



UNIVERSIDADE  
FERNANDO  
PESSOA

## **ESTUDO COMPARATIVO SOBRE TÉCNICA DE OBTURAÇÃO COM CONE ÚNICO E RESINA EPÓXY VERSUS CONE ÚNICO E CIMENTO BIOCERÂMICO: ESTUDO *IN VITRO***

[Comparative study on the filling technique with Single Cone and Epoxy Resin  
VERSUS Single Cone and Bioceramic Cement: *In vitro* study]

Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Ana Luísa Ribeiro da Costa

Orientador(es):

Mestre Luís Miguel França dos Reis Martins

Setembro 2024







**ESTUDO COMPARATIVO SOBRE TÉCNICA DE OBTURAÇÃO  
COM CONE ÚNICO E RESINA EPÓXY VERSUS CONE ÚNICO E  
CIMENTO BIOCERÂMICO: ESTUDO *IN VITRO***

[Comparative study on the filling technique with Single Cone and Epoxy Resin  
VERSUS Single Cone and Bioceramic Cement: *In vitro* study]

Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Ana Luísa Ribeiro da Costa

Orientador(es):

Mestre Luís Miguel França dos Reis Martins

Setembro 2024

*“O caminho da sabedoria é não ter medo de errar”*  
Paulo Coelho

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais,

porque sempre estiveram comigo não só nesta caminhada como em toda a minha vida, me apoiaram incondicionalmente e nunca deixaram de acreditar em mim e nas minhas capacidades. SEM O VOSSO APOIO E CONFIANÇA TERIA SIDO DIFÍCIL CHEGAR ATÉ AQUI.

Ao Renato,

meu companheiro, pela força e paciência, porque estive sempre ao meu lado ao longo destes anos.

Obrigada a todos por estarem comigo, SEMPRE!

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Luís França Martins pela disponibilidade e apoio prestados no decorrer deste trabalho.

Ao corpo docente da Universidade Fernando Pessoa, que ao longo destes anos me proporcionou um ensino de excelência.

Ao Doutor Ricardo J. Silva, Técnico dos Laboratórios da Universidade Fernando Pessoa por toda a disponibilidade, ajuda e apoio prestados no decorrer deste trabalho.

Ao meu binómio e AMIGA Ana Francisca Marques, porque juntas fizemos uma dupla imbatível ao longo destes anos. JUNTAS PARA SEMPRE.

À Dra. Maria Azevedo por toda a força e apoio e por me ter fornecido material biológico para a realização deste estudo.

Ao Dr. José Miguel Marques por toda a força e apoio e por me ter fornecido material biológico para a realização deste estudo.

Ao Dr. Nuno Cardoso, por me ter facilitado a nível de horários laborais de forma a conseguir compatibilizar o estudo com o trabalho e pelos ensinamentos prestados.

Ao Dr. Pedro Sousa Moutinho por toda a força e apoio e por me ter fornecido material biológico para a realização deste estudo.

À minha amiga Stefanny Torres pela amizade e todo o apoio nesta jornada.

Às meninas da secretaria das clínicas, Alexandra, Vânia, Tânia e Patrícia e ao Sr Henrique por todo o carinho, força e auxílio prestados.

A todos aqueles que com palavras e atitudes menos agradáveis me tentaram deitar a baixo, pois graças a isso ganhei forças para chegar ao fim desta longa caminhada.

## RESUMO

O tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC) é composto por três momentos ou etapas, a instrumentação e modelagem do sistema tridimensional de canais, a irrigação, principal responsável pela desinfecção e a obturação do sistema de canais, responsável pela manutenção das condições de desinfecção criadas. A obturação do sistema de canais tem também como finalidade realizar o selamento hermético coronal, apical e o total preenchimento do espaço canal, assegurando que qualquer bactéria remanescente não reúna as condições capazes de promover uma reinfecção. Os cimentos endodônticos são o elemento essencial no que diz respeito à obturação, sendo um dos responsáveis pela adesão entre a parede dentinária e a interface do material endodôntico obturador principal (gutta percha). A obturação com técnica de cone único utilizando um cimento de resina epóxi é uma técnica de obturação mais rápida e menos complexa em comparação com outras técnicas de obturação, nomeadamente que envolvem termoplasticidade, embora, de acordo com a literatura esteja associada a algum grau de insucesso. A obturação com cone único e cimento biocerâmico é uma técnica promissora, visto que o cimento biocerâmico é um material inovador, biocompatível e que aparenta ter propriedades seladoras excelentes, promovendo uma regeneração dos tecidos e cicatrização que possui estabilidade dimensional e garantido a manutenção futura do espaço preenchido aquando a obturação. Para estudar a capacidade de selamento apical e comparar a taxa de infiltração apical foi realizado um estudo *in vitro*, com uso de duas técnicas diferentes de obturação, sendo elas a técnica de obturação com cone único e resina epóxi VERSUS cone único e cimento biocerâmico. Este estudo tem um índice amostral de 40 dentes, que serão instrumentados, obturados e divididos em 4 grupos: Grupo I – composto por 15 dentes, obturados com a técnica de cone único e um cimento à base de resina e onde será aplicado verniz azul na raiz exceto nos 2mm apicais, com o intuito de impermeabilizar as paredes do canal, impedindo a infiltração de corante nas mesmas e promovendo o contacto deste com a porção apical da raiz; Grupo II – composto por 15 dentes, obturados com a técnica de cone único e um cimento biocerâmico e onde será aplicado verniz azul na raiz exceto nos 2 mm apicais, com o intuito de impermeabilizar as paredes do canal, impedindo a infiltração de corante nas mesmas e promovendo o contacto deste com a porção apical da raiz; Grupo III – controlos positivos – compostos por 5 dentes. Estes dentes não serão obturados, mas aplica-se igualmente verniz na raiz exceto nos 2mm apicais; Grupo IV – controlos negativos – compostos por 5 dentes. Estes dentes não serão obturados, mas aplicar-se verniz na totalidade do comprimento da raiz, inclusive em toda a porção apical, de forma a impedir a entrada de corante. Será realizada também uma pesquisa bibliográfica estruturada na base de dados PubMed, Scielo e B-on, utilizando as seguintes palavras-chave: endodontics, bioceramic sealer, root canal filling, single-cone technique, outcome, epoxy sealer, micro infiltração, técnica de cone único, cimento biocerâmico, ahplus, técnica de cone único, patologias endodônticas combinadas com os conectores booleanos AND, OR, NOT.

Palavras-Chave: cimentos biocerâmicos, técnica de cone único, cimentos obturação epóxi, endodontia, micro infiltração, patologias endodônticas.

## ABSTRACT

Non- surgical endodontic treatment (NCT) consists of three moments or stages, namely the instrumentation and modeling of the three – dimensional canal system, irrigation, which is mainly responsible for disinfection, and the filling of the anal system, which is responsible for maintaining the disinfections conditions created. The filling of the canal system also aims to perform the coronal apical hermetic sealing and total filling of the canal space, ensuring that any remaining bacteria do not meet the conditions capable of promoting a reinfection. Endodontic cements are the essential element with regard to filling, being one of those responsible for adhering to the dentin wall and the interface of the endodontic material that is the main obturator (gutta percha). The single- cone technique is a faster and less complex filling technique compared to other filling techniques, namely those involving thermoplasticity; however, it is mentioned in the literature as a technique that presents some degree of failure. The filling with a single cone and bioceramic cement is a promising technique, since bioceramic cement is an innovative material that has excellent sealing properties, being also biocompatible, promoting tissue regeneration and healing, which has dimensional stability ensuring the future maintained of the space filled when the filling is filled. To study the apical sealing capacity and compare the apical infiltration rate, an *in vitro* study was carried out, using two different obturation techniques, namely the single cone and epoxy resin *VERSUS* single cone and bioceramic cement. This study has a sample index of 40 teeth, of which will be instrumented, filled and divided into 4 groups: Group I – composed of 15 teeth, covered with single cone technique and resin and where blue vanish will be applied to the root except for the apical 2mm, in order to waterproof the walls of the channel, preventing the infiltration of dye in them and promoting its contact with the apical portion of the root; Group II - composed of 15 teeth, covered with single cone technique and bioceramic cement and where blue vanish will be applied to the root except for the apical 2mm, in order to waterproof the walls of the channel, preventing the infiltration of dye in them and promoting its contact with the apical portion of the root; Group III – positive controls – composed of 5 teeth. These teeth will not be filled, but blue vanish will also be applied to the root except for the apical 2mm; Group IV – negative controls – composed of 5 teeth. These teeth will not be filled, but blue vanish will be applied on the entire length of the root, including the entire apical portion, in order to prevent the entry of dye. A structured literature search will also be carried out in the PubMed, Scielo and B-on databases, using AND, OR, NOT.

Keywords: bioceramic cements, single cone technique, epoxy-filling cements, endodontics, micro infiltration, endodontic pathologies.

## ÍNDICE GERAL

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | INTRODUÇÃO.....                               | 1  |
| 1.   | Materiais e Métodos .....                     | 3  |
| II.  | DESENVOLVIMENTO.....                          | 4  |
| 1.   | Endodontia.....                               | 4  |
| 2.   | Patologias Endodônticas.....                  | 4  |
| 3.   | Técnicas de Obturação .....                   | 7  |
| 4.   | Técnica de Cone Único .....                   | 7  |
| 5.   | Material de Obturação .....                   | 8  |
| 6.   | Guta – Percha .....                           | 9  |
| 7.   | Cimentos obturadores e suas propriedades..... | 11 |
| 8.   | Cimentos à base de resina.....                | 13 |
| 9.   | Cimentos Biocerâmicos.....                    | 14 |
| 10.  | Cimento Biocerâmico AH Plus® .....            | 17 |
| 10.1 | Composição do cimento biocerâmico .....       | 18 |
| 10.2 | Propriedades Físicas e Químicas .....         | 19 |
| 10.3 | Considerações Clínicas.....                   | 20 |
| 11.  | Micro – infiltração.....                      | 20 |
| 12.  | Protocolo Experimental .....                  | 21 |
| 12.1 | Estudo In Vitro .....                         | 21 |
| 12.2 | Dimensão da amostra .....                     | 21 |
| 12.3 | Lista de materiais .....                      | 21 |
| 12.4 | Procedimentos .....                           | 22 |
| III. | RESULTADOS .....                              | 25 |
| IV.  | ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....       | 27 |
| V.   | DISCUSSÃO.....                                | 30 |
| VI.  | CONCLUSÃO.....                                | 34 |
|      | REFERÊNCIAS: .....                            | 36 |
|      | ANEXOS: .....                                 | 43 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Cristais de hidroxiapatita em amostras de AH Plus Bioceramic Sealer de alta resolução<br>Microscópio Eletrónico de Varredura (HR-MEV; Hitachi SU8000). Fonte: END-Scientific-<br>Information-AH-Plus-Bioceramic-Sealer-Scientific-Manual-Challenge-<br>Accepted.pdf.coredownload.pdf (dentsplysirona.com) ..... | 18 |
|--|----|

## ÍNDICE DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Classificação das doenças pulpares – Fonte: AAE (2013) .....  | 5  |
| Tabela 2 – Classificação das doenças periapicais – Fonte: AAE (2013).....  | 6  |
| Tabela 3 – Vantagens e desvantagens da Guta-Percha.....  | 10 |
| Tabela 4 – Características físicas do cimento biocerâmico .....  | 19 |
| Tabela 5 – Resultados obtidos – taxa de infiltração apical resina epóxi VERSUS cimento biocerâmico .....   | 26 |
| Tabela 6 – Resultados obtidos através da medição da infiltração, em que verificamos que existe uma maior infiltração nos dentes obturados com resina epóxi ..... | 27 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 – Gráfico da taxa de infiltração em mm com base na média.....  | 28 |
| Gráfico 2 – Gráfico comparativo da micro-infiltração apical entre resina epóxy e cimento biocerâmico<br>- Teste de Mann-Whitney..... | 29 |

## **ABREVIATURAS**

AAE - Associação Americana de Endodontistas

AHP-B – AH Plus Biocerâmico

Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> – Silicato Dicálcio

Ca<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub> – Silicato Tricálcio

DMSO – Dimetilsulfóxido

GMTA – Agregado de Trióxido Mineral Cinzento

HA – Hidroxiapatita

ISO – Internacional Organization of Standardization

MTA – Agregado de Trióxido Mineral

OCP – Cimento de Portland

OMS – Organização Mundial de Saúde

PVP – Polivinilpirrolidona

TENC – Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico

WMTA – Agregado de Trióxido Mineral Branco

ZOE – Óxido de Zinco – Eugenol



## I. INTRODUÇÃO

O Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico, é um procedimento clínico aplicado a uma peça dentária, com o objetivo de promover a sua manutenção em boca, eliminando uma patologia que se encontra presente (Ng et al., 2008).

Segundo a Associação Americana de Endodontia, este procedimento deve basear-se em três momentos fundamentais, sendo eles a instrumentação do trajeto tridimensional de canais, a sua desinfecção e posterior preenchimento ou obturação, garantindo assim as condições de assepsia responsáveis pela cicatrização dos tecidos danificados e a manutenção da peça dentária (AAE, 2015).

