

# Influência de soluções irrigadoras e de materiais obturadores na infiltração apical – análise pelo método de filtração de fluidos

## Influence of irrigating solutions and of root filling materials on apical leakage – Fluid filtration method analysis

George Tácio de Miranda Candeiro<sup>1</sup> , Horst Frischkorn<sup>2</sup> , Maria Caroline de Abreu Timbó<sup>3</sup> , Yhara Carvalho de Sousa<sup>3</sup> , Danna Mota Moreira<sup>1</sup> , Phillipe Nogueira Barbosa Alencar<sup>1</sup> , Mônica Sampaio do Vale<sup>4</sup> 

1 Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS), Fortaleza, CE, Brasil. 2 Docente do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil. 3 Discente do Curso de Odontologia do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS), Fortaleza, CE, Brasil. 4 Docente do Departamento de Clínica Odontológica do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil.

### Resumo

**Objetivo:** avaliar, por meio do método de filtração de fluidos, a influência da solução irrigadora e diferentes associações de materiais obturadores na infiltração apical. **Métodos:** foram utilizados 112 pré-molares inferiores extraídos, divididos em dois grupos controle (n=8) e oito grupos experimentais (n=12), de acordo com a solução irrigante: hipoclorito de sódio (H), vinagre de maçã (V), e, de acordo com o material obturador, gutta-percha/AH Plus (GA), Resilon/Epiphany (RE), gutta-percha/Epiphany (GE) e Resilon/AH Plus (RA). Os canais radiculares foram instrumentados e obturados pela técnica híbrida de Tagger. Em seguida, os canais foram desobturados nos terços médio e cervical, permanecendo apenas 4 mm do terço apical para a análise da infiltração pelo método de filtração de fluidos. Os dados foram analisados, estatisticamente, pelo teste de Kruskal-Wallis, sendo considerado significativo quando  $P < 0,05$ . **Resultados:** as médias obtidas de infiltração apical ( $\mu\text{L}/\text{min}$ ) nos grupos foram: H/GA ( $0,03 \pm 0,09$ ), V/GA ( $0,04 \pm 0,05$ ), H/RE ( $0,06 \pm 0,13$ ), V/RE ( $0,10 \pm 0,20$ ), H/GE ( $0,08 \pm 0,18$ ), H/GE ( $0,16 \pm 0,21$ ), H/RA ( $0,40 \pm 0,63$ ) e V/RA ( $0,57 \pm 1,13$ ). Não foi observada diferença estatística quanto às soluções de irrigação aplicadas ( $P > 0,05$ ). No entanto, em relação aos materiais obturadores, verificou-se que os grupos obturados com a associação Resilon/AH Plus apresentaram, significativamente, maior infiltração que os demais grupos ( $P < 0,05$ ). **Conclusões:** a infiltração apical foi influenciada apenas pelos materiais obturadores, independentemente da solução de irrigadora.

**Palavras-chave:** Soluções irrigadoras. Materiais obturadores. Infiltração Apical. Obturação. Método de Filtração de Fluidos.

### Abstract

**Objective:** to evaluate by fluid filtration method, the influence of the irrigating solution and different root filling materials associations in the apical leakage. **Methods:** One hundred-twelve lower premolars extracted were divided in 2 control groups (n=8) and 8 experimental groups (n=12), according to the irrigation solution; sodium hypochlorite (H), apple vinegar (V), and according to the root canal filling material, gutta-percha/AH Plus (GA), Resilon/Epiphany (RE), gutta-percha/Epiphany (GE), Resilon/AH Plus (RA). The roots canals were instrumented and filled by Tagger's hybrid technique being removed from the filling material, having remained only 4 mm of apical root third to analyze the leakage through fluid filtration method. Data were analyzed by Kruskal-Wallis test and  $P < 0.05$  was considered significant. **Results:** The apical leakage means ( $\mu\text{L}/\text{min}$ ) observed in the groups were, H/GA ( $0.03 \pm 0.09$ ), V/GA ( $0.04 \pm 0.05$ ), H/RE ( $0.06 \pm 0.13$ ), V/RE ( $0.10 \pm 0.20$ ), H/GE ( $0.08 \pm 0.18$ ), H/GE ( $0.16 \pm 0.21$ ), H/RA ( $0.40 \pm 0.63$ ) e V/RA ( $0.57 \pm 1.13$ ). It was observed no statistical difference regarding the irrigation solutions applied ( $P > 0.05$ ), although the groups irrigated with sodium hypochlorite showed the best results. However, regarding the root canal filling material used, it was verified that the groups filled with Resilon/AH Plus association (H/RA e V/RA) have shown leakage higher significantly than other groups ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The apical leakage was influenced only by the root filling materials, regardless the irrigation solution.

