



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

**Avaliação comparativa da capacidade de selagem de dois cimentos
endodônticos: avaliação in vitro com 99mTC-HMDP**

Diogo Mendonça

Orientador: Manuel Marques Ferreira

Prof. Associado C/ Agregação da FMUC

Coorientadores: Ana Margarida Abrantes

Prof. Aux. da FMUC

Ana Catarina Carvalho, Assist. Conv da FMUC

Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Faculdade
de Medicina da Universidade de Coimbra, 2018

**Avaliação comparativa da capacidade de selagem de dois
cimentos endodônticos: avaliação in vitro com 99mTC-
HMDP**

Mendonça, Diogo¹; Marques Ferreira, Manuel²; Abrantes, Ana
Margarida³ ; Carvalho, Ana Catarina⁴

¹ Estudante do Mestrado Integrado de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da
Universidade de Coimbra.

² Professor Associado com agregação à Faculdade de Medicina da Universidade de
Coimbra, Instituto de Endodontia, Instituto de Pesquisa Clínica e Biomédica (iCBR),
Centro de Biomedicina e Biotecnologia Inovadoras (CIBB), CNC.IBILI, CIMAGO,
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

³ Professora Auxiliar da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Instituto
de Pesquisa Clínica e Biomédica (iCBR), Centro de Biomedicina e Biotecnologia
Inovadoras (CIBB), CNC.IBILI, CIMAGO, Faculdade de Medicina da Universidade de
Coimbra.

⁴ Assistente Convidada da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra,
Instituto de Endodontia, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

SUMÁRIO

- 1. Resumo**
- 2. Abstract**
- 3. Desenvolvimento**
 - 3.1. Introdução**
 - 3.2. Materiais e Métodos**
 - 3.3. Resultados**
 - 3.4. Discussão**
 - 3.5. Conclusão**
- 4. Bibliografia**
- 5. Anexos**

1. Resumo

A endodontia tem como objetivos preservar o dente e prevenir infecções periapicais, melhorando a qualidade de vida do doente. O objetivo deste estudo *in vitro* foi comparar a capacidade de selagem de dois cimentos endodônticos, o AH-Plus® e GuttaFlow Bioseal®. Para o fazer foram recolhidos 30 dentes humanos monorradiculares. Primeiro foram seccionadas as coroas dos dentes e foi feita instrumentação mecanizada com limas ProTaper® Universal ao comprimento de trabalho, que foi determinado radiograficamente. Seguidamente, os dentes foram divididos em dois grupos. No grupo experimental 1, os dentes foram obturados com AH-Plus®, através da técnica de cone único, e no grupo experimental 2, os dentes foram obturados com GuttaFlow Bioseal®, também através da técnica de cone único. Foram ainda utilizados 4 dentes íntegros que não foram submetidos ao protocolo experimental utilizado nos grupos 1 e 2, para controlo negativo. E mais 4 dentes, para controlo positivo, que foram instrumentados com o mesmo protocolo utilizado nos grupos 1 e 2 mas não foram obturados. A capacidade de selagem foi medida através da técnica de medição da penetração de isótopos radioativos utilizando ^{99m}Tc . Para cada dente, uma imagem estática foi adquirida por três minutos para que regiões de interesse (ROIs) com um tamanho matriz 512x512 em cada imagem fossem desenhadas sobre cada dente, para obter as contagens totais e as contagens por minuto (cpm). Os resultados demonstram diferenças estatísticas relativamente significativas entre a capacidade de selagem do AH-Plus® e o GuttaFlow Bioseal® ($p= 0,003$), tendo o GuttaFlow Bioseal® apresentado uma capacidade de selagem superior.

