



FACULDADE DE MEDICINA  
UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

**Infiltração apical de dentes com tratamento endodôntico: estudo in vitro**

Maria Beatriz Nunes Martins Fonseca Rascão

Trabalho realizado sob a orientação de:

**Orientador:** Professor Doutor Manuel Marques Ferreira

**Coorientador:** Dr. José Pedro Martinho

**Coimbra, junho de 2020**



Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra  
Coimbra, 2019/2020

**Infiltração apical de dentes com tratamento endodôntico: estudo in vitro**

**Rascão MB<sup>1</sup>; Martinho JP<sup>2</sup>; Ferreira MM<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal

<sup>2</sup> Assistente Convidado, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal

<sup>3</sup> Professor Associado com Agregação, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal

Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra Av. Bissaya

Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra, Portugal

Telemóvel: +351 239 484 183

Fax: +351 239 402 910

**E-mail:** [beatriznmfrascao@gmail.com](mailto:beatriznmfrascao@gmail.com)

## Índice

<i>Introdução</i> .....	7
<i>I. Seleção da Amostra</i> .....	9
<i>II. Cimentos Endodônticos</i> .....	9
<i>III. Preparação Químico-Mecânica da Amostra</i> .....	10
<i>IV. Obtenção dos Dentes Preparados</i> .....	11
<i>V. Preparação do Canal Radicular para Colocação de Espigão</i> .....	12
<i>VI. Infiltração da Amostra</i> .....	13
<i>VII. Análise Estatística</i> .....	14
<i>Resultados</i> .....	15
<i>Discussão</i> .....	17
<i>Conclusão</i> .....	22
<i>Referências Bibliográficas</i> .....	23

## Resumo

**Introdução:** O tratamento endodôntico consiste na remoção do biofilme com protocolos de desinfecção e conformação canalar para posterior obturação. O *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> (Coltene/Whaledent AG, Altstätten, Suíça) é um cimento biocerâmico desenvolvido para melhorar as propriedades dos cimentos disponíveis no mercado, tendo sido efetuada a comparação entre este cimento e o *gold standard*, *AH Plus*<sup>®</sup>, com o objetivo de avaliar a capacidade de selagem apical dos mesmos.

**Materiais e Métodos:** Foram selecionados dentes, sendo estes standardizados segundo os critérios de inclusão, tendo sido instrumentados e obturados. As amostras foram preparadas para colocação de espigão imediatamente após o procedimento endodôntico. Em seguida, foi efetuada a avaliação da microinfiltração com azul de metileno a 2%, com o intuito de comparar os dois cimentos utilizados no estudo. A análise dos resultados foi efetuada através da observação das amostras num estereomicroscópio e o programa ImageJ, tendo sido feita a análise estatística com recurso ao software STATA v.15.0 (StataCorp LLC, Texas, USA) com um nível de significância definido para  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Os grupos em estudo apresentam níveis de microinfiltração semelhantes, tendo o grupo BIOSEAL demonstrado valores superiores de selagem apical, aproximando-se do grupo controlo negativo. Nenhum cimento endodôntico no estudo obteve 100% de selagem apical. Verificou-se que não havia diferenças estatisticamente significativas entre os grupos dos cimentos em estudo.

**Discussão:** O cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> apresenta uma microinfiltração inferior quando comparado com o cimento *AH Plus*<sup>®</sup>, resultando numa melhor selagem apical, apesar de estas diferenças não serem estatisticamente significativas ( $p=0,119$ ). É importante referir que o presente estudo apresenta algumas limitações, como o tamanho da amostra, o método utilizado para avaliação da selagem apical do cimento, assim como se tratar de um estudo *in vitro*.

**Conclusão:** Assim, apesar de não haver diferenças estatisticamente significativas, detetou-se uma menor microinfiltração apical no cimento em estudo, frisando-se, contudo, que serão necessários mais estudos para comprovar a veracidade dos resultados.

**Palavras-chave:** *AH Plus*<sup>®</sup>, Azul de Metileno, Espigão, *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>, Microinfiltração Apical, Selagem Apical

## **Abstract**

**Introduction:** Endodontic treatment consists of removing the biofilm with disinfection and canal conformation protocols for later filling. *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> (Coltene / Whaledent AG, Altstätten, Switzerland) is a bioceramic cement developed to improve the properties of the cements available on the market, having been compared between this cement and the *gold standard*, *AH Plus*<sup>®</sup>, with the objective of evaluating their apical sealing ability.

**Materials and Methods:** Teeth were selected, which were standardized according to the inclusion criteria, having been instrumented and filled. The samples were prepared for placement of the post immediately after the endodontic procedure. Then, the microleakage evaluation with 2% methylene blue was carried out, in order to compare the two cements used in the study. The analysis of the results was carried out through the observation of the samples in a stereomicroscope, and the program ImageJ, having been made the statistical analysis using the software STATA v. 15.0 (StataCorp LLC, Texas, USA) with a level of significance set at  $p < 0.05$ .

**Results:** The study groups have similar levels of microleakage, with the BIOSEAL group showing superior values of apical sealing, approaching the negative control group. No endodontic cement in the study achieved 100% apical sealing. It was also found that there were no statistically significant differences between the groups of cements under study.

**Discussion:** The *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> cement presents a lower microleakage when compared to *AH Plus*<sup>®</sup> cement, resulting in better apical sealing, although these differences are not statistically significant ( $p = 0.119$ ). It is important to note that the present study has some limitations, such as the sample size, the method used to assess the apical seal of the cement, as well as being an *in vitro* study.

**Conclusion:** Thus, although there are no statistically significant differences, a lower apical microleakage of the cement under study was detected, and further studies are needed to prove the veracity of the results.

