

Cristiana Filipa Moutinho Águeda

Materiais de obturação do sistema de canais radiculares

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014



Cristiana Filipa Moutinho Águeda

Materiais de obturação do sistema de canais radiculares

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014

Cristiana Filipa Moutinho Águeda

Materiais de obturação do sistema de canais radiculares

---

“Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para  
obtenção do Grau de Mestrado Integrado em Medicina Dentária”

## **Resumo**

**Introdução:** Desde a década de 1910, a evolução dos materiais de obturação endodôntica tem-se focado principalmente sobre a química e as propriedades destes materiais como uma parte técnica e biologicamente importante da obturação. Deste modo, os materiais de obturação têm vindo a ser desenvolvidos de modo a melhorar a sua adaptação às paredes dos canais radiculares e às suas irregularidades.

**Objetivos:** Este trabalho tem como objetivo principal efetuar uma revisão bibliográfica sobre alguns materiais usados no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico, na fase de obturação, de modo a consciencializar e apresentar os diferentes tipos de materiais de obturação que existem no mercado de trabalho.

**Materiais e métodos:** Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica recorrendo aos seguintes motores de busca: Google Scholar, PubMed, Scielo e ScienceDirect com as seguintes palavras-chave: “Activ GP obturation system”; “Bioceramic”; “Filling materials endodontics”; “Termoplastic gutta-percha”; “Obturation material”; “Mineral Trioxide Aggregate”; “Resilon”; “Resin cement”; “Resin material for root canal obturation”; “Resin sealer”; “Root canal”; “Root canal sealing”; “Root canal filling materials”. Como critério de inclusão estabeleceu-se que os artigos deveriam ser em Português, Inglês ou Espanhol, publicados entre 2003 e 2014. Dos resultados apresentados foram utilizados 75 artigos, pesquisados entre Setembro de 2013 e Setembro de 2014.

**Desenvolvimento:** Ao longo do tempo têm vindo a ser desenvolvidos diversos materiais de obturação como a gutta-percha, resilon e cones de gutta-percha revestidos apresentando cada um destes materiais características físico-químicas e biológicas diferentes e conseqüentemente com propriedades distintas. Em relação aos cimentos de obturação analisaram-se igualmente diversos materiais com composições químicas e propriedades também diferentes. O óxido de zinco eugenol o hidróxido de cálcio, a resina epóxi, o MTA e o cimento biocerâmico foram abordados na perspetiva de verificar quais os que satisfazem os requisitos de um cimento de obturação ideal.

Conclusão: Com este trabalho podemos deduzir que a guta-percha ainda é considerada o material de obturação ideal para o preenchimento de canais radiculares e em relação aos cimentos os que apresentam melhores propriedades são os cimentos de MTA e os biocerâmicos embora não sejam os mais utilizados a nível clínico. A eleição do cimento a ser utilizado deve fundamentar-se no conhecimento básico dos materiais disponíveis, as necessidades do paciente, perícia e experiência do Médico Dentista. Em virtude de terem surgido nos últimos tempos novos cimentos, o Médico Dentista deve ter conhecimento suficiente para escolher o material para cada situação clínica.

## **Abstract**

**Introduction:** Since the 1910s, the evolution of endodontic materials has primarily focused on the chemistry and cement properties as a biologically important part of the root canals filling process. Thus, the filling materials have been developed in order to improve its adaptation to the root canal walls and its irregularities.

**Objectives:** This study aims to perform a literature review of some materials used in Non-Surgical Endodontic Treatment, at the stage of closing, so as to raise awareness and present the different types of filling materials that exist in the labor market.

**Materials and methods:** To prepare this paper, a literature search was performed in the database Google Scholar, PubMed, ScienceDirect and SciELO with the following keywords: "Activ GP obturation system"; "Bioceramic"; "Filling materials endodontics"; "Termoplastic gutta-percha"; "Obturation material"; "Mineral Trioxide Aggregate"; "Resilon"; "Resin Cement"; "Resin material for root canal obturation"; "Resin sealer", "root canal"; "Root canal sealing"; "Root canal filling materials". It was established, like inclusion criteria, that the articles should be in English, Portuguese or Spanish, published between 2003 and 2014. Thus, 75 articles were included in this work, surveyed between September 2013 and September 2014.

**Discussion:** Over time, were developed some obturation materials and cements like gutta-percha, resilon and coated gutta-percha cones, which present diverse physicochemical and biological characteristics and consequently different properties. Regarding the filling cements, it is also examined several materials, having chemical compositions and different properties. Zinc oxide eugenol, calcium hydroxide, the epoxy resin, the MTA and the bioceramic cement were addressed in the perspective of check which of them can it be the ideal cement filling.

**Conclusion:** With this paper we can assert that gutta-percha is still considered the ideal filling material for filling root canals and regarding the filling cements, those with the best properties are the MTA and bioceramic cements although are not the most used at clinical level. The election of the cement to be used should be grounded in the basic

knowledge of the available materials, the type of restoration, patient needs and dentists expertise and experience. Because new cements have emerged in recent times, the Dentist should have enough knowledge to choose the appropriate material for each clinical situation.

## **Dedicatórias**

Aos meus pais,

em prova do reconhecimento e confiança que depositaram em mim.

Às minha irmãs,

por todo apoio e orientação no meu percurso académico.

## **Agradecimentos**

Às minhas amigas e companheiras Bárbara Graça, Joana Moutinho e Joana Oliveira pela sua paciência, dedicação, disponibilidade e apoio incondicional nestes últimos 5 anos. Também não esquecendo por todos os bons e divertidos momentos que passamos juntas.

À minha prima Carla Casal por toda a ajuda prestada, disponibilidade e carinho.

Ao António Belguinha por me ter acompanhado nesta etapa da minha vida.

À minha orientadora, Mestre Natália Vasconcelos, por toda a simpatia, disponibilidade, ensinamentos e ajuda prestada na elaboração deste trabalho.

A todos os professores que contribuíram para o meu crescimento pessoal e educacional.

Aos meus colegas de curso que me acompanharam em todo o percurso da faculdade.

À Universidade Fernando Pessoa por me ter acolhido e proporcionado ensinamentos que levo para a vida.

A todos estes,

um eterno obrigada.

# Índice

I.	Introdução.....	1
II.	Materiais e métodos.....	4
III.	Desenvolvimento.....	5
1.	Fases do Tratamento Endodôntico não Cirúrgico.....	5
i.	Cavidade de acesso.....	5
ii.	Determinação do comprimento de trabalho.....	5
iii.	Irrigação.....	6
iv.	Instrumentação.....	8
v.	Obturação.....	9
vi.	Restauração pós endodôntica.....	11
2.	Follow-up.....	13
3.	Materiais de obturação.....	17
i.	Materiais de núcleo.....	20
1.	Guta-percha.....	20
2.	Resilon.....	25
3.	Cones de Guta-Percha Revestidos.....	32
ii.	Cimentos.....	34
1.	Cimento à base de óxido zinco e eugenol (ZOE).....	36
2.	Cimento hidróxido de cálcio.....	38
3.	Cimento à base de resina epóxi.....	39
4.	Agregado trióxido mineral (MTA).....	43
5.	Biocerâmicos.....	44
IV.	Conclusão.....	48
	Bibliografia.....	51

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Características de um Sistema de Irrigação Ideal.....	7
Tabela 2 - Fatores que influenciam a eficácia da Irrigação.....	7
Tabela 3- Fatores determinantes observados para o resultado de sucesso esperado após o tratamento .....	13
Tabela 4 - Critérios clínicos e radiográficos do sucesso/insucesso do TENC.....	15
Tabela 5 - Vantagens do sistema resilon .....	28
Tabela 6- Vantagens e Desvantagens do cimento ZOE .....	37

## **Abreviaturas**

ADA- American Dental Association

ADN- ácido desoxirribonucleico

BisGMA- bisfenol glicidil metacrilato

Ca(OH)<sub>2</sub>- hidróxido de cálcio

CBCT- tomografia computadorizada de feixe cónico

CHX- digluconato de chorhexidina

CT- comprimento de trabalho

CTR- cetrimida

EDTA- ácido etilenodiamino tetra-acético

FDA- Food and Drugs Administration

HEMA- 2 hidroxietil metacrilato

ISO- Organização internacional para padronização

mm- milímetros

MTA- agregado trióxido mineral

NaOCl- hipoclorito de sódio

Ph- potencial de hidrogénio

SEM- Scanning electron microscopy

TE- Tratamento Endodôntico

TENC- Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico

UDMA- uretano dimetacrilato

ZOE- óxido zinco e eugenol

°C- graus centígrados

%- percentagem

> - maior

< - menor

## **I. Introdução**

Segundo a *European Society of Endodontology*, a Endodontia refere-se ao estudo da morfologia, função, saúde e doenças da polpa dentária e da região perirradicular, tendo como área de intervenção a prevenção e tratamento das periodontites apicais, causadas por infecções de origem endodôntica. A etiologia e o diagnóstico da dor e patologia dentária são partes integrantes da prática endodôntica (Loest, 2006).

O Tratamento Endodôntico (TE) é realizado quando existe pulpite irreversível, polpa não-vital ou, quando a polpa é mecanicamente ou traumáticamente exposta. Ocasionalmente, por razões restauradoras, pode também ser necessária a realização de TE em dentes com polpa vital saudável (Kheng *et al.*, 2004).

As principais causas de doenças pulpares e periapicais são os irritantes vivos e não vivos. Os primeiros abrangem vários microorganismos, incluindo bactérias, leveduras e vírus, enquanto os não vivos incluem irritantes mecânicos, térmicos e químicos (Torabinejad, 2011).

Quando ocorrem alterações patológicas na polpa dentária, o canal radicular é invadido por várias espécies de bactérias juntamente com as suas toxinas e subprodutos. Investigações em animais e pacientes mostraram que doenças pulpares e/ou perirradiculares não se desenvolvem sem a presença de bactérias (Torabinejad, 2011).

De facto, a morte pulpar resulta na presença de microorganismos, toxinas microbianas e metabolitos dos produtos de degradação do tecido pulpar, com conseqüente infecção perirradicular (Gutmann, Kutter, Niemczyk., 2010).

A eliminação ou redução significativa da irritação microbiana e a prevenção da recontaminação do canal radicular após o tratamento são os elementos essenciais para resultados de sucesso (Torabinejad, 2011).

As principais fases envolvidas no tratamento de dentes com doenças pulpares e periapicais são: diagnóstico, cavidade de acesso, instrumentação, irrigação, obturação e restauração pós-endodôntica (Torabinejad, 2011).

A realização do TE ideal é atribuída a vários fatores essenciais, tais como, bom acesso ao sistema de canais radiculares, preparo biomecânico adequado, obturação tridimensional e, finalmente, a restauração pós-endodôntica (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

O TE é um procedimento que utiliza tratamentos químicos e mecânicos, biologicamente aceitáveis (Loest, 2006). O propósito do TE é remover completamente o tecido inflamado e infetado presente no sistema de canais radiculares, conformar o canal e preencher o mesmo com um material que estabeleça um bom selamento hermético apical e lateral de forma a impedir a entrada de novos microorganismos ou de nutrientes, a fim de prevenir a reinfeção, permitindo que o periodonto mantenha ou restabeleça a sua integridade (Anantula, Ganta, 2011); (Haapasalo, Shen, Ricucci, 2011); (Inan, Aydemir, Tasdemir, 2007); (Mahdi, Carmona, Lopez, 2013).

O selamento hermético consiste na vedação de todo o sistema de canais radiculares com materiais biologicamente tolerados, os quais possuem boas propriedades físico-químicas e são resistentes à infiltração (Garcia *et al.*, 2009); (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013). Quanto melhor for o selamento, melhor o prognóstico do tratamento (Peng *et al.*, 2007).

Por causa da alta complexidade anatômica do sistema de canais radiculares (como canais laterais/acessórios, ramificações apicais, istmos e outros), a desinfecção completa do canal radicular, a obturação de todos os canais e a obtenção de um selamento hermético são etapas desafiantes. Por isso, a necessidade de novas diretrizes na terapia endodôntica tem vindo a ser enfatizada (Shrestha *et al.*, 2010).

Ingle (2002) estabeleceu que a causa mais comum de falhas endodônticas (60%) era devida à obturação incompleta do sistema de canais radiculares (*cit. in* Anantula, Ganta, 2011). No entanto, esta opinião não é consensual. Por exemplo, Torabinejad considera que a obturação inadequada reflete a limpeza e conformação inadequada. Por outras

palavras, o que se remove do interior de um canal pode ser mais importante do que aquilo que se coloca nele (Torabinejad, 2011).

Como já referido, as patologias da polpa dentária são predominantemente de origem infecciosa. Por este motivo o desenvolvimento de novos materiais de preenchimento dos canais deve ser orientado para a melhoria da capacidade e eficácia de eliminar infecções e evitar a recontaminação (Li *et al.*, 2013).

Novos materiais de obturação e cimentos foram desenvolvidos com base em tecnologias de adesão à dentina “emprestados” da Dentística Restauradora (Shrestha *et al.*, 2010).

Sendo a Endodontia uma das áreas que mais me deslumbra decidi investigar este tema com a finalidade de me tornar uma melhor profissional de forma a poder satisfazer da melhor forma as necessidades de cada caso clínico.

Este trabalho tem como objetivo principal efetuar uma revisão bibliográfica sobre alguns materiais usados no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico (TENC), na fase de obturação, de modo a consciencializar e apresentar os diferentes tipos de materiais de obturação que existem no mercado de trabalho, assim como as suas vantagens e desvantagens. Cada fabricante tem um pressuposto de que o seu produto é o ideal no mercado, contudo apenas resultados de ensaios laboratoriais e clínicos podem demonstrar a sua veracidade.