Após uma contaminação do complexo pulpar e interior do dente, os microrganismos existentes no canal radicular devem ser eliminados por meio da irrigação e instrumentação do sistema de canais, seguido do selamento apical, lateral e coronário por meio da obturação adequada dos canais acessórios, istmos, delta apicais e túbulos dentinários. Isso evita a reinfecção do canal e a infiltração de bactérias e seus subprodutos nos tecidos periapicais (Lone, Khan, & Lone, 2018; Malmberg, Björkner, & Bergenholtz, 2016).

Após a contaminação por microrganismos do sistema de canais radiculares, o sucesso do tratamento endodôntico depende de uma desinfecção eficaz (Jawad et al., 2015).

Existem diversos materiais e técnicas que foram desenvolvidos com o intuito de obturar e preencher o espaço tridimensional canal e resultante da fase de instrumentação (Darcey, Roudsari, et al., 2016).

A gutta-percha é amplamente utilizada na endodontia para a obturação dos canais radiculares devido às suas diversas propriedades. A sua biocompatibilidade significa que é bem aceita pelos tecidos circundantes, não provocando assim inflamação. A plasticidade da gutta-percha permite que ela se adapte perfeitamente às irregularidades dos canais radiculares, proporcionando uma obturação eficaz. Além disso, a estabilidade dimensional deste material assegura que ele mantenha suas dimensões ao longo do tempo, evitando vazamentos que possam comprometer o sucesso do tratamento. Por fim, a inércia química da gutta-percha garante que ela não reage com outros materiais do sistema de obturação, como os cimentos, preservando sua integridade e funcionalidade duradouras (Carrotte, 2004; Darcey et al., 2016; Lone & Khan, 2018; Kassar et al., 2018).

Um dos fatores mais relevantes no resultado e qualidade do tratamento, é o cimento obturador endodôntico (Sagsen, Er, Kahraman, & Orucoglu, 2006).

O cimento deve ter propriedades físico-químicas adequadas, como biocompatibilidade, radiopacidade, ser dimensionalmente estável e com boa adesividade às paredes dentinárias, fornecendo uma capacidade de selamento hermética eficaz, mas também ter propriedades antibacterianas e baixa toxicidade. (Sagsen et al., 2006).

Os cimentos biocerâmicos possuem boas propriedades de biocompatibilidade, uma vez que se assemelham à hidroxiapatita, e por isso, tem a capacidade de induzir respostas regenerativas no corpo humano (Raghavendra et al., 2017) e quando utilizados em endodontia tem a capacidade de cicatrização intensiva. Acresce ainda que, possuem atividade antibacteriana e antifúngica, bem como outras características uteis na medicina dentária (Jain & Ranjan, 2015).

Para além destas características os cimentos biocerâmicos têm também a capacidade de fornecer um selamento distinto, através da ligação química que estabelecem com a estrutura dentária (Prati & Gandolfi, 2015; Utneja, Nawal, Talwar, & Verma, 2015).

A técnica de obturação de cone único é uma técnica que utiliza apenas um cone, com conicidade e diâmetro apical correspondente ao canal, após a instrumentação juntamente com cimento (Darcey, Roudsari, Jawad, Taylor, & Hunter, 2016).

As propriedades físicas e químicas do cimento utilizado afetam a técnica de cone único. Para se obter um bom selamento e uma obturação consistente, o cimento obturador deve ter a capacidade de fluir e preencher toda a interface entre o cone e a dentina (Sungur et al., 2016).

## 1. Materiais e Métodos

A metodologia do presente estudo caracteriza-se como sendo um estudo observacional *in vitro*, em que utilizei uma amostra de 40 dentes monocanales extraídos por motivos periodontais, afim de comparar a técnica de obturação com cone único e resina epóxi *versus* cone único e cimento biocerâmico.

A realização da componente experimental deste estudo *in vitro* teve a duração de 15 dias.

Para validação deste estudo, foi feita também uma pesquisa bibliográfica, de forma a realizar uma análise comparativa com trabalhos semelhantes sobre a mesma temática, nas bases de dados eletrônicas: *PubMed*, *Science Direct* e *Scielo* utilizando as palavras-chave: “endodontics”, “bioceramic sealer”, “root canal filling”, “single-cone technique”, “epoxy sealer”, em inglês e português “endodontia”, “cimento bioceramico”, “obturaçã canal”, “técnica de cone único”, “cimentos obturação epóxy”.

As publicações selecionadas respeitaram os limites temporais entre 201 e 2024. Da combinação das palavras-chave com os operadores booleanos AND, OR e NOT resultaram, numa primeira pesquisa 106,785 artigos no total das três bases de dados eletrônicas. Foram considerados como critérios de inclusão ensaios clínicos randomizados ou estudos prospetivos e retrospectivos, e revisões sistemáticas na sua versão completa e nos idiomas português e inglês.

Os critérios de exclusão para o presente estudo foram artigos escritos em idiomas diferentes do português e inglês e artigos que não estavam relacionados com o objetivo deste trabalho e também artigos com experiências em modelos animais.

Desta forma, foram incluídos 60 artigos para a realização desta dissertação.

Foram ainda incluídos 4 livros para complementar a informação necessária.

A empresa *Maillefer Dentsply* que forneceu o material obturador (*Cimento Biocerâmico AH Plus*) para a realização deste estudo, foi também contactada afim de fornecer mais informações que foram relevantes para o desenvolvimento deste protocolo experimental.

Para enriquecer o trabalho de investigação, *a posteriori* foram adicionados artigos com base numa pesquisa manual que se mostraram relevantes para o desenvolvimento do trabalho.

## **II. DESENVOLVIMENTO**

### **1. Endodontia**

O termo endodontia é derivado de duas palavras gregas – “endo” que significa dentro e “odons” que significa dente. Juntando essas duas palavras temos o estudo da parte interna do dente ou da polpa dentária. Os especialistas em endodontia estão familiarizados com uma série de doenças que envolvem a polpa dentária e os procedimentos para trata-las da melhor forma possível, utilizando as mais diversas técnicas e materiais. A polpa dentária é a parte mais interna do dente, que é protegida pela dentina e posteriormente pelo esmalte. (Mandal, A., & Sally Robertson, B. S., 2013).

O objetivo do tratamento endodôntico é proporcionar todas as condições necessárias para manter as propriedades estéticas e funcionais do dente na cavidade oral após a recuperação de doenças pulpares e periapicais.

### **2. Patologias Endodônticas**

A polpa dentária é composta por tecido conjuntivo, bastante vascularizado e enervado e com grande potencial de regeneração. Contudo, existem processos bacterianos ou traumáticos que podem desencadear diversas respostas inflamatórias por parte do sistema imunitário, desde o aumento do fluxo sanguíneo até ao desenvolvimento de inflamação na polpa dentária, que pode progredir de forma reversível para irreversível (Stambolsky et al., 2016).

De acordo com a OMS, a cárie dentária e a doença periodontal são as doenças mais comuns da cavidade oral em todo o mundo. É por essa razão que as doenças pulpares e periapicais devem ser consideradas como um problema de saúde pública que afeta todas as idades, geralmente decorrentes de traumatismos dentários e/ou doenças crônicas multifatoriais, que evoluem de forma a comprometer a polpa e os tecidos periapicais, causando grande impacto na saúde das pessoas (Alqaderi et al., 2014; Itoh et al., 2018).

A principal causa de uma infecção pulpar e perirradicular é a presença de microrganismos nomeadamente, bactérias no interior dos canais radiculares (Dudeja Pooja, Dudeja Krishan Srivastava Shirendra, 2015).

O que dá origem a uma infecção pulpar é conferido por diversos fatores fornecidos pelo sistema de canais radiculares que contribuem para o crescimento e sobrevivência dos microrganismos num ambiente ideal. (Singh, 2016). Este tipo de infecções ocorre e

desenvolve-se devido à exposição do sistema de canais radiculares a diversos fatores externos em simultâneo com a diminuição da resposta imune do organismo. (Singh, 2016).

Segundo a AAE (2013) as patologias endodônticas podem ser classificadas da seguinte forma:

| <b>POLPA VITAL</b> – sem sintomas e resposta positiva normal aos testes térmicos |   |   |
|--|---|---|
| <b>DOENÇAS PULPARES (Polpa Vital)</b>  |   |   |
| <b>AGUDAS</b>  | <b>PULPITE REVERSIVEL</b>                 | Dor provocada (frio), localizada e de curta duração.  |
|  | <b>PULPITE IRREVERSIVEL</b>               | Dor espontânea, intensa, contínua, difusa. Pode doer muito com frio no início ou exacerbar com o calor e aliviar com frio nos estágios finais |
| <b>CRÓNICA</b>   | <b>PULPITE IRREVERSIVEL ASSINTOMÁTICA</b> | Não tem dor e a resposta aos estímulos térmicos pode ser normal. Cárie profunda ou trauma podem expor a polpa.                                |

**Tabela 1.** Classificação das doenças pulpares – Fonte: AAE (2013)

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>NECROSE PULPAR</b> – sem sintomas e resposta negativa aos testes térmicos |   |   |
| <b>DOENÇAS PERIAPICAIS (POLPA MORTA)</b>                                     |   |   |
| <b>AGUDAS</b>  | <b>PERIODONTITE APICAL AGUDA OU SINTOMÁTICA</b>     | Dor moderada a intensa, provocada, localizada pode ter a sensação de dente extruído, mais sensível à precursão vertical, sem edema. Radiograficamente possui um aumento do espaço perirradicular. |
|  | <b>ABCESSO APICAL AGUDO</b>                         | Dor intensa, espontânea, pulsátil, difusa, com edema, mais sensível à precursão horizontal. Radiograficamente pode apresentar aumento do espaço perirradicular.                                   |
| <b>CRÔNICA</b>   | <b>PERIODONTITE APICAL CRÔNICA OU ASSINTOMÁTICA</b> | Assintomática. As vezes pode doer ao mastigar alimentos mais sólidos/duros. Radiograficamente apresenta ausência óssea periapical difusa ou circunscrita.   |
|  | <b>ABCESSO APICAL CRÔNICO</b>                       | Assintomático ou com ligeiro desconforto à percussão. Presença de Fístula. Radiograficamente pode apresentar ausência óssea periapical difusa ou circunscrita.                                    |

**Tabela 2.** Classificação das doenças periapicais – Fonte: AAE (2013)

### 3. Técnicas de Obturação

Afim de alcançar uma boa obturação, os materiais bem como as técnicas utilizadas devem proporcionar um bom preenchimento e selamento apical de forma a impedir uma micro-infiltração à posteriori (Tomson et al., 2014).

Uma grande variedade de materiais e métodos foram sugeridos, estudados e desenvolvidos para atingir uma obturação correta e eficaz dos canais radiculares, sendo que cada material e métodos têm as suas vantagens e desvantagens. (Mokhtari et al., 2015).

O insucesso pós TENC é geralmente causado por uma reinfecção proveniente de uma técnica de obturação inadequada (Kaul et al., 2021).

A sobre – instrumentação canal, as forças excessivas realizadas durante o processo de instrumentação ou a desmineralização causada pela aplicação de soluções irrigantes são algumas outras causas de falhas no TENC. O enfraquecimento causado estrutura dentária remanescente pode aumentar a probabilidade de fraturas radiculares, uma vez que a resistência às cargas funcionais vai diminuir exponencialmente (Badawy et al., 2016).

Um fator de risco para o desenvolvimento de bactérias é a falta de preenchimento do sistema canal, sendo responsáveis por cerca de 58% dos insucessos endodônticos. Uma obturação incompleta pode ser causada por instrumentação inadequada ou por métodos de obturação inadequados (Mandava et el., 2018).

### 4. Técnica de Cone Único

A técnica de cone único é uma técnica de obturação a frio, que foi desenvolvida na década de 60, do século passado, devido a uma padronização dos instrumentos endodônticos e materiais obturadores. (Pereira, Nishiyama, & Pinto, 2012).

Esta técnica utiliza apenas um cone obturador juntamente com cimento, que são colocados no canal radicular com a conicidade e diâmetro apicais correspondentes à geometria da última lima utilizada na instrumentação e por conseguinte ao canal instrumentado (Darcey, Roudsari, Jawad, Taylor, & Hunter, 2016).

Os instrumentos mecanizados possuem características importantes para a endodontia, como a sua superelasticidade e memória de forma, permitindo assim manter a lima estável no centro do canal sem que este sofra alterações evitando a ocorrência de erros durante o procedimento de instrumentação canal. (Darcey et al., 2015b).

Com isto, o medico dentista, consegue instrumentar canais mais curvos e estreitos e de forma mais precisa em comparação com as limas manuais que eram anteriormente utilizadas (P. Tomsom & Simon, 2016).

Com o aparecimento dos cones de obturação de guta-percha, que se assemelham às limas mecanizadas de níquel-titânio, a técnica de cone único começou a ser mais utilizada e a suscitar maior interesse por parte dos médicos dentistas (Garg Tg., 2016).

A técnica de cone único é depende das propriedades físicas e químicas do cimento utilizado, pois este tem que ter uma boa capacidade de fluir e preencher todos os espaços entre o cone e a dentina, de modo a se obter um bom preenchimento e selamento (estabilidade dimensional) (Sungur et al., 2016).