**Key words:** Irrigation Solutions. Root Canal Filling Materials. Apical Leakage. Obturation. Fluid Filtration Method.

### INTRODUÇÃO

Um dos objetivos mais importantes da obturação endodôntica é evitar a penetração das bactérias remanescentes do tecido periapical para o interior do canal radicular. Outro objetivo importante é bloquear essas bactérias após o tratamento endodôntico, a fim de evitar seu acesso às regiões apicais<sup>1</sup>. Sabe-se que o sucesso da terapia endodôntica está diretamente relacionado à qualidade da obturação<sup>2</sup>.

No entanto, muitos estudos têm atestado a existência de falhas na interface material obturador/dentina, pois a gutta-percha não

possui adesividade às estruturas dentinárias<sup>1,2</sup>. Novos materiais adesivos aplicados na obturação endodôntica têm surgido na tentativa de obter uma maior resistência adesiva.

O sistema Resilon/Epiphany apresentaria a capacidade de formar um “monobloco” entre a superfície radicular e o material obturador, resultando em um selamento ideal, representando, teoricamente, uma alternativa à gutta-percha<sup>1</sup>. Desde o lançamento no mercado do sistema Resilon/Epiphany, muitos pesquisadores avaliaram a eficiência de sua adesão às

**Correspondente:** Prof. Dr. George Tácio de Miranda Candeiro. Rua General Tertuliano Potiguara, 1313 apto 801A – Aldeota, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: georgecandeiro@hotmail.com

**Conflito de interesse:** Não há conflito de interesse por parte de qualquer um dos autores.

Recebido em: 19 Sep 2018; Revisado em: 27 Feb 2019; 18 Mar 2019; Aceito em: 19 Mar 2019

paredes dentinárias, influenciando a resistência das fraturas radiculares e do extravasamento apical<sup>3,4</sup>.

No entanto, não há consenso, na literatura, sobre o uso seguro de sistemas adesivos em endodontia. Tem havido uma preocupação com a qualidade do tratamento da parede dentinária devido ao fato de que esse tecido é, usualmente, encontrado com umidade, sendo difícil promover a adesão e formar essa camada híbrida<sup>5</sup>. Há um debate sobre a medida ideal para a remoção da smear layer, a fim de aperfeiçoar o uso de sistemas adesivos dentro do canal radicular<sup>6-8</sup>.

A solução irrigadora pode apresentar alguma influência na formação da camada híbrida e no processo de adesão. O hipoclorito de sódio é a principal solução irrigadora em tratamentos endodônticos, e recentes estudos verificaram uma possível influência negativa quando utilizados os sistemas adesivos<sup>7,8</sup>. O vinagre de maçã tem sido proposto como solução irrigante, possuindo uma biocompatibilidade adequada e considerável capacidade de remover a camada de smear layer presente na superfície dos túbulos dentinários<sup>9-11</sup>. No entanto, ainda não foi avaliado o efeito do vinagre de maçã como solução irrigadora no selamento apical, quando associado à guta-percha e ao sistema Resilon/Epiphany.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, usando o método de filtração de fluidos, a infiltração apical em dentes cujos canais radiculares foram irrigados com hipoclorito de sódio 2,5% e vinagre de maçã e obturados com cones Resilon e de guta-percha associados aos cimentos endodônticos Epiphany e AH Plus.

## MÉTODOS

A presente pesquisa foi submetida e aprovada ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Ceará com o protocolo nº 183/09.

### Seleção dos Espécimes

Cento e doze pré-molares humanos inferiores recentemente extraídos foram selecionados, apresentando raiz reta e apenas um canal radicular, confirmado por radiografias periapicais. Após a extração, os dentes foram mantidos em solução fisiológica com 0,01% de Timol, por 30 dias e, posteriormente, armazenados em solução fisiológica, refrigerados até o seu uso.