## **II. Materiais e métodos**

Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica recorrendo aos seguintes motores de busca: Google Scholar, PubMed, Scielo e ScienceDirect, com as seguintes palavras-chave: “Activ GP obturation system”; “Bioceramic”; “Filling materials endodontics”; “Termoplastic gutta-percha”; “Obturation material”; “Mineral Trioxide Aggregate”; “Resilon”; “Resin cement”; “resin material for root canal obturation”; “resin sealer”; “root canal”; “root canal sealing”; “root canal filling materials”. Como critério de inclusão estabeleceu-se que os artigos deveriam ser em Português, Inglês ou Espanhol, obtidos através da Universidade Fernando Pessoa e da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, publicados entre 2003 e 2014.

Dos resultados apresentados foram utilizados 75 artigos, pesquisados entre Setembro de 2013 e Setembro de 2014. Foram ainda consultados livros de referência nestes mesmos locais.

### **III. Desenvolvimento**

#### **1. Fases do Tratamento Endodôntico não Cirúrgico**

##### **i. Caverna de acesso**

A preparação da caverna de acesso tem como objetivo o acesso o mais direto possível ao sistema de canais radiculares. Para isso é necessário que haja uma eficaz remoção do teto da câmara pulpar, de modo a que se possa ter uma boa visibilidade e acesso à entrada dos canais. Isto permite assim a introdução de instrumentos endodônticos nos canais sem flexão indevida, bem como conservar o máximo possível de tecido dentário sã, o que permite obter retenção suficiente para uma restauração temporária e definitiva (Loest, 2006).

##### **ii. Determinação do comprimento de trabalho**

O comprimento de trabalho (CT) foi descrito como o componente mais crítico do tratamento de canais radiculares (Li *et al.*, 2013).

O objetivo de determinar o CT é permitir que o canal radicular seja preparado o mais próximo possível da constrição apical. A localização da constrição apical varia normalmente entre 0,5 e 2 mm (milímetros) a partir do ápice radiográfico (Loest, 2006).

Os métodos reconhecidos para a determinação do CT incluem o uso de métodos radiográficos e localizadores eletrônicos do ápice (Kheng *et al.*, 2004).

Com a técnica radiográfica, é inserido no canal uma lima a 0,5-1,0 mm do CT estimado na radiografia pré-operatória. O instrumento deve ser de um tamanho suficiente ( $\geq$  ISO tamanho 15), de modo a que a sua ponta possa ser claramente identificada na radiografia. Pode ser necessário efetuar mais do que uma radiografia de comprimento de trabalho, e com diferentes angulações (Kheng *et al.*, 2004).

O CT determinado por localizadores eletrônicos do ápice deve ser, preferencialmente, confirmado radiograficamente (Kheng *et al.*, 2004).

### **iii. Irrigação**

A irrigação tem como objetivos eliminar microorganismos, expulsar detritos, lubrificar instrumentos endodônticos, remover *smear layer* e dissolver resíduos orgânicos e inorgânicos (Comisi, 2011); (Loest, 2006).

A técnica de irrigação deve incluir o uso de irrigante intermitente entre as etapas de instrumentação (Comisi, 2011). A solução irrigante deve ser administrada em grandes quantidades, desde que não coloque em risco a extrusão para além do foramen apical (Kheng *et al.*, 2004); (Loest, 2006).

A seleção de um irrigante ideal depende de sua ação contra a microbiota do canal radicular e do efeito biológico em tecidos periapicais. Várias soluções irrigantes foram consideradas a fim de diminuir a infecção endodôntica e contribuir para a desinfecção do canal, incluindo: compostos halogenados (hipoclorito de sódio), clorexidina, detergentes (aniônico, catiónico), agentes quelantes (ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), ácido cítrico), água ozonizada e vinagre de maçã, entre outros. No entanto, até agora, hipoclorito de sódio e clorexidina são os anti-microbianos mais frequentemente indicados para protocolos de tratamento contra infecções endodônticas (Estrela *et al.*, 2014).

Na tentativa de eliminar a infecção existente no espaço pulpar, somente com instrumentação, sem o uso de agentes anti-microbianos, Himel e DiFiore (2009) têm provado este ser um tratamento sem sucesso. O TE requer o uso de ambos, preparação mecânica e química, e desinfecção do sistema de canais.

## CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO IDEAL

- Lavagem física de detritos
- Biocompatível
- Agente bactericida
- Efeito sustentado
- Desinfetar e desintoxicar a dentina e túbulos de todas as substâncias microbianas
- Solvente de tecido orgânico e inorgânico
- Lubrificante
- Remoção da *smear layer*
- Não afetar as propriedades físicas da dentina

**Tabela 1** - Características de um Sistema de Irrigação Ideal

(Himel, DiFiore, 2009).

## FATORES QUE INFLUENCIAM A EFICÁCIA DA IRRIGAÇÃO

- O diâmetro da agulha de irrigação
- Profundidade a que é introduzida a agulha de irrigação no canal radicular
- Conicidade do canal radicular
- A viscosidade da solução de irrigação (tensão superficial)
- Velocidade de injeção da solução de irrigação, na ponta da agulha
- A orientação do bisel da agulha
- Temperatura

**Tabela 2** - Fatores que influenciam a eficácia da Irrigação

(Himel, DiFiore, 2009).

Durante os procedimentos de limpeza e conformação, a camada superficial amorfa de restos de tecido, materiais orgânicos e inorgânicos, e as bactérias e os seus derivados, acumulam-se nas paredes do canal. Esta camada, chamada de *smear layer*, pode interferir ou impedir a adesão e penetração dos cimentos à parede do canal e serve como substrato para o crescimento bacteriano. Considera-se (embora de uma forma não consensual) que existe evidência científica que tende a apoiar a remoção da *smear layer*

antes da obturação. Esta remoção permite a redução de potenciais irritantes e permite uma melhor adaptação e penetração do cimento nas paredes do canal (Caicedo, Clark, 2009); (Himel, DiFiore, 2009).

#### **iv. Instrumentação**

Os objetivos de limpeza e de conformação são remover a totalidade dos tecidos orgânicos e microorganismos da polpa do canal radicular e permitir uma adequada conformação do canal (Kheng *et al.*, 2004).

Estes propósitos podem ser obtidos através de instrumentação manual ou mecânica e irrigação abundante, de forma a permitir realizar uma obturação tridimensional e selamento do sistema de canais radiculares (Himel, DiFiore, 2009).

Instrumentos endodônticos têm sido desenvolvidos, nos quais se incluem instrumentos manuais, mecânicos e ultra-sônicos. Limas endodônticas de vários tipos podem ser usadas para limpar e conformar os canais, com irrigação intermitente fornecendo uma desinfecção e remoção adequada de detritos (Comisi, 2011).

Como requisitos essenciais para uma adequada instrumentação temos que: o canal preparado deve tentar manter ao máximo a forma original; a constrição apical deve ser mantida; o canal deve terminar num estreitamento apical e o mesmo tem de ficar com uma forma cônica partindo da coroa para o ápice (Loest, 2006).

A preparação adequada do canal fornece uma forma de resistência apical para a adaptação adequada de materiais e previne a extrusão apical excessiva desses materiais de preenchimento (Himel, DiFiore, 2009).

A importância de manter a forma original de um canal radicular, durante e após a sua limpeza e conformação, a fim de promover a reparação das lesões apicais, tem sido demonstrada em vários estudos (Himel, DiFiore, 2009).

A incapacidade do Médico Dentista para manter a forma original dos canais pode originar erros de procedimento, tais como degraus, falsos trajetos e perfurações que condicionam o prognóstico do tratamento (Himel, DiFiore, 2009).

Após a limpeza e desinfecção, o sistema de canais radiculares deve ser preenchido em três dimensões, com materiais biocompatíveis e ser parte integrante da relação endo-restauradora (Leonardo, 2009).

Quando se prepara para a obturação de canais radiculares o clínico deve manter o comprimento de trabalho durante a fase de instrumentação. Também é necessária a criação de uma forma de resistência apical para permitir a compactação adequada do material de preenchimento e impedir igualmente a sobre-obturação excessiva de materiais para os tecidos periapicais (Himel, DiFiore, 2009).

#### **v. Obturação**

A obturação do canal radicular envolve o preenchimento tridimensional de todo o sistema de canais radiculares, o qual é um passo crítico no TE, ou seja, é designado o fator chave para que este último seja bem sucedido (Gutmann, Kutter, Niemczyk., 2010); (Ismail, Al-Ashou, Al-Askary, 2011).

A obturação do canal radicular deve ser realizada com um material principal (de preenchimento de núcleo) em combinação com um cimento endodôntico para preencher os espaços vazios entre o material de núcleo e a parede do canal radicular. O preenchimento deve ser realizado uma vez que a infecção é considerada eliminada, o canal se encontrar seco e conformado e após a conclusão da preparação biomecânica dos canais (Orstavik, 2005).

São atribuídas três funções principais para a obturação: eliminação de microorganismos remanescentes; selamento contra crescimento interno de bactérias provenientes da cavidade oral e obturação completa a um nível microscópico para evitar que o fluido estagnado se acumule e sirva como nutriente para as bactérias (Orstavik, 2005).

Antes da obturação é essencial que os canais estejam secos, caso contrário a presença de qualquer exsudado seroso dos tecidos periapicais indica a presença de inflamação (Carrotte, 2004).

A Infiltração é definida clinicamente como a passagem indetetável de bactérias, fluidos, moléculas ou iões, entre a parede do canal e o material de restauração. *Microgaps* podem ser causados durante a colocação de material por causa da contração de polimerização, bolhas de ar, superfícies com má adesão ou superfícies húmidas, as quais podem-se desenvolver com o tempo, devido às tensões térmicas, carga oclusal ou absorção de água (Shrestha *et al.*, 2010).

Uma falha na eliminação destes fatores etiológicos e prevenção de uma futura irritação como resultado de contaminação contínua do sistema de canais radiculares são uma das principais razões para o fracasso do TENC (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

Para se conseguir uma obturação ideal, não só devem ser removidos restos de tecido e tecidos contaminados, como também os materiais de preenchimento. As técnicas utilizadas para colocá-los devem alcançar um elevado nível de adaptabilidade ao espaço do canal radicular limpo e paredes de dentina, incluindo penetração no interior dos túbulos dentinários, se possível (Zapata *et al.*, 2009).

Atualmente, o preenchimento dos canais radiculares é conseguido utilizando uma combinação de cimento endodôntico e guta-percha (Vitti *et al.*, 2013).

Várias técnicas de obturação estão disponíveis para o TE. A escolha depende essencialmente da anatomia do canal e objetivos do tratamento em questão (Caicedo, Clark, 2009)

Um canal radicular obturado idealmente, tridimensionalmente, deve preencher todo o sistema de canais radiculares de forma a ficar o mais perto da junção cimento-dentinária (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

Quantidades mínimas de cimentos obturadores, a maioria dos quais se revelaram biocompatíveis ou tolerados pelos tecidos, são utilizados em conjunto com o material obturador principal para estabelecer um isolamento adequado (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

A qualidade do preenchimento deve ser verificada com uma radiografia. Esta radiografia deve mostrar o ápice da raiz com preferência pelo menos 2-3 mm da região periapical claramente identificável. O canal deve estar preparado e preenchido até à constrição apical. Não deve ser visto qualquer espaço entre a obturação do canal e a parede do canal (Loest, 2006).

Os materiais utilizados para preencher o sistema de canais radiculares devem ser: biocompatíveis; dimensionalmente estáveis; capazes de selar o canal lateralmente e apicalmente conforme as várias formas e contornos do canal individual; insolúveis, radiopacos, bacteriostáticos, isto é, que não permitam o crescimento bacteriano, sendo por isso também importante a não contaminação por fluidos teciduais e devem ser possíveis de remover do canal, caso seja necessário retratamento (Carrotte, 2004); (Loest, 2006).

Estas normas devem servir como referência para o desempenho de todos os Médicos Dentistas que realizam TE e, é somente através de uma abordagem experiente que a garantia da qualidade e sucesso pode ser continuamente demonstrada na obturação do sistema de canais radiculares (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

A qualidade da obturação endodôntica é usualmente avaliada através de imagens radiográficas após a sua conclusão (Fernandez *et al.*, 2013); (Himel, DiFiore, 2009).

#### **vi. Restauração pós endodôntica**

No passado, a atenção centrava-se sobre a importância de se obter um selamento hermético apical. No entanto, estudos indicam que, além de selar o canal radicular apical, é igualmente importante assegurar que o próprio acesso coronal ao canal tenha um selamento estanque (Carrotte, 2004).

O dente deve ser adequadamente restaurado após a obturação de canais para evitar a recontaminação bacteriana do sistema de canais radiculares ou fratura do dente (Loest, 2006).

A restauração final deve ser idealmente realizada logo após a conclusão do tratamento de canais (Kheng, *et al.*, 2009).

A restauração final da coroa do dente, após a sua obturação pode assumir um dos objetivos mais importantes, sendo que por essa razão, existem evidências plausíveis de infiltração coronária através de restaurações indevidamente colocadas após TE. Falhas no tratamento restaurador ou falta de saúde no suporte periodontal são determinantes para o sucesso ou fracasso do tratamento (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

Um estudo de Vire (1991) de casos fracassados constatou que 59,4% dos dentes tratados endodonticamente falhou devido a razões de restauração, 32% por razões periodontais e 8,6% devido a razões endodônticas. Aparentemente, na literatura, a prevenção de micro-infiltrações coronais é fundamental para o sucesso dos tratamentos. O uso de barreiras intra-coronárias tem sido fortemente recomendado. Os critérios desse material ideal são: ser facilmente colocado; possuir ligação à estrutura dentária; selamento eficaz contra micro-infiltração coronária; ser facilmente distinguido da cor natural dos dentes e não interferir com a restauração final da cavidade de acesso (cit.in Himel, DiFiore, 2009).

