densidade do material em canais curvos e irregulares, o facto de apresentarem um ligeiro obstáculo no que diz respeito á sua remoção em retratamentos. (Beasley *et al.*, 2013, Hayakawa *et al.*, 2010, Walton *et al.*, 2002) No geral não existem

vantagens significativas no uso desta técnica comparativamente a outras, como a técnica de condensação lateral. (Chu *et al.*, 2005, Hale *et al.*, 2012, Walton *et al.*, 2002)

Alguns dos sistemas disponíveis que empregam esta técnica são: Termafil, Profile GT Obturators, Gt Series X, ProTaper Universal Obturators, RealSeal, Densfil e Soft-Core. (Cohen and Hargreaves, 2011, Gutmann *et al.*, 2010)

a. Sistemas SuccessFil® e Alphaseal®

Outros materiais baseados num conceito semelhante são respectivamente o Successfil e o Alphaseal. Ambos os sistemas administram a guta-percha no interior do canal através de um condutor que é revestido pelo material obturador por intermédio de uma seringa previamente aquecida num forno apropriado. A guta-percha é então introduzida no canal previamente revestido por cimento na distância do comprimento de trabalho sem realizar movimentos de rotação. (Stock *et al.*, 2004) Seguidamente realiza-se o corte do condutor ligeiramente acima da entrada do canal. (Cohen and Hargreaves, 2011) Uma adequada instrumentação do canal é imprescindível. O aquecimento insuficiente do material irá resultar na remoção da guta-percha que reveste o condutor durante a sua inserção. (Anthony, 2001) Esta técnica necessita ser submetida a estudos clínicos mais extensos. (Stock *et al.*, 2004)

b. Sistema SimplyFill®

O SimplyFil é um sistema condutor de guta-percha seccionado. Este transporta uma porção de material obturador de apenas 4 mm aproximadamente para a região apical do canal. O espaço que fica por obter é então preenchido por guta-percha termoplástica injetável por meio de uma “pistola” obturadora. (Himel and DiFiore, 2009)

Esta técnica seccional é relativamente eficiente e o seu potencial de infiltração encontra-se ao mesmo nível que outras técnicas obturadoras (Cohen and Hargreaves, 2011)

viii. Técnicas Solventes

As técnicas solventes implicam a dissolução total ou mistura parcial de gutapercha com agentes solventes como o clorofórmio e o eucaliptol. Estes apresentam-se como cloropercha ou eucapercha, técnica de difusão ou resina de clorofórmio. Normalmente estas técnicas não são utilizadas juntamente com um cimento obturador estando dependentes de gutapercha amolecida para que se dê uma boa adaptação. O problema inerente a esta técnica assenta na contração do material obturador após a evaporação dos solventes. Extensas micro-infiltrações encontram-se associadas a este tipo de técnica sendo o seu prognóstico a longo prazo reservado. (Walton *et al.*, 2002)

Este tipo de técnica envolvendo agentes solventes foi abandonada e substituída por outros métodos e materiais que apresentam melhores propriedades sem exibição de contração após obturação. (Cohen and Hargreaves, 2011)

ix. Pastas

Estes materiais disponíveis no mercado surgem de uma mistura de pó e líquido que origina um material de consistência pastosa que constitui o único material obturador do canal radicular. Estas pastas podem ser introduzidas no canal através de um *lentulo* espiral ou por injeção. À primeira vista parecem ser um meio simples e atrativo de obturar o sistema de canais radiculares, mas a realidade é bem diferente. Extravasamento apical com este tipo de material é praticamente regra. A obturação não apresenta homogeneidade e o canal é geralmente inadequadamente selado mesmo que sobre-obturado. Algumas destas pastas também sofrem contração após endurecimento e a grande maioria apresenta solubilidade quando em contacto com fluídos tecidulares. Estas pastas para além de serem extremamente difíceis de serem removidas após endurecimento (Tronstad, 2003) são por vezes utilizadas como substitutos de limpeza e instrumentação do canal radicular. Algumas delas até possuem na sua constituição paraformaldeído – material com elevada toxicidade. É de notar que qualquer extravasamento deste material para a região periapical apenas poderá ser corrigido com intervenção cirúrgica. (Cohen and Hargreaves, 2011)

x. Barreiras Apicais

Uma completa assepsia e uma obturação tridimensional do sistema de canais radiculares são essenciais para o sucesso Endodôntico a longo prazo. (Kubasad and Ghivari, 2011) Em determinados casos como na presença de dentes imaturos, reabsorções radiculares apicais externas, sobre-instrumentação para além dos limites recomendados, (Cohen and Hargreaves, 2011) poderá ser necessário a criação de barreias ou stops apicais para que seja possível obturar o canal radicular sem correr o risco de extrusão do material obturador para os tecidos peri-radiculares. (Kubasad and Ghivari, 2011)

Por vários anos diversos materiais foram experimentados com o propósito de gerar um selamento apical. Alguns destes materiais incluem, pó de hidróxido de cálcio, hidróxido de cálcio misturado com diferentes veículos de administração, colagénio, fosfato de cálcio, proteínas osteogénicas, fatores de crescimento ósseo e celulose oxidada. Foram até mesmo descritas técnicas que envolviam a sobre-instrumentação intencional do canal, pois acreditava-se que o coágulo sanguíneo formado poderia induzir um encerramento do ápice dentário. (Kubasad and Ghivari, 2011)