Entre as desvantagens desta técnica de obturação destacam-se: a porosidade quando na presença de grandes volumes de cimento, a contração, a dissolução do cimento e a menor adaptação do cone principal à porção média e coronal quando na presença de formas irregulares (Whitworth, 2005).

## 5. Material de Obturação

Vários materiais e métodos têm sido usados na obturação, com o objetivo de preencher os canais radiculares (Darcey, Roudsari, et al., 2016). Os mais comuns, porém, os mais comuns são constituídos por uma mistura de guta-percha e cimento (Kassar et al., 2018; R. M. E. Tomson et al., 2014).

O material obturador deve apresentar determinadas propriedades, tais como (Santos et al., 2019):

- ✓ ser capaz de fornecer um selamento marginal apropriado e adequado;
- ✓ o tempo de presa ser adequado;
- ✓ baixa solubilidade;
- ✓ boa biocompatibilidade.

Para alcançar uma obturação tridimensional e um bom selamento apical, é essencial que o material de obturação se adapte adequadamente às paredes e irregularidades dos canais radiculares. Além disso, é importante compactar o material ao longo de todo o comprimento do canal, garantindo uma massa homogênea, a fim de evitar espaços vazios

que possam resultar em micro-infiltração entre o cimento e a dentina, entre o cimento e a guta-percha, e entre o próprio cimento. (Kulkarni, 2016; Patil et al., 2016).

Em 1978, Grossman identificou as propriedades ideais para um material de obturação e que continuam até hoje a ser aceites conforme foi citado pela *American Association of Endodontists* em 2009. Essas propriedades são:

- a) Fácil manipulação que permite um adequado tempo de trabalho;
- b) Capacidade de selar o canal lateralmente e apicalmente;
- c) Dimensionalmente estável;
- d) Não irritante para os tecidos e que não manche a estrutura dentária;
- e) Antimicrobiano ou que não estimule o crescimento bacteriano;
- f) Sem porosidade e impermeável;
- g) Radiopaco;
- h) Estéril ou facilmente/rapidamente esterilizado antes da sua colocação no canal;
- i) Fácil de desinsserir.

Uma propriedade adicional e que está presente na atualidade, é a capacidade de o material de obturação estimular a regeneração dos tecidos ao redor da raiz do dente. Contudo, até ao momento, não foi desenvolvido nenhum material de obturação que possua todas essas características.

## **6. Guta – Percha**

A guta-percha tem sido bastante usada ao longo dos anos pelos dentistas como material de núcleo para obturação dos canais (Carrotte, 2004; Darcey, Roudsari, et al., 2016; Lone & Khan, 2018).

Os médicos dentistas optam por usar este material devido à sua biocompatibilidade, plasticidade, estabilidade dimensional e ser inerte (Kassar et al., 2018).

Este material contém óxido de zinco, guta-percha, substâncias radiopacas (sulfato de metal), e plastificante na sua composição, com proporções variáveis dependendo do fabricante, sendo o óxido de zinco o componente principal (Friedman, Sandrik, Heuer, & Rapp, 1977).

No entanto, este tipo de material apresenta algumas vantagens e desvantagens conforme enumeradas na tabela abaixo (Darcey, Roudsari, et al., 2016):

| <b>Vantagens</b>                              | <b>Desvantagens</b>          |
|---|------------------------------|
| Fácil remoção com solventes ou fonte de calor | Contração após arrefecimento |
| Radiopaco                                     | Pouca adesão à dentina       |
| Baixa toxicidade                              |                              |
| Fácil manuseamento                            |                              |

**Tabela 3.** Vantagens e desvantagens da Guta-Percha

De acordo com R.M.E. Tomson et al. (2014) a gutta-percha existe em duas fases cristalinas, designadas a fase alfa e a fase beta, sendo que os cones deste material são fabricados durante a fase beta.

Depois de atingirem uma temperatura entre os 42°C e os 49°C durante o seu aquecimento, estes mudam para a fase alfa, e ao arrefecerem retornam para a fase beta, contraindo-se de 1% a 2% durante essa transição de temperaturas (Darcey, Roudsari, et al., 2016).

A gutta-percha na fase alfa é usada durante a técnica de obturação a quente, enquanto que a gutta-percha na fase beta é utilizada na técnica de obturação a frio. (Lone & Khan, 2018).

A gutta-percha usada nos tratamentos endodônticos está disponível em duas formas: em cone e em pellet (R. M. E. Tomson et al., 2014).

De acordo com os diversos produtores deste material, os cones acessórios possuem vários tamanhos e *spreaders* correspondentes a cada tamanho (R. M. E. Tomson et al., 2014).

A gutta-percha é comumente usada como material de núcleo, porém suas propriedades de selamento são fracas, o que requer o uso conjunto de um cimento obturador para garantir a ligação adequada às paredes dentinárias do canal e assim evitar vazamentos (Patni et al., 2016).

## 7. Cimentos obturadores e suas propriedades

No tratamento endodôntico, o cimento desempenha um papel crucial ao preencher as irregularidades do sistema de canais radiculares, istmos entre os canais, ápices dentários e túbulos dentinários, ligando-se ao dente e ao material de núcleo, unindo-os e preenchendo a lacuna entre eles, incluindo os cones acessórios, contribuindo para o selamento hermético do canal (Mokhtari et al., 2015; Patni et al., 2016).

Assim, devido a tais características, o cimento cria um ambiente hostil para as bactérias e proporciona um selamento eficaz entre a dentina e a guta-percha, promovendo a manutenção das condições assépticas criadas com o TENC e prevenindo a micro-infiltração (Jitaru, Hodisan, Timis, Lucian, & Bud, 2016; Mokhtari et al., 2015; Naser, 2015; Savadkouhi, Bakhtiar, & Ardestani, 2016).

A forma tradicional de selar um dente envolve a combinação de um material sólido principal, guta-percha com um cimento, mas devido à sua falta de adesão natural aos tecidos, novos cimentos com propriedades mais específicas foram desenvolvidos para esse fim.

Segundo Al-Haddad, um cimento endodôntico ideal deve ter certas características (AL-Haddad e Che Ab Aziz, 2016):

- ✓ **Biocompatibilidade** – A capacidade do cimento de não causar reações adversas nos tecidos biológicos, como toxicidade, irritação, edema ou carcinogênese, é conhecida como biocompatibilidade e é uma propriedade crucial. É indicado que a capacidade de um cimento de ser compatível com o corpo depende da presença de fosfato de cálcio em sua composição.
- ✓ **Fluidez** – Um cimento precisa ter uma taxa de fluidez mínima de 20mm para garantir o preenchimento total de áreas de difícil acesso, canais acessórios e istmos com o material obturador.
- ✓ **Tempo de presa** – Um cimento obturador perfeito deve apresentar um tempo de presa adequado para permitir uma manipulação correta e alcançar o tempo de trabalho ideal. Na literatura é mencionado que um tempo de presa prolongado pode causar irritação devido à presença de toxicidade até a mistura estar totalmente homogênea e pronta para ser usada.

- ✓ **Solubilidade** – A solubilidade é caracterizada pela perda de material sólido ao entrar em contato com água. Para um cimento endodôntico, é preferível que sua solubilidade não ultrapasse 3% em massa, garantindo a sua integridade na presença de água. Se um cimento for altamente solúvel, isso indica que se irão formar lacunas entre o material e os canais radiculares, os quais servem como entrada para vazamentos da cavidade oral e dos tecidos periapicais adjacentes.
- ✓ **Retratabilidade** – Do ponto de vista clínico, é fundamental remover completamente o cimento restaurador durante o retratamento endodôntico para garantir a saúde dos tecidos periapicais ao redor.
- ✓ **Radiopacidade** – Um cimento ideal deve ser radiopaco o bastante em relação às estruturas ao redor para permitir a visualização radiográfica e a verificação do selamento com qualidade. Segundo a norma ISO 6876/2001, o cimento de obturação precisa possuir uma radiopacidade mínima de 3.00 nm de alumínio.
- ✓ **Descoloração dentária** – Em termos de estética, o cimento perfeito não deve causar manchas nos dentes, se isso acontecer é devido à remoção inadequada do excesso de cimento da dentina ao redor da polpa dentária.
- ✓ **Propriedades antimicrobianas** – É possível eliminar as bactérias remanescentes após o processo de desinfecção com as propriedades antimicrobianas do cimento. Os componentes que têm propriedades antimicrobianas nos cimentos são os íons de cálcio e os elementos alcalinos, que afetam o pH durante a ação antibacteriana.
- ✓ **Adesão** – Cada tipo de cimento cria uma ligação entre o material de núcleo e as paredes dos canais radiculares. A força dessa ligação pode ser medida por testes de união e extrusão, já que a adesão está diretamente ligada à solubilidade.

Na endodontia, os cimentos são categorizados de acordo com os seus principais ingredientes químicos (Dabaj et al., 2018).

- ✓ Cimentos à base de óxido de zinco-eugenol (ZOE);
- ✓ Cimentos à base de hidróxido de cálcio;
- ✓ Cimentos à base de ionómero de vidro;
- ✓ Cimentos à base de resina;
- ✓ Cimentos à base de silicato de cálcio;

- ✓ Cimentos à base de silicone.

## 8. Cimentos à base de resina

Em 1981, Schroeder introduziu cimentos base de resina epóxi na área da Endodontia, os quais têm sido amplamente utilizados devido à sua eficiente capacidade de selamento apical e resistência à solubilidade (Guimarães et al., 2014).

Os cimentos de resina plástica são comumente recomendados devido à sua boa aderência à dentina e diversos estudos comprovam sua eficácia no selamento marginal (Leonardo, 2008).

Os cimentos de resina foram criados para substituir o óxido de zinco eugenol, de modo a criar um selamento mais eficaz dos canais radiculares e proporcionando uma maior resistência em comparação aos materiais tradicionais (Tyagi et al., 2013).

Um estudo adicional realizado por Vilanova et al. (2012) descreveu uma maior resistência de adesão alcançada com os cimentos à base de resinas epóxi, uma vez que estes conseguem formar uma ligação covalente com um anel de epóxido aberto em quaisquer grupos de aminoácidos expostos no colagénio. Estes cimentos também demonstram uma estabilidade dimensional duradoura (Amin et al., 2012).

Os cimentos de resina conseguem penetrar mais profundamente nos túbulos dentinários do que os cimentos endodônticos tradicionais. A capacidade de os cimentos de resina penetrarem pode depender de características físicas como fluidez, tensão superficial, solubilidade, viscosidade, composição química, tempo de trabalho e de presa. Os cimentos de resina são famosos por apresentarem um fluxo apropriado e uma maior capacidade de penetração devido à sua película fina. A capacidade de fluidez é importante, pois demonstra a habilidade de entrar nas pequenas imperfeições e ramificações dentro do sistema de canais radiculares e túbulos dentinários (Chandra et al., 2012).

Os cimentos à base de resina epóxi podem por vezes provocar numa fase inicial uma reação inflamatória suave nos tecidos circundantes, bem como uma ligeira capacidade mutagénica (Camargo et al., 2013).

Complicações indesejáveis tais como parestesia, hipoestesia, hiperestesia e disestesia podem surgir após uma extrusão do cimento no canal mandibular. O primeiro sintoma é

uma dor súbita descrita pelo paciente durante o processo de obturação dos canais radiculares e que persiste após o desaparecimento do anestésico local. A dor à percussão, a inflamação do nervo dentário dolorosa à palpação do processo alveolar vestibular ou a combinação entre sinais de lesões mecânicas com dor ou dormência do lábio inferior são alguns dos sintomas descritos (Gonzalez-Martín et al., 2010).

Quando o cimento obturador é extruído do ápice da raiz para as estruturas anatômicas circundantes, como o osso, a guta percha e o próprio cimento são facilmente diferenciados dependendo do seu grau de radiopacidade. Além disso, a radiopacidade é um elemento bastante importante para a avaliação da qualidade do tratamento endodôntico, sendo útil para a avaliação de espaços vazios na obturação (Gorduysus e Avcu, 2009).

## 9. Cimentos Biocerâmicos

Nos últimos 20 anos, surgiram os cimentos biocerâmicos e foram responsáveis por uma revolução no campo da endodontia, impactando não só nos procedimentos e prognósticos, mas também nos resultados dos pacientes (Utneja et al., 2015).

A alumina, a zircônia, o vidro bioativo, a cerâmica de vidro, o silicato de cálcio, a hidroxiapatita e fosfato de cálcio reabsorvível são alguns exemplos de constituintes dos materiais biocerâmicos (Raghavendra, Jadhav, Gathani, & Kotadia, 2017).

Para além da biocompatibilidade (uma vez que se assemelham à hidroxiapatita), baixa toxicidade e estabilidade dimensional, os cimentos bio cerâmicos em endodontia, são também bio inertes, possuem capacidade de cicatrização intensiva, atividade antibacteriana e antifúngica, características estas que são bastantes úteis em medicina dentária (Jain & Ranjan, 2015).

No que diz respeito às suas características e interações com os tecidos biológicos, a sua classificação é feita em três grupos (Güven EP, et al, 2013):

- ✓ **Bio inertes** – Não causam reações biológicas adversas nos tecidos circundantes (alumina e zircônia);
- ✓ **Bioativos** – Aqueles que não se degradam, mas interagem com o tecido circundante (vidro, fosfato de cálcio, hidroxiapatita);
- ✓ **Biodegradáveis** – Estes são solúveis ou reabsorvíveis.