Um estudo de Katebzadeh *et al.* (2000) demonstrou que o material de restauração após o preenchimento endodôntico é fundamental para evitar infiltração coronária e reinfeção do canal radicular. Isto significa que a integridade da restauração coronal, pode ter um grande impacto sobre o resultado clínico a longo prazo do TE (cit.in Pirani *et al.*, 2014).

## 2. Follow-up

O prognóstico do TENC depende de vários fatores. Estes fatores podem ser divididos em três categorias: fatores associados ao indivíduo, fatores associados ao dente e ainda os associados ao próprio profissional. Condições sistêmicas e periodontais devem ser cuidadosamente examinadas antes do tratamento. O diagnóstico pré-operatório da polpa dentária e/ou tecidos periapicais é uma referência importante para estabelecer o prognóstico do caso. Outro aspecto a ter em conta é a ocorrência de erros de procedimento intra-operatórios dependentes de técnica inadequada realizada pelo profissional ou má seleção de materiais (Estrela *et al.*, 2014).

### DETERMINANTES ASSOCIADAS AO INDIVÍDUO

- Idade do paciente
- Saúde oral
- Doenças sistêmicas
- Colaboração do paciente

### DETERMINANTES ASSOCIADAS COM O DENTE

- Diagnóstico pulpar e/ou dos tecidos periapicais antes do tratamento
- Morfologia dentária
- Tempo, extensão e tipo de processo infeccioso

### DETERMINANTES ASSOCIADAS COM O PROFISSIONAL

- Stress
- Ambiente de trabalho
- Falta de atenção
- Falta de planeamento
- Domínio de novas tecnologias

---

**Tabela 3-** Fatores determinantes observados para o resultado de sucesso esperado após o tratamento (Estrela *et al.*, 2014).

O resultado do tratamento é avaliado através de um exame clínico e radiográfico (Wu, Wesselink, Shemesh, 2011).

O objetivo principal da avaliação dos resultados é monitorizar a resposta do dente em tratamento (se melhora ou não) ou se desenvolve periodontite apical (Loest, 2006).

Recomenda-se que o TE seja verificado radiograficamente logo de seguida, após 6 meses e depois anualmente até que seja observado uma recuperação completa dos tecidos periapicais (Kheng *et al.*, 2009).

O resultado do TE permanece incerto quando as radiografias revelam que a lesão manteve o tamanho ou só diminuiu de tamanho mas não desapareceu. Nesta situação é aconselhável avaliar a lesão até que esta se tenha resolvido ou por um período mínimo de 4 anos. Se uma lesão persiste após 4 anos significa que o TE falhou (Loest, 2006); (Pirani *et al.*, 2014).

O TE tem um resultado desfavorável quando:

- O dente mantém sinais e sintomas de infecção;
- Uma lesão radiologicamente visível apareceu subsequente ao tratamento ou uma lesão pré-existente aumentou de tamanho;
- A lesão permaneceu com o mesmo tamanho ou só tem diminuído de tamanho durante o período de avaliação de 4 anos;
- Sinais de reabsorção radicular estão presentes;

Nestas situações é aconselhável realizar tratamento adicional (Loest, 2006).

Tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) é um método radiográfico que constrói imagens de uma forma tridimensional, proporcionando uma série de vantagens no diagnóstico, planeamento e acompanhamento dos casos (Fernandez *et al.*, 2013).

CBCT pode detetar lesões periapicais, em muitos casos em que não há radiolucência periapical nas radiografias periapicais. Isto significa que a taxa de sucesso determinada por esta tecnologia pode ser aproximadamente 30% menor do que a determinada pela radiografia periapical convencional (Wu, Wesselink, Shemesh, 2009).

O sucesso é definido como a ausência de dor e edema, sem perda de função e evidência radiológica de um espaço do ligamento periodontal normal em torno da raiz (Loest, 2006); sendo este o resultado esperado após o TENC independentemente das condições clínicas (Estrela *et al.*, 2014).

O TENC deve ser considerado completo uma vez que o dente está restaurado e permanentemente em função. Sucesso clínico pode ser analisado com base em diferentes pontos de vista, com diferente valorização dependendo de quem faz essa avaliação: o Médico Dentista ou o paciente. Para o Médico Dentista o sucesso está dependente de um sucesso clínico e radiográfico. Para o paciente a ausência de dor é o critério essencial (Estrela *et al.*, 2014).

<b>RESULTADO CLÍNICO</b>	<b>ASPECTO CLÍNICO</b>	<b>ASPECTO RADIOGRÁFICO</b>
<b>Sucesso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência dor</li> <li>• Dente com restauração definitiva e em função mastigatória</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de radiolucidez periapical</li> </ul>
<b>Falha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de dor</li> <li>• Desconforto</li> <li>• Dente com restauração provisória ou definitiva</li> <li>• Presença de edema</li> <li>• Fistula</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de radiolucidez periapical</li> </ul>
<b>Incerto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ou não apresentar dor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagem inconclusiva de regressão de periodontite apical</li> </ul>

**Tabela 4** - Critérios clínicos e radiográficos do sucesso/insucesso do TENC (Estrela *et al.*, 2014).

Em caso de dúvida, é essencial discutir o caso clínico com um profissional mais experiente, porque em alguns casos, não é fácil realizar o diagnóstico diferencial das doenças de origem não endodôntica e endodôntica (Estrela *et al.*, 2014).

Em termos de taxas percentuais de sucesso, uma meta-análise de Schaeffer, White e Walton (2005) mostrou que obturações de 0 a 1 mm aquém do ápice eram melhores do que obturações 1 a 3 mm do ápice (cit. in Himel, DiFiore, 2009).

Todavia, segundo Pirani *et al.* (2014), é geralmente aceite que a maior taxa de sucesso é alcançada quando a obturação termina 0 a 2 mm do ápice radiográfico, em caso de necrose e em biopulpectomias a 2 a 3 mm do ápice radiográfico, sendo que o material de preenchimento deve permanecer sempre confinado ao canal radicular e não deve em caso algum extruir para além do ápice (Estrela *et al.*, 2014). O insucesso está normalmente associado a dentes tratados endodonticamente com periodontite apical, sobre-extensão e a dentes que não foram devidamente restaurados (Estrela *et al.*, 2014).

Um estudo recente de Pirani *et al.* (2004) afirma que a taxa de sucesso foi de 84,6% para todos os dentes com TE realizado há mais de 10 anos. De acordo com Wu *et al.* (2009) todas as extrações foram consideradas fracassos (cit.in Pirani *et al.*, 2014).

### **3. Materiais de obturação**

Inicialmente, foi relatado o preenchimento dos canais radiculares, após a remoção do tecido pulpar, com amálgama, amianto, bálsamo, bambu, cimento, cobre, folha de ouro, ferro, chumbo, cloreto de zinco, resina, folha de estanho, entre outros. Entre todos estes materiais, nenhum deles preencheu os requisitos de um material de obturação ideal (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005).

Materiais tradicionais de preenchimento, como ouro e amálgama, foram inicialmente utilizados na sua maioria para estender restaurações coronárias ao invés de selar o canal radicular (Orstavik, 2005).

Materiais de preenchimento no seu verdadeiro sentido tiveram de aguardar o desenvolvimento de instrumentos endodônticos os quais poderiam conformar adequadamente o interior do canal para receber o material de preenchimento (Orstavik, 2005).

A introdução de guta-percha na Medicina Dentária em meados do século XIX foi um ponto de viragem no TE. Plasticidade combinada com durabilidade física tornou possível que o material se adaptasse melhor às paredes do canal radicular (Orstavik, 2005).

Em 1941, Jasper introduziu cones de prata, pois a sua rigidez permitia a sua fácil colocação. No entanto a sua incapacidade de preencher o sistema de canais radiculares de forma regular permitia infiltração. Estes são atualmente considerados produtos de corrosão, tidos como citotóxicos, não sendo deste modo atualmente utilizados para obturação radicular (Caicedo, Clark, 2009).

Materiais com propriedades anti-microbianas passaram a ser aplicados no canal radicular quando surgiu uma visão mais aprofundada dos aspetos infecciosos da cárie dentária e das doenças de origem pulpar. Anti-sépticos fortes foram introduzidas no final do século XIX, sendo introduzido o óxido de zinco eugenol também nessa altura (Orstavik, 2005).

Pouco tempo depois o hidróxido de cálcio foi também adicionado aos materiais endodônticos (Orstavik, 2005).

Desde a década de 1910, a evolução dos materiais endodônticos tem recaído principalmente sobre a química e as propriedades do cimento como uma parte técnica e biologicamente importante da obturação (Orstavik, 2005).

O sucesso de um sistema de canais radiculares limpo e bem preparado é comprometido se este não for adequadamente obturado (Hammad, Qualtrough, Silikas, 2009).

Um dos requisitos do material de preenchimento ideal consiste na criação de um monobloco dentro do espaço do canal (Leonardo, 2009). O conceito monobloco significa a criação de uma adesão entre um material sólido, o cimento e a parede de dentina. Os monoblocos visam a obtenção de uma unidade que reforça a estrutura do dente. No entanto, todos os materiais de obturação do canal radicular disponíveis até hoje têm um módulo de elasticidade que é muito menor que o da dentina, que questiona a eficácia deste conceito (Khatavkar, Hegde, 2010).

Deste modo, o material de obturação tem vindo a ser desenvolvido de modo a que este fique bem adaptado às paredes dos canais radiculares e às suas irregularidades. O espaço do canal radicular deve ser de igual forma devidamente preenchido com uma massa homogénea (Hammad, Qualtrough, Silikas, 2009).

Como mencionado anteriormente, o preenchimento padrão da raiz consiste na combinação de um cimento endodôntico com um material de núcleo, que até hoje tem sido quase exclusivamente de guta-percha. O material obturador principal faz com que o cimento se espalhe e preencha os espaços vazios. Por norma, é o cimento que entra em contacto com os tecidos periapicais (Orstavik, 2005).

Muitas vezes as obturações não preenchem adequadamente o sistema de canais radiculares. Dentes com obturações inadequadas, canais radiculares não preenchidos na totalidade, ou sobre-extendidos podem exigir retratamento antes da restauração coronária. Áreas não preenchidas podem criar problemas, pois podem conter bactérias

que se multiplicam quando entram em contacto com os nutrientes através da região periapical ou canais laterais (Hammad, Qualtrough, Silikas, 2009).

A capacidade de selamento dos materiais de obturação é importante para o sucesso no TE. O ideal é que o material de obturação sele o sistema de canais radiculares e favoreça a reparação dos tecidos periapicais. A infiltração apical é considerada como um dos fatores que leva à reinfeção e consequente fracasso endodôntico (Oliveira *et al.*, 2011).

Muitas técnicas e materiais estão disponíveis no mercado. Dr. Louis I. Grossman, um dos fundadores da especialidade de Endodontia, determinou as propriedades ideais de um material de obturação. Segue abaixo listagem dessas mesmas propriedades:

- Deve possuir plasticidade suficiente de forma a ser facilmente introduzido no canal e adaptar-se da melhor forma;
- Deve selar o canal hermeticamente a nível lateral, bem como apical;
- Deve possuir, estabilidade dimensional, ou seja não deve contrair depois de inserido;
- Deve ser insolúvel nos tecidos orgânicos;
- Deve ser impermeável aos fluídos orgânicos;
- Deve ser bacteriostático ou, pelo menos, não incentivar o crescimento bacteriano;
- Deve ser radiopaco, de modo que seja visualizado na radiografia;
- Não deve manchar a estrutura dentária;
- Deve ser bem tolerado pelos tecidos periapicais, ou seja, ser biocompatível;
- Deve ser anti-sético e/ou esterilizável de forma rápida antes da inserção;
- Deve ser solúvel em solventes comuns de forma a ser facilmente removido do canal radicular, se necessário;

(Caicedo, Clark, 2009); (Himel, DiFiore, 2009); (Orstavik, 2005); (Zhou *et al.*, 2013).

Os Médicos Dentistas têm cada vez mais a necessidade de basear o seu julgamento clínico em evidências. Para se verificar os benefícios reais associados ao uso de

materiais de obturação introduzidos recentemente, tem que se recorrer a resultados de ensaios clínicos. No entanto, não há uma resposta simples, porque os resultados do TE são influenciados por uma série de outros fatores que funcionam como viés e influenciam esses resultados muitas vezes mais do que os próprios materiais de obturação (Li *et al.*, 2013).

Do ponto de vista do desempenho clínico, materiais clássicos de preenchimento radicular têm resistido ao teste do tempo. Muitos dos materiais recentemente introduzidos, são tão novos, que não existem provas suficientes para sustentar a sua capacidade de melhorar o desempenho clínico (Li *et al.*, 2013).

Ao longo das últimas décadas, a Endodontia beneficiou de avanços inovadores em recursos de imagem, melhor ampliação, tecnologia de determinação do comprimento de trabalho mais preciso, limas mais eficientes, soluções de irrigação mais avançadas e mudanças radicais na dissolução dos tecidos e ainda técnicas de dispersão de soluções desinfetantes. Todas estas melhorias têm contribuído para o reforço da obturação do sistema de canais radiculares. No entanto, mesmo em países com economias altamente desenvolvidas e infra-estruturas tecnológicas avançadas, a maioria dos dentes que necessita de TENC são obturados, hoje em dia com o mesmo material clássico que foi introduzido há mais de 160 anos atrás, usando técnicas de preenchimento clássicas que foram estabelecidas na década de 1940 e 1950, com um grau de sucesso relativamente elevado e previsível (Li *et al.*, 2013).