**Keywords:** *AH Plus*<sup>®</sup>, Apical Microleakage, Apical Sealing, *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>, Methylene Blue, Post

## Introdução

A terapêutica endodôntica baseia-se em princípios como a remoção do biofilme bacteriano com protocolos de desinfecção e irrigação, bem como a conformação canal para receber o material de obturação.(1,2) O procedimento de obturação constitui um passo importante cujo objetivo é o preenchimento do espaço em três dimensões, dentro dos limites adequados, utilizando os materiais e técnicas indicadas.(3–8)

Assim, várias técnicas de obturação foram propostas para garantir uma selagem eficiente do canal radicular,(9) sendo a combinação da guta-percha com cimentos endodônticos a técnica mais comum.(10,11) É essencial estabelecer uma barreira eficaz para impedir a circulação de microorganismos/seus subprodutos para os tecidos periapicais, criando assim uma selagem apical, garantindo o sucesso do tratamento.(5,8,12–17)

Um dente com tratamento endodôntico é considerado mais propenso a fratura quando comparado com um dente vital.(18) Após a terapêutica endodôntica, quando a estrutura coronária remanescente é inadequada, muitas vezes é necessário a colocação de um espigão.(12) Sendo a principal função deste, a retenção de um núcleo para a restauração final e não para o fortalecimento do dente.(18,19) Durante a preparação para a colocação de um espigão, a integridade e selagem apical não devem ser alteradas.(12) Contudo, muitas vezes, essa selagem é deteriorada, resultando em insucesso.(12,20)

A má selagem apical foi responsável, segundo alguns autores, por cerca de 60% das falhas endodônticas.(17) Neste contexto, o papel do cimento endodôntico permanece crítico visto que a guta-percha não adere às paredes dentinárias e, portanto, a falha do tratamento pode ocorrer devido à microinfiltração na interface do cimento-dentina e cimento-núcleo.(21,22) O cimento é recomendado devido ao seu papel como lubrificante e por aprimorar a selagem, reduzindo a possibilidade de invasão dos tecidos periapicais por bactérias residuais.(23,24)

Novos cimentos endodônticos foram introduzidos no mercado na tentativa de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas.(5,21) São classificados em cimentos à base de óxido de zinco-eugenol,(5,25) de silicone,(5,10,25) de resinas (epóxica e metacrilato),(5,25) de fosfato de silicato de cálcio,(5,10) de hidróxido de cálcio,(17,25) à base de ionômero de vidro(25) e os biocerâmicos.(5) Estes últimos, têm atraído atenção devido à capacidade de aderir à estrutura dentária, ao pH alcalino, à estabilidade química no ambiente biológico, à capacidade de liberação de substâncias biologicamente ativas e à promoção da diferenciação de odontoblastos,(26) entre outras propriedades biológicas.(21,24)

O *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> (Coltene/Whaledent AG, Altstatten, Suíça) é uma nova formulação de polidimetil-siloxano-gutta-percha com partículas de silicato de cálcio, óxido de zircônio, platina e vidro bioativo cerâmico, introduzido recentemente no mercado.(5,10,11,15,25,27–30) Desenvolvido para melhorar a bioatividade,(27,28) biocompatibilidade,(31) e favorecer a regeneração dos tecidos periapicais.(25,27–29)

O *AH Plus*<sup>®</sup> (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) é um cimento à base de resina epóxica utilizado como *gold standard*(28,32) devido às excelentes propriedades físico-químicas,(27,33,34) incluindo a adesão à dentina, boa capacidade de selamento,(12,33) resistência e estabilidade dimensional.(33)

Os métodos mais utilizados para avaliar a microinfiltração e selagem dos materiais de obturação são os diferentes marcadores, como, corantes, isótopos radioativos, bactérias e seus subprodutos.(35) Sendo a técnica mais prevalente o uso de corantes, nomeadamente uma solução aquosa de 2% de azul de metileno devido à facilidade de execução.(17)

Uma vez que na literatura se desconhecem publicações sobre a capacidade de selagem do *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> após o preparo para espigões, o objetivo deste trabalho foi avaliar, através da utilização do corante azul de metileno a 2%, a capacidade de selagem deste após a preparação imediata para colocação de espigão, quando comparado com o cimento *AH Plus*<sup>®</sup>.

Hipótese nula: Não existem diferenças significativas na microinfiltração apical entre o *AH Plus*<sup>®</sup> e o *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>.

Hipótese alternativa: O *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> é mais eficaz na selagem apical dos canais radiculares.



## **Materiais e Métodos**

### **I. Seleção da Amostra**

Foram selecionados 44 dentes monorradiculares extraídos na clínica de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, por motivos ortodônticos, periodontais ou por lesão de cárie. Este estudo foi levado à Comissão de Ética da FMUC e aprovado para realização do projeto de investigação apresentado.

As amostras foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios de inclusão:

- Dentes com canal único tipo I de Weine;
- Canais retos e permeáveis;
- Ápice completamente formado.

Os critérios de exclusão foram:

- Dentes com canais calcificados;
- Dentes com obstruções no interior do canal;
- Reabsorções radiculares internas e externas;
- Dentes com tratamento endodôntico prévio;
- Cáries radiculares;
- Fraturas radiculares.

Para a seleção das amostras, foram realizadas radiografias anguladas no sentido vestibulo-lingual/vestibulo-palatino e mesio-distal, de forma a confirmar a presença dos critérios de inclusão e excluir amostras segundo os critérios de exclusão.

Os dentes selecionados foram armazenados em Cloramina T a uma temperatura de 4°C até ao momento da realização do protocolo experimental.

### **II. Cimentos Endodônticos**

O cimento endodôntico usado neste estudo foi o cimento biocerâmico *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> e comparado com um cimento à base de resina epóxica, o *AH Plus*<sup>®</sup> (Tabela I).

**Tabela I:** Composição dos cimentos em estudo.

<b>MATERIAIS</b>	<b>FABRICANTE</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>
<b>AH PLUS<sup>®</sup></b>	Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha	<u>Pasta A (base)</u> é constituída por resina epóxica de bisfenol-A e resina epóxica de bisfenol-F, tungstato de cálcio, óxido de zircónio, sílica e pigmentos de óxido de ferro  <u>Pasta B (catalisadora)</u> é constituída por aminoadamantane, dibenzildiamina, TCD–diamine, tungstato de cálcio, óxido de zircónio, sílica e óleo de silicone
<b>GUTTAFLOW BIOSEAL<sup>®</sup></b>	Coltène Whaledent AG, Alstatten, Suíça	É constituído por guta-percha em pó, polidimetilsiloxano, agente catalítico de platina, dióxido de zircónio, micropartículas (conservante), corante, vidro cerâmico ativo

### III. Preparação Químico-Mecânica da Amostra

Na amostra selecionada, procedeu-se à remoção do ligamento periodontal com curetas de *Gracey*. Em seguida, as coroas foram removidas utilizando uma broca cilíndrica diamantada de alta rotação, perpendicularmente ao longo eixo radicular, aplicando irrigação constante, resultando na obtenção de segmentos radiculares com 16 mm de comprimento. Após a secção e remoção da coroa, foi realizada a cavidade de acesso utilizando uma broca esférica montada em turbina nos dentes cujo canal não foi exposto.

