



FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



Mestrado Integrado em Medicina Dentária

**Avaliação comparativa de dois cimentos endodônticos na selagem apical após
preparação para colocação de espigões intrarradiculares: estudo *in vitro***

Kátia Porões Monteiro

Trabalho realizado sob a orientação de:
Professor Doutor Manuel Marques Ferreira
Professora Doutora Ana Margarida Coelho Abrantes
Doutora Anabela Baptista Pereira Paula

Junho/2019

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

**Avaliação comparativa de dois cimentos endodônticos na selagem apical após
preparação para colocação de espigões intrarradiculares: estudo *in vitro***

Monteiro, KP¹; Ferreira MM²; Abrantes AM³; Paula A⁴

¹ Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

² Professor Associado com Agregação, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

³ Professora Auxiliar, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

⁴ Assistente Convidada, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Endereço:

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

Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra, Portugal

Tel.: +351 239 484 183

Fax.: +351 239 402 910

E-mail: katiapmonteiro@outlook.pt

1. SUMÁRIO

1. SUMÁRIO	4
2. RESUMO	5
3. ABSTRACT	6
4. DESENVOLVIMENTO	7
4.1 Introdução	7
4.2 Materiais e métodos	8
4.2.1 Seleção de dentes.....	8
4.2.2 Cimentos endodônticos.....	9
4.2.3 Preparação químico-mecânica da amostra.....	10
4.2.4 Obturação dos dentes preparados.....	10
4.2.5 Preparação do canal radicular para colocação de espigão	12
4.2.6 Infiltração da amostra.....	12
4.2.7 Análise estatística	13
4.3 Resultados	13
4.4 Discussão.....	15
4.5 Conclusão	19
5. BIBLIOGRAFIA	20

2. RESUMO

Introdução e objetivo: Após o tratamento endodôntico, colocar um espigão intrarradicular é muitas vezes necessário, implicando a remoção parcial do material de obturação, o que pode afetar a selagem apical. O objetivo deste estudo foi comparar a selagem apical provida pelo cimento *AH Plus*[®] e *GuttaFlow Bioseal*[®] após realização do preparo imediato do canal radicular para colocação de espigão.

Métodos: Após preparação químico-mecânica, 36 dentes monorradiculares foram divididos aleatoriamente entre 4 grupos. O grupo controlo positivo (CP) e o grupo controlo negativo (CN) foram compostos por 6 dentes. O grupo AH PLUS e o grupo BIOSEAL (compostos por 12 dentes cada) foram obturados através da técnica de condensação vertical a quente com onda contínua, com cone de guta-percha e cimento *AH Plus*[®] e *GuttaFlow Bioseal*[®], respetivamente. Imediatamente após a obturação procedeu-se à preparação do canal radicular para colocação de espigão. Após 7 dias avaliou-se a selagem apical através da abordagem com Medicina Nuclear e infiltração apical do radioisótopo ^{99m}Tc sob a forma de uma solução isotónica de Pertecnetato de Sódio. Foram utilizados os valores das contagens médias adquiridas e foi feita a análise estatística dos resultados.

Resultados: Todos os grupos apresentaram valores de microinfiltração apical. O grupo CN apresentou uma reduzida microinfiltração comparativamente aos restantes grupos. O grupo AH PLUS apresentou uma microinfiltração significativamente superior ao grupo BIOSEAL.

Conclusão: Verificou-se a presença de uma selagem apical mais efetiva após preparação imediata do canal radicular para colocação de espigão quando utilizado o cimento *GuttaFlow Bioseal*[®]. Estudos com diferentes metodologias de avaliação devem ser feitos para comprovar os resultados obtidos.

Palavras-chave: *AH Plus*[®], *GuttaFlow Bioseal*[®], selagem apical, microinfiltração, preparação para espigão.

3. ABSTRACT

Background/Purpose: After root canal therapy, placement of a post is often required to retain the restoration. It is necessary to remove a portion of obturating material during post space preparation that may affect the apical seal. The aim of the present study was to compare the apical seal ability of *AH Plus*[®] and *GuttaFlow Bioseal*[®] sealers after immediate post space preparation.

Methods: Thirty-six single-rooted extracted teeth were decoronated, biomechanically prepared and randomly divided into 4 groups. Group CP and Group CN served as positive and negative control with six teeth each. Group AH PLUS and Group BIOSEAL (with 12 teeth each) were obturated using continuous Wave technique with gutta-percha and *AH Plus*[®] sealer or *GuttaFlow Bioseal*[®] sealer, respectively. Post spaces were prepared immediately after root canal obturation. After seven days, apical microleakage was assessed using the nuclear medicine approach where the apices were submerged in a solution of sodium pertechnetate ^{99m}Tc and the radioactivity was counted. The results were statistically analyzed.

Results: The apical microleakage occurred in all groups. The group CN had less microleakage. The group AH PLUS showed statistically significant differences comparing to the BIOSEAL group, which showed a lower tendency to leakage.