O hidróxido de cálcio é dos materiais que mais tem sido utilizado para a criação de uma barreira apical. Este tem demonstrado induzir a apexificação dentária enquanto atua como barreira. (Cohen and Hargreaves, 2011)

O HC tem sido o material de escolha pelos dentistas para a promoção da apexificação em dentes permanentes imaturos. O tempo necessário para completar a apexificação utilizando o hidróxido de cálcio é variável, relatos variam entre 5 e 20 meses, ou uma média de 12,9 meses aproximadamente. Neste período, o número de vezes que o cimento deve ser substituído ainda é controverso na literatura atual. Alguns estudos defendem trocas após 1 mês e entre 6 a 8 meses de intervalo até o encerramento apical. Este tratamento a longo prazo apresenta alguns obstáculos, como por exemplo: risco de fratura dentária se o tratamento se prolongar demasiado, a perda da restauração coronária pode conduzir a uma reinfeção, a necessidade de várias visitas de controlo. Além de que este tratamento requer um elevado nível de colaboração da parte do paciente. (Orooji and Maksoud, 2013)

Isto posto, a obturação imediata torna-se numa boa alternativa ao processo de apexificação. Pois a criação de um stop apical confina o material obturador ao interior do canal potencializando a cicatrização óssea através da indução da formação de tecido ósseo e de cimento. (Cohen and Hargreaves, 2011)

O Mineral trióxido agregado – MTA, tem demonstrado um potencial altamente variado de aplicações na medicina dentária. Estudos demonstraram a sua capacidade de regeneração tecidular em diferentes tipos de tecidos, como ligamento periodontal, osso, tecidos peri-radiculares e cimento dentário. (Floratos *et al.*, 2013)

O MTA é dos materiais mais eficientes para selamentos de comunicações tanto iatrogénicas como patológicas, entre espaços Endodônticos e periodontais. Para acrescer ainda mais as suas vantagens, as propriedades deste material não são afetadas pela presença de humidade, sendo a sua biocompatibilidade vastamente documentada na literatura atual. Ao ser utilizado em contacto com o tecido peri-radicular tem a capacidade de induzir a formação de cimento. Uma barreira apical com este material promove não só a reparação tecidular desta região como também pode aumentar a resistência á fratura de dentes imaturos. Pode-se afirmar que a aplicação do MTA na formação de uma barreira apical é perfeitamente aplicável em situações de polpas necróticas, ápices abertos e lesões periapicais. (Pace *et al.*, 2014)



Figura 10: Mineral trióxido agregado – MTA disponível como ProRoot MTA[®]
(adaptado de Pathways of the Pulp, 2011)

VIII. Selamento Intracoronário

A restauração definitiva do dente obturado surge como a última etapa do tratamento Endodôntico e desempenha um papel importantíssimo no prognóstico Endodôntico. Existem estudos suficientes que comprovam sem margem de dúvida que a presença de microinfiltração coronal é um fator determinante no sucesso ou fracasso do tratamento Endodôntico. (Gutmann *et al.*, 2010) Este fenômeno foi investigado recorrendo a diversos ensaios com corantes, radioisótopos ou mesmo bactérias. (Timpawat *et al.*, 2001) Outros pesquisadores demonstraram que tanto as técnicas como os materiais obturadores por si só não são capazes de fornecer um selamento completo do sistema de canais radiculares. (Davalou *et al.*, 1999)

Estudos direcionados á microinfiltração indicam que o selamento coronário pode ser aprimorado através da aplicação de materiais restauradores diretamente sobre o orifício do canal e pela execução da restauração definitiva tanto mais cedo quanto possível. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Um método eficiente para combater esta problemática consiste no revestimento do fundo da camara pulpar com material adesivo após remoção de guta-percha e cimento próximos ao orifício de entrada do canal. Isto resulta na formação de uma camada híbrida com micropartículas de resina no interior dos tubos dentinários presentes no fundo da câmara pulpar. Um ionómero de vidro modificado por resina é então aplicado numa camada fina de aproximadamente 1mm e fotopolimerizado. Investigadores chegaram á conclusão que este pequeno passo impedia a microinfiltração coronal em todas as amostras durante um período de 60 dias. (Cohen and Hargreaves, 2011)

Conclusão

A medicina dentária evoluiu de forma surpreendente nestas últimas décadas. E o departamento da Endodontia não é exceção a este progresso. Olhando para o passado podemos constatar que em pouco tempo esta área da medicina dentária atingiu um patamar inabalável na profissão, com a introdução de novos materiais de diagnóstico, de magnificação, de instrumentação, obturação, entre outros.

A obturação Endodôntica também comportou diversas mudanças nos últimos anos. É de notar a introdução de materiais obturadores como o Resilon e o MTA bem como o aprimoramento de técnicas adesivas, que ambicionam a criação de um sistema monobloco no interior do sistema de canais radiculares. O desenvolvimento de novas técnicas com guta-percha injetável também é de se surpreender. Todos estes materiais e técnicas abrem portas para o futuro da Endodontia.