Posteriormente e após a exploração inicial do canal foi feita a permeabilização apical com uma lima manual K do tamanho ISO #15 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) de modo a que fosse visível a sua saída no ápice. O comprimento de trabalho estabelecido foi de 15 mm, de modo a instrumentar até à distância de 1 mm do ápice. Iniciou-se a instrumentação e a irrigação do canal foi efetuada com 2 ml de NaOCl (hipoclorito de sódio) a 2,5% utilizando

uma agulha de irrigação de extremidade fechada e abertura lateral a 3 mm do comprimento de trabalho.

Foram usadas limas *Protaper Next<sup>TM</sup>* (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) para a preparação canalar das amostras, utilizando a sequência X1 (017/04), X2 (025/06), X3 (030/07) num movimento de rotação contínua no sentido horário, através do motor *Wave One<sup>TM</sup>* (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) com torque 3 Ncm e 300 rpm até se atingir de forma passiva o comprimento de trabalho. Após a utilização de cada um dos sucessivos instrumentos *Protaper Next<sup>TM</sup>* irrigou-se o canal com 2 ml de NaOCl a 2,5% e recapitulando-se com a lima manual K com tamanho ISO #15, para manter a permeabilização apical.

Depois da instrumentação verificou-se o ajustamento da lima manual K com tamanho ISO #30 ao canal, através da sua rotação a 180°, de modo a confirmar o seu ajustamento passivo, assegurando assim, que o cone de guta-percha X3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) corresponde ao diâmetro correto em apical.

Após a confirmação e seleção do cone de guta-percha, procedeu-se ao protocolo final de irrigação para remoção da *smear-layer*, irrigando o canal com 1 ml de EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) a 17% (*Canal Pro<sup>TM</sup>*, *Coltène/Whaledent Inc.* Langeneu, Alemanha) durante 1 minuto, seguindo-se a sua neutralização com soro fisiológico (2 ml). Finalmente, os dentes foram colocados em soro fisiológico e mantidos à temperatura ambiente, até à sua obturação.

#### IV. Obturação dos Dentes Preparados

De forma aleatória, as amostras foram distribuídas por 4 grupos, 2 grupos controlo (negativo e positivo) e 2 grupos experimentais:

- Grupo CN (controlo negativo, n=7): amostras instrumentadas e obturadas sem cimento endodôntico;
- Grupo CP (controlo positivo, n=7): dentes instrumentados e não obturados;
- Grupo AH Plus (n=15): dentes obturados com a técnica de condensação vertical a quente com onda contínua, cone único de guta-percha X3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) e com o cimento endodôntico *AH Plus*<sup>®</sup>;
- Grupo BIOSEAL (n=15): dentes obturados com a técnica de condensação vertical a quente com onda contínua, cone único de guta-percha X3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) e com o cimento endodôntico *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>.

Os canais previamente preparados foram secos com cones de papel X3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça), e, em seguida, a obturação foi realizada pela técnica de condensação vertical a quente com onda contínua, com o sistema *E&Q Master Pen* (*Meta Biomed*, Chalfont, USA).

O cone de guta-percha X3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) foi selecionado correspondendo à última lima utilizada na instrumentação e certificou-se que o cone apresentava *tug-back* e que se encontrava ao comprimento de trabalho.

Subsequentemente, foi estabelecido o comprimento para um condensador vertical do transportador de calor (*Meta Biomed*, Chalfont, USA), cujo comprimento corresponde a menos 6 mm do comprimento de trabalho e ajustou-se um stop de silicone.

Realizou-se, então, a desinfecção dos cones de guta-percha X3 com NaOCl a 5,25%, durante 45 segundos, passou-se posteriormente uma compressa humedecida com álcool a 70% nos cones e ajustaram-se ao comprimento de trabalho.

Nos grupos experimentais, foi aplicada uma camada do respectivo cimento de cada grupo no cone selecionado. Os cimentos foram misturados de acordo com as instruções do fabricante. O cone foi introduzido no canal e efetuou-se a condensação vertical a quente com o condensador vertical do transportador de calor de modo a deixar preenchidos os últimos 6 mm.

No grupo controlo negativo foi realizada a técnica anteriormente descrita, mas sem qualquer cimento endodôntico. Para avaliar a qualidade do preenchimento dos canais radiculares foram realizadas radiografias. A obturação foi considerada ótima quando não havia espaços vazios na radiografia.

#### V. Preparação do Canal Radicular para Colocação de Espigão

Relativamente à preparação do espaço para a colocação de espigão, esta foi realizada imediatamente após a obturação, com brocas *Gates-Glidden* nº 1, 2 e 3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) sequencialmente, de modo a deixar 4 mm de material obturador remanescente em apical. Radiografias foram obtidas de modo a confirmar os 4 mm remanescentes de material obturador.

Os orifícios do canal radicular foram protegidos com uma bola de algodão estéril e *Cavit™ G*, (*3M ESPE AG*, Seefeld, Alemanha), e todas as amostras foram armazenadas durante 7 dias a 37°C e 100% de humidade para permitir a polimerização completa do

cimento, antes da avaliação da infiltração apical através do uso de um corante. O protocolo experimental foi realizado por um único operador.

## VI. Infiltração da Amostra

As amostras em todos os grupos, exceto no grupo controlo negativo (CN), foram cobertas com duas camadas de verniz de unhas excluindo os 3 mm apicais. Para obter esta padronização, os dentes foram inseridos em placas de cera rosa, de modo a que os 3 mm apicais ficassem recobertos por cera rosa enquanto era feita a colocação de verniz na superfície externa da raiz.

