



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Júlia de Freitas Ceccato

**Efeito dos protocolos de irrigação do espaço para pino utilizando
compostos halogenados associados a soluções ácidas sobre a interface
adesiva com adesivo universal**

Araraquara

2026



Júlia de Freitas Ceccato



Efeito dos protocolos de irrigação do espaço para pino utilizando compostos halogenados associados a soluções ácidas sobre a interface adesiva com adesivo universal

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística Restauradora.

Orientador: Milton Carlos Kuga

Araraquara

2026

C387e

Ceccato, Júlia de Freitas

Efeito dos protocolos de irrigação do espaço para pino utilizando compostos halogenados associados a soluções ácidas sobre a interface adesiva com adesivo universal / Júlia de Freitas Ceccato. --

Araraquara, 2026

35 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientador: Milton Carlos Kuga

1. Ácido acético. 2. Quelantes. 3. Hipoclorito de sódio. 4. Irrigação terapêutica. 5. Camada de esfregaço. I. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

A pesquisa propõe o uso do ácido acético como uma possível alternativa ao EDTA, durante o preparo do conduto radicular para cimentação de um pino de fibra de vidro. Com isso, visando uma melhor adesão do pino de fibra de vidro ao conduto, reduzindo falhas durante a cimentação. Influenciando na criação de novos protocolos de irrigação.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research proposes the use of acetic acid as a potential alternative to EDTA during root canal preparation for the cementation of glass fiber posts. By improving the interaction between the glass fiber post and the root canal dentin, this approach aims to enhance post adhesion and reduce cementation failures, thereby contributing to the development of new irrigation protocols.

Júlia de Freitas Ceccato

Efeito dos protocolos de irrigação do espaço para pino utilizando compostos halogenados associados a soluções ácidas sobre a interface adesiva com adesivo universal

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador Milton Carlos Kuga

2º Examinador Joissi Ferrari Zaniboni

3º Examinador Andrea Abi Rached Dantas

Araraquara, 03 de março de 2026.

DADOS CURRICULARES

Júlia de Freitas Ceccato

NASCIMENTO: 10/08/2000 – Bebedouro – São Paulo

FILIAÇÃO:

Luciana de Freitas Ceccato

Jorge Luiz Ceccato

2018 – 2021

Graduação em Odontologia

Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos

2023-2026

Mestrado em Ciências Odontológicas – Área de Dentística Faculdade de

Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista (FOAr-Unesp)

Dedico esta tese aos meus pais, que nunca mediram esforços para que eu realizasse os meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Nossa Senhora Aparecida, por me conceder saúde e sabedoria me guiando em toda trajetória.

Aos meus pais, que sempre caminharam comigo, me apoiaram em cada passo e nunca mediram esforços para transformar meus sonhos em realidade. Sem vocês, nada disso seria possível. Vocês são meu alicerce, meu lar e minha maior inspiração. Ao Gabriel, presença constante desde a minha graduação, por toda a paciência, carinho e compreensão. Obrigada por me incentivar todos os dias, em cada etapa, tornando essa conquista ainda mais especial.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Milton Carlos Kuga, pela orientação, paciência, disponibilidade e valiosas contribuições científicas, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus colegas de caminhada, mas em especial ao Phelipe, responsável por me encorajar e fazer com que eu acreditasse que seria possível.

A minha grande amiga Lara, que se fez presente durante todo o processo, agradeço pela amizade sincera, apoio constante e por estar presente em todos os momentos, especialmente nos mais desafiadores.

Aos professores do programa de pós-graduação, pelos ensinamentos transmitidos e pelo estímulo ao pensamento crítico e científico.

Aos colegas de mestrado, pela convivência, troca de conhecimentos e apoio ao longo desta caminhada, tornando o percurso mais leve e enriquecedor.