## **i. Materiais de núcleo**

### **1. Guta-percha**

Este material foi utilizado pela primeira vez em Medicina Dentária em meados de 1800, como um material restaurador temporário e, mais tarde, introduzido por Bowman em 1867 com a finalidade de obturar os canais radiculares. A sua utilização como material de preenchimento temporário continuou até 1950 (Himel, DiFiore, 2009).

A designação guta-percha é de origem Malaia e significa Getah=borracha e Pertja=árvore (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005).

Guta-percha é uma substância vegetal extraída sob a forma de látex de árvores da família das Sapotáceas existentes principalmente no Pacífico Sul. O principal componente presente é o polímero 1,4-polyisoprene. É um trans-isómero de borracha natural que foi utilizado para vários fins, tais como revestimento, cabos de facas, bengalas e para núcleo de bolas de golfe (Himel, DiFiore, 2009). Em forma bruta a sua composição é 75 a 82% guta-percha, 14 a 16% *alban* e 4 a 6% *fluavil*. Para além destes componentes contém também tanino, sais e substância sacarina (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005).

Materiais de preenchimento radicular à base de guta-percha contemporânea são constituídos por cerca de 20% do polímero bruto, com restante constituição de óxido de zinco, metais sulfatados e ceras/resinas (Li *et al.*, 2013).

Quimicamente a guta-percha pura existe em duas formas cristalinas (alfa e beta), sendo que estas diferem somente na sua configuração e conseqüentes diferenças de comportamento (Caicedo, Clark, 2009); (Orstavik, 2005); (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005).

A forma mais estável é a forma alfa e por esta razão é a que se encontra na Natureza, enquanto geralmente o produto mais comercialmente disponível é em forma beta (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005).

A guta-percha na forma alfa quando à temperatura ambiente torna-se quebradiça. Uma vez aquecida esta fica pegajosa, menos viscosa e mais fluída, o que concede uma melhor adesividade de modo a permitir uma melhor adaptação às irregularidades do canal. A sua temperatura de fusão é de 65°C o que faz com que este material derreta acima deste valor. É dimensionalmente mais estável, ou seja tem menos contração quando é aquecida e arrefecida. Uma vez arrefecida lentamente, recristaliza até à fase alfa (Caicedo, Clark, 2009).

O uso da fase alfa de guta-percha aumentou à medida que as técnicas termoplásticas se tornaram mais populares. Esta pode fluir através de calor, utilização de solventes, tais como clorofórmio ou eucaliptol, bem como através de ultra-som e vibração (Caicedo, Clark, 2009).

Já a forma beta-cristalina, disponível comercialmente na maioria dos casos é estável e flexível à temperatura ambiente. Quando esta é aquecida, não apresenta adesividade, é mais viscosa, mais rígida e tem menor fluidez do que a forma alfa. A sua temperatura de fusão é de 56°C. A forma beta é utilizada por norma na obturação pela técnica de condensação lateral à temperatura ambiente. Uma vez realizada força excessiva pode resultar na fratura da raiz (Caicedo, Clark, 2009). Uma das características que a qualifica é o facto de, quando aquecida, esta expande (1-3%) e quando arrefece dá-se a sua contração (2-7%). Além destas formas cristalinas existe também a forma amorfa (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005). Uma característica interessante da guta-percha é o facto de ser termoplástica, por isso, pode ser aquecida para melhorar a sua adaptação à anatomia complexa do canal radicular. No entanto, a guta-percha aquecida contrai consideravelmente após o arrefecimento à temperatura corporal. Para compensar esta redução, são utilizadas técnicas de aplicação de guta-percha e um cimento de revestimento da parede do canal (Marending *et al.*, 2013).

Ao longo dos anos, várias técnicas têm sido defendidas para obturar o canal radicular com guta-percha e cimento. Daí várias formas deste material estarem disponíveis: cones de guta-percha standardizados e não standardizados; guta-percha termoplastificável com sistema de núcleo (bastão) sólido ou forma injetável (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005).

Os cones de guta-percha consistem em aproximadamente 20% de guta-percha, 65% óxido de zinco, 10% radiopacificadores e 5% de resinas/ceras plastificantes. Estes estão disponíveis em diversos tamanhos e formas padronizadas e não padronizadas. A nomenclatura convencional refere-se às dimensões da ponta e do corpo (ADA-ANSI número 26). Cones padronizados são projetados para corresponder aos instrumentos de aço inoxidável e de níquel-titânio utilizados na preparação dos canais radiculares. Cones

de guta-percha podem ser esterilizáveis antes da utilização por colocação destes em Hipoclorito de Sódio (NaOCL) a 5,25% durante um minuto (Caicedo, Clark, 2009).

As percentagens específicas para componentes variam conforme o fabricante, com variações resultantes na fragilidade, rigidez, resistência à tração e radiopacidade dos cones individuais atribuíveis principalmente para as percentagens de guta-percha e óxido de zinco. A atividade anti-microbiana de guta-percha deve-se também principalmente ao óxido de zinco (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

Uma das desvantagens dos cones de guta-percha é que eles degradam com o tempo. Esta degradação pode ser potencializada com a utilização do aquecimento durante a obturação (Prakash, Gopikrishna, Kandaswamy, 2005).

Apesar de terem sido desenvolvidas uma série de novas técnicas e materiais com diferentes propriedades físico-químicas ao longo dos últimos 150 anos, historicamente, a guta-percha tem provado ser o material de eleição para o preenchimento bem sucedido de canais radiculares (Flores *et al.*, 2011); (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010); (Inan, Aydemir, Tasdemir, 2007); (Ismail, Al-Ashou, Al-Askary, 2011); (Zapata *et al.*, 2009).

Embora não seja o material de preenchimento ideal, satisfaz a maioria dos critérios de um material de obturação de canais radiculares ideal (Gutmann, Kutter, Niemczyk., 2010). No entanto, o advento da combinação de guta-percha e cimento revolucionou a Endodontia (Khatavkar, Hegde, 2010).

A guta-percha tem inclusive um número considerável de propriedades desejáveis. É um semi-sólido que pode ser comprimido de forma a preencher as irregularidades do canal radicular através de técnicas de compactação laterais ou verticais. É um material não irritante, com toxicidade mínima e dimensionalmente estável (Carrotte, 2004).

É o material menos alergénico disponível quando retido no interior do sistema de canais e é não reabsorvível. Em casos de extravasamento de guta-percha nos tecidos perirradiculares este é bem tolerado, desde que o canal esteja limpo e selado

apicalmente (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010); (Li *et al.*, 2013). É radiopaco e inerte e pode ser removido do canal quando necessário (Carrotte, 2004).

Tecidos perirradiculares podem ser irritados se o solvente for introduzido para além do canal ou quantidades significativas de gutapercha amolecida forem inadvertidamente colocadas nestes tecidos (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

As desvantagens da gutapercha são poucas. Especificamente, a sua adesividade, falta de rigidez (o que dificulta o uso de calibres pequenos) e a facilidade de deslocamento sob pressão. No entanto, estas características não ofuscam por sua vez, as suas inúmeras vantagens (Carrotte, 2004); (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

A gutapercha é amplamente utilizada devido às suas boas propriedades físicas e biológicas, mas em função das suas falhas é sempre necessário uma associação com o cimento endodôntico (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010); (Vitti *et al.*, 2013).

Devido às irregularidades das paredes do canal, e à dimensão dos túbulos dentinários, é essencial auxiliar o preenchimento dos canais com um cimento endodôntico não só nos espaços irregulares, como também melhorar o selamento durante a compactação, de forma a penetrar nas pequenas áreas inacessíveis, isto é, os túbulos dentinários. Além disso, os cimentos também exercem um efeito anti-bacteriano e por conseguinte, a sua capacidade para penetrar nos túbulos dentinários pode ser especialmente benéfica para controlar e inativar as bactérias que se podem ali localizar (Li *et al.*, 2013); (Zapata *et al.*, 2009). A gutapercha usada sem auxílio de um cimento não permite um bom selamento (Himel, DiFiore, 2009).

As propriedades físicas da gutapercha tornaram possível a utilização de diferentes técnicas de obturação. (Ismail, Al-Ashou, Al-Askary, 2011). Entre as diferentes técnicas de obturação de gutapercha empregadas, temos a técnica de cone único, técnica de condensação lateral, a frio ou quente, compactação vertical por onda contínua de calor, técnicas de injeção de gutapercha termoplastificada, técnicas de compactação termomecânicas, bem como técnicas de “core-carrier” (transportadores de gutapercha)

(Li *et al.*, 2013). A tradicionalmente mais usada é a técnica de condensação lateral a frio (Ismail, Al-Ashou, Al-Askary, 2011).

Apesar de alguns materiais serem capazes de poder substituir a guta-percha em vários parâmetros, a investigação continua a encontrar poucas alternativas que possam efetuar um melhor selamento e reforçar mecanicamente as raízes comprometidas formando um monobloco, o que tem sido sugerido para reduzir as vias de penetração bacteriana e fortalecer a raiz (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

## 2. Resilon

Ultimamente, têm sido introduzidos uma série de novos materiais endodônticos. Em 2004, um novo material, resilon, foi desenvolvido para substituir a guta-percha como uma alternativa promissora (Cecchin *et al.*, 2012); (Leonardo, 2009); (Whitworth, 2005).

Este material tem como princípios oferecer soluções para os problemas da guta-percha, sendo estes, a contração da guta-percha e o facto de esta não se ligar ao cimento o que resulta na formação de fendas entre cimento e a guta-percha (Aptekar, Ginnan, 2006).

Resilon é um material de preenchimento de núcleo, muito semelhante à guta-percha. Este é comercializado sob a forma de cones que seguem o mesmo dimensionamento ISO da guta-percha, ou seja, estão disponíveis nos pontos normalizados correspondentes aos instrumentos endodônticos e em várias conicidades, ou seja, 2, 4 ou 6% (Cecchin *et al.*, 2012); (Khatavkar, Hegde, 2010).

Os sistemas de obturação baseados em resilon consistem principalmente em: cones resilon, primer e cimento de polimerização dual (Khatavkar, Hegde, 2010).

Resilon é um material de preenchimento termoplástico de resina sintética à base de policaprolactona, com partículas de preenchimento constituído por vidro bioativo, oxiclureto de bismuto e sulfato de bário com um teor de carga de aproximadamente 65% (Hammad, Qualtrough, Silikas, 2009); (Himel, DiFiore, 2009); (Khatavkar, Hegde, 2010); (Lotfi *et al.*, 2013).

O primer Epiphany é composto por um monómero sulfónico com terminação ácida, 2-hidroxietil metacrilato (HEMA), água e iniciador de polimerização. O primer tem como função condicionar as paredes do canal e prepará-las para a adesão da resina seladora (Shrestha *et al.*, 2010).

O Epiphany é um cimento resinoso de dupla polimerização que detém na sua composição: matriz resinosa de BisGMA (bisfenol glicidil metacrilato), BisGMA etóxica, UDMA (uretano dimetacrilato), metacrilatos disfuncionais hidrofílicos, hidróxido de cálcio, sulfato de bário, cristais de bário, oxicloreto de bismuto e sílica (Shrestha *et al.*, 2010).

Os cristais bioativos são o único componente que forma cálcio ou fosfato quando em contacto com o fluído corporal. Estes não se dissolvem no líquido, mas em vez disso, libertam iões que estimulam a formação de tecido ósseo. A sua opacidade radiológica é melhor do que a da guta-percha, condensa-se lateralmente e verticalmente como guta-percha e seu ponto de fusão é de 70 a 85 ° C (Khatavkar, Hegde, 2010).

Este cimento tem como função unir a dentina radicular e os cones resilon de modo a formar uma única unidade denominada “monobloco” (Onay, Ungor, Ozdemir, 2007); (Shrestha *et al.*, 2010).

Defensores desta técnica propõe que a ligação à parede do canal e ao material do núcleo cria um “monobloco”, ou seja, os componentes foram desenvolvidos para se ligar um ao outro e às paredes do canal, de forma a produzir um selamento hermético e uma raiz reforçada (Himel, DiFiore, 2009); (Whitworth, 2005).

Shipper *et al.* (2005), sugeriram que o monobloco seria altamente desejável de modo a proporcionar um selamento completo do sistema de canais radiculares, uma vez que seria capaz de minimizar a infiltração coronária em caso de perda, fratura ou infiltração da restauração coronária (cit. in Garcia *et al.*, 2009).

Segundo Shenoy e Sumanthin (2011) após a limpeza e conformação do canal, é selecionado um cone mestre de tamanho apropriado e confirmado a nível visual, tátil e radiográfico.

A escolha do irrigante recomendada pelo fabricante seria NaOCl. Este não deve ser o último a ser utilizado devido ao facto de interferir com a adesão do cimento de resina, podendo resultar na diminuição da força de adesão. Como irrigante final deve-se utilizar EDTA a 17% 1-2 minutos, seguido de água esterilizada ou CHX (digluconato de clorexidina) a 0,2% (Aptekar, Ginnan, 2006).

A irrigação final é necessária, pois uma forte adesividade só é obtida após a remoção da *smear layer* (Khatavkar, Hegde, 2010). As soluções de irrigação podem assim afetar similarmente a infiltração (Shrestha *et al.*, 2010).