As amostras do grupo controlo negativo (CN) foram totalmente cobertas com duas camadas de verniz de unhas, de cores diferentes, de modo a distinguir as amostras dos 4 grupos. Após a secagem do verniz, todas as amostras foram imersas em azul de metileno a 2% durante 24 horas à temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram retiradas, tendo sido lavadas com água corrente para remover o excesso de corante na superfície externa da raiz do dente, e secas em papel absorvente. O verniz foi, então, removido com recurso a um bisturi.

Posteriormente, os dentes foram seccionados verticalmente ao longo do eixo radicular do dente, dividindo-o em duas partes utilizando um disco de corte diamantado a baixa rotação. Ambas as partes foram observadas num estereomicroscópio e apenas uma das partes foi selecionada e examinada em 20x de ampliação quanto à sua extensão apico-coronal visível da penetração do corante (em milímetros) a partir da constrição apical. Para o efeito foi colocada uma régua milimétrica para corresponder aos valores obtidos.

Por fim, as imagens foram observadas e registados os valores da microinfiltração apical de cada amostra através do programa ImageJ, e arquivados numa tabela Excel. Foram efetuadas três observações pelo mesmo observador e uma por um médico dentista especialista. Os valores obtidos em pixéis foram então convertidos para milímetros, foi efetuada uma média dos valores obtidos em todas as observações e os dados foram submetidos à análise estatística.

## VII. Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao software STATA v.15.0 (StataCorp LLC, Texas, USA) com um nível de significância definido para  $p < 0,05$ . A normalidade de distribuição das variáveis quantitativas foi avaliada com o teste de *Shapiro-Wilk W* e o teste ANOVA foi utilizado para determinar diferenças entre os 4 grupos analisados, assim como para avaliar as diferenças inter-grupos.

## Resultados

Durante o procedimento experimental foram excluídos um espécime em cada um dos grupos em estudo (AH Plus e BIOSEAL).

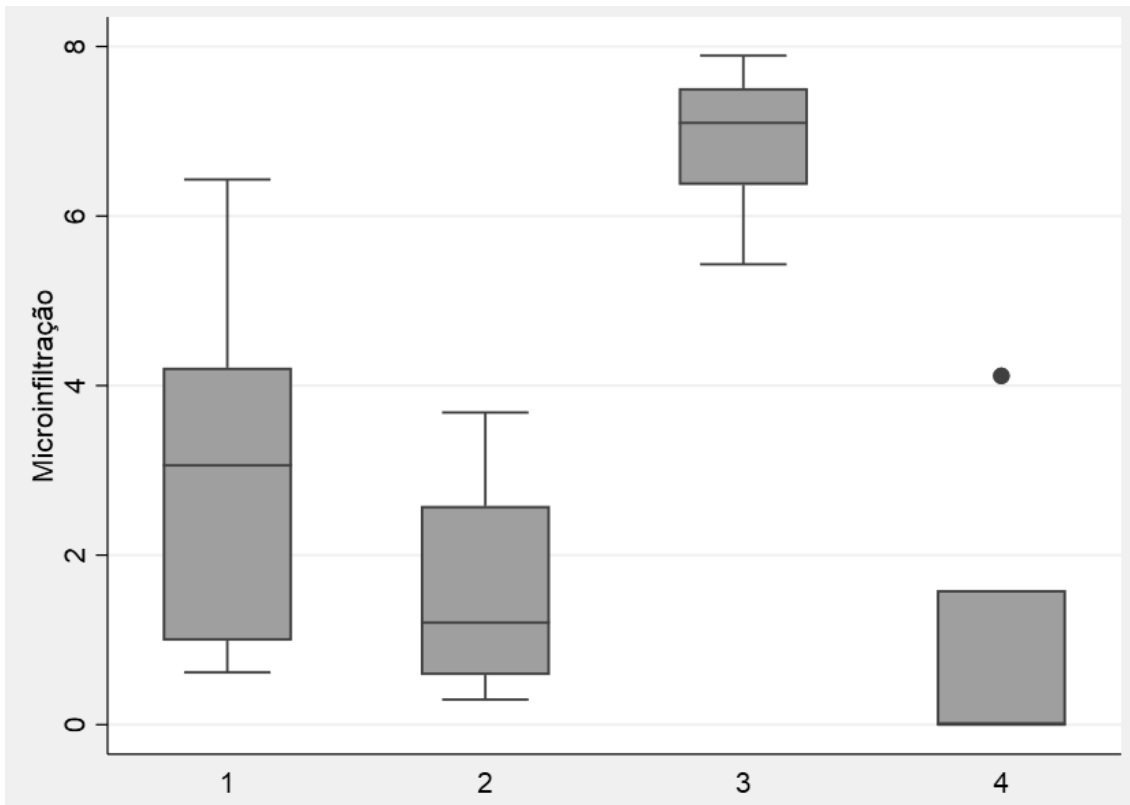
Da observação experimental foram obtidos valores médios da microinfiltração em cada amostra que, posteriormente, foram analisados estatisticamente (Tabela II).

As amostras estudadas apresentaram normalidade da distribuição dos valores para cada grupo, tendo sido utilizado o teste paramétrico *ANOVA* para comparação dos quatro grupos. As comparações múltiplas foram realizadas de acordo com *Bonferroni* no *software* STATA (Texas, USA). Os valores obtidos estão apresentados no Gráfico 1.

**Tabela II:** Resultados obtidos após a infiltração com azul de metileno a 2%, visualizadas através do estereomicroscópio a 20x.

<b>Grupos</b>	Grupo AH Plus	Grupo BIOSEAL	Grupo Controlo Positivo	Grupo Controlo Negativo
<b>Média ± Desvio padrão</b>	2,99 ± 0,65 a	1,54 ± 0,52 a	6,81 ± 0,34 b	0,51 ± 0,32 a

\*As letras minúsculas diferentes apresentadas na tabela significam que existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos



**Gráfico 1.** Valores médios e desvio-padrão das medições obtidas depois da infiltração com azul de metileno a 2%, observadas ao estereomicroscópio. Os grupos estão designados como: G1 = grupo AH Plus, G2 = grupo BIOSEAL, G3 = grupo de controlo positivo, G4 = grupo de controlo negativo.