À CAPES, o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“O mistério da vida me causa a mais forte emoção. É o sentimento que suscita a beleza e a verdade, cria a arte e a ciência. Se alguém não conhece esta sensação ou não pode mais experimentar espanto ou surpresa, já é um morto-vivo e seus olhos se cegaram.”
Albert Einstein*

* Einstein A. Como vejo o mundo. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1981

Ceccato JC. Efeito dos protocolos de irrigação do espaço para pino utilizando compostos halogenados associados a soluções ácidas sobre a interface adesiva com adesivo universal. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

RESUMO

Os pinos de fibra de vidro têm sido amplamente utilizados para reabilitação de dentes com grande destruição coronária, devido à sua boa estética, módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e menor risco de fratura radicular quando comparados aos pinos metálicos. Entretanto, a adesão dos pinos de fibra ao canal radicular ainda representa um desafio clínico, a complexidade de adaptação intracanal, somada à ação dos irrigantes endodônticos utilizados durante o preparo químico-mecânico, influencia diretamente na composição da dentina e, conseqüentemente, na efetividade dos sistemas adesivos e cimentos resinosos. Dessa forma o trabalho apresentou como objetivo, avaliar a capacidade de solubilização da camada de smear layer e o efeito de diferentes soluções irrigadoras sobre a adesão de pinos de fibra de vidro à dentina radicular, considerando principalmente a ação do ácido acético como alternativa ao EDTA. Foram utilizadas 40 raízes bovinas que passaram pelo tratamento endodôntico e foram submetidas ao preparo intracanal para cimentação do pino de fibra de vidro, as raízes foram divididas em 4 grupos (n=10) HS-ED (Hipoclorito de Sódio com EDTA); HS-AA (Hipoclorito de Sódio com Ácido Acético); HC-ED (Hipoclorito de Cálcio com EDTA) e HC-AA (Hipoclorito de Cálcio com Ácido Acético); as soluções foram irrigadas dentro do espaço para pino. Os pinos foram anatomizados e cimentados com Cimento Resinoso Dual Allcem Core e fotopolimerizados, todos os espécimes foram submetidos ao teste de resistência de união, padrão de falha adesiva, microscopia eletrônica de varredura, análise da incidência de resíduos e contagem dos túbulos dentinários abertos. Os grupos que utilizaram ácido acético, apresentaram um valor na resistência de união superior ao demais, além disso os mesmos grupos obtiveram um maior número de falhas coesivas quando comparados aos grupos que utilizaram hipoclorito de sódio que apresentaram um número maior de falhas adesivas, devido a influência do hipoclorito de sódio na fotopolimerização. A interação do ácido acético com o hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio promoveu uma reação que com o uso da água destilada para irrigação, removeu todo o precipitado formado dentro do contudo radicular promovendo uma menor incidência de resíduos na superfície dentinária.

Palavras – chave: Ácido acético; Quelantes; Hipoclorito de sódio; Irrigação terapêutica; Camada de esfregaço.

Ceccato JC. Effect of pin space monitoring protocols using halogenated compounds associated with acidic solutions on the adhesive-adhesive interface. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

ABSTRACT

Glass fiber posts have been widely used for the rehabilitation of teeth with extensive coronal destruction due to their good esthetics, modulus of elasticity similar to dentin, and lower risk of root fracture when compared to metallic posts. However, the adhesion of fiber posts to the root canal still represents a clinical challenge. The complexity of intracanal adaptation, combined with the action of endodontic irrigants used during chemomechanical preparation, directly influences the composition of dentin and, consequently, the effectiveness of adhesive systems and resin cements. Therefore, this study aimed to evaluate the ability to dissolve the smear layer and the effect of different irrigating solutions on the adhesion of glass fiber posts to root dentin, particularly considering the action of acetic acid as an alternative to EDTA. Forty bovine roots were used, which underwent endodontic treatment and intracanal preparation for the cementation of glass fiber posts. The roots were divided into four groups (n=10): HS-ED (Sodium Hypochlorite with EDTA); HS-AA (Sodium Hypochlorite with Acetic Acid); HC-ED (Calcium Hypochlorite with EDTA); and HC-AA (Calcium Hypochlorite with Acetic Acid). The solutions were irrigated within the post space. The posts were anatomized and cemented with Dual Resin Cement Allcem Core and light-cured. All specimens were subjected to bond strength testing, adhesive failure pattern analysis, scanning electron microscopy, analysis of residue incidence, and counting of open dentinal tubules. The groups that used acetic acid showed higher bond strength values than the others. In addition, these groups presented a greater number of cohesive failures when compared to the groups that used sodium hypochlorite, which showed a higher number of adhesive failures due to the influence of sodium hypochlorite on photopolymerization. The interaction of acetic acid with sodium hypochlorite or calcium hypochlorite promoted a reaction that, with the use of distilled water irrigation, removed all the precipitate formed within the root canal, resulting in a lower incidence of residues on the dentin surface.