Palavras-chave: Obturação do Canal Radicular, Capacidade de selagem, AH-Plus®, GuttaFlow Bioseal®

2. **Abstract**

Endodontics aims to preserve the tooth and prevent periapical infections, improving the quality of life of the patient. The objective of this in vitro study was to compare the sealing capacity of two endodontic sealers, AH-Plus® and GuttaFlow Bioseal®. To do this, 30 human monoradicular teeth were collected. First, the crowns of the teeth were sectioned, followed by mechanized instrumentation with ProTaper® Universal files at the working length, determined radiographically. The teeth were then divided into two groups. In experimental group 1, the teeth were obturated with AH-Plus® through the single cone technique, and in experimental group 2, the teeth were filled (with GuttaFlow Bioseal®, also through the single cone technique. Four intact teeth were used, which were not submitted to the experimental protocol used in groups 1 and 2, for negative control. And another 4 teeth, for positive control, that were instrumented with the same protocol used in groups 1 and 2 but were not sealed. The sealing capacity was measured by the technique of measuring the penetration of radioactive isotopes using 99mTc. For each tooth, a static image was acquired for three minutes so that regions of interest (ROIs) with a 512x512 matrix size in each image were drawn on each tooth for total counts and counts per minute (cpm). The results demonstrate relatively significant statistical differences between the sealing ability of AH-Plus® and GuttaFlow Bioseal® ($p = 0.003$), with GuttaFlow Bioseal® exhibiting superior sealing ability.

Keywords: Root canal seal, sealing capacity, AH-Plus®, GuttaFlow Bioseal®

3. Desenvolvimento

3.1. Introdução

A endodontia tem como objetivos preservar o órgão dentário e prevenir infecções periapicais, melhorando a qualidade de vida do doente. A contaminação bacteriana do sistema de canais radiculares ocorre devido à cárie dentária ou fratura e constitui a principal causa da periodontite apical (1,2). O principal objetivo da terapêutica endodôntica é a remoção mecânica e química da matéria orgânica e inorgânica de toda a cavidade pulpar e a sua completa obturação com um material de obturação inerte (2,3).

Por sua vez, a obturação tem de ser capaz de promover uma adequada selagem do canal para prevenir a reinfeção e estimular a reparação e regeneração dos tecidos (3,4). Para se realizar esta selagem, dois conjuntos de materiais têm sido utilizados ao longo do tempo tais como os materiais de núcleo e os cimentos endodônticos.

Os cimentos endodônticos vão fazer a união entre as paredes do canal e o material de núcleo utilizado (5) e devem ajudar a prevenir a invasão de bactérias residuais do canal para os tecidos periapicais. Idealmente devem obedecer a determinadas características como uma adequada selagem, estabilidade dimensional, reduzido tempo de presa para assegurar tempo de trabalho suficiente, insolubilidade nos fluidos tecidulares, adesão adequada às paredes canalares e biocompatibilidade (6). Devem também ser radiopacos para permitir o controlo radiográfico, não sofrer contração de polimerização de modo a prevenir a reinfeção, não pigmentar e ser bacteriostáticos (5,7). São também importantes para facilitar a inserção do material de núcleo uma vez que têm uma ação lubrificante. (5)

O material de núcleo mais utilizado é a guta-percha (1) e uma vez que este material não adere às paredes dos canais, é necessário usar um cimento endodôntico de modo a obter o efeito desejado. (8)

Os cimentos endodônticos têm sido revistos em inúmeros estudos, tanto coletiva (9) como isoladamente, baseando-se na sua composição. Destes podemos destacar cimentos de óxido de zinco eugenol (10), hidróxido de cálcio (11), ionómero de vidro (12), cimentos à base de resinas epóxicas (13) e cimentos biocerâmicos. (5)

Neste trabalho foram analisados dois tipos de cimentos, os biocerâmicos e os de resinas epóxicas.

A combinação de guta-percha com resinas epóxicas é a mais utilizada no tratamento endodôntico. (7) Estes cimentos têm excelentes propriedades físicas entre as quais a baixa solubilidade, baixa contração de polimerização e boa adaptação às paredes do canal. Um exemplo comercial deste tipo de cimentos endodônticos é o AH-Plus®.