Foram observadas diferenças significativas entre os grupos analisados ( $F=24,87$ ;  $p<0,001$ ). Quando comparados os grupos, o grupo 1 não obteve diferenças estatisticamente significativas entre o grupo 2 ( $p=0,119$ ) e o 4 ( $p=0,062$ ). Relativamente ao grupo 2 não houve diferenças estatisticamente significativas quando comparado ao grupo 4 ( $p=1,000$ ). Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo 3 e os restantes grupos ( $p<0,001$ ).

Os grupos AH Plus e BIOSEAL apresentaram valores médios de microinfiltração de  $2,99 \pm 0,65$  e de  $1,54 \pm 0,52$  respetivamente, verificando-se a presença de uma microinfiltração superior no grupo AH Plus quando comparado ao grupo BIOSEAL ( $p= 0,119$ ), apesar desta diferença não ser estatisticamente significativa, o grupo BIOSEAL demonstrou menor microinfiltração, aproximando-se mais dos valores do grupo de controlo negativo.



## Discussão

O sucesso do tratamento endodôntico baseia-se no adequado desbridamento, desinfecção e obturação do espaço pulpar.(36) Este é alcançado através da combinação da preparação biomecânica e desinfecção química, para a remoção de bactérias e detritos orgânicos e inorgânicos,(37) seguido de uma obturação tridimensional adequada.(38) Assim, a terapêutica endodôntica adequada está diretamente relacionada com o sucesso a longo prazo.(39)

Após a realização do procedimento endodôntico, deve-se verificar se existem espaços vazios no interior do canal radicular obturado, visto que estes espaços podem funcionar como reservatórios de microorganismos, podendo resultar em reinfeção.(38)

A restauração de dentes com tratamento endodôntico é um desafio clínico, porque estes geralmente possuem pouca estrutura coronária para reter o material restaurador.(40) Um método comum para restauração destes dentes é através da colocação de uma coroa, restauração indireta ou direta, associado à colocação de um espigão intrarradicular, de modo a que haja retenção da restauração.(39) Para a colocação do espigão, o canal radicular deverá ser corretamente preparado.(39)

Esta preparação envolve a remoção parcial do material de obturação do canal, assim como a remoção de dentina ao longo das paredes do canal, para receber o espigão.(39)

No entanto, durante a preparação mecânica do espaço para a colocação do espigão, ou seja, a remoção parcial da guta-percha do canal, é possível que a integridade da selagem apical e a continuidade do material de preenchimento possa ser alterada.(12,39,41–43) Esta solução de continuidade da selagem apical vai depender de vários fatores como o tempo que vai desde o término da obturação até à preparação do espaço para o espigão,(20,21,40) o método de preparação canal,(13,21,39,40) o comprimento de material remanescente (13,21,44,45) e o tipo de cimento endodôntico utilizado.(12,20,40)

A integridade da selagem apical e de todo o material de obturação remanescente deve ser mantida para que ocorra sucesso efetivo do tratamento endodôntico.(5)

A obturação do canal radicular consiste, por norma, na combinação de guta-percha com um cimento endodôntico.(46) Existem várias técnicas de obturação descritas na literatura, tais como a condensação lateral a frio, considerada a mais utilizada.(29,36,46) Mas também técnicas mais recentes como a compactação vertical quente e as que utilizam transportadores.(36)

Para a realização deste estudo, foi usada a técnica de condensação vertical com onda de calor contínua. Esta técnica é referida na literatura como a que promove uma selagem apical mais efetiva, com menos espaços vazios,(3,38) quando comparada com a técnica convencional de condensação lateral, cumprindo melhor os requisitos de preenchimento 3D do canal radicular, assim como homogeneidade da obturação.(23)

Tal como foi referido anteriormente, a restauração de um dente tratado endodonticamente, por vezes necessita de uma retenção tornando-se necessário a preparação para a colocação de um material retentivo, um espigão.(39) Esta preparação envolve a remoção de material de obturação, a remoção de dentina ou a combinação de ambos.(39)

Assim, existem métodos químicos, térmicos e mecânicos.(45) Os primeiros utilizam solventes que proporcionam a dissolução da guta-percha.(45) Já os métodos térmicos removem o material obturador com o auxílio de plugs aquecidos, e os últimos utilizam brocas, tais como as Gates Glidden, para eliminar o material de obturação pretendido.(45)

Segundo Mattison e colaboradores, os padrões de extravasamento do método térmico e mecânico foram inferiores quando comparado com o método químico.(45) Isto deve-se à pressão vertical dos métodos térmicos que pode aumentar a eficácia da selagem apical.(45) Foi também referido que houve uma diferença mínima entre o extravasamento dos métodos mecânicos e térmicos.(45) Assim, no presente estudo, selecionamos o método mecânico para a preparação intracanal para a colocação do espigão.

De acordo com Metzger e colaboradores, num dente com tratamento endodôntico e preparação imediata para colocação de um espigão, é considerado que a sua selagem apical, é proporcional ao comprimento do material de obturação deixado.(44,45) Concluindo que um remanescente mínimo de material de obturação pode levar a que a selagem se torne imprevisível.(44,45)

Segundo outro autor, para garantir a selagem apical seria necessário manter entre 3 a 5 mm de material remanescente intacto no canal.(45) Refere ainda que 3 mm seria o mínimo para manter o sucesso endodôntico e que 5 mm seria uma margem superior segura, dependendo sempre do tipo de cimento.(44) Já um remanescente de 4 mm não demonstrou diferenças significativas quanto à selagem apical, quando comparada com o remanescente de 5 mm.(21,44) Assim, tendo em conta que a literatura refere que os preparos para a colocação de espigão devem deixar um remanescente apical da obturação entre 3 e 5 mm, o nosso estudo foi feito deixando 4 mm de material de obturação remanescente.(21)

A seleção dos cimentos endodônticos também influencia a capacidade de criar e manter uma selagem apical estável.(47)

No nosso estudo foi usado o cimento *AH Plus*<sup>®</sup>, considerado, como *gold standard* devido à suas propriedades, que comparámos com o cimento biocerâmico *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>.(33,48)