Os biocerâmicos bio inertes não interagem com tecidos (como alumina e a zircónia), os biocerâmicos bioativos são duradouros e reagem com os tecidos, sendo osteoindutores e osteocondutores (como hidroxiapatita e vidro bioativo) e os biocerâmicos biodegradáveis podem-se dissolver e ser incorporados nos tecidos para ajudar numa posterior substituição tecidual (como fosfato tricálcico e fosfato de cálcio) (Assadian et al. 2016; Teja e Ramesh 2020).

Analisando a estrutura dos cimentos biocerâmicos e dos seus componentes principais, é possível classificá-los em 4 grupos (Teja e Ramesh, 2020):

- ✓ MTA (Agregado de Trióxido Mineral)
- ✓ Biocerâmicos de Silicato de Cálcio;
- ✓ Biocerâmicos de Fosfatos;
- ✓ Biocerâmicos de Fosfato de Cálcio.

No ano de 1824, o químico Joseph Aspdin, obteve a patente do *Cimento Portland*, produzido pela queima de uma mistura de calcários de Portland, na Inglaterra, e materiais sílicos argilosos, que se tornou conhecido por ser mais barato do que outros materiais disponíveis no mercado na altura. Dado o conteúdo da mistura em substâncias tóxicas, como chumbo e arsénio, o seu manuseamento e uso em medicina dentária, contudo, foi desaconselhado devido aos inúmeros perigos que apresentava para a saúde (Raghavendra et al., 2017).

O MTA, surgiu por volta de 1990 pelas mãos de Mahmoud Torabinejad, foi o primeiro biocerâmico de primeira geração. É composto principalmente por cimento de Portland (OCP) que contém silicatos tricálcio ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ ) e dicálcio ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ) e aditivos como o sulfato de cálcio e óxido de bismuto (Raghavendra et al., 2017; Kharouf et al., 2022).

O sulfato de cálcio melhora as suas propriedades de manipulação e o óxido bismuto atribui-lhe radiopacidade (Tanomaru et al., 2016).

Uma das características deste cimento é a sua notável biocompatibilidade (Torabinejad, Paririkh e Dummer, 2017).

O MTA pode ser aplicado em diversas situações, como proteção da polpa, pulpotomia, obturação retrógrada, formação de ápice, apicificação, reabsorção radicular interna e externa e reparo de perfurações, precisamente devido à sua grande biocompatibilidade e potencial de bioatividade, pois induz a criação de tecidos mineralizados, permite a

regeneração pulpar e o reparo de tecidos duros (Camilleri et al., 2005; Dawood, Parashos, Wong, Reynolds, & Manton, 2017).

No início, foi vendido como *GMTA (Grey MTA)*, porque possuía íons de ferro em sua composição. Mais tarde, o *WMTA (White MTA)* foi criado com o intuito de resolver o problema de descoloração nos dentes causado pelo GMTA. Pesquisas adicionais mostraram que a coloração dos dentes estava ligada à presença do óxido de bismuto radiopacificador (Jitaru et al., 2016).

Segundo os autores Tanomaru et al, “para além de haver esta descoloração nos dentes provocada pelo oxido de bismuto, o uso de MTA também não é possível na obturação de canais radiculares estreitos” (Tanomaru et al., 2016).

Afim de resolver estes problemas provocados pelo MTA, criaram-se novos cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio, que não são tóxicos, são biologicamente ativos, mais baratos, fáceis de usar, com um tempo de presa menor e menos complicações no pós-tratamento. (Dawood et al., 2017).

Desta forma, os cimentos feitos à base de silicato de cálcio apresentam ótimas características de selamento e biocompatibilidade, sendo essenciais nos procedimentos clínicos que visam a regeneração e reparação dos tecidos, como por exemplo, no tratamento da polpa dentária, pulpotomia, formação de ápice, apexificação, reparo de perfurações e preenchimento de canais radiculares (Dawood et al., 2017).

Este tipo de cimentos endodônticos inclui o *AHPLU® (Brasseler, Savannah, GA)*, também chamado *TotalFill®*, e o *iRoot SP® (Variodent®, Vancouver, BC, Canadá)*, devido às suas composições semelhantes. Os elementos presentes na sua composição são (Camilleri, 2015a; Dawood et al., 2017):

- ✓ Silicatos de cálcio;
- ✓ Óxido de zircônio;
- ✓ Óxido de tântalo;
- ✓ Fosfato de cálcio monobásico.

Estes cimentos encontram-se no formato pré-misturado, tendo uma reação de presa iniciada e auxiliada pela humidade proveniente dos túbulos dentinários (Camilleri, 2015b).

A nível de cimentos biocerâmicos, temos também o cimento biocerâmico *AH Plus®* (*Bioceramic sealer*) da *Dentsply Maillefer* que com o passar dos anos sofreu alterações na sua composição bem como na sua fórmula, tornando-o num cimento mais eficaz.

#### **10. Cimento Biocerâmico AH Plus®**

Nos anos 80, do Séc. XX, houve um grande avanço na área da endodontia com a introdução dos cimentos à base de resina epóxi, que ofereciam diversas vantagens em relação aos materiais convencionais. Historicamente, o cimento *AH26®* é visto como o antecessor dos cimentos *AH Plus®*, o qual foi introduzido na prática endodôntica em 1985.

O *AH26®* foi feito com uma combinação de resina epóxi e endurecedor, o que resultou num cimento com ótimas características de selamento e estabilidade dimensional no canal radicular (De Moor RJ & De Boever JG. 2000).

A chegada do cimento *AH26®* revolucionou a área da endodontia possibilitando o progresso de novos cimentos, como o *AH Plus®*.

A *Dentsply Maillefer* introduziu, em 2002, o *AH Plus®* como um sistema de duas pastas feito à base de resina epóxi, agente de presa e partículas de carga, que não só reduz o tempo de endurecimento, mas também melhora a adesão às paredes do canal radicular (Resende LM et al, 2009).

Durante os últimos anos, foram realizadas diversas melhorias no *AH Plus*, com o objetivo de aperfeiçoar as suas características e eficácia. Uma das melhorias foi a introdução do *AH Plus Jet*, uma nova variante do *AH Plus* que possui um manuseamento mais fácil, tempo de presa mais rápido e uma maior radiopacidade.

Recentemente, o *AH Plus* sofreu também alterações a nível da sua composição, passando a ter na sua fórmula componentes bioativos, como o Silicato de Cálcio, uma combinação de Dióxido de Zinco, Silicato Tricálcio ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ ), Dimetilsulfóxido (DMSO), Carbonato de Lítio e agentes espessantes.

Com estas modificações, o *AH Plus* recebeu o nome de *AH Plus® Bioceramic Sealer* (*AHP-B*) (Donnermeyer D, Schemkämper P, Bürklein S, Schäfer E, 2022).

O *AH Plus® Bioceramic Sealer* (*AHP-B*) é um cimento obturador em conformidade ISO 6876/2012, em formato de seringa pré-carregada que não requer uma pré mistura. O cimento pode ser usado sozinho ou combinado com cones obturadores de guta-percha,

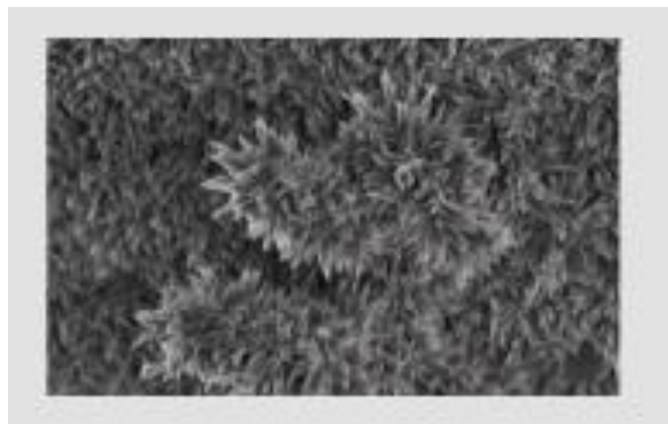
num canal radicular instrumentado e desinfetado (Zamparini F, Prati C, Taddei P, Spinelli A, Di Foggia M, Gandolfi MG. 2022).

### 10.1 – Composição do cimento biocerâmico

O cimento endodôntico biocerâmico *AH Plus® Bioceramic Sealer (AHP-B)* contém na sua composição:

- ✓ 5 – 15 % em peso de silicato tricálcio ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ ) como material de núcleo e responsável pela fixação do cimento;
- ✓ Dióxido de zircônia como radiopacificador;
- ✓ Dimetil Sulfóxido (DMSO) como diluente não reativo para transportar as propriedades de fluxo adequadas;
- ✓ Carbonato de Lítio para suporte;
- ✓ Agentes espessantes (como álcool polivinílico, argila bentonita, polivinilpirrolidona (PVP)).

A reação de hidratação do Silicato Tricálcio leva à formação de Silicato de Cálcio Hidratado e Hidróxido de cálcio (Cuesta A, et al. 2018); o Hidróxido de cálcio aumenta o pH, que induz a formação de Hidroxiapatita (HA).



**Figura 1.** Cristais de hidroxiapatita em amostras de AH Plus Bioceramic Sealer de alta resolução Microscópio Eletrônico de Varredura (HR-MEV; Hitachi SU8000), *in vitro*. Sem autorização do autor  
Fonte: END-Scientific-Information-AH-Plus-Bioceramic-Sealer-Scientific-Manual-Challenge-Accepted.pdf.coredownload.pdf (dentsplysirona.com).

## 10.2 – Propriedades Físicas e Químicas

As vantagens principais do uso clínico dos cimentos biocerâmicos incluem as suas propriedades biológicas. No entanto, são as propriedades físicas deste material influenciam diretamente o seu comportamento biológico, que é determinado pelo preenchimento adequado do canal radicular, pela libertação de cálcio durante o tempo de presa e pela estabilidade ao longo do tempo (Camilleri J. 2010).

Para conseguir realizar uma boa penetração nos túbulos dentinárias e garantir um selamento eficaz em anatomias mais complexas, como istmos, canais secundários e deltas apicais, é necessário que o cimento apresente uma boa fluidez e espessura.

Além do bom escoamento, é essencial observar radiograficamente a retenção do cimento dentro do sistema de canais radiculares. As limitações dos materiais à base de fosfato de cálcio de primeira geração são muitas vezes a baixa radiopacidade (Camilleri J., Gandolfi M.G.J.)2010.

| <b>Características</b> | <b>Valores</b>    |
|------------------------|-------------------|
| Tempo de assentamento  | 2 a 4 horas       |
| Fluidez                | >17 mm            |
| Radiopacidade          | Equivalente a 3mm |
| Espessura do produto   | <50µm             |
| Solubilidade           | <3%               |

**Tabela 4.** Características físicas do cimento biocerâmico

O cimento AHP-B cumpre com os requisitos físicos e químicos necessários para um bom funcionamento. Os cimentos biocerâmicos apresentam uma maior capacidade de solubilização e absorção de água em relação aos cimentos de resina epóxy. Além disso, a libertação de cálcio fez com que houvesse uma maior biocompatibilidade e bioatividade, tornando-os mais seguros e recomendados para uso em pacientes que necessitem de procedimentos endodônticos tanto em dentes permanentes como em dentes decíduos quando não existe sucessor permanente por motivos genéticos/ biológicos, não havendo qualquer contraindicação.

### 10.3 – Considerações Clínicas

(Kim et al., 2015) realizaram um estudo com o intuito de analisar e comparar a efetividade de dois métodos de aplicação dos cimentos biocerâmicos no canal radicular. Um dos grupos de estudo usou a inserção direta do cimento através de ponteiras, enquanto que o outro grupo aplicou o cimento por meio de ultrassons e de um cone de guta-percha que serviu como intermediário. Os resultados mostraram que a aplicação por meio de ultrassons e guta-percha teve uma menor formação de lacunas entre a parede dentinária e o cimento, o que indica que o preenchimento do espaço foi mais eficiente.

Não menos importante, são as técnicas de obturação utilizadas na obturação dos canais radiculares. Nos dias de hoje, estudos referem que a técnica de obturação de onda contínua e a de cone único superam as limitações da condensação lateral a frio, garantindo deste modo que ocorra a formação de uma massa homogênea.

A utilização combinada de cimentos biocerâmicos coa técnica de cone único, ter alcançado bons resultados. O preenchimento do sistema canalar usando o cimento biocerâmico combinado com a guta-percha apresenta uma a nível de pós-operatório uma dor similar ou menor quando comparados com a utilização de cimento tradicional e a guta-percha (Malhotra et al., 2014).

## 11. Micro – infiltração

Um dos objetivos do TENC é garantir o selamento hermético do sistema de canais radiculares, sendo alvo de testes afim de determinar as técnicas mais eficazes contra a micro-infiltração.

A micro-infiltração é um efeito quase instantâneo de uma obturação mal conseguida, podendo acontecer quer na zona apical, quer na zona coronária e deve-se ao movimento de microrganismos, fluidos, iões e moléculas que não são perceptíveis clinicamente, existentes entre o material de obturação e as paredes dentinárias, ou em espaços existentes no interior do material obturador (Lone et al.,2018).