Conclusion: The *GuttaFlow Bioseal*[®] sealer provided a significantly better apical seal than *AH Plus*[®] sealer when the post space was prepared at the time of obturation. Studies with different leakage methodologies should be performed in order to prove these results.

Keywords: *AH Plus*[®], *GuttaFlow Bioseal*[®], apical seal, microleakage, post preparation.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Introdução

O tratamento endodôntico tem como objetivo eliminar microrganismos do sistema de canais radiculares, estabelecer uma barreira à passagem destes e/ou aos seus subprodutos para os tecidos periapicais e alcançar um ambiente favorável à reparação destes tecidos.⁽¹⁾

Após instrumentação e irrigação, uma adequada obturação tridimensional e selagem apical são fundamentais para prevenir a microinfiltração bacteriana e possíveis reinfecções.⁽²⁾

No planejamento do tratamento endodôntico é fulcral avaliar a estrutura dentária remanescente, sendo a colocação de um espigão e núcleo uma modalidade de tratamento universalmente aceita quando existe quantidade insuficiente de estrutura coronária para reter a restauração final.^(1,3,4)

A preparação do canal radicular para recepção do espigão envolve a remoção parcial do material obturador, podendo ocorrer a mobilização do material remanescente, comprometendo a selagem apical.⁽⁵⁾ Portanto, a seleção do material de obturação do canal radicular é um fator essencial para a preservação da selagem apical.⁽⁶⁾

Para a obturação dos canais radiculares, tem sido utilizado como material de núcleo a guta-percha associada a um cimento endodôntico, uma vez que esta não adere às paredes dentinárias.⁽⁷⁻⁹⁾ A utilização do cimento endodôntico permite estabelecer uma ligação entre a parede do canal e o material de núcleo,⁽¹⁰⁾ preencher lacunas e irregularidades dos canais principal, lateral e acessório, e atua como lubrificante durante a obturação.⁽¹¹⁾

Os cimentos endodônticos podem ser classificados em: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, hidróxido de cálcio, ionómero de vidro, resinas (époica ou metacrilato), silicone e cimentos biocerâmicos.^(12,13)

Em 2015 foi introduzido no mercado, o cimento biocerâmico *GuttaFlow Bioseal*[®] (*Coltène/Whaledent, AG, Altstätten, Suíça*). Segundo o fabricante, a adição de material bioativo neste cimento, permite a libertação de constituintes como o cálcio e silicatos que auxiliam na regeneração dos tecidos apicais danificados.⁽¹⁴⁾ Para além disso, o rápido tempo de presa, a atividade alcalinizante,⁽¹⁴⁾ baixa solubilidade e porosidade,⁽¹⁵⁾ bem como a facilidade de manuseio tornam este cimento um material de interesse para futuros estudos.

O cimento à base de resina époica como o *AH Plus*[®] (*Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha*), tem sido amplamente utilizado como referência para comparação com outros cimentos devido às suas excelentes propriedades físico-químicas,⁽¹⁶⁾ como a baixa solubilidade, radiopacidade e expansão adequadas.⁽²⁾

Os métodos experimentais mais usados para avaliar a capacidade de selagem dos materiais de obturação geralmente utilizam traçadores como corantes, radioisótopos, bactérias, proteínas, endotoxinas, entre outros.⁽¹⁷⁾

A utilização do Tecnécio 99 metastável (^{99m}Tc), um radionuclídeo emissor de radiação gama pura, bem como a sua deteção externa através de uma câmara gama e análise computacional apresenta-se como uma técnica simples, objetiva e rápida de investigação da selagem apical.⁽¹⁸⁾

Uma vez que na literatura desconhecemos publicações sobre a capacidade de selagem do *GuttaFlow Bioseal*[®], após a preparação do canal para receber espigões radiculares, o objetivo deste trabalho foi avaliar através de medicina nuclear com ^{99m}Tc , a capacidade de selagem apical deste cimento biocerâmico após a preparação imediata do canal radicular para colocação de espigão, em comparação com o cimento *AH Plus*[®].

Hipótese nula: Não existem diferenças significativas na microinfiltração apical entre o *AH Plus*[®] e o *GuttaFlow Bioseal*[®].

Hipótese alternativa: O cimento biocerâmico é mais eficaz no selamento hermético dos canais radiculares na região apical.

4.2 Materiais e métodos

4.2.1 Seleção de dentes

Selecionaram-se 44 dentes monorradiculares maxilares e mandibulares extraídos na clínica de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, por motivos periodontais, ortodônticos ou por lesão de cárie.

Formulou-se como critérios de inclusão para a seleção da amostra:

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

Como critérios de exclusão:

- Canais calcificados;
- Dentes com obstruções no interior do canal;
- Reabsorções radiculares;
- Dentes com tratamento endodôntico prévio;
- Cáries radiculares;

- Fraturas radiculares.