Keywords: Acetic acid; Chelating agentes; Sodium hypochlorite; Therapeutic irrigation; Smear layer.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 Contexto e Justificativa.....	15
3.2 Características dos Agentes Condicionantes	15
da Dentina Radicular	
3.3 Ácido Acético: Mecanismo de Ação e Uso Potencial.....	17
4 MATERIAL E MÉTODO.....	18
4.1 Preparo dos Espécimes	18
4.2 Protocolos de Irrigação.....	18
4.2.1 SH-ED.....	18
4.2.2 SH-AA	19
4.2.3 CH-ED	19
4.2.4 CH-AA.....	19
4.3 Incidência de Resíduos e Túbulos Abertos	19
4.4 Resistência de União.....	20
4.4.1 Cimentação do pino de fibra.....	20
4.4.2 Preparo dos espécimes.....	22
4.4.3 Push-out	22
4.5 Padrão de Falha Adesiva.....	23
4.6 Análise Estatística	23
5 RESULTADO	24
5.1 Incidência de Resíduos e Túbulos Abertos	24
5.2 Resistência de União.....	26
5.2.1 Entre os terços do protocolo.....	27
5.3 Padrão de Falha Adesiva.....	28

6 DISCUSSÃO	29
7 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

As estratégias utilizadas durante e após o preparo do espaço para pino são determinantes para a obtenção de uma interface adesiva adequada entre o sistema de cimentação e o substrato dentinário¹⁻³. A precipitação de resíduos sobre a superfície dentinária decorrente do uso de fresas, especialmente na ausência de irrigação concomitante, pode atuar como uma barreira química e mecânica, interferindo negativamente sobre a adesão com a dentina radicular e comprometer a longevidade das restaurações estéticas^{1,4}.

Os resíduos precipitados são constituídos principalmente por materiais endodônticos, tais como guta-percha e/ou cimento endodôntico, bem como partículas de dentina^{1,5,6}. Diversos métodos são recomendados para a remoção destes resíduos, que tendem a ficar aderidos ao substrato dentinário, tais como o uso de dispositivos mecânicos e/ou protocolos de irrigação com soluções com diferentes composições químicas^{4,7}.

A solução de hipoclorito de sódio promove alterações morfológicas no substrato dentinário, sobretudo na matriz de colágeno, a qual desempenha papel fundamental na formação da interface adesiva durante o processo de hibridização com os sistemas resinosos^{8,9}. Esse efeito torna mais crítico quando, após a dissociação química do hipoclorito de sódio, ocorre a formação de ácido hipocloroso e hidróxido de sódio, os quais podem reagir quimicamente com o EDTA, potencializando os processos de desmineralização e ocasionar erosão da dentina radicular^{10,11}.

Com o propósito de minimizar os efeitos negativos da solução de hipoclorito de sódio, outros compostos halogenados têm sido sugeridos para irrigação do espaço para pino, tais como o hipoclorito de cálcio¹²⁻¹⁵. A dissociação química da solução de hipoclorito de cálcio $[Ca(ClO)_2]$ permite a formação de hidróxido de cálcio e ácido hipocloroso, compostos que apresentam menor reatividade com o EDTA e, conseqüentemente, tendem a exercer menores efeitos deletérios sobre os componentes orgânicos e inorgânicos da dentina radicular^{15,16}.

Por outro lado, durante o preparo do espaço para pino há o risco de contaminação microbiana e/ou impregnação da superfície dentinária com resíduos, tanto da obturação endodôntica como da própria dentina radicular^{1,2,11}. A associação com soluções alternativas, tais como compostos ácidos, pode ocasionar um sinergismo de ação com o hipoclorito de sódio ou de cálcio e promover maior

efetividade^{2,11}.