O tema micro-infiltração é complexo, sendo afetado por diversos fatores, sendo eles (Mokhtari et al., 2015):

- ✓ Técnica de obturação usada;
- ✓ Características químicas do cimento obturador,
- ✓ Características físicas do cimento obturador.

O selamento apical é a primeira grande barreira para a entrada de bactérias no sistema de canais radiculares, no entanto, havendo uma perda do selamento coronal poderá ocorrer uma re-contaminação bacteriana, havendo assim insucesso no TENC (Collins,2006).

A nível coronal, a maior causa para a ocorrência de uma micro-infiltração é a existência de um selamento intra-coronário deficitário, contribuindo para uma reinfeção do sistema de canais radiculares devido à interação dos fluidos intra-orais e o interior do dente. Por sua vez, a micro-infiltração apical, pode ser causada por uma sub-obturação, uma calibragem apical errada ou falhas inerentes às técnicas utilizadas (Darío, 2009).

## **12. Protocolo Experimental**

### **12.1 – Estudo In Vitro**

Com a realização deste estudo *in vitro* pretendemos estudar a capacidade de selamento apical, comparando a taxa de infiltração apical, utilizando duas técnicas diferentes de obturação, sendo elas, técnica de obturação com cone único e resina epóxy *VERSUS* cone único e cimento biocerâmico.

### **12.2– Dimensão da amostra**

Para a realização deste estudo *in vitro*, foram usados 40 dentes monocanales extraídos por motivos periodontais. Posteriormente à extração, os mesmos foram armazenados em soro fisiológico, por um período de cerca de 10 dias.

### **12.3 – Lista de materiais**

- ✓ 40 Dentes monocanales;
- ✓ Ácido cítrico a 10%
- ✓ Brocas de desobturação do sistema ProTaper®;
- ✓ Cera rosa;
- ✓ Cimento à base de resina (2Seal®)
- ✓ Cimento Biocerâmico AHPlus (Dentsply®);
- ✓ Compressas
- ✓ Condensador vertical;
- ✓ Cones de Guta-Percha ProTaper Gold (Dentsply-Maillefer);
- ✓ Cones de papel absorvente (VDW® GmbH);

- ✓ Contra-ângulo;
- ✓ Disco Diamantado, rpm 15'000;
- ✓ Estufa incubadora;
- ✓ Hipoclorito de sódio a 3%;
- ✓ Instrumento de bola;
- ✓ Lamparina;
- ✓ Limas K (Dentsply-Maillefer);
- ✓ Limas ProTaper Gold® (Dentsply-Maillefer);
- ✓ Lupa de ampliação, Leica EZ40®;
- ✓ Motor Endodôntico X-SMART Plus™ (Maillefer-Dentsply);
- ✓ Películas radiográficas;
- ✓ Placas de Petri;
- ✓ Régua endodôntica;
- ✓ Solução de Azul-de-metileno a 2%;
- ✓ Soro fisiológico;
- ✓ Spreaders digitais ABCD;
- ✓ Turbina;
- ✓ Verniz de unhas de cor azul (Love Me®).

#### **12.4 – Procedimentos**

- ✓ Após extração os dentes foram armazenados em soro fisiológico durante 10 dias.
- ✓ Ao fim dos 10 dias, os dentes foram instrumentados recorrendo ao sistema e à sequencia de limas Protaper Gold® Sx, S1, S2, F1 e F2 e ao motor de endo X-SMART PLUSTM, (Maillefer – Dentsply), obtendo assim na porção apical do canal radicular uma conicidade de 8% e um calibre apical de 0.25mm.
- ✓ Após a instrumentação dos dentes estes foram armazenados em soro fisiológico.

✓ Em todos os dentes da amostra, após a instrumentação dos canais foi feita a calibragem apical com recurso a limas K25 (Dentsply Sirona) (25.02), de modo a atribuir o cone principal de Guta-percha adequado para cada canal, sendo rejeitados calibres superiores.

✓ Feito este procedimento, procedeu-se à divisão da amostra em 4 grupos:

**Grupo A** – composto por 15 dentes onde se realizou a técnica de cone único (25.08) a frio e um cimento à base de resina epóxy (*2Seal*)<sup>®</sup>.

**Grupo B** – composto por 15 dentes, onde se realizou a técnica de cone único (25.08) a frio e um cimento biocerâmico (*AHPlus Dentsply*)<sup>®</sup>.

Cones principais de Guta-Percha com calibre 25.08, correspondente, em cada dente, ao da lima usada, terminando com condensação vertical a frio.

**Grupo C** – controlo negativo – compostos por 5 dentes. Estes dentes não foram obturados, mas aplicou-se o verniz azul na totalidade do comprimento da raiz, inclusive em toda a porção apical, de forma a impedir a entrada de corante.

**Grupo D** – controlo positivo – compostos por 5 dentes. Estes dentes não foram obturados, mas aplicou-se verniz de cor azul em toda a raiz com exceção dos 2mm apicais.

✓ Em seguida, cobriram-se as raízes dos dois grupos (Grupo A e Grupo B) com verniz de cor azul (Love Me<sup>®</sup>), com exceção dos 2 mm apicais, com o intuito de impermeabilizar as paredes do canal, impedindo a infiltração de corante nas mesmas e promovendo o contacto deste com a porção apical da raiz.

✓ Procedeu-se então à fixação dos dentes dos 4 grupos, separadamente, numa placade cera rosa, servindo esta de suporte dos mesmos para que, quando colocados na placa de Petri com o Azul de Metileno, este envolva-se os 2/3 da raiz em todos os dentes.

✓ De seguida, procedeu-se ao armazenamento dos dentes na placa de Petri, na estufa a uma temperatura constante de 37°C durante o período de 8 dias.

✓ A quantidade de corante presente no recipiente também foi mantida constante, sendo controlada diariamente.

✓ Ao fim dos 8 dias, retiraram-se os dentes da estufa, separando cada um deles da placa de cera e envolveram-se os mesmos em compressas.

- ✓ Para se poder observar a infiltração de corante, cortaram-se os dentes longitudinalmente, com o auxílio de um disco de corte diamantado, fazendo dois cortes longitudinais, um pela face vestibular e outro pela face lingual/palatina. Estes cortes foram efetuados de modo a manter íntegro o canal radicular e de forma a minimizar qualquer alteração, quer no material obturador, quer nas superfícies coradas.
- ✓ Depois de cortados, recorreu-se ao uso de uma espátula, inserindo-a num dos sulcos com um ligeiro movimento de rotação com o objetivo de separar as metades.
- ✓ Para se observar a infiltração, selecionou-se aleatoriamente uma metade de cada dente.
- ✓ Observaram-se as metades selecionadas recorrendo a uma lupa de aumento “Leica EZ40®”, com a máquina fotográfica incorporada, que existe no laboratório CERLAB da FCS - UFP.
- ✓ Foram realizadas fotografias em suporte digital a cada metade dos dentes selecionados, enquanto se foram observando na lupa com ampliação de 8x.
- ✓ De seguida procedeu-se à medição da infiltração, com o recurso ao software “Motic Plus 2.0®” (permite realizar medições, com base nas fotografias).
- ✓ Fez-se uma avaliação da micro-infiltração apical através das imagens obtidas pelo software Motic Plus 2.0®.

### III. RESULTADOS

Para a realização deste estudo foram usados como amostra 40 dentes monocanales, os quais foram divididos em 4 grupos, conforme descrito anteriormente, ou seja:

**Grupo A** – composto por 15 dentes onde se realizou a técnica de cone único (25.08) a frio e um cimento à base de resina epóxi;

**Grupo B** – composto por 15 dentes, onde se realizou a técnica de cone único (25.08) a frio e um cimento biocerâmico (*AHPlus Dentsply*)<sup>®</sup>.

**Grupo C** – controlo negativo composto por 5 dentes;

**Grupo D** – controlo positivo composto por 5 dentes;

Em cada grupo foi aplicado o respetivo protocolo descrito no ponto **11** – “**Protocolo Experimental**”.

Com base neste *estudo in vitro*, verificou-se que no **Grupo A – amostra de 15 dentes obturados com cone único e resina epóxi** – 6 dentes não tiveram qualquer infiltração, 2 dentes tiveram infiltração entre 0 e 1.5mm e 7 dentes tiveram uma infiltração superior a 1.5mm.

No que toca aos resultados do **Grupo B – amostra de 15 dentes obturados com cone único e cimento biocerâmico** – 8 dentes não tiveram qualquer infiltração, 6 dentes tiveram infiltração entre 0 e 1.5mm e 1 dente teve uma infiltração superior a 1.5mm.

Na tabela 5 pode observar-se, de um modo discriminado, os resultados obtidos em cada uma das amostras constituintes de cada um dos grupos A e B.

| <b>Amostra</b> | <b>Grupo A</b> | <b>Grupo B</b> |
|----------------|----------------|----------------|
| <b>1</b>       | <b>0.0mm</b>   | <b>1.1mm</b>   |
| <b>2</b>       | <b>5.8mm</b>   | <b>0.6mm</b>   |
| <b>3</b>       | <b>0.0mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |
| <b>4</b>       | <b>3.5mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |
| <b>5</b>       | <b>0.5mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |
| <b>6</b>       | <b>0.0mm</b>   | <b>0.9mm</b>   |
| <b>7</b>       | <b>0.0mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |
| <b>8</b>       | <b>5.8mm</b>   | <b>0.6mm</b>   |
| <b>9</b>       | <b>3.5mm</b>   | <b>1.7mm</b>   |
| <b>10</b>      | <b>1.1mm</b>   | <b>0.6mm</b>   |
| <b>11</b>      | <b>0.0mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |
| <b>12</b>      | <b>2.9mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |
| <b>13</b>      | <b>0.0mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |
| <b>14</b>      | <b>1.7mm</b>   | <b>0.5mm</b>   |
| <b>15</b>      | <b>2.9mm</b>   | <b>0.0mm</b>   |

**Tabela 5. Resultados Obtidos** – taxa de infiltração apical resina epóxi VERSUS cimento biocerâmico

#### IV. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

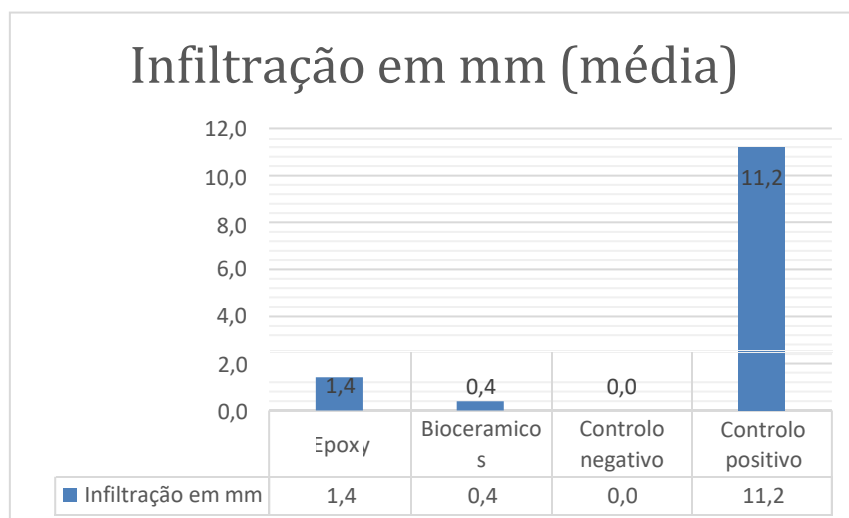
O teste U de Mann – Whitney foi usado para comparar diferenças entre dois grupos independentes quando a variável dependente é ordinal ou contínua, o teste T – Student foi usado para determinar eventuais diferenças significativas entre as médias de duas amostras independentes.

Neste caso, o teste Mann – Whitney *U* é o mais indicado porque estamos a analisar amostras independentes com base nas suas médias.

| Epóxi  | Biocerâmicos | Controlo negativo | Controlo positivo |
|--------|--------------|-------------------|-------------------|
| 0mm    | 1.1mm        | 0mm               | 0mm               |
| 5.8mm  | 0.6mm        | 0mm               | 16mm              |
| 0mm    | 0mm          | 0mm               | 10.5mm            |
| 3.5mm  | 0mm          | 0mm               | 0mm               |
| 0.5mm  | 0mm          | 0mm               | 10.5mm            |
| 0mm    | 0.9mm        |                   |                   |
| 0mm    | 0mm          |                   |                   |
| 5.8mm  | 0.6mm        |                   |                   |
| 3.5mm  | 1.7mm        |                   |                   |
| 1.1mm  | 0.6mm        |                   |                   |
| 0mm    | 0mm          |                   |                   |
| 2.9mm  | 0mm          |                   |                   |
| 0mm    | 0mm          |                   |                   |
| 1.7mm  | 0.5mm        |                   |                   |
| 2.94mm | 0mm          |                   |                   |

|                      |        |        |        |         |
|----------------------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>         | 1,4 mm | 0,4 mm | 0,0 mm | 11,2 mm |
| <b>Mediana</b>       | 1,1 mm | 0,0 mm | 0,0 mm | 10,5 mm |
| <b>Desvio Padrão</b> | 1,4 mm | 0,5 mm | 0,0 mm | 2,9 mm  |

**Tabela 6.** Resultados obtidos através da medição da infiltração, em que verificamos que existe uma maior infiltração nos dentes obturados com resina epóxi.