No momento da seleção foram realizadas radiografias com angulações no sentido vestibulo-lingual/vestibulo-palatino e méso-distal, de modo a confirmar a presença dos critérios de inclusão e a ausência dos critérios de exclusão.

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

4.2.2 Cimentos endodônticos

O cimento endodôntico avaliado neste estudo foi o cimento biocerâmico *GuttaFlow Bioseal*[®] em comparação a um cimento à base de resina epóxica, o *AH Plus*[®] (Tabela 1).

Tabela 1 Cimentos endodônticos e a sua composição especificada pelo fabricante

Material	Fabricante	Composição
<i>AH Plus</i> [®]	<i>Dentsply DeTrey</i> , Konstanz, Alemanha	Pasta A (base): Resina Epóxica de Bisfenol-A e resina Epóxica de Bisfenol-F; Tungstato de cálcio; Óxido de zircónio; Sílica e Óxido de ferro. Pasta B (catalisadora): Amina Adamantada; N, N'' -Dibenzil-5-oxanonane-diamina-1,9; TCD – Diamina; Tungstato de cálcio; Óxido de zircónio; Sílica e Óleo de silicone.
<i>GuttaFlow Bioseal</i> [®]	<i>Coltène Whaledent</i> AG, Altstätten, Suíça	Guta-percha em pó, polidimetilsiloxano, agente catalítico de platina, dióxido de zircónio, micropartículas (conservante), corante, vidro cerâmico bioativo.

4.2.3 Preparação químico-mecânica da amostra

Nos dentes selecionados procedeu-se à remoção do ligamento periodontal com curetas de *Gracey*.

As coroas foram removidas com uma broca cilíndrica diamantada de alta rotação, perpendicularmente ao longo eixo da raiz e com irrigação constante, de modo a obterem-se segmentos radiculares com 16mm de comprimento. Após esta seção, foi realizada a cavidade de acesso com broca esférica montada em turbina, nos dentes cujo canal não ficou exposto.

Iniciou-se a instrumentação depois de realizada a exploração inicial do canal e permeabilização apical, com uma lima manual K com tamanho ISO #15 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) de modo a ser visível a sua saída no ápice. O comprimento de trabalho foi estabelecido como sendo 15mm, de modo a instrumentar até à distância de 1mm do ápice. Irrigou-se o canal com 2mL de NaOCl (hipoclorito de sódio) a 2,5% com uma agulha de irrigação de extremidade fechada e abertura lateral a 3mm do comprimento de trabalho.

Com limas *Protaper Next*TM (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) procedeu-se à instrumentação mecanizada das amostras, utilizando a sequência X1 (017/04), X2 (025/06), X3 (030/07) num movimento de rotação contínua em sentido horário, através do motor *Wave one*TM (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) com torque 3Ncm e 300rpm até se atingir o comprimento de trabalho de forma passiva. Após a utilização de cada um dos sucessivos instrumentos *Protaper Next*TM irrigou-se o canal com 2mL de NaOCl a 2,5% e recapitulou-se com a lima manual K com tamanho ISO #15 (permeabilização apical).

Antes de se dar por concluída a instrumentação verificou-se o ajustamento da lima manual K com tamanho ISO #30 ao canal, através da sua rotação em 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 esta confirmação, procedeu-se ao protocolo de irrigação para remoção da *smear-layer*, com a irrigação de 1mL de EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) 17% (*Canal Pro*TM, *Coltène/Whaledent Inc.* Langeneu, Alemanha) durante 1 minuto, seguindo-se a sua neutralização com soro fisiológico (2mL). Por fim, os dentes foram colocados em soro fisiológico e mantidos à temperatura ambiente, até à sua obturação.

4.2.4 Obturação dos dentes preparados

De forma aleatória, os dentes foram distribuídos por 4 grupos.

Grupo CN (controlo negativo, n=7): Amostras obturadas e completamente seladas com verniz.

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*[®].

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*[®].

Os canais previamente preparados foram secos com cones de papel X3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça).

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).

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

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

Realizou-se 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 AH PLUS e BIOSEAL, foi aplicada uma camada do respetivo 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 6mm.

No grupo CN 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.

4.2.5 Preparação do canal radicular para colocação de espigão

A preparação do espaço para colocação de espigão foi realizada imediatamente após a obturação, com brocas *Gates-Glidden* nº1, 2 e 3 (*Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Suíça) sequencialmente, de modo a deixar 4mm de material obturador remanescente em apical. Radiografias foram obtidas de modo a confirmar os 4mm remanescentes de material obturador.

Os orifícios do canal radicular foram selados 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 de uma abordagem com medicina nuclear.

O protocolo experimental foi realizado por um único operador.

4.2.6 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 2mm apicais. Para obter esta padronização, os dentes foram inseridos em placas de cera rosa, de modo a que os 2mm apicais ficassem recobertos por cera rosa enquanto era feita a colocação de verniz na superfície externa da raiz.

As amostras do grupo controle negativo (CN) foram completamente cobertas com duas camadas de verniz de unhas.