Recentemente tem havido mais atenção para os cimentos biocerâmicos devido às suas excelentes propriedades físico-biológicas (12) e podemos estar a assistir a uma mudança no "paradigma" na terapêutica endodôntica. Uma das grandes vantagens do uso de cimentos biocerâmicos no tratamento endodôntico é a sua biocompatibilidade, que vai prevenir a rejeição por parte dos tecidos circundantes (5). A classificação de materiais biocerâmicos faz-se entre materiais bioativos e bioinertes em função da sua interação com os tecidos vivos (14). Materiais bioativos, como o vidro e o fosfato de cálcio, interagem com os tecidos circundantes estimulando o crescimento de tecidos mais duradouros (15). Materiais bioinertes, como a zircónia e a alumina, produzem uma resposta menos eficaz por parte dos tecidos circundantes, não tendo efetivamente um efeito biológico ou fisiológico (14). Os materiais bioativos são também classificados de acordo com a sua estabilidade em degradáveis ou não degradáveis. Materiais biocerâmicos são comumente usados em tratamentos ortopédicos, como substituição de articulações ou tecidos, e para implantes revestidos por metal para melhorar a sua biocompatibilidade (14). Isto pode ser uma grande ferramenta para outros tratamentos que dependam do sucesso do tratamento endodôntico tais como coroas totais/inlays/onlays, restaurações com resina composta, reimplante intencional entre outras opções de tratamento.

O GuttaFlow Bioseal® é um exemplo de um cimento que tem na sua composição partículas de guta-percha, silicone e silicato de cálcio, referidas pelo fabricante, que ao entrarem em contacto com os tecidos libertam componentes que vão ajudar na reparação e regeneração dos tecidos periapicais.

A capacidade de selagem é uma componente de extrema importância para a eficácia do tratamento e existem várias técnicas para a avaliar, tais como: penetração de tinta (16), extração de tinta (17), penetração de microrganismos (18), técnica de transporte de fluidos (18) e medição da penetração de isótopos radioativos (19). Nesta última técnica é usado o pertecnetato de sódio cujo uso na medicina nuclear está bem estabelecido graças à versatilidade química deste composto (20). As propriedades mais relevantes do ^{99m}Tc consistem na sua emissão de 140 fótons gama keV com 89% de abundância, o que é ideal para imagens com as câmaras gama usadas na medicina nuclear. Além disso, o seu tempo de semi-vida de 6 horas é suficiente para preparar radiofármacos, executar o controlo de qualidade e administrá-los ao paciente para estudos de imagem, tendo também uma dosimetria favorável. O rápido crescimento neste campo nas últimas décadas é atribuível,

além das características ideais deste composto, ao projeto e desenvolvimento de geradores ^{99}Mo / $^{99\text{m}}\text{Tc}$ e kits liofilizados para facilitar a formulação de compostos de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ nas radiofarmácias hospitalares (19).

Este estudo tem como objetivo avaliar in vitro dois cimentos endodônticos, AHPlus® e GuttaFlow Bioseal® quanto à sua capacidade de selagem, através da avaliação da penetração de isótopos radioativos, o $^{99\text{m}}\text{TcNaO}_4$.

Hipótese nula: Não existem diferenças significativas na capacidade de selagem entre o AH-Plus® e o cimento GuttaFlow Bioseal®.

Hipótese alternativa: O cimento biocerâmico tem maior capacidade de selagem.

3.2. Materiais e Métodos

1. Seleção dos dentes

Os dentes selecionados para este estudo foram obtidos na clínica da Área de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

Estes eram todos monorradiculares, com um canal, sem lesão de cárie, com ápice encerrado, sem tratamento endodôntico prévio, sem fraturas na raiz, nem reabsorções.

A anatomia canalar foi confirmada após a realização de radiografias com diferentes angulações.

2. Cimentos endodônticos

Os cimentos utilizados neste estudo foram o AH-Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) e o GuttaFlow Bioseal® (Coltene/Whaledent, GmbH + Co. KG, Germany).

Composição AH-Plus®: 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-5oxanonane-diamina-1,9; TCD – Diamina; Tungstato de cálcio; Óxido de zircónio; Sílica e Óleo de silicone.

Composição GuttaFlow Bioseal®: Guta-percha; catalisador de platina; silicatos, óleo de silicone; micropartículas de prata; óxido de zinco; dióxido de zircónio e vidro bioativo.