**Gráfico 1.** Gráfico da taxa de infiltração em mm com base na média

Os resultados do teste de Mann-Whitney para os dados fornecidos comparando o Grupo Epóxi com o Grupo Biocerâmicos são:

✓ **Estatística  $U$ : 135.0**

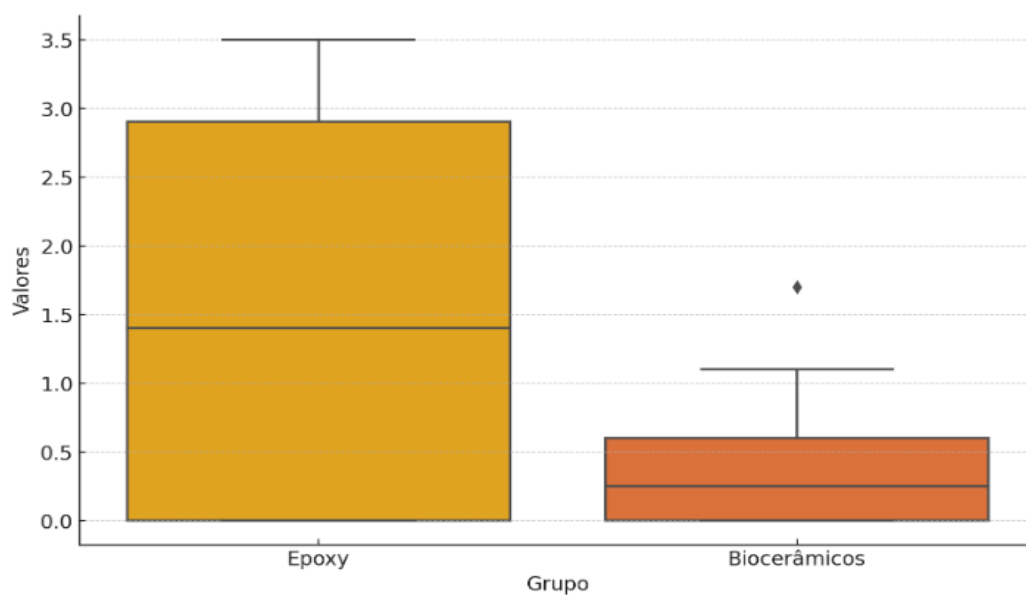
✓ **Valor -  $p$ : 0.0803**

#### **Análise dos resultados:**

**Estatística  $U$  (135.0):** esta é a medida estatística do teste de Mann-Whitney, que avalia a discrepância entre as duas amostras distribuídas.

**Valor -  $p$  (0.0803):** este valor indica a hipótese de haver uma discrepância tão significativa entre as duas amostras, considerando a hipótese de que ambas têm a mesma distribuição.

Com um valor- $p$  de 0.0803, não podemos rejeitar a hipótese nula com um valor de significância de 0.05, isto significa que dados estatísticos suficientes para concluir se há uma diferença significativa no desempenho entre resina epóxi com cone único e o cimento biocerâmico com cone único, de acordo com os dados disponíveis.



**Gráfico 2.** Gráfico comparativo da micro-infiltração apical entre resina epóxy e cimento biocerâmico - Teste de Mann-Whitney

## V. DISCUSSÃO

O propósito deste estudo *in vitro* foi o de verificar e comparar se existiam diferenças estatisticamente significativas na profundidade de infiltração apical do azul de metileno, tendo em conta os cimentos usados na obturação.

Devido à aleatoriedade da distribuição da amostra, apenas um tipo dente foi considerado, os monocanales, sendo essencial verificar a normalidade das amostras pequenas antes de decidir o teste a ser utilizado.

A metodologia empregada nesta pesquisa foi desenvolvida através de uma extensa revisão bibliográfica para analisar as abordagens utilizadas em estudos anteriores, seguida pela adaptação cuidadosa e fiel das condições e recursos disponíveis para este estudo.

Foram analisados cerca de 60 artigos com estudos que abordavam as propriedades dos cimentos biocerâmicos e das resinas epóxi na endodontia, publicados num período de dez anos. Estes estudos abordavam a biocompatibilidades, citotoxicidade, bioatividade, adaptação marginal, radiopacidade, resistência, capacidade de selamento, propriedades microbianas, micro-infiltração e alteração de cor.

Durante as duas últimas décadas, o número de estudos publicado sobre a infiltração apical tem aumentado, num volume significativo na investigação na área da endodontia (Ingle et al, Endodontics, 1994).

A técnica de imergir os dentes em diferentes corantes, como eosina, azul-de-metileno e tinta da china, foi inicialmente apresentada por Grossman em 1939 (Veríssimo DM, do Vale MS, 2006). Essa foi a abordagem utilizada neste estudo devido à sua facilidade e baixo custo no processamento laboratorial, obtendo resultados um pouco mais fiáveis.

A variação dos resultados dos diferentes estudos pode ser influenciada pela amostra, (Kara Tuncer A, et al, 2012), pela técnica de medição (Teles MT et al, 2005), pela presença ou não de smear layer, pela eficiência da preparação canal, pelo tipo de cimento usado (Veríssimo DM,2006); (Kato H, et al, 2010), pelo agente infiltrante (pH, tamanho de partículas, peso molecular), pelo período de imersão, pela técnica de medição, ela experiencia do operador (Wu MK, Wesselink PR. 1993); Tamse A, et al 1998) e pelas diferentes técnicas de obturação (Ballal NV et al, 2010).

O objetivo deste estudo foi fazer uma comparação da taxa de infiltração usando cimentos de obturação diferentes, deste modo, optamos por incluir dentes monocanales, mais

comummente usados noutros estudos, como o de Ravanshad et al, (2004); Kumar et al, (2011); Leonardo et al, (2009); Schäfer et al, (2002), mais especificamente foram usados incisivos centrais, laterais e caninos.

Tal como Ozawa et al (2009) e Inan et al, (2009) para a preparação biomecânica do dente optei por usar instrumentação mecanizada com o sistema ProTaper Gold®.

Esta técnica permite-nos uma instrumentação adequada, reduzindo erros durante os procedimentos e proporciona bons resultados clínicos (Stavileci et al, 2013).

Após a instrumentação de todos os canais radiculares até à lima ProTaper F2, o forâmen foi permeabilizado com uma lima K15 para calibrar o diâmetro do forâmen e diminuir a variabilidade entre os canais radiculares, tal como o recomendado por Wu et al, (1993).

No que diz respeito ao corante usado, o tamanho molecular das partículas (Veríssimo, 2006), o pH e a reatividade química são alguns dos fatores a ter em conta, pois influenciam o grau de infiltração.

Neste estudo *in vitro*, foi escolhido o Azul de Metileno 2% para medir a micro infiltração apical, pois este corante devido ao seu baixo peso molecular, entra mais facilmente no canal.

O corante azul de metileno, uma vez que é barato e fácil de manipular, apresenta um elevado grau de coloração e um peso molecular inferior ao das toxinas bacterianas (Kersten et al, 1989); (Punia, 2011).

Neste estudo *in vitro*, assim como noutros estudos realizados por outros autores, foram realizados cortes axiais nas amostras em estudo (Walia et al, 2012); (Fathia et al, 2012). Este passo, devido ao calor provocado pelo disco de corte, poderia ter sido um fator potenciador para a obtenção de falsos positivos, motivo pelo qual se procedeu ao corte dos dentes na sua forma vítrea, evitando assim que o calor causasse o deslocamento do azul de metileno através do canal e do dente.

Em 2009, foi realizado um estudo no qual foi comparado o selamento apical com várias técnicas de obturação endodôntica (Yilmaz et al, 2009).

Neste projeto de investigação científica foi comparada a capacidade de selamento fornecido por duas técnicas de obturação, a técnica de cone único com cimento biocerâmicos (AHPlus®) e técnica de cone único com cimento resinoso (2Seal®).

Foi escolhida a técnica de cone único dentro de uma vasta gama de técnicas existentes disponíveis para obturar canais radiculares, porque uma revisão recente sobre esta mesma técnica, devido à introdução de sistemas mecânicos de instrumentação canalar, levou ao seu aprimoramento e aumentou assim o seu interesse e a sua aplicação por parte dos médicos dentistas.

Por se tratar de uma técnica que não necessita de cones acessórios, evita-se assim a existência de espaços vazios entre eles, diminui o tempo de obturação e da pressão a que as paredes do canal estão sujeitas, sendo que é também de fácil manuseamento, caracterizando-se assim como sendo uma técnica fácil e rápida (Garg, 2016; Pereira et al., 2012).

Como a técnica de cone único é influenciada pelas propriedades físicas e químicas do cimento, foi escolhido um cimento biocerâmico para ser associado a esta técnica, uma vez que estes cimentos vieram revolucionar a endodontia devido às suas propriedades específicas, tendo sido desenvolvidos de forma a melhorar o tratamento endodôntico (Jitatu et al., 2016).

Entre as diversas características encontra-se a capacidade de estabelecerem ligações químicas entre a guta-percha e dentina radicular, contribuindo assim para uma obturação com ausência de espaços vazios e posteriormente com boa capacidade de selamento (Dabaj et al., 2018).

A qualidade das obturações endodôntica dos canais radiculares por parte das diferentes técnicas de obturação, pode ser avaliada de forma objetiva recorrendo a estudos *in vitro* (Antonopoulos et al., 1998).

Dentro das diversas técnicas que permitem avaliar e detetar a qualidade de selamento e de micro-infiltração do tratamento endodôntico encontram-se a infiltração bacteriana, infiltração de glucose, infiltração de fluidos, infiltração de radioisótopos, testes eletroquímicos e infiltração de corante (Jafari & Jafari, 2017).

Existem várias técnicas para avaliar e medir a infiltração do corante nas amostras, sendo elas a diafanização, cortes longitudinal e transversal (Jafari & Jafari, 2017). Neste estudo *in vitro* a técnica escolhida foi o corte longitudinal. Foram realizadas medições da penetração de corante na amostra, uma vez que é um método frequentemente usado na avaliação de micro-infiltração (Mokhtari et al., 2015). Analisaram-se os resultados obtidos e o grupo que registou um maior valor médio de infiltração apical de azul de metileno foi

o grupo obturado com resina epóxi e cone único (média = 1,4mm e mediana =1,1mm) em oposição aos dentes obturados com cimento biocerâmico e cone único que obteve um valor médio de infiltração menor (média= 0,4mm e mediana= 0,0mm), o que nos leva a concluir que o cimento biocerâmico é mais eficaz que a resina epóxi, tal como concluiu De Moor, et al, no seu estudo sobre “*The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques*”, e Dutra F, et al com o estudo sobre “*Evaluation of apical microleakage of teeth sealed with four different root canal sealers*”

Nos grupos do controlo negativo não houve qualquer infiltração, em contrapartida no grupo do controlo positivo houve uma taxa de infiltração entre os 10,5mm e os 16mm em alguns dentes da amostra.

Os estudos analisados para a realização desta dissertação mostraram que os cimentos endodônticos biocerâmicos possuem boas características e propriedades para o seu uso no TENC, no entanto, De Almeida et al., (2000) referiu no seu estudo que “estes ainda não cumprem todos os requisitos de selamento apical”, o que podemos de igual modo concluir, uma vez que houve infiltração apical, ainda que mínima, no grupo da amostra obturada com este tipo de cimento.

No entanto, apesar da diferença de valores médios de infiltração entre os dois grupos, esta não é estatisticamente significativa.

Os resultados dos estudos *in vitro* não devem ser diretamente extrapolados para situações *in vivo*, no entanto, os testes laboratoriais de produtos constituem a única forma de avaliação pré-clínica que permite prever ou indicar a tendência de uma performance clínica (Teles et al, 2005).

## VI. CONCLUSÃO

A obturação dos canais radiculares é essencial para manter a desinfecção alcançada durante a limpeza dos canais, contribuindo assim para a cicatrização dos tecidos ao redor da raiz. Para a realização deste estudo foram propostas duas técnicas de obturação para atender aos mesmos requisitos. Contudo, nenhum método de selamento evita completamente a infiltração apical.

A evolução das técnicas de obturação é crucial, porém é necessário que o profissional tenha discernimento para ajustar a técnica às particularidades anatómicas do sistema de canais radiculares.

De um modo geral, a infiltração apical pode ser causada pela técnica de obturação, pelas características físico-químicas dos cimentos endodônticos, pela presença de smear-layer, pelo tipo de amostra e pelo profissional que realiza o procedimento.

O objetivo deste estudo foi realizar uma comparação objetiva entre as técnicas de obturação de cone único e resina epóxi VERSUS cone único e cimento biocerâmico.

Analisamos e medimos a entrada do corante Azul de Metileno no ápice, afim de testar a capacidade de selamento de ambas as técnicas.

Com base na metodologia aplicada podemos concluir que:

- ✓ Nenhuma das duas técnicas de obturação utilizadas foi capaz de garantir um completo selamento apical, isto porque em ambas se registou uma ligeira quantidade de micro-infiltração.
- ✓ O selamento apical fornecido por ambas as técnicas de obturação foi semelhante, uma vez que a diferença nos valores da micro-infiltração de azul de metileno não foi estatisticamente significativa.
- ✓ Ambas as técnicas podem ser empregues para se obter um bom selamento na obturação dos dentes.
- ✓ Uma vez que a duas técnicas de obturação, nos estudos *in vitro* realizados, apresentam uma capacidade de selamento apical muito semelhante, para se poder escolher uma técnica em prol da outra, estes resultados devem ser cruzados com estudos clínicos randomizados que averiguem se existem diferenças significativas na taxa de sucesso do tratamento endodôntico.