O tempo ocorrido posteriormente à obturação, para o preparo intracanal definido para este cimento, foi o imediato, ao invés do tardio, por ser referido na literatura que apresenta melhores resultados.(33) Isto pode ser explicado pelo facto de os cimentos ainda não estarem estabilizados imediatamente após a obturação, e as porosidades e vazios criados pela remoção do material de obturação serem compensadas pelo fluxo do cimento que ainda não endureceu.(33) Relativamente à selagem apical, o melhor resultado obtido foi até às 72 horas após a obturação, devido à sua estabilidade dimensional, e, portanto, optou-se por realizar a remoção do material de obturação imediatamente após a sua obturação.(12)

O cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> utilizado neste estudo, distingue-se por ser um cimento enriquecido com hidroxiapatite,(49) formulado com polidimetilsiloxano, partículas de gutapercha, nano partículas de prata, silicato de cálcio, óxido de zinco e um vidro bioativo cerâmico,(34) que liberta constituintes naturais que reparam e regeneram os tecidos periapicais.(4,11)

Quanto às propriedades deste cimento, a presença de silicato de cálcio resulta numa boa selagem apical.(5) Foram também detetadas partículas de zinco, oxigénio, ferro, alumínio e magnésio, no entanto este não contém bismuto.(11) A substituição deste último para o óxido de zinco como radiopacificador, tem como justificação, a não interferência deste na hidratação dos cimentos à base de silicato de cálcio, e como tal, tornando-o mais biocompatível.(4,11) Além disso, este não provoca alterações na coloração dos dentes, sendo, portanto, uma mais valia estética.(11)

De acordo com Camargo e colaboradores, o cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> possui um tempo de presa menor quando comparado com o cimento *AH Plus*<sup>®</sup>, devido a polímeros de polidimetilsiloxano, que promovem a reação de polimerização e a rapidez no endurecimento.(4) Este apresenta também um aumento do pH tornando-o bacteriostático, podendo ter efeitos antibacterianos.(4,5) Esta alcalinização devido ao pH elevado pode ainda impedir a dissolução de compostos mineralizados dos dentes, e contribuir para a formação e deposição de hidroxiapatita com conseqüente formação de tecidos duros.(5,24) A presença de materiais biointerativos, capazes de se fixarem e libertarem iões biologicamente

disponíveis para os depósitos de hidroxiapatita, contribui também para a remineralização da dentina.(5)

Segundo a literatura, o cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> tem demonstrado uma solubilidade maior relativamente ao cimento *AH Plus*<sup>®</sup>, assim como uma alta absorção de água.(4,5) Esta propriedade pode ser devido à capacidade higroscópica do silicato de cálcio presente no cimento em estudo, que pode resultar numa maior acumulação de água.(4) É caracterizado por libertar sódio devido à cerâmica de vidro ativo presente na sua composição, o que irá estimular a formação de tecido mineralizado, assim como atividade bacteriostática.(4)

Conforme Rodríguez-Lozano e colaboradores, o *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> revelou melhor biocompatibilidade e potencial cementogénico relativamente aos cimentos *AH Plus*<sup>®</sup> e *MTA Fillapex*<sup>®</sup>.(50) Verificou também que não induziam apoptose, preservando a viabilidade celular, a diferenciação dos cementoblastos na ausência de fatores de crescimento e permitia a regeneração periodontal e dos tecidos periapicais.(50)

De acordo com os requisitos específicos requeridos aos cimentos endodônticos e estabelecidos pela Organização Internacional de Normalização, em 1986, o *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> apresenta propriedades, tanto físicas como químicas e biológicas adequadas.(51) Apesar das normas, não se encontra especificado qualquer requisito referente à capacidade de selagem apical dos cimentos endodônticos,(51) podendo ser devido à falta de padronização quanto aos métodos de avaliação.(35)

Segundo a literatura, a maioria dos métodos para avaliar a selagem da obturação canal, têm por base a microinfiltração ao longo do canal radicular.(35) Diferentes marcadores têm sido utilizados com esse objetivo, como corantes, isótopos radioativos, bactérias ou até produtos metabólicos destas, referindo a maioria dos estudos, as soluções aquosas como as mais utilizadas.(35)

Em concordância com Al-Ghamdi e colaborador, a solução corante mais conhecida é o azul de metileno,(35) que tem como vantagens a facilidade de penetração no canal e a sua boa relação custo-benefício.(17) Este corante não reage com os tecidos mineralizados, sendo considerada uma técnica de fácil aplicação.(17) De acordo com alguns estudos, o tempo de imersão do dente neste corante pode variar entre 1 dia a 6 meses.(35) No presente trabalho foi delineado a utilização de azul de metileno com imersão durante 24 horas.

Nos estudos realizados até à atualidade, relativamente à capacidade de selagem apical do cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>, não existe documentação suficiente sobre o assunto. Visto que a estabilidade dimensional e a capacidade de selagem apical são cruciais quando um dente tratado endodonticamente é preparado *à posteriori* para a colocação de um espigão,

este estudo experimental focou-se nesse sentido, comparando a selagem do *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> com o cimento *gold standard AH Plus*<sup>®</sup>. Este último destaca-se pelos seus baixos valores de microinfiltração, podendo ser devido às suas propriedades químicas.(17)

Assim, na tentativa de padronizar o método experimental, a anatomia dos dentes selecionados para o estudo, bem como o seu comprimento radicular e diâmetro do forâmen apical foram standarizados.

Neste estudo experimental, foram usados grupos de controlo negativo e positivo para avaliar o método de infiltração assim como a veracidade dos resultados obtidos, através dos valores registados.

O grupo de controlo negativo (G4) obteve resultados de microinfiltração estatisticamente baixos, que comprovam a eficácia do verniz como isolador, impedindo a passagem do corante de azul de metileno a 2%, quando o método é corretamente efetuado. Relativamente ao grupo de controlo positivo (G3) demonstrou resultados máximos de microinfiltração, comprovando assim a eficácia da infiltração com o corante utilizado.