3. Preparação das amostras

Foram selecionados 30 dentes que depois de desinfetados com NaOCl a 3% foram armazenados em cloramina T à temperatura de 4°C, até serem utilizados. A coroa foi removida com disco de *Carburundum* de alta velocidade perpendicular ao longo eixo da raiz para se obterem segmentos com 14 mm de comprimento para padronização da amostra. Posteriormente foi realizada a instrumentação com técnica mecanizada com limas ProTaper Universal com a sequência S2, F1, F2 e F3. O comprimento de trabalho foi determinado com uma lima K15 inserida no canal até ser visível a sua saída pelo ápice, retirando 1 mm para obter o comprimento desejável. Após a passagem de todos os instrumentos pelo canal estes foram irrigados com 2 mL de NaOCl a 3% e o ápice permeabilizado com lima k10. Para a remoção da smear layer foi utilizado EDTA 17% (1mL) durante 1 min. Os canais foram secos com cones de papel antes da obturação e divididos em dois grupos experimentais e dois de controlo:

Grupo 1:

Neste grupo experimental os dentes foram obturados com pontas de guta-percha F3 (Dentsply) e cimento AH-Plus®, usando a técnica de cone único e onda contínua.

Grupo 2:

Neste grupo experimental os dentes foram obturados com GuttaFlow Bioseal®, usando a mesma técnica do Grupo 1 (pontas de guta-percha F3 (Dentsply) e cimento AH-Plus® e técnica de cone único e onda contínua).

Grupo 3:

Neste grupo foram utilizados 4 dentes para controlo negativo.

Grupo 4:

Neste grupo foram utilizados 4 dentes que foram instrumentados com a mesma técnica utilizada nos grupos 1, 2 e 3, mas não obturados, para controlo positivo.

4. Protocolo de infiltração

Todas as raízes de ambos os grupos experimentais e do grupo de controlo positivo foram impermeabilizadas com verniz, exceto os 3 mm apicais enquanto que as amostras do controlo negativo foram totalmente impermeabilizadas. Depois da impermeabilização as amostras foram mergulhadas numa solução de tecnécio (^{99m}Tc) durante 3 horas. Após este período de tempo o verniz foi removido e as contagens para cada dente foram obtidas numa gama-câmara (GE 400 AC, Milwaukee, USA). Para cada dente, uma imagem estática foi adquirida por três minutos para em regiões de interesse (ROIs) desenhadas sobre cada dente, com um tamanho de matriz 512x512, e obtidas as contagens totais, médias e mínimas por minuto (cpm).

5. Análise estatística

A descrição dos 4 grupos avaliados foi realizada com recurso à média e desvio padrão e ainda ao máximo e mínimo obtidos. Para avaliar as diferenças entre os grupos utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis após se ter verificado o pressuposto de normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. Realizaram-se testes post-hoc (Dunn-Sidak) com correção para comparações múltiplas para avaliar as diferenças entre cada par de grupos. A análise estatística foi realizada na plataforma IBM® SPSS® v24, adoptando um nível de significância de 0.05.

3.3. Resultados

A descrição dos 4 grupos avaliados foi realizada com recurso a média e desvio padrão e ainda ao máximo e mínimo obtidos (Tabela 1).

	Controlo negativo (4)	Controlo positivo (4)	GuttaFlow Bioseal (15)	AH Plus (15)
Média	0,331	2,395	0,349	1,158
Desvio Padrão	0,182	0,234	0,172	0,768
Mínimo	0,167	2,135	0,081	0,331
Máximo	0,537	2,652	0,718	3,209

Tabela 1. Valores médios de infiltração registados para cada grupo.

Da comparação dos grupos verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre eles ($\chi^2(3) = 23.359, p < 0.001$). (Tabela 2)

	Controlo negativo (n=4)	Controlo positivo (n=4)	GFBIosseal (n=15)	AHPlus (n=15)
Controlo negativo		0.010	1.000	0.102
Controlo positivo			0.001	0.695
GFBIosseal				0.003

Tabela 2. Valor p resultante da comparação entre os grupos.