- ✓ É importante referir que, sendo o parâmetro em estudo, a micro-infiltração apical, alguns passos protocolares poderiam alterar ligeiramente os resultados, como por exemplo, a direção dos cortes longitudinais realizados nos dentes em estudo, pois este tipo de corte tem como desvantagem a escolha do eixo de corte, não garantindo que o corte realizado coincida com o ponto de penetração mais profundo.
- ✓ Outra das limitações deste estudo *in vitro* é o facto de o volume da amostra ser reduzido, no entanto foi baseado noutros estudos *in vitro* realizados.
- ✓ A principal limitação referente aos estudos de infiltração apical é o facto de serem estudos *in vitro*, em que a taxa de infiltração observada pode apresentar níveis clinicamente insignificantes, uma vez que os níveis biológicos aceitáveis não podem ser determinados.
- ✓ Não há nenhum sistema de obturação de canais que previna na totalidade a infiltração apical, no entanto, sabemos que uma adequada preparação canalar química e mecânica, assim como o completo domínio da técnica de obturação endodôntica usada é fundamental para uma redução na taxa de infiltração, aumentando assim a taxa de sucesso do TENC.

É importante a realização de mais estudos, com mais tempo de acompanhamento, afim de perceber a evolução que cada uma das técnicas obturadoras detém ao longo do tempo e as implicações clínicas que cada uma acarreta.

Com melhorias e pesquisas aprofundadas e continuas, é provável que o uso de cimentos biocerâmicos continue evoluindo, levando assim a resultados ainda melhores para os pacientes durante o tratamento.

A principal questão que agora se impõe neste tipo de estudos é saber qual é considerada clinicamente a taxa de infiltração para que o tratamento endodôntico seja considerado um insucesso.

## REFERÊNCIAS:

- Abarca AM, Bustos A, Navia M. A Comparison of Apical Sealing and Extrusion between Thermafil and Lateral Condensation Techniques. *Journal of Endodontics*. 2001;27(11):670-2
- Al-Haddad, A., & Aziz, Z. A. C. A. (2016). Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *International Journal of Biomaterials*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9753210>
- Alqaderi, H. E.; Al-Mutawa, S. A.; Qudeimat, M. A. MTA pulpotomy as an alternative to root canal treatment in children's permanent teeth in a dental public health setting. *Journal of Dentistry*, v. 42, n. 11, p. 1390–1395, nov. 2014. Disponível em: MTA pulpotomy as an alternative to root canal treatment in children's permanent teeth in a dental public health setting - ScienceDirect
- Alsabait S et al. A Comparison of the Discoloration Potential for EndoSequence Bioceramic Root Repair Material Fast Set Putty and ProRoot MTA in Human Teeth: an *in vitro* study. *J Esthet Restor Dent* 2016; 29(1):59-67
- Amin, S. et alii (2012). The Effect of Prior Calcium Hydroxide Intracanal Placement on the Bond Strength of Two Calcium Silicate-based and an Epoxy Resin-based Endodontic Sealer. *Journal of Endodontics*, 38 (5), pp. 696-699
- Antonopoulos, K. G., Attin, T., & Hellwig, E. (1998). Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. *Journal of Endodontics*, 24(10), 655–658. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(98\)80149-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(98)80149-0)
- Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CES, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test: Solubility of root canal filling materials. *Int Endod J*. 2012 May;45(5):419–28.
- Bromberg, N., & Brizuela, M. (2023). *Preventing Cross-Infection in the Dental Office*. StatPearls Publishing.
- Bueno CR, Valentim D, Marques VA, Gomes-Filho JE, Cintra LT, Jacinto RC, et al. Biocompatibility and biomineralization assessment of bioceramic-, epoxy-, and calcium hydroxide-based sealers. *Braz Oral Res* 2016;30(1)
- Camargo, C. et alii (2013). Setting Time Affects *In Vitro* Biological Properties of Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*, 40 (4), pp. 530-533
- Camilleri J. Hydration Characteristics of Calcium Silicate Cements with Alternative Radiopacifiers Used as Root-end Filling Materials. *J Endod*. 2010 Mar;36(3):502–8.
- Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *Journal of Endodontics*. 2003 Sep;29(9):592-4.
- Carrotte, P. (2004). Endodontics: Part 8. Filling the root canal system. *British Dental Journal*, 197(11), 667–672. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4811855>
- Chandra, S. et alii (2012). Depth of Penetration of Four Resin Sealers into Radicular Dentinal Tubules: A Confocal Microscopic Study. *Journal of Endodontics*, 38 (10), pp. 1412-1416.
- Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *Int Endod J* 2002;35:979-84.
- Collins, J. et alii (2006). A Comparison of Three Gutta-Percha Obturation Techniques to Replicate Canal Irregularities. *Journal of Endodontics*. Vol. 32 (8), pp 762-765;
- Cuesta A, et al. Multiscale understanding of tricalcium silicate hydration reactions. *Sci Rep*. 2018 Jun 4;8(1):8544
- Dabaj, P., Kalender, A., & Eldeniz, A. U. (2018). Push-out bond strength and SEM evaluation in roots filled with two different techniques using new and conventional sealers. *Materials*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/ma11091620>
- Dalat DM, Spangberg LS. Effect of post preparation on the apical seal of teeth obturated with plastic thermafil obturators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1993 Dec;76(6):760-5.
- Darcey, J., Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., & Hunter, M. (2016). Modern endodontic principles part 4: irrigation. *Dental Update*, 43(1), 20–33. <https://doi.org/10.12968/denu.2016.43.1.20>

Estudo comparativo sobre técnica de obturação de cone único e resina epóxi VERSUS cone único e cimento biocerâmico: Estudo *in vitro*

Darcey, J., Roudsari, R. V., Jawad, S., Taylor, C., & Hunter, M. (2016). Modern endodontic principles part 5: obturation. *Dental Update*, 43(2), 114–129.

Darcey, J., Taylor, C., Roudsari, R. V., Jawad, S., & Hunter, M. (2015b). Modern endodontic principles part 3: preparation. *Dental Update*, 42(9), 810–822. <https://doi.org/10.12968/denu.2015.42.9.810>

Darcey, J., Taylor, C., Roudsari, R. V., Jawad, S., & Hunter, M. (2015a). Modern endodontic planning part 2: access and strategy. *Dental Update*, 42(8), 709–720. <https://doi.org/10.12968/denu.2015.42.8.709>

Darío, M. B. I. (2009). Microfiltración apical en dos técnicas de obturación: Condensación lateral y el sistema obtura II. 5(8), 21–29.

De Almeida WA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *Int Endod J* 2000;33:25-27.

De Moor RJ, De Boever JG. The sealing ability of a new epoxy resin-based root canal sealer. *J Endod*. 2000;34(6):776–9.

De Moor RJ, Hommez GM. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. *Int Endod J* 2002;35:275-82

Donnermeyer D, Schemkämper P, Bürklein S, Schäfer E. Short and Long-Term Solubility, Alkalinizing Effect, and Thermal Persistence of Premixed Calcium Silicate-Based Sealers: AH Plus Bioceramic Sealer vs. Total Fill BC Sealer. *Materials*. 2022 Oct 19;15(20):7320

Dudeja Pooja, Dudeja Krishan, Srivastava Dharendra, G. S. (2015). Microorganisms in periradicular tissues\_ Do they exist\_ A perennial controversy. 19(3), 356–363.

Dultra F, Barroso JM, Carrasco LD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Pécora JD. Evaluation of apical microleakage of teeth sealed with four different root canal sealers *J Appl Oral Sci* 2006;14:341-345.

Dummer PM, Lyle L, Rawle J, Kennedy JK. A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. *International Endodontic Journal*. 1994 Jan;27(1):32-8.

Ersahan S, Aydin C. Solubility and apical sealing characteristics of a new calcium silicate-based root canal sealer in comparison to calcium hydroxide-, methacrylate resin- and epoxy resin-based sealers. *Acta Odontol Scand*. 2013 Jan;71(3–4):857–62.

Estudo comparativo da adaptação marginal de 2 cimentos endodônticos | Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial (elsevier.es)

Fabra-Campos H. Experimental apical sealing with a new canal obturation system. *Journal of Endodontics*. 1993 Feb;19(2):71-5.

Fathia, E., Abu-bakr, N., Yahia, I. (2012). A Comparative Study of the Microleakage of Resilon\Epiphany and Gutta-Percha\AH-Plus Obturating Systems. *Iran Endodontic Journal*. Vol. 7, pp 139-143

For, C., For, C., & Excellence. ([s.d]). ENDODONTICS. Aae.org. Recuperado 18 de outubro de 2023, de <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/rootcanalirrigantsdisinfectants.pdf>

Friedman, C. E., Sandrik, J. L., Heuer, M. A., & Rapp, G. W. (1977). Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. (Fig 1), 304–308.

Garg, T. G. (2016). Comparative Evaluation of Sealing Ability of Various Single-cone Systems: An *in vitro* Study. *International Journal of Preventive and Clinical Dental Research*, 3(3), 192–196. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10052-0042> Grossman, L. (1980). Antimicrobial effect of root canal cements. 6(6).

González-Martín, M. et alii (2010). Inferior Alveolar Nerve Paresthesia after Overfilling of Endodontic Sealer into the Mandibular Canal. *Journal of Endodontics*, 36 (8), pp. 1419-1421.

Guimarães, B. et alii (2014). Influence of Ultrasonic Activation of 4 Root Canal Sealers on the Filling Quality. *Journal of Endodontics*, 40 (7), pp. 964-968.

Güven EP, Taşlı PN, Yalvac ME, Sofiev N, Kayahan MB, Sahin F. In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. *Int Endod J*. 2013;46(12):1173–82.

Güven EP, Taşlı PN, Yalvac ME, Sofiev N, Kayahan MB, Sahin F. In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bio ceramic root canal sealer. *Int Endod J* 2013; 46(12):1173-82

Inan U, Aydin C, Tunca YM, Basak F. In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *Journal (Canadian Dental Association)*. 2009;75(2):123.

Ingle JI, Bakland LK. *Endodontics*. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994. p. 575;89-6

Itoh, Y.; Sasaki, J.I.; Hashimoto, M.; Katata, C.; Hayashi, M.; Imazato, S. Pulp Regeneration by 3-dimensional Dental Pulp Stem Cell Constructs. *Journal of Dental Research*, v. 97, n. 10, p. 1137–1143, 27 set. 2018. Disponível em: Pulp Regeneration by 3-dimensional Dental Pulp Stem Cell Constructs - Y. Itoh, J.I. Sasaki, M. Hashimoto, C. Katata, M. Hayashi, S. Imazato, 2018 (sagepub.com)

Jafari, F., & Jafari, S. (2017). Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: A systematic review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(6), 812–819. <https://doi.org/10.4317/jced.53604>

Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., Darcey, J., & Qualtrough, A. (2015). Modern endodontic planning part 1: assessing complexity and predicting success. *Dental Update*, 42(7), 599–611. <https://doi.org/10.12968/denu.2015.42.7.599>

Jitaru, S., Hodisan, I., Timis, L., Lucian, A., & Bud, M. (2016). The use of Bioceramics in Endodontics - Literature Review. *Medicine and Pharmacy Reports*, 89(4), 470–473. <https://doi.org/10.15386/cjmed-612>

Kara Tuncer A, Tuncer S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *Journal of Endodontics*. 2012 Jun;38(6):860-3

Karagenc B, Gencoglu N, Ersoy M, Cansever G, Kulekci G. A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics*. 2006 Jul;102(1):110-3.

Kassar, S., Habib, A. M., Doumani, D., Abdulrab, S., & Alafif, H. (2018). Evaluation of apical sealing ability of ActiV GP\_glass ionomer sealer as a root filling material Kassar SA, Habib AA, Doumani MD, Abdulrab S, Alafif H - *Endodontology*. 30(2), 113–118.

Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *International Endodontic Journal*. 1989 May;22(3):118-24.

Kim, H., et alii (2015). Comparisons of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin-based Sealers and Residual Sealer in Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics*, 41 (12), 2025–2030

Koch K. Bioceramic technology a game changer in endodontic obturation. *NJAGD Wisdom* 2009; 6:8-11

Kohli MR, Yamaguchi M, Setzer FC, Karabucak B. Spectro photometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. *J Endod* 2015; 41(11):1862-6

Kontakiotis, E., Wu, M.-K., & Wesselink, P. R. (1997). Effect of sealer thickness on longterm sealing ability: a 2-year follow-up study. *International Endodontic Journal*, 30(5), 307–312. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1997.tb00715.x>

Kulkarni, G. (2016). Apical Seal Between Adhesive Root Canal Obturation System and Gutta-Percha/Ah-Plus Sealer: an in Vitro Comparison Study. *Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare*, 3(32), 1497–1501. <https://doi.org/10.18410/jebmh/2016/339>

Kumar S, Deshpande SJ, Rao AS. Comparison of apical sealing and periapical extrusion of the ThermoFil obturation technique with and without MTA as an apical barrier: an in vitro study. *Indian Journal of Dental Research* 2011 Sep-Oct;22(5):622-6

Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna AS, Fidel SR, Souza EM. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *Int Endod J* 2011; 44(7):662-8

Lee JK, Kwak SW, Ha JH, Lee W, Kim HC. Physicochemical Properties of Epoxy Resin Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorg Chem Appl*. 2017;2017:1–8.