### Preparação dos Espécimes e Distribuição de Grupos

Após a limpeza das superfícies radiculares com curetas periodontais, os dentes tiveram a coroa removida com discos de carborundum, utilizando irrigação com solução salina. As raízes foram colocadas no centro de tubos de PVC, com 12 mm de altura e 7 mm de diâmetro, com o objetivo de padronizar os diâmetros, realizando a inclusão das raízes em resina acrílica em que 2 mm apicais permaneciam fora do tubo de PVC.

Posteriormente, os espécimes selecionados foram distribuídos, randomicamente, em dois grupos-controle positivo e negativo (n = 8), para a obtenção das infiltrações máxima e mínima, respectivamente. Em seguida, foram distribuídos os demais espécimes em oito grupos experimentais (n = 12) atribuídos de acordo com a solução de irrigação e material obturador, conforme mostrado na tabela 1.

**Tabela 1.** Divisão dos grupos experimentais (n = 12), segundo a solução irrigadora e material obturador do canal radicular.

Grupo	Solução Irrigadora	Cone	Cimento	Abreviação
1	Hipoclorito de Sódio 2,5%	Guta-percha	AH Plus	H/GA
2	Vinagre de maçã	Guta-percha	AH Plus	V/GA
3	Hipoclorito de Sódio 2,5%	Resilon	Epiphany	H/RE
4	Vinagre de maçã	Resilon	Epiphany	V/RE
5	Hipoclorito de Sódio 2,5%	Guta-percha	Epiphany	H/GE
6	Vinagre de maçã	Guta-percha	Epiphany	V/GE
7	Hipoclorito de Sódio 2,5%	Resilon	AH Plus	H/RA
8	Vinagre de maçã	Resilon	AH Plus	V/RA

Fonte: Própria dos autores.

O preparo químico-cirúrgico foi realizado com o sistema ProTaper Universal (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o instrumento F5. O comprimento de trabalho foi estabelecido como 1 mm aquém do forame apical, mesmo que, em todos os espécimes, seja realizada a patência foraminal com o instrumento #30. Durante a troca de cada instrumento, os canais foram irrigados com 2 mL de solução de irrigação proposta para cada grupo.

Posteriormente, foram aplicados 2 mL de EDTA trisódico (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda, São Paulo, Brasil), durante 3 minutos, seguido de irrigação com Hipoclorito de Sódio 2,5% nos dentes dos grupos 1, 3, 5 e 7, e com vinagre de maçã (Minhoto, São Paulo, Brasil) nos grupos 2, 4, 6 e 8. A irrigação final foi feita com 5 mL de solução fisiológica. Os espécimes tiveram seus canais secos com pontas de papel absorvente tamanho 50 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça)

no comprimento de trabalho.

Em seguida, os dentes foram obturados com os materiais propostos por cada grupo, sendo utilizada a Técnica Híbrida de Tagger. Radiografias periapicais foram feitas para verificar a qualidade das obturações. Após 30 dias, os canais radiculares tiveram os terços cervical e médio desobturados com brocas de Gates-Glidden, sendo mantidos apenas 4 mm do material obturador. Os canais foram levados com soro fisiológico e permaneceram em estufa 37°C e 100% de umidade até a realização do teste de filtração de fluidos.

Os dentes dos grupos-controle foram instrumentados, também, com os instrumentos ProTaper Universal até o instrumento F5. Os dentes do grupo controle negativo foram obturados com guta-percha/AH Plus e tiveram a coroa restaurada com resina composta e os dentes do grupo-controle positivo não foram obturados.

### Método de Filtração de Fluidos

Em seguida, os espécimes, previamente preparados com resina acrílica, foram ajustados em mangueiras plásticas (PVC Chrystal, Plasville Ltda, Joinville, Brasil) com, aproximadamente, 6,4 mm de diâmetro, em ambos os lados, utilizando cianoacrilato (Super Bonder®, Henkel Ltda, São Paulo, Brasil) e fios de aço 0,30 mm (Dental Morelli Ltda, Sorocaba, Brasil) para manter as mangueiras plásticas no espécime nas regiões cervical e apical. A estabilidade do sistema foi verificada com um compressor de ar conectado à mangueira ao lado da parte cervical da amostra, sendo imerso em água. Se houvesse algum vazamento ou falha na adaptação da mangueira, haveria bolhas de ar e uma nova adaptação era feita no espécime.