A partir da análise estatística realizada podemos concluir que neste estudo a capacidade de selagem do cimento biocerâmico GF Biosseal foi superior à apresentada pela resina epoxy AH Plus com diferença estatisticamente significativa ($p=0.003$).

3.4. Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar in vitro dois cimentos endodônticos, AHPlus® e GuttaFlow Bioseal® quanto à sua capacidade de selagem, através da medição da penetração de isótopos radioativos. Como foi referido na introdução, a persistência dos micro-organismos no canal radicular é o principal fator etiológico das doenças pulpares e periapicais (1,2). Assim sendo, o sucesso da terapêutica endodôntica está diretamente ligado à limpeza rigorosa mecânica e química de toda a cavidade pulpar (instrumentação), sendo bastante importante o uso de hipoclorito de sódio para desinfetar o canal e dissolver o tecido pulpar, (1) e a sua completa obturação com um material de obturação inerte (1,3). Para uma boa obturação, devemos ter atenção ao material que escolhemos para ser a interface entre o material de núcleo e as paredes canales, ou seja, o cimento. A escolha deste material apresenta-se como um passo crucial na terapêutica endodôntica tendo um grande impacto no sucesso do mesmo. Os cimentos biocerâmicos parecem ser uma promessa no arsenal de materiais para o tratamento endodôntico, graças às suas propriedades físico-químicas (21). Estudos indicam que o GuttaFlow Bioseal® apresentou um tempo de presa reduzido. Esse achado pode ser atribuído à presença de polímeros de polidimetilsiloxano no cimento, que promovem a reação de polimerização entre o polidimetilsiloxano, os óleos de silicone e a parafina catalisada pela

platina (22,23). Estes materiais à base de silicone também incluem na sua composição guta-percha, nanopartículas de prata e silicato de cálcio, que diminuem os *gaps* e permanecem nas cavidades do polímero, em vez de participarem na polimerização, o que se traduz em tempos de presa significativamente reduzidos. (22,23) Os resultados obtidos neste estudo contrastam com os de Gandolfi *et al.*, que apresentaram maiores tempos de presa para esses dois cimentos. (23) No estudo de Camargo *et al* foi testada a fluidez deste cimento. Foram colocados 0,5 mL de GuttaFlow Bioseal® numa placa de vidro, sendo a seguir comprimido por uma segunda placa de vidro. A fluidez do GuttaFlow Bioseal® pode ser atribuída à reação entre o polidimetilsiloxano, o óleo de silicone e a parafina que este contém, bem como a pressão exercida pela placa de vidro durante o teste, uma vez que estes têm capacidade tixotrópica sob compressão, o que permite a maior fluidez e penetração destes selantes.(6,22–25). Assim, são mais fáceis de manusear e permitem uma melhor selagem dos canais nomeadamente dos canais secundários. Neste mesmo estudo, foi também avaliada a densidade radiográfica e este material mostrou uma densidade mais elevada do que o recomendado devido à presença de radiopacificadores como o dióxido de zircónia e nanopartículas de prata na sua composição. (23,24,26). Esta característica permite uma melhor avaliação da qualidade da obturação do sistema de canais.

Outra grande vantagem deste material é ter na sua composição fosfato de cálcio, o que melhora as propriedades de presa destes cimentos resultando numa composição química e estrutura cristalina semelhante à hidroxiapatite do dente e do osso (27), melhorando assim a interface cimento-dentina. No entanto, estes cimentos têm uma grande desvantagem que é a dificuldade da remoção nos casos de retratamento ou preparação para colocação de um espigão.(28) Quando em contacto com o tecido ósseo, a hidroxiapatite tem um efeito osteocondutor, levando à formação de osso na interface. Também existe uma capacidade osteoindutiva intrínseca nos cimentos biocerâmicos devido à sua habilidade de absorver substâncias osteoindutoras se houver um processo de regeneração óssea próximo. (29)