Leonardo MV, Goto EH, Torres CR, Borges AB, Carvalho CA, Barcellos DC. Assessment of the apical seal of root canals using different filling techniques. *Journal of Oral Science*. 2009 Dec;51(4):593-9

Leonardo, M. (2008). O tratamento de canais radiculares – princípios técnicos e biológicos. In: Leonardo, M. (Ed.). *Materiais obturadores de canais radiculares*. São Paulo, SP, Artes Médicas, p. 1054

Lin GSS, Chan DZK, Leong JZ, Kan IZ, Xuan WM, Tee V. Dentinal tubule penetration of bioceramic-based versus epoxy resin-based root canal sealers: a systematic review and meta-analysis. *G Ital Endodonzia* [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2023 Mar 9];36(2). Available from: <https://www.giornaleitalianoendodonzia.it/gie/article/view/317>

Lone, M. M., & Khan, F. R. (2018). Evaluation Of Micro Leakage Of Root Canals Filled With Different Obturation Techniques: An In Vitro Study. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*, 30(1), 35–39. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29504326>

Lone, M. M., Khan, F. R., & Lone, M. A. (2018). Evaluation of microleakage in single rooted teeth obturated with thermoplasticized gutta-percha using various endodontic sealers: An in-vitro study. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*, 28(5), 339–343

Madhuri GV, Varri S, Bolla N, Mandava P, Akkala LS, Shaik J. Comparison of bond strength of different endodontic sealers to root dentin: an in vitro push-out test. *J Conserv Dent* 2016; 19(5):461-4

Malhotra, S., et alii (2014). Bioceramic Technology in Endodontics. *British Journal of Medicine & Medical Research*. 4 (12), pp. 2446-2454

Mandal, A., & Sally Robertson, B. S. (2013, outubro 24). *What is endodontics?* News-medical.net. <https://www.news-medical.net/health/What-is-Endodontics.aspx>

Mendoza, K. A., Marretta, S. M., Siegel, A. M., Stapleton, B. L., Wiggs, R. B., & Klippert, L. S. (2000). Comparison of two heated gutta percha and sealer obturation techniques in canine teeth of dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 17(2), 69–74. <https://doi.org/10.1177/089875640001700201>

Mokhtari, H., Shahi, S., Janani, M., Reyhani, M. F., Zonouzi, H. R. M., Rahimi, S., & Kheradmand, H. R. S. (2015). Evaluation of apical leakage in root canals obturated with three different sealers in presence or absence of smear layer. *Iranian Endodontic Journal*, Vol. 10, pp. 131–134

Nasseh A. The rise of bioceramics. *Endodontic Practice* 2009; 2:17-22

Ng, Y. L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of primary root canal treatment: Systematic review of the literature - Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal*, 41(1), 6–31. <https://doi.org/10.1111/j.1365-Bibliografia 75 2591.2007.01323.x>

Ørstavik D, Ford TPP. *Fundamentos da endodontia: prevenção e tratamento da periodontite apical*. Livraria Santos Editora; 2004. p. 1-7; 68-70; 228-31

Ozawa T, Taha N, Messer HH. A comparison of techniques for obturating oval-shaped root canals. *Dental Materials Journal* 2009 May;28(3):290-4.

Patni, P. M., Chandak, M., Jain, P., Patni, M. J., Jain, S., Mishra, P., & Jain, V. (2016). Stereomicroscopic evaluation of sealing ability of four different root canal sealers- An invitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(8), ZC37–ZC39. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/19477.8246>

Pereira, A., Nishiyama, C., & Pinto, L. (2012). Single-Cone Obturation Technique : A Literature Review. *Rsbo*, 9(4), 442–447.

Prüllage RK, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate-containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod*. 2016 Dec;42(12):1784–8.

Punia SK, Nadig P, Punia V. An in vitro assessment of apical microleakage in root canals obturated with gutta-flow, resilon, thermafil and lateral condensation: A stereomicroscopic study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2011 Apr;14(2):173-7.

Rachit, Walia et al, Evaluation of apical microleakage-using new polydimethylsiloxane-gutta percha based material: An invitro study - ScienceDirect, 2012

Raghavendra, S. S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M., & Kotadia, P. (2017). BIOCERAMICS IN ENDODONTICS – A REVIEW. 51, 128–137.

Resende LM, Rached-Junior FJA, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CES, Silva-Sousa YTC, et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J*. 2009 Sep;42(9):785–93.

[Rev Portuguesa de Estomatologia.pdf \(iscte-iul.pt\)](#)

Robberecht, L., Colard, T., & Claisse-Crinquette, A. (2012). Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system An *in vitro* study. *Journal of Oral Science*, 54(1), 99–104. <https://doi.org/10.2334/josnusd.54.99>

Rodríguez-Niklitschek C, Chuhuaicura P, Oporto GH. Antimicrobial Activity of Bioceramic Root Canal Sealers: A Systematic Review. *Int J Odontostomatol*. 2021 Jun 1;15:348–55

Sagsen, B., Er, O., Kahraman, Y., & Orucoglu, H. (2006). Evaluation of Microleakage of Roots Filled With Different Techniques With a Computerized Fluid Filtration Technique. *Journal of Endodontics*, 32(12), 1168–1170. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.07.016>

Sakamoto M, Siqueira JF, Rôças IN, Benno Y. Bacterial reduction and persistence after endodontic treatment procedures. *Oral Microbiol Immunol*. 2007;22(1):19–23.

Santos, J. M., Pereira, S., Sequeira, D. B., Messias, A. L., Martins, J. B., Cunha, H., ... Santos, A. C. (2019). Biocompatibility of a bioceramic silicone-based sealer in subcutaneous tissue. *Journal of Oral Science*, 61(1), 171–177. <https://doi.org/10.2334/josnusd.18-0145>

Schäfer E, Olthoff G. Effect of Three Different Sealers on the Sealing Ability of Both Thermafil Obturators and Cold Laterally Compacted Gutta-Percha. *Journal of Endodontics*. 2002;28(9):638-42.

Shokouhinejad N, Gorjestani H, Nasseh AA, Hoseini A, Mohammadi M, Shamshiri AR. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. *Aust Endod J* 2013; 39(3):102-6

Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Ashoftehyazdi K, Zahraee S, Khoshkhounejad M. Marginal adaptation of new biocera mic materials and mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscopy study. *Iran Endod J* 2014; 9(2):144-8

Singh G, Gupta I, Elshamy FM, Boreak N, Homeida HE. *In vitro* comparison of antibacterial properties of bioceramic--based sealer, resin-based sealer and zinc oxide eugenol based sealer and two mineral trioxide aggregates. *Eur J Dent* 2016; 10(3):366-9

Singh, H. (2016). Microbiology of Endodontic Infections. *Journal of dental and Oral Health*, 2(5), 2–5.

Stambolsky, C.; Rodríguez-Benítez, S.; Gutiérrez-Perez, J.L.; Torres-Lagares, D.; Martín-González, J. et al. Histologic characterization of regenerated tissues after pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis using tri-antibiotic paste and platelet-rich plasma. *Archives of Oral Biology*, v. 71, p. 122–128, 2016. Disponível em: Histologic characterization of regenerated tissues after pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis using tri-antibiotic paste and platelet-rich plasma - ScienceDirect

Stavileci M, Hoxha V, Gordusys O, Tatar I, Laperre K, Hostens J, et al. Effects of preparation techniques on root canal shaping assessed by micro-computed tomography. *Medical Science Monitor Basic Research*. 2013;19:163-8.

Sungur, D. D., Moizadeh, A. T., Wesselink, P. R., Tarhan, S. Ç., & Özok, A. R. (2016). Sealing efficacy of a single-cone root filling after post space preparation. *Clinical Oral Investigations*, 20(5), 1071–1077. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1593-2>

Tamse A, Katz A, Kablan F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. *International Endodontic Journal*. 1998 Sep;31(5):333-7.

Tay, F. R., Loushine, R. J., Lambrechts, P., Weller, R. N., & Pashley, D. H. (2005). Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: A theoretical modeling approach. *Journal of Endodontics*, 31(8), 584–589. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000168891.23486.de>

Teles MT, Paulo MF, Capelas JA, Melo P, Cunha LM. Estudo Comparativo da Capacidade de Selamento de Três Técnicas de Obturação de Canais Radiculares *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2005 out/dez. 2005;46(4):203-10

- Tomson, P., & Simon, S. (2016). Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. *Primary Dental Journal*, 5(2), 46–53. <https://doi.org/10.1308/205016816819304196>
- Tomson, R. M. E., Polycarpou, N., & Tomson, P. L. (2014). Contemporary obturation of the root canal system. *British Dental Journal*, 216(6), 315–322. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.205>
- Tomson, R. M. E., Polycarpou, N., & Tomson, P. L. (2014). Contemporary obturation of the root canal system. *British Dental Journal*, 216(6), 315–322. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.205>
- Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H, Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin--based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers. *J Endod* 2013; 39(12):1630-3
- Tour Savadkouhi S, Fazlyab M. Discoloration Potential of Endodontic Sealers: a brief review. *Iran Endod J* 2016; 11(4):250-4
- Tyagi, P. et alii (2013). Evolution of Root Canal Sealers: An Insight Story. *European Journal of General Dentistry*, 2 (3), pp. 199-218
- Uzunoglu E, Yilmaz Z, Sungur DD, Altundasar E. Retreatability of Root Canals Obturated Using Gutta-Percha with Bioceramic, MTA and Resin-Based Sealers. *Iran Endod J* 2015; 10(2):93-8
- Varguez AC, Basoco BIS, Vizcarra BG, Gomez LJV, Fernández DJ, Aguilera NR, et al. Comparative in vitro Study of the Bond Strength on Dentin of Two Sealing Cements: BC-SEALER and AH-PLUS. *Rev. mex. ing. bioméd.* 2016;37(2):115-122
- Verissimo DM, do Vale MS. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *Journal of Oral Science*. 2006 Sep;48(3):93-8.
- Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics*. 2005;12(1):2-24.
- Willershausen I, Wolf T, Kasaj A, Weyer V, Willershausen B, Marroquin BB. Influence of a bio-ceramic root end material and mineral trioxide aggregates on fibroblasts and osteoblasts. *Arch Oral Biol* 2013; 58(9):1232-7
- Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *International Endodontic Journal*. 1993 Jan;26(1):37-43
- Yilmaz, Z., et al. (2009). Microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. Vol.108, pp 124-128;
- Zamparini F, Prati C, Taddei P, Spinelli A, Di Foggia M, Gandolfi MG. Chemical-Physical Properties and Bioactivity of New Premixed Calcium Silicate-Bioceramic Root Canal Sealers. *Int J Mol Sci*. 2022 Nov 11;23(22):13914





Exma. Senhora  
Prof. Doutora Sandra Gavinha  
Diretora da FCS

| Nº                          | Data                |
|-----------------------------|---------------------|
| FCS/MMED_NOTURRN – 549/24-2 | 11 de Abril de 2024 |

Exma. Senhora Professora Doutora,


A Comissão de Ética apreciou o projeto de investigação apresentado por Ana Luísa Ribeiro da Costa, intitulado "Estudo comparativo sobre técnica de obturação com cone único e resina epoxy versus cone único e cimento biocerâmico – Estudo *In Vitro*", a realizar no âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Dentária.

A Comissão de Ética considera que as dúvidas colocadas na apreciação anterior foram dirimidas.

Deste modo, a Comissão de Ética considera nada haver a opor quanto à realização deste projeto desde que a Direção Clínica das Clínicas Pedagógicas de Medicina Dentária da FCS-UIP dê parecer positivo para a realização do estudo nas suas instalações.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da  
Comissão de Ética da UFP

  
Inês Lopes Cardoso



FUNDAÇÃO ENSINO E CULTURA "FERNANDO PESSOA"

NIPC. 502 057 602 • Reg. Comercial nº.26 Conservatória do Registo Comercial do Porto

FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
Praça 9 de Abril, 349 • 4249-004 Porto • Portugal  
T. +351 22 507 1300\* • <https://www.ufp.pt>  
[geral@fundacaofernandopessoa.pt](mailto:geral@fundacaofernandopessoa.pt)

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
Rua Carlos da Maia, 296 • 4200-150 Porto • Portugal  
T. +351 22 507 4630\* • <https://www.ufp.pt>  
[geral@fundacaofernandopessoa.pt](mailto:geral@fundacaofernandopessoa.pt)

FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
Praça 9 de Abril, 349 • 4249-004 Porto • Portugal  
T. +351 22 507 1300\* • <https://www.ufp.pt>  
[geral@fundacaofernandopessoa.pt](mailto:geral@fundacaofernandopessoa.pt)

\* (chamada para a rede fixa nacional)

Entgegen allgemeiner Se o  
kosten für Realisations von CPMS.

10-4-24