O método de filtração de fluidos foi baseado em descrições feitas por Wu et al.<sup>12</sup>. Foi utilizada uma pressão de 1,0 atm, empurrando a água destilada na direção cérvico-apical. Durante o experimento, todo o sistema foi mantido imerso em água deionizada, sob pressão constante, auxiliada por um redutor de pressão (Air Liquid, SA, Paris, França) e um manômetro industrial, com precisão de  $\pm 1\%$  (Zürich Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, Brasil). A infiltração apical foi medida a partir do deslocamento de uma bolha de ar injetada em uma micropipeta de vidro (Pyrex, Corning Incorporated, Lowell, MA, EUA) acoplada à mangueira na porção apical da amostra. As leituras da posição das bolhas foram feitas a cada 2 minutos de intervalo, com cinco repetições para estimar a média de deslocamento da bolha em  $\mu\text{L}/\text{min}$ .

### Análise Estatística

As médias de infiltrações apicais nos grupos experimentais foram analisadas estatisticamente por meio do programa SPSS 15.0, utilizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas pelo teste de Dunn. Diferenças significativas foram consideradas quando  $P < 0,05$ .

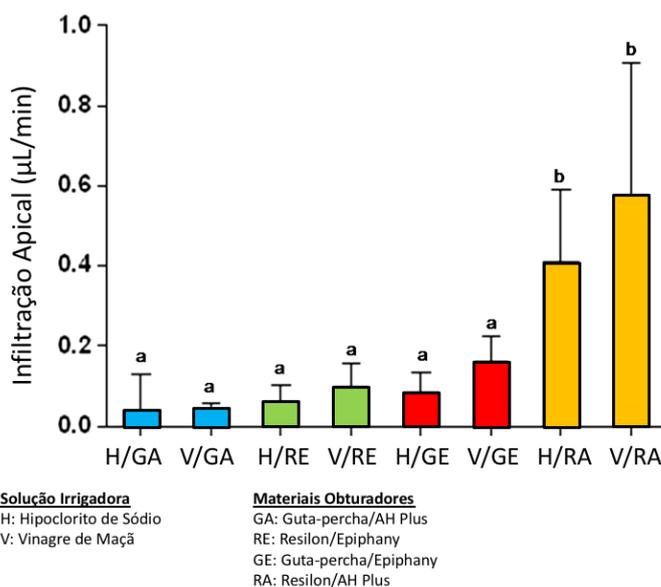
## RESULTADOS

Nos dentes do grupo-controle negativo, nenhuma infiltração não foi detectada, ao passo que todos os dentes do grupo-controle positivo tiveram infiltração excessiva, com difícil medição, devido à rapidez do movimento das bolhas.

Nos grupos experimentais, foi observado que todos os dentes apresentaram alguma infiltração, e que as médias obtidas de infiltração apical ( $\mu\text{L}/\text{min}$ ) nos grupos foram: H/GA ( $0,03 \pm 0,09$ ), V/GA ( $0,04 \pm 0,05$ ), H/RE ( $0,06 \pm 0,13$ ), V/RE ( $0,10 \pm 0,20$ ), H/GE ( $0,08 \pm 0,18$ ), H/GE ( $0,16 \pm 0,21$ ), H/RA ( $0,40 \pm 0,63$ ) e V/RA ( $0,57 \pm 1,13$ ). Não foi observada diferença estatística quanto às soluções de irrigação aplicadas ( $P > 0,05$ ), embora os grupos irrigados com hipoclorito de sódio tenham apresentado os melhores resultados.

No entanto, em relação aos materiais obturadores, verificou-se que os grupos obturados com a associação Resilon/AH Plus apresentaram infiltração significativamente maior que os demais grupos ( $P < 0,05$ ). A figura 1 mostra as médias das infiltrações apicais de cada grupo.

**Figura 1.** Médias  $\pm$  desvio-padrão ( $\mu\text{L}/\text{min}$ ) de infiltração apical, apresentadas em grupos experimentais.