Todavia como Médicos Dentistas e membros integrantes de uma comunidade científica devemos abrir os olhos para estes novos materiais, uma vez que poderão não constituir a melhor opção terapêutica apesar das indicações do fabricante. Estes novos materiais devem ser minuciosamente estudados. Atualmente vários estudos assentam em testes *in vitro* pouco prospectivos, torna-se assim necessário que tanto os materiais como as técnicas sejam estudadas numa perspetiva não só *in vivo* como também a longo prazo, para que possamos obter resultados mais fidedignos e com mais clareza científica. Uma triste lembrança do passado da Endodontia foi a obturação com cones de prata, que a curto prazo aparentavam serem eficazes mas que posteriormente revelaram ser completamente inviáveis.

Como médicos dentistas responsáveis, temos que buscar meios para que possamos proporcionar o melhor cuidado e tratamento possível aos nossos doentes. E para tal não existe arma mais legítima que o conhecimento. A melhor compreensão dos aspetos biológicos das doenças que afetam a polpa e tecidos peri radiculares abrem portas para um melhor diagnóstico e conseqüentemente para a aplicação do tratamento mais adequado á situação clínica que o paciente apresenta.

Muitos dentistas não vêem o canal dentário como o sistema de canais radiculares que ele efetivamente é. Este sistema tem a sua complexidade e vários fatores a ele inerente afetam o prognóstico do tratamento Endodôntico. As bactérias por sua vez são o maior obstáculo que enfrentamos nos tempos atuais. Várias técnicas tem vindo a ser desenvolvidas com o objetivo de as eliminar por completo, contudo não possuímos tecnologia atual para garantir que todas elas são eliminadas do complexo radicular antes de concluir uma obturação.

O sucesso do tratamento Endodôntico está dependente de componentes multifatoriais. Cada passo, cada etapa, têm o seu papel e o seu fiel cumprimento é da maior importância.

Atualmente temos uma taxa extremamente alta de sucesso no tratamento Endodôntico. Contudo a busca pelo protocolo de irrigação ideal, pelo material de instrumentação e obturação perfeito não deve cessar. Mais estudos precisam de ser realizados. Por conseguinte devemos por á prova cada material, cada técnica, para que possamos garantir o melhor tratamento possível dos nossos pacientes.

Pode-se dizer que a Endodontia tem um grande futuro pela frente. Mas cabe ao médico dentista ter a aspiração de fazer parte da formação deste futuro.

Bibliografia

Adanir, N., Çobankara, F. e Belli, S. (2005). Sealing Properties of Different Resin-Based Root Canal Sealers. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 77B(1), pp. 1-4.

Anthony, J. (2001). Gutta Percha Obturation Techniques. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 16(3), pp. 155-158.

Barbizam, J., *et alii.* (2007). Effectiveness of a Silicon-Based Root Canal Sealer for Filling of Simulated Lateral Canals. *Brazil Dental Journal*, 18(1), pp. 20-23.

Beasley, R., *et alii.* (2013). Time Required to Remove GuttaCore, Thermafil Plus, and Thermoplasticized Gutta-percha from Moderately Curved Root Canals with ProTaper Files. *Journal of Endodontics*, 39(1), pp. 125-128.

Bergenholtz, G., Horsted-Bindslev, P. e Reit, C. (2003). *Textbook of Endontology*.

Bouillaguet, S., *et alii.* (2004). Cytotoxicity And Sealing Properties of Four Classes of Endodontic Sealers evaluated By Succinic Dehydrogenase Activity And Confocal Laser Scanning Microscopy. *European Journal of Oral Sciences*, 112, pp. 182-187.

Brodrumlu, E., *et alii.* (2008). The Response of Subcutaneous Connective Tissue to a New Endodontic Filling Material. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 84B, pp. 463-467.

Brosco, V., *et alii.* (2009). Bacterial Leakage In Obturated Root Canals—Part 2: A Comparative Histologic And Microbiologic Analyses. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1(9), pp. 788-794.

Caicedo, R., Clark, S. e Clark, O. (2008). *Modern Perspectives in Root Canal Obturation*.

Candeiro, G., *et alii.* (2012). Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. *Journal of Endodontics*, 38(6), pp. 842-845.

Caron, G., *et alii.* (2010). Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *Journal of Endodontics*, 36(8), pp. 1361-1366.

Carvalho, J., Guimarães, L. e Sobrinho, L. (2003). Evaluation of Solubility, Disintegration, and Dimensional Alterations of a Glass Ionomer Root Canal Sealer. *Brazil Dental Journal*, 14(2), pp. 114-118.

Castellucci, A. (1994). *Endodontics - Arnaldo Castellucci*, Il Tridente.

Cathro, P. e Love, R. (2003). Comparison of MicroSeal and System B/ObturaII Obturation Techniques. *International Endodontic Journal*, 36, pp. 876-882.

Chu, C., Lo, E. e Cheung, G. (2005). Outcome of Root Canal Treatment Using Thermafil And Cold lateral Condensation Filling Techniques. *International Endodontic Journal*, 38, pp. 179-185.

Cohen, S. e Hargreaves, K. (2011). *Cohen's Pathways of the Pulp*, Missouri, Mosby Elsevier.

Collins, J., *et alii.* (2006). A Comparison of Three Gutta-Percha Obturation Techniques to Replicate Canal Irregularities. *Journal of Endodontics*, 32(8), pp. 762-765.

Davalou, S., Gutmann, J. e Nunn, M. (1999). Assessment of Apical and Coronal Root Canal Seals Using Contemporary Endodontic Obturation and Restorative Materials and Techniques. *International Endodontic Journal*, 32, pp. 388-396.