Foram utilizadas diferentes cores de verniz de modo a distinguir as amostras dos 4 grupos. Após a secagem do verniz, os dentes foram removidos da cera rosa.

Para a infiltração foi utilizado o radioisótopo ^{99m}Tc sob a forma de uma solução isotónica de Pertecnetato de Sódio com a atividade volúmica de 8 mCi/mL, na qual os 2mm apicais foram imersos num tubo de *Eppendorf* durante 3 horas.

Após a imersão, os espécimes foram lavados em água corrente e secos em papel absorvente. O verniz foi removido com recurso a um bisturi.

Posteriormente, foi avaliada a infiltração através do processamento de imagens cintigráficas obtidas durante 2 minutos com uma matriz de 512x512 numa gama-câmara (*Millennium MG*) com colimador de baixa energia e alta resolução. As imagens foram processadas na estação de processamento *Xeleris*, através da delimitação de regiões de interesse (*ROIs*), para todos os espécimes com a mesma dimensão (3249 *pixels*). Foram

utilizados os valores das contagens médias adquiridas em cada imagem e foi feita a análise estatística dos resultados.

4.2.7 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao software *IBM® SPSS® v. 25* (IBM Corporation, Armonk, New York, 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*. O teste *ANOVA* foi utilizado para determinar diferenças entre os 4 grupos analisados. A análise *post-hoc* com o teste *Games-Howell* permitiu detetar diferenças inter-grupos.

4.3 Resultados

Durante a execução do procedimento experimental foram excluídos três espécimes no grupo AH PLUS e BIOSEAL e um espécime no grupo Controlo positivo e Controlo negativo por erros técnicos durante a manipulação laboratorial.

Após a finalização do protocolo experimental obtiveram-se os valores das contagens médias de cada amostra que posteriormente foram tratados estatisticamente.

A amostra apresentou normalidade da distribuição dos valores para cada grupo e como tal utilizou-se um teste paramétrico para comparação dos quatro grupos, o teste *ANOVA*. As comparações múltiplas foram realizadas de acordo com a correção de *Games-Howell*.

Na tabela 2 e gráfico 1 encontram-se representados os valores médios das contagens por minuto, obtidos após a infiltração com ^{99m}Tc para os diferentes grupos: Grupo Controlo Positivo (CP), grupo Controlo Negativo (CN), Grupo AH PLUS e Grupo BIOSEAL.

Tabela 2 Contagens por minuto obtidas da infiltração após infiltração com ^{99m}Tc

Contagem	Grupo			
	AH PLUS (n=12)	BIOSEAL (n=12)	CP (n=6)	CN (n=6)
Média ± desvio-padrão	1,30±0,74	0,52±0,17	1,99±0,66	0,08±0,05

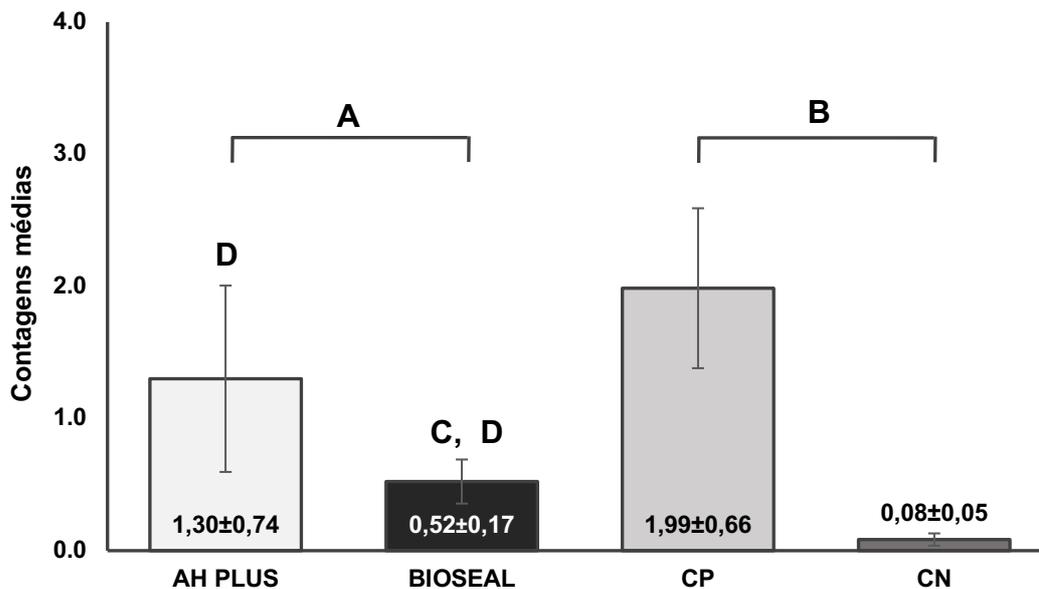


Gráfico 1 Valores médios \pm desvio-padrão das contagens por minuto obtidos após infiltração com ^{99m}Tc . As diferenças significativas estão representadas como: A, quando comparados os grupos AH PLUS e BIOSEAL ($p < 0,05$); B, quando comparados os grupos Controlo Positivo (CP) e Controlo Negativo (CN) ($p < 0,05$); C, quando comparados o grupo BIOSEAL com o Controlo Positivo (CP) ($p < 0,05$); D, quando comparados os grupos AH PLUS e BIOSEAL com o Controlo Negativo (CN) ($p < 0,001$).