Letras diferentes (a ou b) indicam a presença de diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Própria dos autores.

## DISCUSSÃO

A introdução de materiais obturadores adesivos em canais endodônticos ganhou maiores proporções com o surgimento do sistema Resilon/Epiphany, idealizado para manter o selamento apical e lateral, e, também, para reforçar a estrutura radicular<sup>1,3</sup>. No entanto, algumas pesquisas verificaram que o

sistema Resilon/Epiphany não apresenta diferenças nem no selamento nem na resistência a fraturas, quando comparado à guta-percha<sup>13-15</sup>.

O uso de materiais obturadores adesivos em canais radiculares implica um tratamento com soluções irrigantes e agentes quelantes antes da obturação, uma vez que a qualidade do preenchimento do canal está diretamente relacionada ao grau de desmineralização dentinária e a completa remoção da camada de smear layer<sup>7,16</sup>. Uma combinação entre soluções capazes de remover, completamente, os componentes inorgânicos da camada de smear layer é um procedimento interessante para promover um maior contato entre o material de preenchimento e as paredes do canal radicular<sup>11</sup>. Consequentemente, tem a desvantagem de descalcificar a dentina, o que pode prejudicar suas propriedades mecânicas<sup>6</sup>. Portanto, um aumento na área tubular da dentina, bem como uma consequente redução da dentina intertubular, uma vez promovida devido à forte ação quelante, não é favorável à sua adesão<sup>5</sup>. Assim, um efeito moderado de descalcificação pode representar uma boa escolha, preservando a dentina peritubular e intertubular<sup>7</sup>.

Embora o vinagre de maçã, quando utilizado como solução de irrigação, associado ao EDTA, apresente maior capacidade de remoção da smear layer do que o hipoclorito de sódio associado ao EDTA<sup>11</sup>, na presente pesquisa, a infiltração apical não foi influenciada significativamente pelas soluções irrigantes.

No presente estudo, utilizou-se o método de filtração de fluidos, que é baseado na penetração de água destilada sob pressão constante, dentro dos canais radiculares preenchidos, em que nenhum movimento de fluidos será detectado, se o sistema de canais radiculares estiver completamente vedado. Além disso, o método de filtração de fluidos quantifica a microinfiltração, sendo capaz de permitir medidas repetitivas, devido à falta de necessidade de cortar os espécimes para realizar a análise<sup>12</sup>. No entanto, todas as metodologias que avaliam a infiltração apresentam resultados questionáveis, devido a limitações dos métodos, não podendo ser comparados entre si<sup>17,18</sup>.

Alguns trabalhos ex vivo compararam as diferentes associações entre cones de guta-percha e Resilon com os cimentos endodônticos AH Plus e Epiphany, sob algumas metodologias, sendo observados resultados divergentes<sup>1,19-22</sup>.

Trabalhos prévios verificaram menor infiltração em dentes obturados utilizando o sistema Resilon/Epiphany do que guta-percha/AH Plus<sup>15,23,24</sup>. No entanto, na presente pesquisa, independentemente da solução de irrigação adotada, observou-se maior capacidade de seladora em raízes obturadas com cones de guta-percha e cimento AH Plus quando comparados aos espécimes preenchidos com o sistema Resilon/Epiphany,

concordando com outros autores<sup>14,19,21,25</sup>. Esse resultado pode ter ocorrido devido à excelente adesão do cimento AH Plus às paredes dentinárias. Também tem sido relatado que os materiais à base de metacrilato (cimento Epiphany, por exemplo) apresentam contração volumétrica durante o processo de polimerização, devido ao alto fator C no interior do canal radicular, aumentando as falhas entre as paredes dentinárias e o material obturador<sup>26,27</sup>. Portanto, a ausência de diferenças estatisticamente significantes entre esses dois materiais é, em grande parte, devido à existência de uma forte interação do cimento Epiphany aos cones Resilon, criando uma estrutura com capacidade adequada de selamento, semelhante à associação guta-percha/AH Plus.