De-Deus, G., *et alii.* (2007). The Sealing Ability of GuttaFlow In Oval-shaped Canals: An Ex Vivo Study Using a Polymicrobial Leakage Model. *International Endodontic Journal*, 40, pp. 794-799.

Desai, S. e Chandler, N. (2009). Calcium Hydroxide–Based Root Canal Sealers: A Review. *Journal of Endodontics*, 35, pp. 475-480.

Deutsch, A. (2010). Searching For The Best Obturation System. *Dentistry Today*, pp. 1.

Donadio, M., *et alii.* (2009). Cytotoxicity Evaluation of Activ GP and Resilon Sealers In Vitro. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 107, pp. 74-78.

Drukteinis, S., *et alii.* (2009). In Vitro Study of Microbial Leakage In Roots Filled With EndoREZ sealer/EndoREZ® Points And AH Plus sealer/ Conventional Gutta-percha Points. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 11(1), pp. 21-25.

Eldeniz, A., *et alii.* (2006). Assessment of Antibacterial Activity of EndoREZ. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 102, pp. 119-126.

Eldeniz, A., *et alii.* (2007). Cytotoxicity of New Resin-, Calcium hydroxide- And Silicone-based Root Canal Sealers On Fibroblasts Derived From Human Gingiva And L929 Cell Lines. *International Endodontic Journal*, 40, pp. 329-337.

European Society of Endodontology (2006). Quality Guidelines for Endodontic Treatment: Consensus Report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*, 39, pp. 931-930.

Ferrante, M., *et alii.* (2010). Thermal Analysis of Commercial Gutta-percha. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 103(2), pp. 563-567.

Fisher, M., Berzins, D. e Bahcall, J. (2007). An In Vitro Comparison of Bond Strength of Various Obturation Materials to Root Canal Dentin Using a Push-Out Test Design. *Journal of Endodontics*, 33(7), pp. 856-858.

Floratos, S., Tsatsoulis, I. e Kontakiotis, E. (2013). Apical Barrier Formation After Incomplete Orthograde MTA Apical Plug Placement in Teeth With Open Apex - Report of Two Cases. *Brazilian Dental Journal*, 24(2), pp. 163-166.

Ford, T., Rhodes, J. e Ford, H. (2002). *Endodontics Problem-Solving in Clinical Practice*.

Fransen, J., *et alii*. (2008). Comparative Assessment of ActiV GP/Glass Ionomer Sealer, Resilon/Epiphany, and Gutta-Percha/AH Plus Obturation: A Bacterial Leakage Study. *Journal of Endodontics*, 34(6), pp. 725-727.

Garg, N. e Garg, A. (2013). *Textbook of Endodontics*.

Gesi, A., *et alii*. (2005). Interfacial Strength of Resilon and Gutta-Percha to Intraradicular Dentin. *Journal of Endodontics*, 31(11), pp. 809-813.

Gil, A., *et alii*. (2009). Revisão Contemporânea da Obturação Termoplastificada, Valendo-se da Técnica de Compactação Termomecânica. *Revista Saúde*, 3(3), pp. 20-29.

Gilhooly, R., *et alii*. (2001). Comparison of Lateral Condensation and Thermomechanically Compacted Warm α -phase Gutta-percha With a Single Cone For Obturating Curved Root Canals. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 91, pp. 89-94.

Görduysus, M., Görduysus, M. e Küçükkaya, S. (2013). Apical Microleakage of a Silicone Based Root Canal Sealer: an Electrochemical Study. *Acta Stomatologica Croatica*, 47(1), pp. 3-9.

Gregorio, C., *et alii.* (2010). Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 36(7), pp. 1216-1221.

Gulati, S., Sumanthini, M. e Shenoy, V. (2012). Retreatment of Silver Point Obturation: A Case Report and Overview. *Journal of Contemporary Dentistry*, 2(3), pp. 114-118.

Gutmann, J., Kuttler, S. e Niemczyk, S. (2010). *Root Canal Obturation: An Update.*

Hale, R., *et alii.* (2012). Comparative Analysis of Carrier-Based Obturation and Lateral Compaction: A Retrospective Clinical Outcomes Study. *International Journal of Dentistry*, 2012(954675), pp. 1-8.

Hammad, M., Qualtrough, A. e Silikas, N. (2007). Effect of New Obturating Materials on Vertical Root Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth. *Journal of Endodontics*, 33(6), pp. 732-736.

Hammad, M., Qualtrough, A. e Silikas, N. (2009). Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 35(4), pp. 541-544.

Hayakawa, T., Tomita, F. e Okiji, T. (2010). Influence of the Diameter and Taper of Root Canals on the Removal Efficiency of Thermafil Plus Plastic Carriers Using ProTaper Retreatment Files. *Journal of Endodontics*, 36(10), pp. 1676-1678.

Hemalatha, H., *et alii.* (2009). Evaluation of Fracture Resistance In Simulated Immature Teeth Using Resilon and Ribbond as Root Reinforcements – An In Vitro Study. *Dental Traumatology*, 25, pp. 433-438.

Himel, V. e Difiore, P. (2009). *Endodontics: Colleagues For Excellence*, Chicago, Illinois., American Association of Endodontists.

Hörsted-Bindslev, P., *et alii.* (2007). Quality of Molar Root Canal Fillings Performed With the Lateral Compaction and the Single-Cone Technique. *Journal of Endodontics*, 33(4), pp. 468-471.