Estudos sobre o efeito das soluções de irrigação no selamento têm mostrado que os diferentes protocolos de irrigação finais com NaOCl (5,25%), CHX (0,12%), ou CHX (2%) e água destilada não têm qualquer efeito significativo sobre o selamento de resilon (Lotfi *et al.*, 2013).

Após irrigação deve-se secar o canal radicular com cones de papel estéreis absorventes. O primer é introduzido no interior do canal radicular, na quantidade de duas a três gotas através de uma pipeta, seringa ou um cone de papel estéril absorvente. O primer em excesso é removido com a ajuda de um cone papel estéril absorvente seco (Aptekar, Ginnan, 2006); (Shenoy, Sumanthin, 2011).

O cimento é aplicado usando um cone estéril absorvente, cone resilon ou lentulo. O material do núcleo (cones resilon) é então usado para obturar o espaço do canal através de técnicas de compactação lateral, compactação vertical ou método de injeção termoplástica quente. Após a conclusão da obturação, a superfície coronal é fechada para proporcionar um selamento imediato nesta área (Shenoy, Sumanthin, 2011).

## VANTAGENS DO SISTEMA RESILON

- Fortalecimento radicular
- Melhor radiopacidade que guta-percha
- Capacidade de auto e fotopolimerização
- Causa menor irritação do que cimentos de óxido zinco eugenol ou resina epóxi
- Não é necessário nenhuma curva de aprendizagem para além da abordagem tradicional com guta-percha
- Eliminação ou redução considerável de infiltração microbiana

**Tabela 5** - Vantagens do sistema resilon

(Khatavkar, Hegde, 2010).

Este material é uma resina totalmente polimerizada, ligeiramente mais radiopaca que a guta-percha (Khatavkar, Hegde, 2010).

O resilon demonstrou ser biocompatível, não citotóxico e não mutagénico (Caicedo, Clark, 2009). Além disso deve criar um selamento adequado, ser não carcinogénico, não irritante para os tecidos perirradiculares e não provocar uma resposta imune (Shrestha *et al.*, 2010).

A biocompatibilidade dos cimentos endodônticos tem implicações importantes no resultado do TE. O resilon mostrou estar associado com a presença de efeitos citotóxicos moderados a graves. Uma razão importante é a filtração de monómeros não polimerizados que podem induzir efeitos deletérios sobre os tecidos periapicais e periodontais, tais como reações inflamatórias, citotoxicidade, mutagénese e apoptose (Lotfi *et al.*, 2013).

No entanto, tem sido demonstrado que resilon e guta-percha têm biocompatibilidade aceitável. O primeiro manifestou menos inflamação perirradicular do que o segundo. Contudo, alguns estudos demonstraram que o resilon é mais citotóxico do que a guta-percha e a sua citotoxicidade aumenta após 48 horas. Tem sido incutido que existe citotoxicidade de resilon e epiphany, principalmente devido à epiphany. A citotoxicidade

associada à epiphany diminui após 2 dias, para chegar a um nível comparável ao utilizado pelos cimentos endodônticos (Lotfi *et al.*, 2013).

Relatos sugerem que o método de manipulação e utilização é fácil, semelhante à guta-percha (Cecchin *et al.*, 2012); (Khatavkar, Hegde, 2010); (Whitworth, 2005). O fabricante indica que as suas propriedades de manuseamento são semelhantes às da guta-percha e, por isso, pode ser utilizado com qualquer técnica de obturação, a quente ou a frio (Himel, DiFiore, 2009); (Shrestha *et al.*, 2010); (Whitworth, 2005).

Estes cimentos permitem a obturação de canais ligeiramente húmidos, devido a estes serem hidrofílicos. Esta característica, combinada com as técnicas de ligação avançadas facilita a formação de *tags* de resina profundas que se prolongam no interior dos túbulos dentinários (Garcia *et al.*, 2009).

Taxas de sucesso endodôntico variam entre os 53-94%. O retratamento não cirúrgico pode ser necessário se o paciente não responde ao tratamento inicial ou em casos de recorrência de sinais e sintomas. Por este motivo os materiais devem ser de fácil remoção para esta finalidade (Shrestha *et al.*, 2010).

O resilon pode ser facilmente removido com a utilização de solventes tal como clorofórmio, instrumentos manuais e mecanizados e aplicação de calor (Hammad, Qualtrough, Silikas, 2009); (Himel, DiFiore, 2009); (Shrestha *et al.*, 2010).

Em relação aos materiais de medicação intracanal, tem sido relatado que o hidróxido de cálcio não tem efeito significativo sobre a capacidade de selamento do resilon (Lotfi *et al.*, 2013); (Shenoy, Sumanthin, 2011).

A capacidade de selamento de resilon foi testada em estudos de infiltração e *scanning electron microscopy (SEM)* (Lotfi *et al.*, 2013).

Estudos *in vitro* sobre selamento de resilon foram recentemente contestados por pesquisadores independentes, mas a pesquisa clínica recente em cães confirmou que resilon proporciona um melhor selamento contra a infiltração microbiana coronária do

que a guta-percha associada ao cimento à base de resina epóxi AH26. Estudos clínicos em humanos são aguardados (Whitworth, 2005).

Num estudo de Perdigão, Lopes e Gomes (2007) “Interfacial adaptation of adhesive materials to root canal dentin”, onde foi avaliada a adaptação marginal de resilon e guta-percha, os resultados mostraram que as infiltrações foram mais frequentes com guta-percha. Noutro estudo de Tay *et al.* (2005) “Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone based root canal filling material”, foi comparada a qualidade do selamento apical obtido com resilon e guta-percha. Os resultados revelaram duas regiões sem falhas e regiões contendo *gaps* em canais preenchidos com ambos os materiais. Concluiu-se que o selamento apical hermético não pode ser alcançado com qualquer um dos dois materiais de preenchimento do canal radicular (cit.in Lotfi *et al.*, 2013).

Vários estudos *in vitro* foram realizados para avaliar a resistência de união de cimentos à base de metacrilato (epiphany). Alguns desses estudos demonstraram que o sistema guta-percha teve significativamente maior resistência de união em comparação com o sistema resilon. Em contraste, outros autores apresentaram maiores forças de adesão para resilon (Shrestha *et al.*, 2010).

Em relação aos resultados de insucesso, a guta-percha falhou ao longo da interface guta-percha/cimento, enquanto o resilon falhou predominantemente ao longo da interface cimento/dentina, pois verificaram-se *tags* de resina fraturados (Shrestha *et al.*, 2010).

O módulo de elasticidade do resilon deve ser igual à da dentina para reforçar e fortalecer a mesma. Mas o módulo de elasticidade e força de coesão do resilon são muito mais baixos do que os da dentina. Como resultado, o material flui em tensão, em vez de resistir ao stress (Shrestha *et al.*, 2010).

Algumas investigações concluíram que não existe nenhuma melhoria significativa na resistência à fratura vertical de raízes com o uso de resilon comparado com guta-percha e cimento convencional (Li *et al.*, 2013). Assim, o conceito de reforço da raiz com resilon é controverso (Shrestha *et al.*, 2010).

O desenvolvimento de periodontite apical tem sido observado nos dentes obturados com material à base de policaprolactona em que não havia nenhuma evidência de periodontite pré-endodôntica, com desaparecimento ocasional do material de preenchimento. Uma observação relativamente frequente nos casos que necessitam de retratamento é a perda de integridade estrutural do material de preenchimento da raiz com base em policaprolactona “do estado rígido a uma forma flexível, quase gelatinosa” (Li *et al.*, 2013).

O conceito da obturação baseada em policaprolactona foi originalmente introduzido no mercado como um produto melhor do que a guta-percha para prevenir infiltração coronária. Os resultados dos recentes estudos endodônticos relacionados com biodegradação de microbiota sugerem que deve ocorrer infiltração coronária, sendo estes mais propensos a infiltrar do que os obturados com guta-percha (Li *et al.*, 2013).

Uma possível causa deste fenómeno é a degradação enzimática do componente policaprolactona do material obturador por microorganismos remanescentes de canais radiculares infetados. Devido à sua necessidade de nutrientes estas bactérias são capazes de produzir enzimas que usam este material como fonte alternativa de nutrientes (Li *et al.*, 2013).

Um estudo examinou a suscetibilidade de resilon e guta-percha à biodegradação microbiana e apresentou alterações mínimas na integridade da superfície de guta-percha, enquanto que o resilon exibiu corrosão e erosão grave da superfície (Lotfi *et al.*, 2013).

Estudos *in vitro* sugerem que resilon se degrada com o tempo. No entanto, o efeito destes fluídos e produtos bacterianos dentro de um sistema de canais radiculares é questionável. Portanto, mais estudos sobre este aspeto são necessários (Shrestha *et al.*, 2010).

### 3. Cones de Guta-Percha Revestidos

Cones de guta-percha revestidos têm sido desenvolvidos numa tentativa de alcançar resultados semelhantes aos reivindicados por resilon, uma ligação entre a parede do canal, o material de núcleo e o cimento (Himel, DiFiore, 2009).

Duas versões do revestimento de guta-percha estão disponíveis, uma à base de ionómero de vidro e outra à base resina (Himel, DiFiore, 2009).

O sistema de cones de guta-percha que é revestido por cimento ionómero de vidro é designado de Activ GP® (Himel, DiFiore, 2009).

Activ GP® foi a primeira técnica de cone único a ganhar aceitação generalizada. Este material é ainda um sistema que utiliza tecnologia melhorada do cimento de ionómero de vidro para criar um verdadeiro cone único de obturação (Koch, Brave, 2009); (Koch, Brave, Nasseh, 2010).

Isto é muito significativo, porque a técnica de cone único nos permite, pela primeira vez, criar um selamento hermético no interior do espaço do canal radicular. O selamento hermético tem sido uma meta na Endodontia há mais de 50 anos (Koch, Brave, 2009).

Na busca inicial de alcançar um selamento hermético, o ionómero de vidro (Ketac Endo) foi escolhido devido à sua biocompatibilidade superior e às suas propriedades físicas. No entanto, um problema com as primeiras gerações do cimento de ionómero de vidro e cimentos de resina foi que nenhum método foi capaz de desenvolver um verdadeiro monobloco (Koch, Brave, 2009).

Activ GP® é constituído por um cone de guta-percha impregnado de ionómero de vidro. Os cones incorporam partículas de vidro dentro da guta-percha e um revestimento de superfície adesiva cobre os cones proporcionando uma superfície altamente ativa preparado para aderir quimicamente ao cimento de ionómero de vidro Activ GP® (Kurtzman, 2009).

Activ GP®, na verdade, requer uma quantidade mínima de cimento, em vez do excesso que é utilizado noutros métodos (Koch, Brave, 2009).

Embora a mudança dimensional possa ocorrer com todos os cimentos, o ionómero de vidro é muito estável e não contrai. Além disso, devido à previsão de forma associada com conicidades constantes, pode-se afirmar que a técnica do cone único deve ser realizada com uma preparação constante cônica tal como 0,04 ou 0,06 (Koch, Brave, 2009).

Os cones estão disponíveis em tamanhos de 15-60 ISO. O cimento provém da conjugação de um líquido mais um pó, que oferece um tempo de trabalho de 12 minutos. Por causa dos cimentos de ionómero de vidro serem exotérmicos, ao misturar o cimento numa placa de vidro refrigerada irá prolongar-se o tempo de trabalho e tornar-se a sua colocação mais fácil. Uma vez que o calor irá acelerar o ajuste do cimento, este material é concebido para ser utilizado numa técnica de frio (Kurtzman, 2009).

Os cones são projetados para corresponderem ao tamanho final da lima usada e são usados numa técnica fria single-cone ou podem adicionar-se cones coronariamente para completar a obturação. Nenhuma alteração de irrigação é necessária e o hipoclorito de sódio pode ser utilizado como o irrigante final (Kurtzman, 2009).

O outro sistema denomina-se EndoREZ® (Ultradent, South Jordan, UT), em que cones de guta-percha convencionais são revestidos com um revestimento de resina (Tay, Pashley, 2007).

EndoRez® foi desenvolvido em 1999 com base em resina UDMA (Leonardo, 2009).

O Cimento EndoRez® tem a mesma radiopacidade que a guta-percha, tem boa fluidez e características humectantes (Leonardo, 2009).

Este cimento tem características hidrófilicas que fornecem uma excelente penetração nos túbulos dentinários. Isto permite uma melhoria das propriedades de selamento combinado com a facilidade de colocação e remoção (Chandra *et al.*, 2014).

As propriedades biológicas dos cimentos são tão importantes para o sucesso clínico como a sua capacidade de selamento. Diversos estudos sobre cimento EndoREZ® provaram a sua biocompatibilidade, citotoxicidade extremamente baixa, especialmente em comparação com os outros cimentos e demonstram ter uma ação anti-microbiana. É, em consequência, muito bem tolerada pelo organismo, no caso de um inadvertido extravasamento para os tecidos periapicais (Leonardo, 2009).

A reação de polimerização do EndoREZ® é acelerada (dentro de 4-5 minutos) permitindo a realização imediata da restauração definitiva, estabelecendo, assim, um monobloco (Pameijer, Zmener, 2010).

## **ii. Cimentos**

Os cimentos endodônticos são utilizados na obturação dos sistema de canais radiculares para conseguir um selamento estanque/hermético ao longo do canal, incluindo o foramen apical e irregularidades do canal e ligeiras discrepâncias entre a parede dentinária do canal radicular e o material de preenchimento de núcleo. Assim, os cimentos ajudam a evitar a infiltração bacteriana, reduzir a possibilidade de proliferação de bactérias residuais que se encontrem no interior do canal, preencher lacunas e resolver lesões periapicais (Zhou *et al.*, 2013).