Foram detetadas diferenças significativas entre os 4 grupos analisados ($F=18,30$; $p < 0,001$). O Controlo Positivo ($1,99 \pm 0,66$) apresentou contagens médias significativamente superiores ao Controlo Negativo ($0,08 \pm 0,05$) demonstrando a validade no método de análise realizado ($p < 0,001$).

O grupo Controlo negativo (CN) apresentou uma reduzida microinfiltração comparativamente com os valores obtidos nos restantes grupos, havendo uma diferença estatisticamente significativa.

Os grupos AH PLUS e BIOSEAL apresentaram valores médios de contagem de $1,30 \pm 0,74$ e de $0,52 \pm 0,17$ respetivamente, verificando-se a presença de uma microinfiltração significativamente superior no grupo AH PLUS quando comparado ao grupo BIOSEAL ($p=0,017$), rejeitando-se a hipótese nula estipulada inicialmente.

O grupo AH PLUS não registou diferenças estatisticamente significativas quando comparado com o grupo Controlo Positivo (CP) ($p=0,248$), no entanto após análise verifica-se que existe maior microinfiltração no grupo Controlo positivo (CP) (Gráfico 1).

4.4 Discussão

O sucesso do tratamento endodôntico depende da eliminação de microrganismos do sistema de canais radiculares através de um preparo químico-mecânico⁽¹⁹⁾ e da posterior obturação tridimensional que previne a entrada de bactérias para os canais radiculares, permite o aprisionamento de bactérias residuais e evita a passagem de nutrientes presentes na região periapical a estas.⁽²⁰⁾

Após a terapêutica endodôntica, a reabilitação do dente pode implicar a utilização de um espigão intrarradicular para fornecer retenção à restauração. A sua colocação depende da quantidade de estrutura coronária remanescente,^(3,4) da localização e dos requisitos funcionais do dente.⁽²¹⁾

A integridade do material de obturação remanescente após a preparação do canal radicular para receção de um espigão depende de vários fatores como a técnica de obturação,⁽²²⁾ o método de preparação,^(7,23) o tempo decorrido entre este e a obturação do canal radicular,^(7,24) o comprimento do material remanescente^(7,23) e o cimento endodôntico utilizado.⁽²⁴⁾ A integridade do material deve ser mantida ao máximo uma vez que o sucesso da terapêutica endodôntica depende criticamente do bloqueio físico do canal radicular.⁽¹⁴⁾ Para além disso, após a realização da obturação pode verificar-se a presença de espaços vazios entre o material obturador que pode comprometer os efeitos do preparo do canal radicular e funcionar como reservatório de microrganismos viáveis.⁽²⁵⁾ Assim, para a realização do protocolo experimental foi selecionada uma técnica de condensação com onda de calor contínua uma vez que, a utilização desta técnica exibiu menor número de espaços vazios em todos os terços do canal radicular⁽²⁵⁾ e uma selagem apical efetiva⁽²⁶⁾ quando comparado com a técnica convencional de condensação lateral.

Existem diversos métodos de preparação do canal radicular para a colocação do espigão. Estes podem ser métodos mecânicos com instrumentos rotatórios, térmicos através de instrumentos aquecidos ou químicos com a utilização de solventes.⁽²³⁾ Durante a preparação o material de obturação remanescente pode ser deslocado e portanto a seleção do procedimento adequado deve ser tomado em conta de modo a minimizar o seu efeito na selagem apical. No entanto existe pouca concordância entre as diferentes técnicas existentes e o seu efeito na selagem apical. No estudo de Yazdi e colaboradores não foi averiguada nenhuma diferença de microinfiltração apical na técnica de preparação com brocas *Gates-Glidden* ou com limas-manuais e o uso de clorofórmio,⁽²⁷⁾ entrando em concordância com Madison e Zakariasen que não encontraram diferenças significativas entre os métodos químicos, térmicos e mecânicos.⁽²⁸⁾ Em discordância, Haddix e colaboradores relataram menor perturbação na selagem apical ao utilizarem um método térmico em comparação aos

métodos mecânicos nos quais recomendaram a utilização dos instrumentos rotatórios nas velocidades máximas para que o calor do atrito permitisse a plastificação da guta-percha.⁽²³⁾ Mattison e colaboradores demonstraram um maior efeito na selagem apical do método químico quando comparado a métodos mecânicos e térmicos, no qual não se verificaram diferenças significativas, explicando que a maior eficácia dos métodos térmicos surgia pela pressão vertical exercida e dos métodos mecânicos através do calor gerado pela fricção da ação rotativa.⁽⁵⁾