No presente estudo, nenhum dos cimentos de obturação foi capaz de obter uma selagem apical com eficácia de 100%, apesar de diferenças nos resultados de microinfiltração. Ao comparar o cimento endodôntico *AH Plus*<sup>®</sup> com o cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>, após a obturação e o preparo canal para colocação de espigão, é demonstrado que o grupo BIOSEAL apresenta uma menor microinfiltração apical, apesar de estas diferenças não serem estatisticamente significativas ( $p=0,119$ ).

Uma hipótese para estes resultados, pode ser devido à presença de silicato de cálcio na composição do cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup>, que permite a absorção de água e consequentemente a expansão e a sua alteração dimensional.(4) Esse mecanismo de expansão pode promover a menor microinfiltração apical, permitindo uma melhor adaptação tridimensional e selagem apical do canal radicular, assim como o preenchimento de espaços vazios que possam ser criados durante a técnica de preparo canal para a colocação do espigão.(4)

Apesar das limitações deste estudo, como o tamanho da amostra, o método utilizado para avaliação da selagem apical do cimento, assim como se tratar de um estudo *in vitro*, o cimento *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> apresenta uma melhor capacidade de selagem apical.

## Conclusão

Tendo em conta as limitações deste estudo, foi possível concluir que:

- Não houve nenhum cimento endodôntico no estudo com 100% de selagem apical à passagem de fluídos;
- Constatou-se, uma menor microinfiltração apical quando utilizado o cimento endodôntico *GuttaFlow Bioseal*<sup>®</sup> comparado com o cimento *AH Plus*<sup>®</sup>, ainda que sem diferenças estatisticamente significativas, aceitando-se a hipótese nula.

## Referências Bibliográficas

1. Hoikkala NPJ, Wang X, Hupa L, Smått JH, Peltonen J, Vallittu PK. Dissolution and mineralization characterization of bioactive glass ceramic containing endodontic sealer Guttaflow Bioseal. *Dent Mater J*. 2018;37(6):988–94.
2. Whitten RB, Levitan ME. The effect of canal preparation on fill length in straight root canals obturated with Guttacore. *J Endod* [Internet]. 2015;41(2):155–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.020>
3. Leonardo M V., Goto EH, Torres CRG, Borges AB, Carvalho CAT, Barcellos DC. Assessment of the apical seal of root canals using different filling techniques. *J Oral Sci*. 2009;51(4):593–9.
4. Camargo RV de, Silva-Sousa YTC, Rosa RPF da, Mazzi-Chaves JF, Lopes FC, Steier L, et al. Evaluation of the physicochemical properties of silicone- and epoxy resin-based root canal sealers. *Braz Oral Res*. 2017;31(72):1–9.
5. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Acad Dent Mater* [Internet]. 2016;32(5):113–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.001>
6. Canalda-Sahli C, Brau-Aguade E, Sentis-Vilalta J, Aguade-Bruix S. The apical seal of root canal sealing cements using a radionuclide detection technique. Vol. 25, *International Endodontic Journal*. 1992. p. 250–6.
7. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top*. 2005;10:30–76.
8. Ferreira MM, Sanches F, Rodrigues B, Gonçalves D, Dias JPM. Estudo Comparativo da Infiltração Apical de Canais Radiculares Obturados por Duas Técnicas Diferentes. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac*. 2006;47(3):133–8.
9. Castagnola R, Marigo L, Pecci R, Bedini R, Cordaro M, Liborio Coppola E, et al. Micro-CT evaluation of two different root canal filling techniques. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018;22:4778–83.
10. Collado-González M, Tomás-Catalá CJ, Oñate-Sánchez RE, Moraleda JM, Rodríguez-Lozano FJ. Cytotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow2, MTA Fillapex, and AH Plus on Human Periodontal Ligament Stem Cells. *J Endod*. 2017;43(5):1–7.
11. Reszka P, Nowicka A, Dura W, Marek E, Lipski M. SEM and EDS study of totalfill BC

- sealer and guttaflow bioseal root canal sealers. *Dent Med Probl.* 2019;56(2):1–6.
12. Kim H-R, Kim YK, Kwon T-Y. Post space preparation timing of root canals sealed with AH Plus sealer. *Restor Dent Endod.* 2017;42(1):27–33.
  13. Haddix JE, Mattison GD, Shulman CA, Pink FE. Post preparation techniques and their effect on the apical seal. *J Prosthet Dent.* 1990;64(5):515–9.
  14. WU M -K, WESSELINK PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* 1993;26(1):37–43.
  15. Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Davut I, Capar D. Dentinal Tubule Penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex, and GuttaFlow Bioseal Root Canal Sealers After Different Final Irrigation Procedures: A Confocal Microscopic Study. *Lasers Surg Med.* 2016;48:70–6.
  16. Ortiz FG, Jimeno EB. Analysis of the porosity of endodontic sealers through micro-computed tomography: A systematic review. *J Conserv Dent.* 2018;21(3):238–42.
  17. Muneeb Lone M, Raza Khan F, Ahmed Lone M. Evaluation of Microleakage in Single-Rooted Teeth Obturated with Thermoplasticized Gutta-Percha Using Various Endodontic Sealers: An In-Vitro Study. *J Coll Physicians Surg Pakistan.* 2018;28(5):339–43.
  18. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth - Post, core and the final restoration. *JADA.* 2005;136:611–9.
  19. Schwartz RS RJ. Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth. *J Endod.* 2004;30(5):289–301.
  20. CLEEN MJH DE. The relationship between the root canal filling and post space preparation. *Int Endod J.* 1993;26(1):53–8.
  21. Baruah K, Mirdha N, Gill B, Bishnoi N, Gupta T, Queentaj Baruah. Comparative Study of the Effect on Apical Sealability with Different Levels of Remaining Gutta-Percha in Teeth Prepared to Receive Posts: An in vitro study. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(2):261–5.
  22. Gambarini G, Testarelli L, Pongione G, Gerosa R, Gagliani M. Radiographic and rheological properties of a new endodontic sealer. *Aust Endod J.* 2006;32(1):31–4.
  23. Emmanuel S, Shantaram K, Sushil KC, Manoj L. An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral



- Condensation, Obtura II, and Thermafil. *J Int oral Heal JIOH* [Internet]. 2013;5(2):35–43. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24155589><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3768066>
24. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod* [Internet]. 2013;39(10):1281–6. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.06.012>
  25. Pereira S, Cunha HP, Oliveiros Bp, Santos JM, Sequeira D, Brites C, et al. Endodontic sealers in dentistry - in vitro and in vivo cytotoxicity studies. 2016. 224–231 p.
  26. Graunaite I, Skucaite N, Lodiene G, Agentiene I, Machiulskiene V. Effect of Resin-based and Bioceramic Root Canal Sealers on Postoperative Pain: A Split-mouth Randomized Controlled Trial. *J Endod* [Internet]. 2018;44(5):689–93. Available from:  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.010>
  27. Tanomaru-Filho M, Torres FFE, Chávez-Andrade GM, de Almeida M, Navarro LG, Steier L, et al. Physicochemical Properties and Volumetric Change of Silicone/Bioactive Glass and Calcium Silicate-based Endodontic Sealers. *J Endod*. 2017;43(12):2097–101.
  28. Saygili G, Saygili S, Tuglu I, Capar ID. In vitro cytotoxicity of guttaflow bioseal, guttaflow 2, AH-Plus and MTA fillapex. *Iran Endod J*. 2017;12(3):354–9.
  29. Gok T, Capar ID, Akcay I, Keles A. Evaluation of Different Techniques for Filling Simulated C-shaped Canals of 3-dimensional Printed Resin Teeth. *J Endod* [Internet]. 2017;43(9):1559–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.029>
  30. Başer Can ED, Keleş A, Aslan B. Micro-CT evaluation of the quality of root fillings when using three root filling systems. *Int Endod J*. 2017;50(5):499–505.
  31. Al-Haddad A, Aziz ZACA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater*. 2016;2016.
  32. Solano F, Hartwell G, Appelstein C. Comparison of apical leakage between immediate versus delayed post space preparation using AH plus sealer. *J Endod*. 2005;31(10):752–4.
  33. Reyhani MF, Ghasemi N, Rahimi S, Milani AS, Barhaghi MHS, Azadi A. Apical microleakage of AH Plus and MTA Fillapex® sealers in association with immediate and delayed post space preparation: A bacterial leakage study. *Minerva Stomatol*.

- 2015;64(3):129–34.
34. Santos JM, Pereira S, Sequeira DB, Messias AL, Martins JB, Cunha H, et al. Biocompatibility of a bioceramic silicone-based sealer in subcutaneous tissue. *J Oral Sci.* 2019;61(1):171–7.
  35. A.Al-Ghamdi, Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol.* 1994;10(6):249–55.
  36. Li GH, Niu LN, Selem LC, Eid AA, Bergeron BE, Chen JH, et al. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent [Internet].* 2014;42(9):1124–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2014.04.008>
  37. Shori DD, Shenoi PR, Baig AR, Kubde R, Makade C, Pandey S. Stereomicroscopic evaluation of dentinal defects induced by new rotary system: “proTaper NEXT.” *J Conserv Dent.* 2015;18(3):210–3.
  38. Abdullah HA, Jasim AM, Jasim OBTAM. Evaluation the Quality Three Different Obturation Technique Using Multi-Slice Computed Tomography : An In-Vitro Study. *Tikrit J Dent Sci.* 2013;3(1):9–16.
  39. Bhondwe S, Kamra A, Choudhari S, Srilatha S, Desai NC, Pandit VS. Effect of immediate and delayed postpreparation on the integrity of the apical seal: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(2):153–6.
  40. Menezes MS, Queiroz EC, Campos RE, Martins LRM, Soares CJ. Influence of endodontic sealer cement on fibreglass post bond strength to root dentine. *Int Endod J.* 2008;41(6):476–84.
  41. Chen G, Chang YC. Effect of immediate and delayed post space preparation on apical leakage using three root canal obturation techniques after rotary instrumentation. *J Formos Med Assoc [Internet].* 2011;110(7):454–9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0929-6646\(11\)60067-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0929-6646(11)60067-3)
  42. Dalat DM, Spångberg LSW. Effect of post preparation on the apical seal of teeth obturated with plastic thermafil obturators. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1993;76(6):760–5.
  43. Ashofteh Yazdi K, Razmi H, Ghabraei S, Shokouhinejad N, Aligholi M, Rahmani S. The effect of two post-space preparation techniques on the seal of resilon and gutta-percha obturation materials. *Iran Endod J [Internet].* 2010;5(2):64–8. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23130029><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3487506>

44. Corrêa Pesce AL, González López S, González Rodríguez MP. Effect of post space preparation on apical seal: influence of time interval and sealer. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2007;12(6):464–8.
45. Mattison GD, Delivanis PD, Thacker RW, Hassell KJ. Effect of post preparation on the apical seal. *J Prosthet Dent*. 1984;51(6):785–9.
46. Marques-Ferreira M, Abrantes M, Ferreira HD, Caramelo F, Botelho MF, Carrilho EV. Sealing efficacy of system B versus Thermafil and Guttacore obturation techniques evidenced by scintigraphic analysis. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(1):e56–60.
47. Patni PM, Chandak M, Jain P, Patni MJ, Jain S, Mishra P, et al. Stereomicroscopic evaluation of sealing ability of four different root canal sealers- An invitro study. *J Clin Diagnostic Res*. 2016;10(8):ZC37–9.
48. Asawaworarit W, Yachor P, Kijssamanmith K, Vongsavan N. Comparison of the Apical Sealing Ability of Calcium Silicate-Based Sealer and Resin-Based Sealer Using the Fluid-Filtration Technique. *Med Princ Pract*. 2016;25(6):561–5.
49. Gambarini G, Tagger M. Sealing ability of a new hydroxyapatite-containing endodontic sealer using lateral condensation and thermatic compaction of gutta-percha, in vitro. *J Endod*. 1996;22(4):165–7.
50. Rodríguez-Lozano FJ, Collado-González M, Tomás-Catalá CJ, García-Bernal D, López S, Oñate-Sánchez RE, et al. GuttaFlow Bioseal promotes spontaneous differentiation of human periodontal ligament stem cells into cementoblast-like cells. *Dent Mater*. 2019;35(1):114–24.
51. ISO 6876:2012. Dentistry - Root canal sealing materials. *Int Organ Stand*. 2012.