Os cimentos também podem servir como lubrificantes, permitindo uma melhor inserção do material de obturação principal. Nos canais em que a *smear layer* foi removida, muitos cimentos demonstraram aumento das capacidades adesivas à dentina, além de fluir para os túbulos dentinários (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

Um cimento endodôntico ideal deve aderir tanto à dentina com também ao material de preenchimento do núcleo (Mahdí, Carmona, Lopez, 2013).

Requisitos ideais de um cimento de obturação:

- Possuir um pó fino, de maneira que possa se misturar facilmente com o líquido;

- Exibir adesão quando misturado para prover boa adesividade entre ele e as paredes do canal;
- Promover um selamento hermético;
- Possuir radiopacidade para que possa ser visto na radiografia;
- Não sofrer contração ou expansão durante a presa;
- Não manchar a estrutura dentária;
- Deve ser bacteriostático;
- Deve conferir um tempo de trabalho conciliável com a técnica a executar;
- Ser insolúvel em fluidos orgânicos;
- Biocompatível, não irritante;
- Não ser mutagénico nem carcinogénico;
- Deve poder ser dissolvido por um solvente caso seja necessária a sua remoção;

(Henston *et al.*, 2012).

Os cimentos são necessários para todas as técnicas. Alguns dos novos materiais de obturação são baseados em tecnologias de dentina-adesão, numa tentativa de vedar o sistema de canais de forma mais eficaz e talvez fortalecer a raiz. No entanto, a ligação eficaz é um desafio, devido à anatomia radicular e limitações nas propriedades físicas e mecânicas do material adesivo (Caicedo, Clark, 2009).

Um cimento satisfatório deve ser biocompatível e bem tolerado pelos tecidos perirradiculares, no entanto todos os cimentos apresentam toxicidade quando recém-misturados, e todos são absorvíveis quando expostos a tecidos e fluídos tecidulares (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

A solubilidade e a desintegração de cimentos endodônticos deve ser o menor possível, para que possa promover um adequado selamento, favorecendo assim o sucesso do tratamento (Garcia *et al.*, 2009).

Uma das propriedades mais importantes de cimentos endodônticos é a capacidade de fluidez suficiente de modo a preencher completamente o espaço do canal radicular (Garcia *et al.*, 2009).

Alguns Médicos Dentistas consideram que um pequeno extravasamento de material de preenchimento do canal radicular que se estende para além do comprimento de trabalho é indicativo de um espaço de canal completamente obturado com uma constrição apical bem selada. Contudo, cimento excessivo não deve ser regularmente colocado nos tecidos perirradiculares como parte de uma técnica de obturação (Gutmann, Kutter, Niemczyk, 2010).

Embora vários tipos de cimentos endodônticos tenham sido propostos como materiais de preenchimento inovadores, o cimento endodôntico ideal ainda não foi realmente encontrado (Flores *et al.*, 2011).

Serão abordados de seguida alguns dos cimentos endodônticos mais utilizados na obturação do sistema de canais radiculares.

#### 1. Cimento à base de óxido zinco e eugenol (ZOE)

O cimento à base de óxido de zinco e eugenol (ZOE) é constituído pela combinação de um pó que contém na sua maioria óxido de zinco, e líquido à base de eugenol (Tabari *et al.*, 2013); (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

Este cimento pode ser empregue em restaurações diretas, obturações temporárias, cimento endodôntico, banda de cimento ortodôntico ou periodontal e bloco cirúrgico (Tabari *et al.*, 2013).

A razão mais notável para prestar atenção a este cimento está relacionada às suas propriedades biológicas únicas, incluindo o seu impacto sedativo em túbulos dentinários expostos, biocompatibilidade, pH neutro, propriedades anti-microbianas e anti-cariogénicas, efeito anti-inflamatório e carácter paliativo dessa solução (Tabari *et al.*, 2013).

O ZOE tem como características uma manipulação prolongada, boa plasticidade, endurecimento lento e pouca variação de volume (Raccialti, 2003).

A biocompatibilidade de um selamento endodôntico contribui para o sucesso clínico da terapia endodôntica. Um material tóxico pode atrasar o reparo dos tecidos periapicais ou provocar uma reação inflamatória tecidual (Raccialti, 2003).

Quando os materiais à base de óxido de zinco e eugenol são colocados em contacto com tecidos vivos, causam uma resposta inflamatória de leve a grave. A toxicidade deste cimento foi estudado *in vitro*, sendo que a maioria dos estudos demonstra que o ZOE é citotóxico (Raccialti, 2003).

Deste modo o ZOE é um material que tem caído em desuso devido à sua elevada solubilidade e citotoxicidade (Lad *et al.*, 2014); (Saxena, Gupta, Newaskar, 2013). Além disso, revela incapacidade para fortalecer a raiz (uma vez que não adere à dentina) e incapacidade de impedir a infiltração (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

Consequentemente, foram surgindo novas formas de cimentos ZOE modificados (Saxena, Gupta, Newaskar, 2013).

#### **VANTAGENS**

- Reduzido poder de contração
- Propriedade anti-microbiana perdurável
- Facilidade de manuseamento
- Radiopacidade suficiente

#### **DESVANTAGENS**

- Componentes citotóxicos
- Propriedade de selamento inferior ao hidróxido de cálcio
- Elevada solubilidade propenso a criar infiltração, no entanto dentro das normas ISO (perda de peso 3% de massa )

---

**Tabela 6-** Vantagens e Desvantagens do cimento ZOE

(Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

## 2. Cimento hidróxido de cálcio

Hermann em 1920, introduziu o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) na prática clínica de Endodontia como um agente de recobrimento pulpar (Delgado, Yepes, 2013); (Desai, Chandler, 2009); (Kim, Kim, 2014); (Mustafa *et al.*, 2012); (Silva, Braga, Pessoa, 2014).

Hoje em dia, este material em Endodontia é usado principalmente em procedimentos de recobrimento pulpar, como medicação intracanal, em algumas técnicas de apexificação e como componente de vários cimentos endodônticos (Desai, Chandler, 2009).

O primeiro uso clínico de hidróxido de cálcio como um material de preenchimento de canais radiculares foi provavelmente realizado por Rhoner em 1940 (Desai, Chandler, 2009).

As duas razões mais importantes para a utilização de hidróxido de cálcio como um material de preenchimento canal são a estimulação dos tecidos periapicais, a fim de manter a saúde ou para promover o processo de cicatrização e em segundo lugar devido aos seus efeitos anti-microbianos (Desai, Chandler, 2009).

O principal mecanismo de ação anti-microbiana do hidróxido de cálcio está relacionado com os íons hidroxilo os quais são responsáveis pela natureza altamente alcalina deste material (Kim, Kim, 2014); (Silva, Braga, Pessoa, 2014).

O hidróxido de cálcio é uma substância alcalina forte com um valor de pH de aproximadamente 12,5 (Khan *et al.*, 2011).

A maioria dos agentes patogénicos são incapazes de sobreviver no ambiente altamente alcalino fornecido por este material, logo são eliminados num curto período de tempo quando em contato direto com esta substância (Kim, Kim, 2014).

Iões hidroxilo apresentam reatividade extrema com várias moléculas, resultando num efeito letal às células bacterianas, provavelmente devido aos seguintes fatores: danos à membrana citoplasmática; danos ao ADN (ácido desoxirribonucleico); desnaturação das proteínas (Silva, Braga, Pessoa, 2014).

No entanto, tem sido sugerido que o uso de hidróxido de cálcio, pode ter um efeito adverso sobre as propriedades físicas da dentina, tornando-a mais suscetível a fraturas da raiz (Lee, 2013).

O mecanismo exato de tal redução de força é desconhecido, embora tenha sido sugerido que o pH alcalino do hidróxido de cálcio pode causar a desnaturação da matriz orgânica ou inorgânica ou desagregar a matriz de dentina, fazendo com que a dentina seja mais frágil e tornando-a mais suscetível a fraturas (Lee, 2013).

Este material apresenta algumas vantagens como ser de fácil manipulação, baixo custo, bactericida e promove ainda a cicatrização e reparação dos tecidos periapicais (Mustafa *et al.*, 2012).

O hidróxido de cálcio tem uma longa associação com a Endodontia, sendo que cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio foram introduzidos, há muitos anos, como uma alternativa ao óxido de zinco eugenol convencional, como o Sealapex® (Khan *et al.*, 2011). No entanto verifica-se que estes cimentos apresentam inconvenientes como a sua grande solubilidade com conseqüente infiltração microbiana.

### 3. Cimento à base de resina epóxi

A tecnologia adesiva tem evoluído rapidamente desde que as resinas foram introduzidas há mais de cinquenta anos atrás (Meerbeek *et al.*, 2011).

Cimentos à base de resina epóxi foram introduzidos na Endodontia por Schroeder, e alterações atuais, da sua fórmula original são amplamente utilizados para procedimentos obturadores (Marciano *et al.*, 2011).

Cimentos epóxi são apoiados em Bis-GMA (bisfenol-A metacrilato de glicidila) e em combinação com outros metacrilatos de resina (Yu *et al.*, 2014).

Este cimento foi desenvolvido com a finalidade de melhorar o selamento do canal radicular e conferir-lhe mais força quando comparado com os materiais convencionais, evitando a ocorrência de infiltrações na interface cimento/dentina (Marciano *et al.*, 2011); (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

Epóxi é um polímero que, quando combinado com substâncias endurecedoras, inicializa o processo de polimerização. As aminas são agentes utilizados em cimentos de resina epóxi para iniciar o processo de polimerização. O tipo e quantidade das substâncias utilizadas podem determinar a solubilidade, a adesão, tempo de endurecimento e a estabilidade térmica da resina (Marciano *et al.*, 2011).

Um destes cimentos é AH Plus® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), que tem sido extensivamente avaliado pelas suas propriedades físico-químicas e de resposta biológica (Marciano *et al.*, 2011); (Schäfer, Bering, Buürklein, 2013); (Tuncer, Tuncer, Gökyay, 2014).

AH Plus® é composto por um sistema pasta-pasta, entregue em dois tubos numa seringa de duplo cano (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

A pasta A é composta por resina epóxica; tungsténio de cálcio; óxido de zircónio; Aerosil; e óxido de ferro. A pasta B é composta por Amina Adamantana; N, N-Dibencil-5-oxanonano-diamina-1,9; TCD-Diamina; Tungsteanato de Zircónio; Aerosil; Óleo de silicone (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

Testes físicos são realizados para analisar as propriedades de cimentos endodônticos, antecipando o desempenho clínico, consistência e trabalhabilidade (Marciano *et al.*, 2011).

A American Dental Association (ADA) estabeleceu uma metodologia para testar as propriedades físico-químicas de cimentos endodônticos e descrever os requisitos mínimos que estes devem possuir (Ruiz-linares *et al.*, 2013).

Estes requisitos para cimentos obturadores incluem radiopacidade de pelo menos 3 mmAl (milímetros de Alumínio), solubilidade inferior a 3%, fluidez > 20 mm, espessura de filme de não mais do que 50 mm e um tempo de endurecimento que não deve exceder 10% do tempo especificado pela declaração do fabricante (Marciano *et al.*, 2011).

Geralmente, AH Plus® satisfaz estas exigências em relação à configuração do tempo, fluidez, solubilidade e radiopacidade, embora os resultados de diferentes estudos variem muito (Ruiz-linares *et al.*, 2013).

O tempo de presa é essencialmente um teste de controlo sobre o comportamento de um produto estável e é dependente dos componentes constituintes, do seu tamanho de partícula, da temperatura ambiente, e de uma humidade relativa. AH Plus® requer pelo menos 8 horas e 25 minutos de tempo, de acordo com o fabricante, que não especifica um tempo máximo de ajuste (Ruiz-linares *et al.*, 2013).

AH plus® é um cimento que exerce atividade anti-microbiana, com o propósito de melhorar a sua atividade, alguns agentes antimicrobianos de amplo espectro, isto é, clorhexidina 2% (CHX) e 0,2% cetrimida (CTR) foram incorporados com sucesso. Por conseguinte, uma melhoria das propriedades anti-microbianas de cimentos de Endodontia pode ser prevista através da adição de agentes anti-microbianos (Ruiz-linares *et al.*, 2013).

No entanto, também foi mostrado que a adição de agentes anti-microbianos pode alterar as propriedades físicas dos materiais dentários, dependendo da concentração do agente incorporado (Ruiz-linares *et al.*, 2013).

AH Plus® é um cimento hidrofóbico utilizado sem qualquer tratamento de superfície de dentina (Schäfer, Bering, Buürklein, 2013). Este tem sido amplamente utilizado desde

há muitos anos e demonstrou maior força de adesão à dentina do que o óxido de zinco e eugenol, hidróxido de cálcio e cimentos de ionómero de vidro (Tuncer, Tuncer, Gökyay, 2014).

O cimento AH Plus® apresentou elevada força de ligação em várias publicações. As suas excelentes propriedades de adesão têm sido explicadas pela sua capacidade de formar ligações covalentes entre os anéis de epóxido e a amina exposta a grupos da rede de colagénio (Tuncer, Tuncer, Gökyay, 2014).

Os resultados de um estudo recente sugerem que o cimento AH Plus® pode ligar-se quimicamente à fase orgânica da dentina (Neelakantan *et al.*, 2011). Além disso, é evidente que a adesão dos cimentos é influenciada pelos tratamentos químicos que a dentina da raiz é submetida (Neelakantan *et al.*, 2012).