Os grupos que apresentaram maiores taxas de infiltração apical, com diferença estatisticamente significativa quando relacionados aos demais grupos, foram representados pela associação entre os cones Resilon e o cimento AH Plus, independentemente da solução irrigadora, concordando com algumas pesquisas<sup>19,20,22</sup>. Todos os resultados podem ser explicados devido à menor capacidade dos cones Resilon em preencher espaços, aliada à falta de interação deles com o cimento AH Plus<sup>20</sup>. No entanto, Kaya et al.<sup>20</sup>, utilizando o teste push-out, relataram que os melhores resultados com a associação Resilon/AH Plus, aplicando a técnica de condensação lateral, foram inferiores apenas à associação guta-percha/Epiphany quando submetidos a técnicas obturadoras com termoplastificação.

No presente trabalho, os dentes foram desobturados nos terços cervical e médio, com o objetivo de avaliar a infiltração da porção apical, pois é a parte mais crítica do tratamento endodôntico. O terço apical é mais difícil de ser desinfetado e de ser obturado também. Dentes preparados para a inserção de retentores intraradiculares podem apresentar falhas caso os cuidados adicionais não sejam atentados, como a utilização de isolamento absoluto, por exemplo<sup>28</sup>. Dessa forma, o selamento do terço apical apresenta imensa importância na manutenção da qualidade do tratamento endodôntico.

A obturação do canal radicular deve ser realizada com materiais que promovam um adequado selamento e que possibilitem o processo de reparo apical. Assim, o clínico precisa observar os resultados na literatura com cautela antes de fazer a escolha do material.

## CONCLUSÕES

A partir da metodologia empregada, concluiu-se que as obturações realizadas com guta-percha/AH Plus e com o sistema Resilon/Epiphany apresentaram similares capacidades de selamentos apicais. O uso do vinagre de maçã não influenciou o selamento apical

## REFERÊNCIAS

1. Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod.* 2004 Maio; 30(5):342-7.

2. Oliveira DP, Barbizam JV, Trope M, Teixeira FB. Comparison between gutta-percha and Resilon removal using two different techniques in endodontic. *J Endod.* 2006 Abr; 32(4):362-4.