De acordo com a literatura, a qualidade da selagem apical apresenta correlação direta com o comprimento do material obturador remanescente, sendo maior quando é deixada uma maior quantidade de material.⁽⁵⁾ Baruah K e colaboradores verificaram valores de infiltração apical significativamente superiores em 3mm de material remanescente quando comparado com 5mm, não verificando diferenças significativas entre estes comprimentos e o comprimento de 4mm.⁽⁷⁾ Weine e colaboradores afirmaram que 3 a 5mm de material remanescente intacto é suficiente para garantir a selagem apical.⁽²⁹⁾ Como tal, neste estudo foram mantidos 4mm de material obturador.

Tendo em conta o *AH Plus*[®] como cimento de comparação usado neste estudo, a realização do preparo do canal radicular imediatamente após obturação demonstrou menor microinfiltração apical quando comparado com a preparação após uma semana neste cimento.^(4,13,30) Estes resultados advêm do facto do *AH Plus*[®] ser uma resina epóxica com um tempo de presa de 8 horas pelo que na preparação imediata o fluxo de cimento ainda não polimerizado permite compensar os espaços e ruturas criadas pela técnica de preparação.⁽⁴⁾ Hae-Ri Kim e colaboradores analisaram a extensão de polimerização do *AH Plus*[®] e verificaram que apesar do fabricante indicar um tempo de presa de 8 horas, a polimerização continua a decorrer até às 72 horas,⁽¹³⁾ o que pode justificar os estudos que não relatam diferença significativa na microinfiltração apical quando o preparo decorria até este tempo.^(6,13) Visto a melhor *performance* do *AH Plus*[®] decorrer na preparação do canal radicular até às 72 horas optou-se pela realização do preparo imediato após obturação.

Quanto ao outro cimento em estudo, o *GuttaFlow Bioseal*[®], constituído por uma nova formulação de polidimetilsiloxano combinada com silicato de cálcio e prata incorporada numa matriz de vidro, foi lançado no final de 2015 com o intuito de melhorar a bioatividade do *GuttaFlow*[®] favorecendo a regeneração dos tecidos periapicais.⁽¹⁴⁾ A adição de partículas de vidro cerâmico bioativo na sua formulação promove a troca de iões bioativos e outros elementos do cimento com o meio circundante, sem aumento significativo na dissolução em comparação com o *GuttaFlow2*[®].⁽¹⁴⁾ Na sua constituição verificou-se a presença de elementos químicos como cálcio, silício, oxigénio e metais como zinco, magnésio, ferro e alumínio.^(14,31) Apesar de possuir óxido de zircónio^(14,31) como radiopacificador alternativo ao óxido de

bismuto é necessário identificar o seu potencial de descoloração dos dentes devido ao teor relativamente alto de ferro e zinco.⁽³¹⁾

De acordo com estudos prévios, o *GuttaFlow Bioseal*[®] apresentou menor tempo de presa,^(2,15) fluxo⁽¹⁵⁾ e radiopacidade^(2,15) quando comparado com o cimento *AH Plus*[®]. Exibe um pH alcalino^(14,15) devido à sua capacidade de formação de hidroxiapatite através da presença de vidro cerâmico bioativo,⁽¹⁴⁾ sendo que a alcalinidade apresentada pode contribuir para o potencial osteogênico, biocompatibilidade e capacidade antibacteriana.⁽³²⁾ Promove ainda a libertação de cálcio e de grandes quantidades de sódio, o que estimula a formação de tecido mineralizado.⁽²⁾

Quanto à solubilidade, o *GuttaFlow Bioseal*[®] demonstrou valores superiores quando comparado com o *AH Plus*^{®(2,15)} e alta absorção de água^(10,14) que pode ser explicada pela adição de silicato de cálcio à sua fórmula conferindo-lhe propriedades higroscópicas.⁽¹⁴⁾ Esta propriedade sugere que o material possa apresentar expansão e que a solubilidade deste cimento ao fim de 7 dias possa ser compensada pela absorção de fluido, resultando num aumento de volume.⁽³³⁾ Esta alteração dimensional foi verificada por Camargo e colaboradores ser significativamente superior no *GuttaFlow Bioseal*[®] quando comparado ao *AH Plus*[®].⁽²⁾