Jha, M., *et alii.* (2011). Pediatric Obturating Materials and Techniques. *Journal of Contemporary Dentistry*, 1(2), pp.

Johnson, B. e Bond, M. (1999). Leakage Associated with Single or Multiple Increment Backfill with the Obtura II Gutta-Percha System. *Journal of Endodontics*, 25(9), pp. 613-614.

Johnson, W. (2002). *Colour Atlas of Endodontics*, Saunders.

Kangarlou, A., *et alii.* (2012). Bacterial Leakage of GuttaFlow-filled Root Canals Compared With Resilon/Epiphany and Gutta-percha/AH26-filled Root Canals. *Australian Endodontic Journal*, 38, pp. 10-13.

Kardon, B., *et alii.* (2003). An In Vitro Evaluation of the Sealing Ability of a New Root-canal– obturation System. *Journal of Endodontics*, 29(10), pp. 658-661.

Khan, S., *et alii.* (2011). Calcium Hydroxide – A Great Calcific Wall. *Journal of Orofacial Research*, 1(1), pp. 26-30.

Kim, Y., *et alii.* (2010). Critical Review on Methacrylate Resin–based Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*, 36(3), pp. 383-399.

Koch, M., Wünnstel, E. e Stein, G. (2001). Formaldehyde Release from Ground Root Canal Sealer In Vitro. *Journal of Endodontics*, 27(6), pp. 396-397.

Koyess, E. e Fares, M. (2006). Referred Pain: A Confusing Case Of Differential Diagnosis Between Two Teeth Presenting With Endo-perio Problems. *International Endodontic Journal*, 39(9), pp. 724-729.

Kqiku, L., *et alii.* (2010). Dichtigkeit von Wurzelkanalfüllungen mit GuttaFlow und Resilon im Vergleich zur lateralen Kondensation. *Wiener medizinische Wochenschrift*, 160, pp. 230-234.

Kqiku, L., *et alii.* (2011). Active Versus Passive Microleakage of Resilon/Epiphany And Gutta-percha/AH Plus. *Australian Endodontic Journal*, 37, pp. 141-146.

Kubasad, G. e Ghivari, S. (2011). Apexification With Apical Plug of MTA - Report of Case. *Archives of Oral Sciences & Research*, 1(2), pp. 104-107.

Kulild, J., *et alii.* (2007). A Comparison Of 5 Gutta-percha Obturation Techniques To Replicate Canal Defects. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 103, pp. 28-32.

Kvist, T., *et alii.* (2004). Microbiological Evaluation of One- and Two-Visit Endodontic Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: A Randomized, Clinical Trial. *Journal of Endodontics*, 30(8), pp. 572-576.

Lea, C., *et alii.* (2005). Comparison of the Obturation Density of Cold Lateral Compaction Versus Warm Vertical Compaction Using the Continuous Wave of Condensation Technique. *Journal of Endodontics*, 31(1), pp. 37-39.

Leonardo, M., *et alii.* (1999). Release of Formaldehyde By 4 Endodontic Sealers. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 88, pp. 221-225.

Levitan, M., Himel, V. e Luckey, J. (2003). The Effect of Insertion Rates on Fill Length and Adaptation of a Thermoplasticized Gutta-Percha Technique. *Journal of Endodontics*, 29(8), pp. 505-508.

Lipski, M. (2005). Root Surface Temperature Rises During Root Canal Obturation, In vitro, By The Continuous Wave of Condensation Technique Using System B HeatSource. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 99, pp. 505-510.

Löst, C. (2006). Quality Guidelines For Endodontic Treatment: Consensus Report of The European Society of Endodontology. *European Society of Endodontology*, pp. 921–930.

Maekawa, L., *et alii.* (2012). In Vitro Antimicrobial Activity of AH Plus, EndoREZ and Epiphany Against Microorganisms. *Indian Journal of Dental Research*, 23(4), pp. 469-472.

Maggio, J. (2004). Commentary on: A Scanning Electron Microscope Examination of Silver Cones Removed From Endodontically Treated Teeth. *Journal of Endodontics*, 30(7), pp. 462.

Mahera, F., *et alii.* (2009). Fluid-transport Evaluation of Lateral Condensation, ProTaper Gutta-percha And Warm Vertical Condensation Obturation Techniques. *Australian Endodontic Journal*, 35, pp. 169-173.

Marciano, M., *et alii.* (2011). Physical Properties and Interfacial Adaptation of Three Epoxy Resin–based Sealers. *Journal of Endodontics*, 37(10), pp. 1417-1421.

Marin-Bauza, G., *et alii.* (2010). Physicochemical Properties of Methacrylate Resin–based Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*, 36(9), pp. 1531-1536.

Mckissock, A., *et alii.* (2011). Ten-Month In Vitro Leakage Study of a Single-Cone Obturation System. *The United States Army Medical Department Journal*, pp. 42-47.

McMichen, F., *et alii.* (2003). A Comparative Study of Selected Physical Properties of Five Root-Canal Sealers. *International Endodontic Journal*, 36, pp. 629-635.

Mendonça, S., *et alii.* (2000). In Vitro Study of the Effect of Aged Eugenol on the Flow, Setting Time and Adhesion of Grossman Root Canal Sealer. *Brasil Dental Journal*, 11(2), pp. 71-78.