3. Tan M, Chai Z, Sun C, Hu B, Gao X, Chen Y, Song J. Comparative evaluation of the vertical fracture resistance of endodontically treated roots filled with Gutta-percha and Resilon: a meta-analysis of in vitro studies. *BMC Oral Health*. 2018 Jun 13;18(1):107. doi: 10.1186/s12903-018-0571-x.
4. Wedding JR, Brown CE, Legan JJ, Moore BK, Vail MM. An in vitro comparison of microleakage between Resilon and gutta-percha with a fluid filtration model. *J Endod*. 2007 Dez;33(12):1447-9.
5. Andriukaitiene L, Song X, Yang N, Lassila LVJ, Vallittu PK, Kerosuo E. The effect of smear layer removal on E. faecalis leakage and bond strength of four resin-based root canal sealers. *BMC Oral Health*. 2018 Dez 13;18(1): 213. doi: 10.1186/s12903-018-0655-7.
6. De-Deus G, Namen F, Galan Jr J, Zehnder M. Soft Chelating Irrigation Protocol Optimizes Bonding Quality of Resilon/Epiphany Root Fillings. *J Endod*. 2008 Jun; 34(6):703-5.
7. Seballos VG, Barreto MS, Rosa RAD, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB. Effect of Post-Space Irrigation with NaOCl And CaOCl at Different Concentrations on the Bond Strength of Posts Cemented with a Self-Adhesive Resin Cement. *Braz Dent J*. 2018 Sep-Oct;29(5):446-451. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201801955>.
8. Wang Y, Chen C, Zang HL, Liang YH. The recovery effect of proanthocyanidin on microtensile bond strength to sodium hypochlorite-treated dentine. *Int Endod J*. 2019 Mar; 52(3):371-376. doi: 10.1111/iej.13005.
9. Zandim DL, Corrêa FOB, Sampaio JEC, Rossa C Júnior. The influence of vinegars on exposure of dentinal tubules: a SEM evaluation. *Braz Oral Res*. 2004 Jan-Mar;18(1):63-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242004000100012>.
10. Spanó JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa MD Neto, Estrela C, Pécora JD. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *J Endod*. 2009 May; 35(5): 727-30. doi: 10.1016/j.joen.2009.02.008.
11. Candeiro GT, Matos IB, Costa CF, Fonteles CS, Vale MS. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium hypochlorite associated with EDTA. *J Appl Oral Sci*. 2011 Nov-Dez; 19(6):639-43.
12. Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR, Moorer WR. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J*. 1993 Jul; 26(4):203-8.
13. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak YF, et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod*. 2005 Jul; 31(7): 514-9.
14. Tunga U, Bodrumlu E. Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *J Endod*. 2006 Set; 32(9):876-8. doi: 10.1016/j.joen.2006.02.005.
15. Mishra P, Sharma A, Mishra S, Gupta M. Push-out bond strength of different endodontic obturation material at three different sites - In-vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2017 Jun 1; 9(6): e733-e737.
16. García-Godoy F, Loushine RJ, Itthagarun A, Weller RN, Murray PE, Feilzer AJ, et al. Application of biologically-oriented dentin bonding principles to the use of endodontic irrigants. *Am J Dent*. 2005 Out;18(4): 281-90.
17. Jafari F, Jafari S. Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: A systematic review. *J Clin Exp Dent*. 2017 Jun 1; 9(6): e812-e819. doi: 10.4317/jced.53604.
18. Moinzadeh AT, Mirmohammadi H, Hensbergen IA, Wesselink PR, Shemesh H. The correlation between fluid transport and push-out strength in root canals filled with a methacrylate-based filling material. *Int Endod J*. 2015 Feb; 48(2):193-8. doi: 10.1111/iej.12300.
19. Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J*. 2006 Out; 39(8): 643-7.
20. Kaya BU, Kececi AD, Belli S. Evaluation of the sealing ability of gutta-percha and thermoplastic synthetic polymer-based systems along the root canals through the glucose penetration model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007 Dec;104(6): e66-73.
21. Verma D, Taneja S, Kumari M. Efficacy of different irrigation regimes on the push-out bond strength of various resin-based sealers at different root levels: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2018 Mar-Apr; 21(2): 125-129. doi: 10.4103/JCD.JCD\_337\_16.
22. Sarangi P, Mallick R, Satapathy SK, Sharma G, Kouser F, Mohapatra S. An In vitro Comparison of Pushout Bond Strength of Resilon with MetaSEAL and AH Plus Sealers. *Contemp Clin Dent*. 2017 Oct-Dec; 8(4):613-616. doi: 10.4103/ccd.ccd\_666\_17.
23. Sultana M, Musani MA, Ahmed IM. An in-vitro comparative study for assessment of apical sealing ability of Epiphany/AH Plus sealer with Resilon/gutta-percha root canal filling materials. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016 Jul-Aug; 6(4): 321-6. doi: 10.4103/2231-0762.186806.
24. Williamson AE, Marker KL, Drake DR, Dawson DV, Walton RE. Resin-based versus gutta-percha-based root canal obturation: influence on bacterial leakage in an in vitro model system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Out;108(2): 292-6. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.01.043.
25. Bergmans L, Moisiadis P, Munck J, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Effect of polymerization shrinkage on the sealing capacity of resin fillers for endodontic use. *J Adhes Dent*. 2005; 7(4): 321-9.
26. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*. 2007 Jul; 33(7): 856-8.
27. Gulsahi K, Cehreli GC, Onay EO, Tasman-Dagli F, Ungor M. Comparison of the Area of Resin-based Sealer and Voids in Roots Obturated with Resilon and Gutta-Percha. *J Endod*. 2007 Nov; 33(11): 1338-41. doi: 10.1016/j.joen.2007.06.015
28. Goldfein J, Speirs C, Finkelman M, Amato R. Rubber dam use during post placement influences the success of root canal-treated teeth. *J Endod*. 2013 Dec; 39(12):1481-4. doi: 10.1016/j.joen.2013.07.036.

#### Como citar este artigo/How to cite this article:

Candeiro GTM, Frischkorns H, Timbó MCA, Sousa YC, Moreira DM, Alencar PNB, et L. Influência de soluções irrigadoras e de materiais obturadores na infiltração apical – análise pelo método de filtração de fluidos. *J Health Biol Sci*. 2019 Abr-Jun; 7(2):187-191.