Nomeadamente na citotoxicidade, o *GuttaFlow Bioseal*[®] aparenta ser significativamente menos citotóxico que o *AH Plus*[®] e *MTA Fillapex*[®], apresentando assim uma melhor biocompatibilidade.⁽³⁴⁾ É importante salientar que os tecidos apicais contêm uma variedade de células-tronco mesenquimatosas que *in vivo* apresentam capacidade de se diferenciarem em células especializadas que formam osso alveolar, cemento, gengiva, ligamento periodontal, nervos periféricos e vasos sanguíneos permitindo a regeneração periodontal/periapical.⁽³⁵⁾ Assim, estudos que avaliaram os efeitos biológicos e o potencial cementogénico de cimentos endodônticos através do seu contacto com células-tronco do ligamento periodontal humano, verificaram que o *GuttaFlow Bioseal*[®] apresentava uma maior biocompatibilidade e diferenciação de células-tronco do ligamento periodontal humano em cementoblastos na ausência de quaisquer fatores de crescimento quando comparado com *GuttaFlow2*[®], *MTA Fillapex*[®] e *AH Plus*[®].⁽³⁶⁾ A sua boa biocompatibilidade *in vitro* foi posteriormente confirmada como sendo superior em comparação ao *GuttaFlow2*[®] e *AH Plus*[®] num estudo *in vivo* após implantação subcutânea em ratos.⁽³⁷⁾ Tendo em conta todas as características referidas, o *GuttaFlow Bioseal*[®] apresenta propriedades físico-químicas adequadas.

Os requisitos específicos dos cimentos endodônticos foram estabelecidos numa publicação em 1986 pela Organização Internacional de Normalização (ISO). Esta publicação atualmente encontra-se na 3ª revisão que foi realizada em 2012. No entanto, em nenhuma das edições se encontra especificado qualquer requisito relacionado com a capacidade de

selagem do material,⁽³⁸⁾ provavelmente devido à falta de métodos de avaliação padronizados,⁽¹⁷⁾ pelo que, várias técnicas *in vitro* foram introduzidas de modo a avaliar a capacidade dos cimentos endodônticos formarem uma selagem apical adequada. A maioria das técnicas baseia-se na avaliação da microinfiltração de traçadores ao longo do canal radicular obturado.⁽¹⁷⁾ Os métodos de avaliação da infiltração dos traçadores geralmente requerem o tratamento físico ou químico das amostras limitando a análise a um determinado período de tempo.⁽¹⁷⁾ Para combater esta limitação foram introduzidos métodos não destrutivos tal como o método utilizado neste estudo através da abordagem de Medicina Nuclear com a utilização de isótopos radioativos. Este método apresenta alta especificidade e sensibilidade fornecendo resultados quantitativos⁽⁸⁾ sem afetar a obturação do canal radicular.⁽¹⁸⁾ Canalda-Sahli e colaboradores descreveram a infiltração da solução isotónica de Pertecnetato de Sódio obtida pela eluição do Tecnécio 99 metastável (^{99m}Tc) com solução salina.⁽¹⁸⁾ As propriedades nucleares do Tecnécio 99 metastável consistem na emissão de fótons com energia de 140 keV e 89% de abundância. A sua semi-vida reduzida de 6.02h é ideal para a sua preparação e aplicação, permitindo ainda, a minimização da dose de radiação absorvida.⁽³⁹⁾

Nos estudos realizados até ao momento, a capacidade de selagem do *GuttaFlow Bioseal*[®] não se encontra analisada. Como a preservação da selagem a nível apical se torna mais importante aquando da preparação do canal radicular para receção de um espigão, este foi o objetivo de análise deste estudo experimental por comparação do *GuttaFlow Bioseal*[®] com o cimento *AH Plus*[®].

De modo a reduzir as variáveis da metodologia, a anatomia das amostras, o comprimento da raiz e o diâmetro do forâmen foram padronizados.

Os baixos valores de microinfiltração obtidos no grupo controlo negativo (CN) demonstram a eficácia do verniz impedir a infiltração dos isótopos radioativos na superfície externa radicular. O grupo controlo positivo (CP) demonstrou os maiores valores de microinfiltração indicando que o método de avaliação foi executado corretamente.

Estudos têm demonstrado que o cimento *AH Plus*[®] apresenta menor microinfiltração apical após preparação do canal radicular para receção do espigão, apesar de não se alcançar significância estatística, quando comparado com o cimento *EndoFill*[®] ⁽⁶⁾ e com diferença significativa quando comparado com o cimento *Endoflas FS*[®] e *GuttaFlow*[®].⁽³⁰⁾ Em comparação com o cimento *MTA Fillapex*[®] também apresenta menor microinfiltração apical, no entanto Padmanabhan P e colaboradores referem diferença estatisticamente significativa⁽³⁰⁾ e segundo M. F. Reyhani e colaboradores não existe diferença estatisticamente significativa.⁽⁴⁰⁾

Os resultados do nosso estudo demonstram uma microinfiltração significativamente superior quando utilizado o cimento endodôntico *AH Plus*[®] em comparação com o cimento endodôntico *GuttaFlow Bioseal*[®] demonstrando que o cimento biocerâmico foi mais eficaz no selamento hermético dos canais radiculares na região apical após preparação do canal radicular para colocação de espigão.