Michaud, R., *et alii.* (2008). Volumetric Expansion of Gutta-Percha in Contact with Eugenol. *Journal of Endodontics*, 34(12), pp. 1528-1532.

Mickel, A. e Wright, E. (1999). Growth Inhibition of *Streptococcus anginosus* (milleri) by Three Calcium Hydroxide Sealers and One Zinc Oxide-Eugenol Sealer. *The American Association of Endodontists*, 25(1), pp. 34-37.

Miletić, I., *et alii.* (2005). The cytotoxicity of RoekoSeal and AH plus compared during different setting periods. *Journal of Endodontics*, 31(4), pp. 307-309.

Miletić, I., *et alii.* (2002). Bacterial And Fungal Microleakage of AH26 And AH Plus Root Canal Sealers. *International Endodontic Journal*, 35, pp. 428-432.

Miller, T. e Baumgartner, J. (2010). Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Irrigation Using the EndoVac to Endodontic Needle Delivery. *Journal of Endodontics*, 36(3), pp. 509-511.

Monteiro, J., *et alii.* (2011). In Vitro Resistance to Fracture of Roots Obturated with Resilon or Gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 37(6), pp. 828-831.

Monticelli, F., *et alii.* (2007). Efficacy of Two Contemporary Single-cone Filling Techniques in Preventing Bacterial Leakage. *Journal of Endodontics*, 33(3), pp. 310-313.

Moreira, A., *et alii.* (2010). Revisão Sistemática Sobre a Capacidade de Selamento Apical do Resilon/Epiphany® e da Guta-percha/cimento. *Revista Odontológica UNESP*, 39(2), pp. 123-129.

Moura, A., Netto, C. e Carvalho, C. (2004). Análise Comparativa In vitro da Qualidade do Selamento Marginal da Obturação de canais Radiculares Segundo a Técnica Convencional e Sistema Ultrafil. *Revista do Instituto de Ciências da Saúde*, 22(4), pp. 287-294.

Moura, M., *et alii.* (2009). Influence of Length of Root Canal Obturation on Apical Periodontitis Detected by Periapical Radiography and Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*, 35(6), pp. 805-809.

Naseri, M., *et alii.* (2013). Evaluation of the Quality of Four Root Canal Obturation Techniques Using Micro-Computed Tomography. *Iranian Endodontic Journal*, 8(3), pp. 89-93.

Nasseh, A. (2011). The Evolution of Endodontics. *Inside Dentistry*, Volume 7(Issue 6), pp. 1.

Natera, M., Pileggi, R. e Nair, U. (2011). A Comparison of Two Gutta-percha Obturation Techniques to Replicate Canal Irregularities In a Split-tooth Model. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 112, pp. 29-34.

Nawal, R., *et alii.* (2011). A Comparative Evaluation of 3 Root Canal Filling Systems. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 111, pp. 387-393.

Neto, K., Moura, A. e Davidowicz, H. (2010). Comparative Study of Rat's connective Tissue Reaction, Against Three Endodontic Resin Cements. *Journal of the Health Sciences Institute*, 28(1), pp. 67-70.

Neto, U., *et alii.* (2007). Leakage of 4 Resin-based Root-canal Sealers Used With a Single-cone Technique. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 104, pp. 53-57.

Oliveira, M., *et alii.* (2011). Bacterial Leakage In Root Canals Filled With Conventional and MTA-based Sealers. *International Endodontic Journal*, 44, pp. 370-375.

Orooji, M. e Maksoud, R. (2013). Inducing Apical Barrier in Fractured Non-vital Immature Permanent Incisors Using Single Calcium Hydroxide Dressing - A Case Report. *International Arab Journal of Dentistry*, 4(1), pp.

Ørstavik, D. (2005). Materials Used For Root Canal Obturation: Technical, Biological and Clinical Testing. *Endodontic Topics*, 12, pp. 25-38.

Ørstavik, D. e Eldeniz, A. (2009). A Laboratory Assessment of Coronal Bacterial Leakage in Root Canals Filled With New and Conventional Sealers *International Endodontic Journal*, 42(4), pp. 303-312.

Oztan, M., *et alii.* (2003). A Comparison of The In Vitro Cytotoxicity of Two Root Canal Sealers. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30(4), pp. 426-429.

Pace, R., *et alii.* (2014). Mineral Trioxide Aggregate as Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulp and Immature Apices: A 10-year Case Series. *Journal of Endodontics*, 40(8), pp. 1250-1254.

Pameijer, C., *et alii.* (2008). *Methacrylate Based Resin Endodontic Sealers: A Paradigm Shift in Endodontics?*, Academy of Dental Therapeutics and Stomatology, PenWell.

Perassi, F., *et alii.* (2008). Estudo Morfológico da Resposta Tecidual a Quatro Cimentos Endodônticos. *Revista Odontológica UNESP*, 37(2), pp. 117-124.

Pitout, E., *et alii.* (2006). Coronal Leakage of Teeth Root-Filled With Gutta-Percha or Resilon Root Canal Filling Material. *Journal of Endodontics*, 32(9), pp. 879-881.

Prakash, R., Gopikrishna, V. e Kandaswamy, D. (2005). Gutta-percha An Untold Story. *Endontology*, 17(2), pp. 32-36.

Praveen, P., *et alii.* (2011). A Review of Obturating Materials for Primary Teeth. *SRM University Journal of Dental Sciences*, 20(20), pp. 1-3.