A introdução dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários é considerada potencialmente benéfica, mas muitos fatores podem influenciar a percentagem e profundidade de penetração do mesmo. Estes incluem a eficácia da remoção da *smear layer*, a técnica de obturação, as propriedades físicas e químicas do cimento, a anatomia do sistema de canais radiculares e a humidade residual no canal radicular após a secagem (Tuncer, Tuncer, Gökyay, 2014).

AH Plus® tem melhor penetração nas micro-irregularidades devido à sua fluidez e tempo de presa prolongado, o que aumenta a retenção mecânica entre cimento e dentina radicular (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

Kirsten *et al.* investigou a mutagenicidade de cimentos endodônticos à base de resina, avaliando o seu potencial para induzir quebras de cadeia dupla de ADN na extrusão no tecido periapical e descobriu que não havia indícios de aumento do risco de genotoxicidade com cimentos à base de resina (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

Além disso, AH Plus® é biocompatível tendo boas propriedades físicas, que lhe conferem a sua estabilidade dimensional a longo prazo (Ruiz-linares *et al.*, 2013). Por outro lado, a sua capacidade de obturação está comprometida em função da dificuldade

para ligação com guta-percha, e na presença de humidade, o material não adere eficientemente às paredes do canal (Borges *et al.*, 2014).

Além de AH Plus® existem também outros cimentos à base de resina epóxi disponíveis comercialmente (Marciano *et al.*, 2011).

#### 4. Agregado trióxido mineral (MTA)

Nos últimos anos tem-se investigado o papel do MTA na terapia pulpar que gradualmente tende a prevalecer tendo em conta os bons resultados que oferece (Delgado, Yepes, 2013).

O MTA foi desenvolvido e relatado pela primeira vez em 1993 por Lee, Torabinejad e colaboradores, e o seu uso foi aprovado em Medicina Dentária em meados de 1998 pela FDA (Food and Drugs Administration) (Delgado, Yepes, 2013).

O MTA é composto por silicato tricálcico, óxido de silício, aluminato tricálcico e outros óxidos minerais que lhe conferem as suas propriedades, tais como óxido de bismuto responsável pela radiopacidade. Por consequente, o óxido de cálcio misturado com água confere uma elevada atividade anti-microbiana, porque aumenta o pH causado pela dissolução de iões de cálcio e iões hidroxilo, criando um ambiente inadequado para o desenvolvimento bacteriano e fúngico (Delgado, Yepes, 2013).

O forte interesse no desenvolvimento de materiais endodônticos à base de MTA é devido à sua excelente biocompatibilidade, bioatividade e osteocondutividade. Embora os resultados relacionados com a resposta biológica serem discordantes, isto deve-se ao facto de quando recém misturado, este material apresenta alta citotoxicidade e genotoxicidade. No entanto, um estudo de Sales *et al.* (2012) “Mineral trioxide aggregate-based endodontic sealer stimulates hydroxyapatite nucleation in human osteoblast-like cell culture”, demonstrou que apesar destes efeitos tóxicos iniciais, a citotoxicidade diminui e o cimento apresenta bioatividade adequada para estimular os locais afectados (cit.in Vitti *et al.*, 2013).

Como já mencionado anteriormente, a *smear layer* representa uma potencial fonte de bactérias aprisionadas dentro de túbulos dentinários, por outro lado, o espaço criado pela perda da camada de esfregação serve como uma via aberta para a entrada de microrganismos. Quando esta não é removida, a durabilidade do selamento apical deve ser avaliada durante um longo período de tempo. Os resultados desta experiência demonstraram que a remoção da camada de *smear layer* aumentou a quantidade de infiltração ao longo da obturação do canal radicular. A camada de *smear layer* pode assim agir como um "agente de ligação" no qual reforça a ligação entre o MTA e o canal radicular (Yildirim, Orucoglu, Çobankara, 2008).

O MTA tem sido utilizado internacionalmente em aplicações clínicas, tais como apexificação, reparação de perfuração radicular, obturações retrógradas, e recobrimento pulpar direto e indireto. Além disso, pode ser o único material que permite a regeneração de forma consistente do ligamento periodontal, a formação de tecido semelhante ao cimento e formação óssea (Delgado, Yepes, 2013); (Oliveira *et al* ,2011); (Whitworth, 2005).

O MTA também satisfaz a maioria dos requisitos como um material de obturação para a totalidade do sistema de canais radiculares (Yildirim, Orucoglu, Çobankara, 2008).

Cimentos à base de MTA mais recentes, como Endo CPM Sealer® e o MTA Fillapex®, foram desenvolvidos para serem utilizados como cimentos endodônticos e demonstraram ter boas propriedades biológicas (Oliveira *et al.*, 2011).

Este material ainda não encontrou ampla aceitação em canais curvos e relativamente estreitos, provavelmente devido à difícil manipulação e preocupações relativamente ao retratamento (Whitworth, 2005).

## 5. Biocerâmicos

Recentemente, novas técnicas, relacionadas com os avanços na nanotecnologia biocerâmica, foram introduzidas na ciência dos materiais dentários, conjecturando ser uma alternativa promissora ao MTA. Biomateriais nanométricos desempenham um

papel importante na reparação de tecidos e de regeneração devido à sua nanoestrutura única e funções biológicas (Zhu *et al.*, 2014).

Materiais biocerâmicos são projetados especificamente para uso em Medicina e Medicina Dentária. Eles incluem a alumina e zircônia, vidro bioativo, cerâmica de vidro, materiais compósitos, hidroxiapatite de cálcio e fosfatos reabsorvíveis (Koch, Brave, 2009).

Para utilização a nível da Medicina Dentária, mais especificamente na obturação de canais radiculares, as biocerâmicas são o resultado da combinação entre o silicato de cálcio e fosfato de cálcio (Candeiro *et al.*, 2012); (Damas *et al.*, 2011).

A principal diferença entre MTA e biocerâmicas é que estas últimas contêm uma quantidade significativa de pentóxido de tântalo, em vez de óxido de bismuto, bem como a incorporação de óxido de zircónio (Zhu *et al.*, 2014).

Segundo os fabricantes, materiais de biocerâmica apresentam pH alcalino, atividade anti-bacteriana, radiopacidade e biocompatibilidade. Assim, as principais vantagens dos materiais biocerâmicos em aplicação dentária estão relacionadas com as suas propriedades físicas e biológicas. Biocerâmicas são biocompatíveis, não tóxicas, não contraem e por isso, são quimicamente estáveis no ambiente biológico. Em segundo lugar a biocerâmica irá produzir pouca, ou nenhuma, inflamação caso ocorra um extravasamento durante o processo de obturação ou na reparação de uma raiz.

Outra vantagem adicional do material é a sua capacidade durante o processo de fixação para formar hidroxiapatite e, finalmente, uma ligação entre a dentina e o material de preenchimento de núcleo (Candeiro *et al.*, 2012); (Koch, Brave, 2009).

O material é produzido com biocerâmica nanosferas o que permite que as partículas do material entrem no interior dos túbulos dentinários, e interajam com a humidade presente na dentina. A tecnologia elimina o potencial de contracção do material de preenchimento da extremidade da raiz, tornando o material com estabilidade dimensional excepcional (Damas *et al.*, 2011).

Estes novos materiais são produzidos como um produto pré-misturado para proporcionar ao clínico um material homogêneo e consistente (Damas *et al.*, 2011).

Este material apresenta valores aceitáveis de fluidez de acordo com as normas ISO, esta característica é relevante pois permite que o cimento preencha os espaços de difícil acesso tais como istmos e canais acessórios. No entanto, um elevado grau de fluidez pode aumentar a possibilidade de extrusão do material para a região periapical (Candeiro *et al.*, 2012).

Segundo o fabricante, os materiais de biocerâmica têm uma cor branca brilhante, tornando o material altamente radiopaco. Esta propriedade faz com que o material seja fácil de colocar e identificar em radiografias durante o tratamento (Damas *et al.*, 2011).

Um pH alcalino é parcialmente responsável pela sua natureza anti-bacteriana. Os materiais biocerâmicos podem chegar a um pH superior a 12, durante o tempo de colocação. Durante um período de 7 dias, o pH diminui continuamente (Damas *et al.*, 2011); (Loushine *et al.*, 2011).

Existem no mercado com a designação Endosequence® BC Sealer (Brasseler EUA, Savannah, GA), e como iRoot SP (AlAnezi *et al.*, 2010); (Candeiro *et al.*, 2012); (Loushine *et al.*, 2011); (Ma *et al.*, 2011); (Tyagi, Mishra, Tyagi, 2013).

Estes utilizam óxido de zircônio como radiopacificador e contém veículos espessantes livres na água para permitir que o cimento esteja comercializado de forma pré-misturada (Loushine *et al.*, 2011).

Em suma, os cimentos biocerâmicos têm excelentes propriedades físicas e biológicas e são de fácil manipulação. São também caracterizados pelo facto de serem hidrofílicos, insolúveis, radiopacos, e de elevado pH. A presença de humidade é indispensável para os materiais endurecerem (AlAnezi *et al.*, 2010); (Ma *et al.*, 2011).

Ou seja, estes cimentos foram concebidos para endurecer apenas quando expostos a um ambiente húmido, tal como os túbulos dentinários. A dentina é composta por

aproximadamente 20% (em volume) de água, e esta faz com que o material se possa adaptar às paredes dentinárias (Candeiro *et al.*, 2012).

O tempo de trabalho é superior a 30 minutos, e o tempo de endurecimento é de 4 horas em condições normais (Ma *et al.*, 2011).

De acordo com o fabricante, Endosequence® BC Sealer utiliza a humidade que permanece dentro dos túbulos dentinários após a irrigação do canal para iniciar e completar a reação de presa. A quantidade de água que permanece no interior dos túbulos dentinários das paredes dos canais, pode variar bastante, mesmo depois da secagem dos canais com pontas de papel. É sugerido que o tempo de endurecimento do cimento é de aproximadamente 4 horas e que este tempo pode ser prolongado em canais excessivamente secos. No entanto, o efeito do excesso de humidade sobre o tempo de presa e a dureza do cimento é desconhecido (Loushine *et al.*, 2011).

A eficácia das técnicas de retratamento da remoção do cimento biocerâmico ainda não foi apurada. Uma propriedade adicional do material ideal ainda não foi considerada nos estudos acerca dos cimentos biocerâmicos. Falamos pois, na sua capacidade de remoção quando necessário que é, no caso destes cimentos, inexistente. Tal facto deve-se a estes materiais biocerâmicos terem por base o fosfato e silicato de cálcio. Esta é uma questão que tem preocupado os Médicos Dentistas (Hess, *et al* 2011).

## IV. Conclusão

Os materiais de obturação têm como função efetuar um selamento hermético de todo o sistema de canais radiculares e estão divididos em dois tipos de materiais: materiais de núcleo de preenchimento e cimentos de obturação.

Em relação aos materiais de núcleo verifica-se que apesar de terem sido desenvolvidas uma série de novas técnicas e materiais com diferentes propriedades físico-químicas ao longo dos últimos 150 anos, historicamente, a gutta-percha tem provado ser o material de eleição para o preenchimento de canais radiculares, devido a esta satisfazer a maioria dos critérios de um material de obturação de canais radiculares ideal.

Em relação ao resilon, este foi desenvolvido com a finalidade de substituir a gutta-percha de forma a ultrapassar os seus inconvenientes. Este material manifestou menos inflamação perirradicular do que a gutta-percha, embora ambos apresentem biocompatibilidade aceitável, sendo necessário a realização de mais estudos sobre este material.

No que concerne aos cones de gutta-percha revestidos estes permitem pela primeira vez a criação de um selamento hermético no interior do espaço do canal radicular. Além disso, a técnica de cone único é um método que agora é possível de ser realizado clinicamente como um resultado da melhoria da ciência de materiais. No entanto, existem ainda poucos estudos que comprovem a possível eficácia destes novos materiais.

Em relação aos cimentos, pode-se concluir que:

O Óxido de Zinco e Eugenol tem como características uma manipulação prolongada, boa plasticidade, endurecimento lento e pouca variação de volume. No entanto é um material que tem caído em desuso devido à sua elevada solubilidade, citotoxicidade, incapacidade para fortalecer a raiz e de impedir infiltração.

O Hidróxido de cálcio é utilizado devido á sua capacidade de estimulação dos tecidos periapicais, a fim de manter a saúde ou para promover o processo de cicatrização e pelos seus efeitos anti-microbianos. Embora possa ter um efeito adverso sobre as propriedades físicas da dentina, tornando-a mais suscetível a fraturas da raiz. Apresenta ainda uma grande solubilidade.

Os Cimentos à base de resina epóxi demonstram um melhor selamento, uma maior fluidez e adaptação às irregularidades da parede dentinária e uma maior resistência da raíz quando comparado com os materiais convencionais, diminuindo a ocorrência de infiltrações na interface cimento/dentina.

Os cimentos de MTA têm despertado um grande interesse devido à sua excelente biocompatibilidade, bioatividade e osteocondutividade. Embora os resultados relacionados com a resposta biológica fossem discordantes, isto deve-se ao facto de que, quando recém misturado, este material apresenta alta citotoxicidade e genotoxicidade. No entanto, demonstrou que apesar destes efeitos tóxicos iniciais, a citotoxicidade diminui e o cimento apresenta bioatividade adequada para estimular os locais afectados.

Os cimentos biocerâmicos apareceram recentemente devido às novas tecnologias, relacionadas com os avanços na nanotecnologia biocerâmica. Segundo os fabricantes, os materiais de biocerâmica apresentam pH alcalino, atividade anti-bacteriana, radiopacidade adequada e elevada biocompatibilidade, estando preparados para serem utilizados em ambientes com humidade.