Tal como foi referido na introdução, existem várias técnicas para avaliar a capacidade de selagem além da que foi utilizada neste estudo, tais como: infiltração com corantes (16), extração de tinta (17,30), penetração de microrganismos (18), técnica de transporte de fluidos (18). No primeiro método, o ápice do dente é mergulhado num corante que penetra através de lacunas ou vazios existentes entre as paredes dentinárias e o material de obturação (16). Quanto ao método de extração de tinta, neste, as amostras são revestidas por verniz e mergulhadas em corante azul de metileno. É retirado o verniz e as amostras são colocadas em solução de ácido nítrico 6 mL, 65%, durante 3 dias, sendo depois levada a solução final à centrífugadora para separar detritos da tinta extraída.(30) Já na técnica de penetração de

microrganismos, as amostras são expostas a bactérias como a *Pseudomonas aeruginosa* (18). O transporte convectivo de água da extremidade coronária para a extremidade apical de canais radiculares foi determinado pelo movimento de uma bolha de ar num tubo capilar conectado ao ápice da seção radicular experimental usando uma pressão de 120kPa (1,2 atm). O transporte de água através dos vazios existentes nos canais obturados pode ser medido reproduzivelmente desta maneira (18).

Neste trabalho experimental *in vitro* usamos $^{99m}\text{TcNaO}_4$, obtido na forma de pertecnetato de sódio diretamente do gerador após eluição com solução salina. A razão para tomarmos esta opção e as principais vantagens de usar uma solução radioativa é que este método com radionuclídeo é não-destrutivo e é um método quantitativo que permite avaliar a microinfiltração no mesmo espécimen durante períodos de tempo prolongados (20).

Neste estudo, o GuttaFlow Bioseal® apresentou uma capacidade de selagem superior à do AH-Plus®, possivelmente devido à existência de fosfato de cálcio na sua composição e do efeito que este provoca (15,27). Apesar dos resultados, há que ter em atenção que este teste apenas avalia a capacidade de selagem e temos outros fatores a ter em conta para podermos efetivamente concluir se um determinado cimento endodôntico é eficaz ou não nomeadamente a biocompatibilidade, a adesão às paredes do canal, estabilidade dimensional, entre outros. Há que realçar a necessidade de estudos sobre esta matéria com amostras maiores e a confirmação destes resultados com estudos *in vivo* para avaliarmos se clinicamente os resultados são semelhantes.

3.5. Conclusão

No presente estudo, o GFBioseal® apresentou uma capacidade de selagem superior à do AH-Plus®, com valores estatisticamente significativos entre os dois grupos.

Aceitamos a hipótese alternativa concluindo que em termos de capacidade de selagem, o GFBioseal® é mais eficaz.

4. **Bibliografia**

1. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MSZ, del Carpio Perochena A, Vivian RR, Camargo EJ, et al. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: A confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2009;108(3):450–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.04.024>.
2. Becker BD. Intentional Replantation Techniques: A Critical Review. *J Endod*. 2018;44(1):14–21.
3. Peters OA, Dummer PMH, Hulsmann M. Mechanical preparation of root canals-shaping goals, techniques and means. *Endod Top* [Internet]. 2005;10(10):47. Available from: [http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.kib.ki.se/journal/10.1111/\(ISSN\)1601-1546%5Cnjsessionid=1367D47D8138BC28A835CDC3AA56DF9E.f03t01%5Cnpapers3://publication/doi/10.1111/j.1601-1546.2005.00152.x/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.kib.ki.se/journal/10.1111/(ISSN)1601-1546%5Cnjsessionid=1367D47D8138BC28A835CDC3AA56DF9E.f03t01%5Cnpapers3://publication/doi/10.1111/j.1601-1546.2005.00152.x/abstract)
4. Branstetter J, von Fraunhofer JA. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod*. 1982;8(7):312–6.
5. Al-Haddad A, Aziz ZACA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater*. 2016;2016.
6. 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>
7. 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(0):1–9.
8. Cakici F, Cakici EB, Ceyhanli KT, Celik E, Kucukekenci FF, Gunseren AO. Evaluation of bond strength of various epoxy resin based sealers in oval shaped root canals. *BMC Oral Health* [Internet]. 2016;16(1):1–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-016-0301-1>
9. ORSTAVIK D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Top* [Internet]. 2005;12(1):25–38. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1601-1546.2005.00197.x>

10. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1992;73(6):729–37.
11. Desai S, Chandler N. Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers: A Review. *J Endod* [Internet]. 2009;35(4):475–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.026>
12. Lee CQ, Harandi L, Cobb CM. Evaluation of glass ionomer as an endodontic sealant: An in vitro study. *J Endod.* 1997;23(4):209–12.
13. Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu L sha, Kim SK, Pashley DH, et al. Critical Review on Methacrylate Resin-based Root Canal Sealers. *J Endod* [Internet]. 2010;36(3):383–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.023>
14. Best SM, Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: Past, present and for the future. *J Eur Ceram Soc.* 2008;28(7):1319–27.
15. Koch K, Brave D. The Increased Use of Bioceramics in Endodontics. *DentaltownCom.* 2009;(April 2009):39–43.
16. Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 2003;29(9):592–4.
17. Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Ørstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J.* 1999;32(5):370–5.
18. Gee DE. Wu_1993_Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. 2010;1–6. Available from: <papers2://publication/uuid/00C9CD9E-3A12-4A7E-899F-61C37EFAABE5>
19. Banerjee S, Ambikalmajan Pillai MR, Ramamoorthy N. Evolution of Tc-99m in diagnostic radiopharmaceuticals. *Semin Nucl Med.* 2001;31(4):260–77.
20. 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.
21. Colombo M, Poggio C, Dagna A, Meravini MV, Riva P, Trovati F, et al. Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. *J Clin Exp Dent.* 2018;10(2):e120–6.
22. 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.
23. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Dent Mater [Internet]*. 2016;32(5):e113–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.001>
 24. Flores DSH, Rached-Júnior FJA, Versiani MA, Guedes DFC, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J.* 2011;44(2):126–35.
 25. Zielinski TM, Baumgartner JC, Marshall JG. An Evaluation of GuttaFlow and Gutta-Percha in the Filling of Lateral Grooves and Depressions. *J Endod.* 2008;34(3):295–8.
 26. Shakya VK, Gupta P, Tikku AP, Pathak AK, Chandra A, Yadav RK, et al. An invitro evaluation of antimicrobial efficacy and flow characteristics for AH plus, MTA fillapex, CRCS and gutta flow 2 root canal sealer. *J Clin Diagnostic Res.* 2016;10(8):ZC104–8.
 27. Ginebra MP, Fernández E, De Maeyer EAP, Verbeeck RMH, Boltong MG, Ginebra J, et al. Setting reaction and hardening of an apatitic calcium phosphate cement. *J Dent Res.* 1997;76(4):905–12.
 28. MARIACHERNG A, CHOW L, TAKAGI S. In Vitro Evaluation of a Calcium Phosphate Cement Root Canal Filler/Sealer. *J Endod.* 2003;27(10):613–5.
 29. Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. the Use of Bioceramics in Endodontics - Literature Review. *Med Pharm Reports.* 2016;89(4):470–3.
 30. Uysal İ. Comparison of Apical Microleakage of Dual-Curing Resin Cements with Fluid-Filtration and Dye Extraction Techniques. *Med Sci Monit.* 2015;21:937–44.

5. Anexos

Tabela 3. Diâmetros MD e VP/VL dos dentes, em milímetros.

	Diâmetro VP/VL (mm)	Diâmetro MV (mm)
Dente 1	6	4
Dente 2	6	4
Dente 3	7	3
Dente 4	6	6
Dente 5	6	3
Dente 6	7	5
Dente 7	6	6
Dente 8	6	4
Dente 9	7	5
Dente 10	6	4
Dente 11	7	6
Dente 12	8	4
Dente 13	6	4
Dente 14	7	4
Dente 15	6	4
Dente 16	7	4
Dente 17	7	4
Dente 18	5	4
Dente 19	6	4
Dente 20	5	4
Dente 21	7	5
Dente 22	6	4
Dente 23	6	4
Dente 24	8	5
Dente 25	6	5
Dente 26	6	4
Dente 27	6	4
Dente 28	5	3
Dente 29	8	4
Dente 30	8	4