Queiroz, A., *et alii.* (2009). Antibacterial Activity of Root Canal Filling Materials for Primary Teeth: Zinc Oxide and Eugenol Cement, Calen Paste Thickened with Zinc Oxide, Sealapex and EndoREZ. *Brasil Dental Journal*, 20(4), pp. 290-296.

Rached, F., *et alii.* (2009). Bond Strength of Epiphany Sealer Prepared with Resinous Solvent. *Journal of Endodontics*, 35(2), pp. 251-255.

Rai, K., Hegde, M. e Hegde, P. (2009). Apical Sealing Ability of Newer Resin Based Pulp Space Sealers - An In Vitro Study. *Endontology*, 2(1), pp. 14-19.

Rajeswari, P., *et alii.* (2011). In-Vitro Evaluation of Apical Micro Leakage of Termafil and ObturaII Heated Gutta Percha in Comparison with Cold Lateral Condensation Using Fluid Filtration System. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(2), pp. 173-177.

Ribeiro, F., *et alii.* (2007). Influence of Different Endodontic Filling Materials on Root Fracture Susceptibility. *Journal of Dentistry*, 36(2008), pp. 69-73.

Rodrigues, A., *et alii.* (2012). Percentage of Gutta-Percha in Mesial Canals of Mandibular Molars Obturated by Lateral Compaction or Single Cone Techniques. *Microscopy Research and Technique*, 75, pp. 1229-1232.

Ruddle, C. (2001). *Creating Endodontic Excellence.*

Ruddle, C. (2010). Filling Root Canal Systems: The Calamus 3D Obturation Technique. *Dentistry Today*, pp. 1-7.

Saber, S. e Hashem, A. (2011). Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics*, 37(9), pp. 1272-1275.

Sagsen, B., Kahraman, Y. e Akdogan, G. (2007). Resistance to Fracture of Roots Filled With Three Different Techniques. *International Endodontic Journal*, 40, pp. 31-35.

Sahli, C. e Aguadé, E. (2006). *Endodoncia: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas*, Barcelona, Elsevier.

Scarparo, R., Grecca, F. e Fachin, E. (2009). Analysis of Tissue Reactions to Methacrylate Resin-based, Epoxy Resin-based, and Zinc Oxide–Eugenol Endodontic Sealers. *Journal of Endodontics*, 35, pp. 229-232.

Schilder, H. (2006). Filling Root Canals in Three Dimensions. *Journal of Endodontics*, 32(4), pp. 281-290.

Schwartz, R. (2006). Adhesive Dentistry and Endodontics. Part 2: Bonding in the Root Canal System—The Promise and the Problems: A Review. *Journal of Endodontics*, 32, pp. 1125-1134.

Shokouhinejad, N., *et alii*. (2013). Push-out Bond Strength of Gutta-percha With a New Bioceramic Sealer in The Presence or Absence of Smear Layer. *Australian Endodontic Journal*, 39, pp. 102-106.

Shokouhinejad, N., *et alii*. (2010). Push-out Bond Strength of Resilon/Epiphany Self-etch AndGutta-percha/AH26 After Different Irrigation Protocols. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 110, pp. 88-92.

Shresta, D., *et alii.* (2010). Resilon: A Methacrylate Resin-based Obturation System. *Journal of Dental Sciences*, 5(2), pp. 47-52.

Silver, G., Love, R. e Purton, D. (1999). Comparison of Two Vertical Condensation Obturation Techniques: Touch 'n Heat Modified and System B. *International Endodontic Journal*, 32, pp. 287-295.

Singla, M., Garg, A. e Gupta, S. (2011). MTAD in Endodontics: An Update Review. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 112, pp. 70-76.

Singla, R., Marwah, N. e Dutta, S. (2008). Single Visit Versus Multiple Visit Root Canal Therapy. *Jaypee's International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 1(1), pp. 17-24.

Sipert, C., *et alii.* (2005). In Vitro Antimicrobial Activity of Fill Canal, Sealapex, Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement And EndoRez. *International Endodontic Journal*, 38(8), pp. 539-543.

Sly, M., *et alii.* (2007). Push-Out Bond Strength of a New Endodontic Obturation System (Resilon/Epiphany). *Journal of Endodontics*, 33(2), pp. 160-162.

Smith, R., *et alii.* (2000). Effect of Varying the Depth of Heat Application on the Adaptability of Gutta-Percha During Warm Vertical Compaction. *Journal of Endodontics*, 26(11), pp. 668-671.

Sousa, S. e Silva, T. (2005). Demineralization Effect of EDTA, EGTA, CDTA and Citric Acid On Root Dentin: a Comparative Study. *Brazil Oral Research*, 19(3), pp. 188-192.

Souza, C., *et alii.* (2006). Comparison of the Intraosseous Biocompatibility of AH Plus, EndoREZ, and Epiphany Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*, 32(7), pp. 656-662.

Stathorn, C., Parashos, P. e Messer, H. (2009). Australian Endodontists Perceptions of Single and Multiple Visit Root Canal Treatment. *International Endodontic Journal*, 42, pp. 811-818.

Stock, C., Gulabivala, K. e Walker, R. (2004). *Endodontics*, Elsevier Mosby.