Os prós e contras dos vários cimentos foram discutidos e pode-se concluir com segurança que nenhum material é perfeito. O sucesso do TE depende não só somente do material como também de uma série de outros fatores que podem estar relacionados com o paciente, com o dente ou com o profissional.

No seguinto de todos os dados apresentados anteriormente, podemos concluir que a seleção de um cimento deve basear-se no conhecimento básico dos materiais disponíveis, nas necessidades do paciente, perícia e experiência do Médico Dentista. Resumindo e concluindo, com a imensidade de cimentos mais recentes emergindo no

mercado, o Médico Dentista deve ter conhecimento suficiente para escolher o material para cada situação clínica.

## Bibliografia

AlAnezi, A., *et alii* (2010). Cytotoxicity evaluation of Endosequence root repair material. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(3), pp. e122-e125.

Anantula, K., Ganta, A. (2011). Evaluation and comparison of sealing ability of three different obturation techniques - Lateral condensation, Obtura II, and GuttaFlow: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(1), pp. 57-61.

Aptekar, A., Ginnan K. (2006). Comparative Analysis of Microleakage and Seal for 2 Obturacoin Materials: Resilon/Epiphany and Gutta-Percha. *Journal Canadian Dental Association*, 73(6), pp. 245.

Borges, A., *et alii* (2014). Quantitative scintigraphic analysis of the apical seal in Thermafil/Topseal and RealSeal 1/Realseal filled root canals. *The Scientific world Journal*, 2014, pp. 1-6.

Caicedo, R., Clark, S. (2009). Modern perspectives in root canal obturation. *Endodontic Practice*, pp. 23-32.

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

Carrotte, P. (2004). Endodontics: Part 8 Filling the root canal system. *British dental Journal*, 197(11), pp. 667-672.

Cecchin, D., *et alii* (2012). Bond strength of Resilon/Epiphany compared with Gutta-percha and sealers Sealer 26 and Endo Fill. *Australian Endodontic Journal*, 38(1), pp. 21-25.

Chandra, A., *et alii* (2014). Toxicity of root canal sealers in vitro. *Oral Biology and Dentistry*, 2(1), pp. 16.

Comisi, J. (2011). Perspectives on Endodontic Therapy and Instrumentation. [Em linha]. Disponível em [http://www.ineedce.com/courses/2195/PDF/1108cei\\_eds\\_web.pdf](http://www.ineedce.com/courses/2195/PDF/1108cei_eds_web.pdf) [Consultado em 10-04-2014].

Damas, B., *et alii* (2011). Cytotoxicity Comparison of Mineral Trioxide Aggregates and EndoSequence Bioceramic Root Repair Materials. *Journal of Endodontics*, 37(3), pp. 372-375.

Delgado, F., Yepes, C. (2013). El hidróxido de cálcio, como paradigma clínico, es superado por el agregado de trióxido mineral (MTA). *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 25(1), pp. 176-207.

Desai, S., Chandler, N. (2009). Calcium Hydroxide- Based Root Canal Sealers: A Review. *Journal of Endodontics*, 35(4), pp. 475-480.

Estrela, C. *et alii* (2014). Characterization of Successful Root Canal Treatment. *Brazilian Dental Journal*, 25(1), pp. 3-11.

Fernandez, R., *et alii* (2013). Impact of the three radiographic methods in the outcome of nonsurgical Endodontic treatment: A five-year follow up. *Journal of Endodontics*, 39(9), pp. 1097-1103.

Ferreira, M., *et alii* (2013). Comparison of the apical seal on filled root canals with Topseal® vs MTA Fillapex® sealers: A quantitative scintigraphic analysis. *Open Journal of Stomatology*, 3, pp. 128-132.

Flores, P., *et alii* (2011). Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers, *International Endodontic Journal*, 44(2), pp. 126-135.

Garcia, L., *et alii* (2009). Apical obturation quality of Epiphany/Resilon root canal filling system. *Brazilian Journal of oral sciences*, 8(3), pp. 132-136.

Gutmann, J., Kuttler, S., Niemczyk, S. (2010). Root Canal Obturation: An Update. [Em linha]. Disponível em <http://www.3dfill.com/pdfs/webce090110.pdf> [Consultado em 09-04-2014].

Haapasalo, M., Shen, Y., Ricucci, D. (2011). Reasons for persistent and emerging post-treatment endodontic disease. *Endodontic Topics*, 18(1), pp. 31–50.

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

Henston, J., *et alii* (2012). Root Canal Sealer & its Role in Successful Endodontics- A review. *Annals of Dental Research*, 2(2), pp. 68-78.

Hess, D., *et alii* (2011). Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *Journal of Endodontics*, 37(11), pp. 1547-1549.

Himel, V., DiFiore, P. (2009). Obturation of Root Canal Systems. [Em linha]. Disponível em [http://www.aae.org/uploadedfiles/publications\\_and\\_research/endodontics\\_colleagues\\_for\\_excellence\\_newsletter/fall09ecfe.pdf](http://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/endodontics_colleagues_for_excellence_newsletter/fall09ecfe.pdf) [Consultado em 10-04-2014].

Inan, U., Aydemir, H., Tasdemir, T. (2007). Leakage evaluation of three different root canal obturation techniques using electrochemical evaluation and dye penetration evaluation methods. *Australian Endodontic Journal*, 33(1), pp. 18-22.

Ismail, S., Al-Ashou W., Al-Askary, R. (2011). Evaluation of the Apical Seal in Root Canals Prepared with Rotary Protaper Files and Obturated by Different Methods. *Al-Rafidain Dental Journal*, 11(2), pp. 390-396.

Khan, S., *et alii* (2011). Calcium Hydroxide- A great Calcific wall. *Journal of Orafacial Research*, 1(1), pp. 26-30.

Khatavkar, R., Hegde, V. (2010). The weak link in Endodontics: Gutta-Percha – A need for change. *World Journal of Dentistry*, 1(3), pp. 217-224.

Kheng, H., *et alii* (2004). Guidelines for root canal treatment. *Singapore Dental Journal*, 26(1), pp. 60-62.

Kim, D., Kim, E. (2014). Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review - Part I. *In vitro* studies. [Em linha]. Disponível em <http://rde.ac/DOIx.php?id=10.5395/rde.2014.39.e21> [Consultado em 09-09-2014].

Koch, K., Brave, D. (2009). Bioceramic technology- the game changer in Endodontics. *Endodontic Practiceus*, 12, pp. 7-11.

Koch, K., Brave, D., Nasseh, A. (2010). Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, Part I. *Dentistry today*, 29(2), pp. 100.

Kurtzman, G. (2009). Adhesive Endodontic Obturation. [Em linha]. Disponível em <http://www.dentalaegis.com/id/2009/12/detailed-overview-of-the-obturation-materials-currently-in-clinical-use> [Consultado em 09-09-2014].

Lad, P., *et alli* (2014). Practical clinical considerations of luting cements: A review. *Journal of international oral health*, 6(1), pp. 116-120.

Lee, Y. (2013). Effect of calcium hydroxide application time on dentin. *Restorative Dentistry Endodontics*, 38(3), pp. 186.

Leonardo, R. (2009). Obturation of the root canal- Listening to the needs of the tooth with science and simplicity. *Oralhealth Journal*, 99(10), pp. 66-70.

Li, G., *et alii* (2013). Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: A review. *Acta Biomaterialia*, 10, pp. 1050-1063.

Loest, C. (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology, *International Endodontic Journal*, 39(12), pp. 921-930.

Lotfi, M., *et alii* (2013). Resilon: A Comprehensive Literature Review. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 7(3), pp. 119-130.

Ma, J., *et alii* (2011). Biocompatibility of two nobel root repair materials, *Journal of Endodontics*, 37(6), pp. 793-798.

Mahdi, A., Carmona, V., Lopez, S. (2013). Bond strength to root dentin and fluid Filtration testo f AH Plus/ Gutta-percha, EndoREZ and RealSeal systems. *Journal of Applied Oral Science*, 21(4), pp. 369-375.

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

Marending, M., *et alii* (2013). Primary assessment of a self-adhesive gutta-percha material. *International Endodontic Journal*, 46(4), pp. 317-322.

Meerbeek, V., *et alii* (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 27(1), pp. 17-28.

Mustafa, M., *et alii* (2012). Role of Calcium Hydroxide in Endodontics: A Review. *Global Journal of Medicine and Public Health*, 1(1), pp. 66-70.

Neelakantan, P., *et alii* (2012). Continuous chelation irrigation improves the adhesion of epoxy resin-based root canal sealer to root dentine. *International Endodontic Journal*, 45(12), pp. 1097-1102.

Neelakantan P, *et alii* (2011). The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *International Endodontic Journal*, 44, pp. 491–498.

Oliveira, A., *et alii* (2011). Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers. *International Endodontic Journal*, 44(4), pp. 370-375.

Onay, E., Ungor, M., Ozdemir, B. (2007). In vivo evaluation of the biocompatibility of a new resin-based obturation system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(3), pp. e60.e66.

Orstavik, D. (2005). Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics*, 12(1), pp. 25-38.

Pameijer, C., Zmener, O. (2010). Resin materials for root canal obturation. *Dental clinics of North American*, 54(2), pp. 325-344.

Peng, L., *et alii* (2007). Outcome of root canal obturation by warm Gutta-Percha versus cold lateral condensation: A Meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 33(2), pp. 106-109.

Pirani, C., *et alii* (2014). Long-term outcome of non-surgical root canal treatment: a retrospective analysis. [Em linha]. Disponível em <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10266-014-0159-0> [Consultado em 10-08-2014].

Prakash, R., Gopikrishna, V., Kandaswamy, D. (2005). Gutta-Percha- An untold story. *Endodontology*, 17(2), pp. 32-36.

Raccialti, G. (2003). Agentes Selladores en Endodoncia. [Em linha]. Disponível em <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1380/10-43-1-PB.pdf?sequence=1> [Consultado em 09-09-2014].

Ruiz-linares, M., *et alii* (2013). Physical Properties of AH Plus with Chlorhexidine and Cetrimide. *Journal of Endodontics*, 39(12), pp. 1611-1614.

Schäfer, E., Bering, N., Buürklein, S. (2013). Selected physicochemical properties of AH Plus, EndoREZ and RealSeal SE root canal sealers. [Em linha]. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24132588> [Consultado em 10-08-2014].

Saxena, P., Gupta, S., Newaskar, V. (2013). Biocompatibility of root-end filling materials: recent update. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(3), pp. 119-127.

Shenoy, V., Sumanthini, M. (2011). Resilon-Epiphany Obturation System. *Journal of Contemporary Dentistry*, 1(1), pp. 30-21.

Shrestha, D., *et alii* (2010). Resilon: a methacrylate resin-based obturation system. *Journal of Dental Sciences*, 5(2), pp. 47-52.

Silva, L., Braga, R., Pessoa, O. (2014). Technical aspects involved in the removal of calcium hydroxide intracanal medication. *Clinical and Laboratorial Research in Dentistry*, 20(2), pp. 96-105.

Tabari, M., *et alii* (2013). Evaluation of physical properties of nano-ZOE: A scanning electronic microscope (SEM) study. *Indian Journal of Dentistry*, 4(2), pp. 77-82.

Tay, F., Pashley, D. (2007). Monoblocks in root canals a hypothetical or a tenglibe goal. *Journal of Endodontics*, 33(4), pp. 391-398.

Torabinejad, M. (2011). Root Canal Irrigants and Desinfectants. [Em linha]. Disponível em [http://www.aae.org/uploadedfiles/publications\\_and\\_research/endodontics\\_colleagues\\_for\\_excellence\\_newsletter/rootcanalirrigantsdesinfectants.pdf](http://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/endodontics_colleagues_for_excellence_newsletter/rootcanalirrigantsdesinfectants.pdf) [Consultado em 10-04-2014].

Tuncer, A., Tuncer, S., Gökyay, S. (2014). Correlation between sealer penetration into dentinal tubules and bond strength of two new calcium silicate-based and an epoxy resin-based, endodontic sealer. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 28(7), pp. 702-710.

Tyagi, S., Mishra, P., Tyagi, P. (2013). Evolution of root canal sealers: An insight story. *European Journal of General Dentistry*, 2(3), pp. 199-218.

Vitti, R., *et alii* (2013). Physical properties of MTA fillapex sealer. *Journal of Endodontics*, 39(7), pp. 915-918.

Whitworth, J. (2005). Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics*, 12(1), pp. 2-24.

Wu, M., Wesselink, P., Shemesh, H. (2011). Letter to the Editor. *International Endodontic Journal*, 44, pp. 1079-1080.

Wu, M., Wesselink, P., Shemesh, H. (2009). Limitations of previously published systematic reviews evaluating the outcome of endodontic treatment. *International Endodontic Journal*, 42(8), pp. 656-666.

Yildirim, T., Orucoglu, H., Çobankara, F. (2008). Long-term Evaluation of the influence of the smear layer on the apical sealing ability of MTA. *Journal of Endodontics*, 34(12), pp. 1537-1540.

Yu, H., *et alii* (2014). Proper selection of contemporary Dental Cements. *Oral Health and Dental Management*, 13(1), pp. 54-59.

Zapata, R., *et alii* (2009). Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: A confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(3), pp. 450-457.

Zhou, H., *et alii* (2013). Physical properties of 5 root canal sealers. *Journal of Endodontics*, 29(10), pp. 1281-1286.

Zhu, L., *et alii* (2014). In vitro and in vivo evaluation of a nanoparticulate bioceramic paste for dental pulp repair. [Em linha]. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174270611400350X> [Consultado em 10-08-2014].