Uma explicação possível para este resultado pode ser a alteração dimensional do *GuttaFlow Bioseal*[®], em que a presença de silicato de cálcio na sua composição promove a absorção de água e conseqüentemente uma expansão do material.⁽²⁾ Esta expansão pode ser o motivo para a menor infiltração apical obtida, permitindo o estabelecimento de uma melhor interface entre a parede do canal radicular e o material de núcleo e preencher todos os espaços e ruturas criadas pela técnica de preparo do canal radicular para receção do espigão.

Deste modo, o cimento *GuttaFlow Bioseal*[®] aparenta ser um material promissor face o método de avaliação utilizado, uma vez que, para além de auxiliar no reparo dos tecidos, combinado com guta-percha permite uma selagem apical apropriada contribuindo para o sucesso do tratamento endodôntico.

4.5 Conclusão

Considerando as limitações do estudo, é possível aferir as seguintes conclusões:

- A microinfiltração ocorreu em ambos os cimentos endodônticos, pelo que nenhum material confere uma selagem apical impenetrável à passagem de fluídos.
- Verificou-se uma menor microinfiltração e portanto uma selagem apical mais efetiva quando utilizado o cimento *GuttaFlow Bioseal*[®] comparativamente com o cimento *AH Plus*[®], rejeitando-se a hipótese nula.
- A utilização da medicina nuclear como método de avaliação apresentou-se como um método eficaz, no entanto, devido à inexistência de um método de avaliação padronizado para os estudos de selagem apical, outros métodos devem ser aplicados para comprovar os resultados obtidos.

5. BIBLIOGRAFIA

1. 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.* 2011;110(7):454–9.
2. 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;31:1–9.
3. William Cheung DM. A review of the management of endodontically treated teeth Post. Post, core and the final restoration. *Am Dent Assoc.* 2005;146:185–9.
4. 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.
5. Mattison GD, Delivanis PD, Thacker RW, Hassell KJ. Effect of post preparation on the apical seal. *J Prosthet Dent.* 1984;51(6):785–9.
6. 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.
7. Baruah K, Mirdha N, Gill B, Bishnoi N, Gupta T, Baruah Q. 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(6):261–5.
8. 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):56–60.
9. 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.
10. Hoikkala N-PJ, Wang X, Hupa L, Smatt J-H, 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.
11. Hargreaves KM, Berman LH. COHEN'S PATHWAYS of the PULP. Vol. 11th ed, Elsevier. Elsevier; 2016. 1689–1699 p.
12. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater.* 2016;2016(4):1–10.
13. 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.
14. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Dent Mater.* 2016;32(5):113–26.
 15. 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.
 16. Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID. 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(1):70–6.
 17. Al-Ghamdi A, Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Dent Traumatol.* 1994;10(6):249–55.
 18. 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. *Int Endod J.* 1992;25(5):250–6.
 19. Estrela C, Estrela CRA, Decurcio DA, Hollanda ACB, Silva JA. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *Int Endod J.* 2007;40(2):85–93.
 20. 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.* 2013;5(2):35–43.
 21. Schwartz RS, Robbins JW. Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. *J Endod.* 2004;30(5):289–301.
 22. 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.
 23. 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.
 24. De Cleen MJH. The relationship between the root canal filling and post space preparation. *Int Endod J.* 1993;26(1):53–8.
 25. Abdulllah HA, Taha OB, Jasim AM. Evaluation the Quality Three Different Obturation Technique Using Multi-Slice Computed Tomography : An In-Vitro Study. *Tikrit J Dent Sci.* 2013;1:9–16.
 26. 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.
27. Yazdi KA, 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.* 2010;5(2):64–8.
 28. Madison S, Zakariasen KL. Linear and Volumetric Analysis of Apical Leakage in Teeth Prepared for Posts. *J Endod.* 1984;10(9):422–7.
 29. Weine FS. *Endodontic Therapy*. 5th ed. St. Louis: The C. V. Mosby Co.; 1996.
 30. Padmanabhan P, Das J, Kumari RV, Pradeep PR, Kumar A, Agarwal S. Comparative evaluation of apical microleakage in immediate and delayed postspace preparation using four different root canal sealers: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017;20(2):86–90.
 31. 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).
 32. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod.* 2013;39(10):1281–6.
 33. Silva Almeida LH, Moraes RR, Morgental RD, Pappen FG. Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.* 2017;43(4):527–35.
 34. 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):353–8.
 35. Vera-Sánchez M, Aznar-Cervantes S, Jover E, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Hernández-Romero D, et al. Silk-Fibroin and Graphene Oxide Composites Promote Human Periodontal Ligament Stem Cell Spontaneous Differentiation into Osteo/Cementoblast-Like Cells. *Stem Cells Dev* [Internet]. 2016;25(22):1742–54. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/scd.2016.0028>
 36. 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.
 37. 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.
 38. ISO 6876:2012. *Dentistry -- Root canal sealing materials*. Int Organ Stand. 2012;
 39. Banerjee S, Ambikalmajan Pillai MR, Ramamoorthy N. Evolution of Tc-99m in

diagnostic radiopharmaceuticals. *Semin Nucl Med.* 2001;31(4):260–77.

40. 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.