Strefezza, F. (2004). *Avaliação Quantitativa e Qualitativa da Extrusão Apical Em Técnicas de Obturação Termoplastificada*. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Tani-Ishii, N. e Teranaka, T. (2003). Clinical and Radiographic Evaluation of Root-canal Obturation with Obtura II. *Journal of Endodontics*, 29(11), pp. 739-742.

Tanomaru, M., *et alii*. (2012). Ability of Gutta-Percha and Resilon to Fill Simulated Lateral Canals by Using the Obtura II System. *Journal of Endodontics*, 38(5), pp. 676-679.

Tartari, T., *et alii*. (2013). A New Weak Chelator in Endodontics: Effects of Different Irrigation Regimens with Etidronate on Root Dentin Microhardness. *International Journal of Dentistry*, 2013(743018), pp. 1-6.

Tavares, W., *et alii*. (2012). Choice of the Tagger's Hybrid Technique For The Filling of Root Canals In a Post-graduate Clinic in Endodontics. *Arquivo de Odontologia*, 48(1), pp. 26-31.

Tay, F., *et alii*. (2005). Effectiveness of Resin-Coated Gutta-percha Cones and a Dual-cured, Hydrophilic Methacrylate Resin-based Sealer in Obturating Root Canals. *Journal of Endodontics*, 31(9), pp. 659-664.

Tehrani, A. (2007). Silver Point Retreatment: A Case Report. *Endo Tribune*, 2(1), pp. 6-10.

Teles, A. (2002). *Estudo Comparativo da Capacidade de Selamento de Três Técnicas de Obturação de Canais Radiculares*. Mestre, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.

Timpawat, S., Amornchat, C. e Trisuwan, W. (2001). Bacterial Coronal Leakage after Obturation with Three Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*, 27(1), pp. 36-39.

Timpawat, S., Harnirattisai, C. e Senawongs, P. (2001). Adhesion of a Glass-Ionomer Root Canal Sealer to the Root Canal Wall. *Journal of Endodontics*, 27(3), pp. 168-171.

Topçuoğlu, H., *et alii*. (2013). In Vitro Fracture Resistance of Roots Obturated with Epoxy Resin-based, Mineral Trioxide Aggregate-based, and Bioceramic Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*, 39(12), pp. 1630-1633.

Tronstad, L. (2003). *Clinical Endodontics - A Textbook*, Alemanha, Gulde Druck.

Trope, M. e Bergenholtz, G. (2002). Microbiological Basis for Endodontic Treatment: Can a Maximal Outcome be Achieved in One Visit? *Endodontic Topics*, 1, pp. 40-53.

Tyagi, S., Mishra, P. e Tyagi, P. (2013). Evolution of Root Canal Sealers: An insight story. *European Journal of General Dentistry*, 2(3), pp. 99-218.

Ungor, M., Onlay, E. e Orucoglu, H. (2005). Push-out Bond Strengths: The Epiphany-Resilon Endodontic Obturation System Compared With Different Pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and Gutta-percha. *International Endodontic Journal*, 39, pp. 643-647.

Wachlarowicz, A., *et alii*. (2007). Effect of Endodontic Irrigants on the Shear Bond Strength of Epiphany Sealer to Dentin. *Journal of Endodontics*, 33(2), pp. 152-155.

Walton, R., Torabinejad, M. e (2002). *Principles and Practice of Endodontics*.

Wang, F., Wu, J. e Xue, M. (2013). Study on Apical Sealing Ability of iRoot SP Root Canal Sealer. *Sahngai Kou Quiang Yi Xue*, 22(2), pp. 156-159.

West, J. (2006). *Endodontic Update 2006*.

Wilkinson, K., Beeson, T. e Kirkpatrick, T. (2007). Fracture Resistance of Simulated Immature Teeth Filled With Resilon, Gutta-Percha, or Composite. *Journal of Endodontics*, 33(4), pp. 480-483.

Wu, M., Sluis, L. e Wesselink, P. (2002). A Preliminary Study of The Percentage of Gutta-percha-filled Area In The Apical Canal Filled With Vertically Compacted Warm Gutta-percha. *International Endodontic Journal*, 35, pp. 527-535.

Wu, M., Tigos, E. e Wesselink, P. (2002). An 18-month Longitudinal Study On a New Silicon-based Sealer, RSA RoekoSeal: A Leakage Study In Vitro. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 94, pp. 499-502.

Wu, M., Wesselink, P. e Walton, R. (2000). Apical Terminus Location of Root Canal Treatment Procedures. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 89(1), pp. 99-103.

Yigit, D. e Gencoglu, N. (2012). Evaluation of Resin/Silicone Based Root Canal Sealers. Part I: Phisical Properties. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 7(1), pp. 107-115.

Yilmaz, Z., *et alii*. (2009). Sealing Efficiency of BeeFill 2in1 and System B/Obtura II Versus Single-cone And Cold Lateral Compaction Techniques. *oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, 108, pp. 51-55.

Zhang, H., *et alii*. (2009). Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 35(7), pp. 1051-1055.

Zmener, O. (2004). Tissue Response To a New Methacrylate-based Root Canal Sealer: Preliminary Observations In The Subcutaneous Connective Tissue of Rats. *Journal of Endodontics*, 30, pp. 348-351.

Zmener, O., Banegas, G. e Pameijer, C. (2005). Bone Tissue Response To a Methacrylatebased Endodontic Sealer: a Histological And Histometric Study. *Journal of Endodontics*, 31, pp. 457-459.