O ácido peracético tem sido proposto como alternativa na irrigação do canal radicular e do espaço para pino^{17,18}. Entretanto, esta solução contém peróxido de hidrogênio em sua composição química, o qual compromete a polimerização dos compostos resinosos e interfere negativamente na interface adesiva com a dentina radicular^{11,17-19}.

Uma concentração de 6% para o ácido acético foi selecionada para fornecer acidez suficiente para promover a remoção de resíduos, mantendo ao mesmo tempo estabilidade química e evitando efeitos oxidativos sobre materiais à base de resina.

Entretanto, o ácido acético a 6% (CH_3COOH) demonstra potencial para remoção de resíduos dentinários e apresenta-se como alternativa promissora, sobretudo em virtude de suas propriedades físico-químicas e atividade antimicrobiana, para a irrigação do espaço para pino intrarradicular²⁰. Outrossim, ainda há carência de estudos referentes aos seus efeitos isolados ou associados às soluções halogenadas, tais como hipoclorito de sódio ou de cálcio.

7 CONCLUSÃO

Os protocolos de irrigação com as soluções de hipoclorito de sódio a 2,5% ou de hipoclorito de cálcio a 6,0%, seguidos da irrigação com ácido acético a 6%, proporcionam menor incidência de resíduos e, conseqüentemente, maiores valores de resistência de união do sistema de cimentação com o adesivo universal (Ambar Universal Plus) na dentina radicular.

REFERÊNCIAS*

1. Ramos ATPR, Fagundes KCJB, Porto TS, Kuga MC. Effect of irrigation protocol during post space preparation on the dentin adhesive interface: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2021;125(2):324.e1-324.e9.
2. Alencar CM, Zaniboni JF, Besegato JF, Barros APO, Gélío MB, Belizário LG et al. Effect of irrigation acid solutions on cleaning and bond strength to post-space dentin. *Eur J Oral Sci.* 2023; 131(4): e12939.
3. Gelio MB, Ramos ATPR, Zaniboni JF, Escalante-Otárola WG, Besegato JF, Kuga MC. Effect of irrigation protocols on chemical smear layer formation over the post-space dentin. *Microsc Res Tech.* 2022; 85(8): 3005-13.
4. Vitória MS, Almeida ENM, Barros APO, Oliveira ECG, Costa JLSG, Dantas AAR et al. Evaluation of different mechanical cleaning protocols associated with 2.5% sodium hypochlorite in the removal of residues from the post space. *J Conserv Dent Endod.* 2024; 27(3): 274-9.
5. Hajjaj MS, Alghamdi KA, Alshehri AA, Almusallam HA, Munshi NM, Alsulimani OA et al. Does cleaning of post space before cementation of fiber reinforced post affect the push-out bond strength to resin cement? *BMC Oral Health.* 2025; 25(1): 1947.
6. Long W, Xu X, Tang L, Jiang H, Huang Y. Comparative analysis of the push-out bond strength of fiber posts: Immediate vs. delayed post-space preparation with two obturation techniques. *PLoS One.* 2025;16;20 (10):e0333880.
7. Roitman ML, Pinasco LB, Loiacono R, Panetta VC, Anaise CA, Rodríguez PA. Efficacy of different instruments for the mechanical removal of the smear layer in immediate post preparations: a comparative study. *Acta Odontol Latinoam.* 2021; 1 (34) :166-72.
8. Cecchin D, Farina AP, Galafassi D, Barbizam JV, Corona SA, Carlini-Júnior B. Influence of sodium hypochlorite and edta on the microtensile bond strength of a self-etching adhesive system. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18 (4): 385-9.
9. Costa JLSG, Barros APO, Manzoli TM, Escalante-Otárola WG, Alencar CM, Galvani LD et al. Formulations of NaOCl-based in liquid, gel form or with surfactants on dentin deproteinization before fiber post cementation. *Dent Mater J.* 2024;30 (43) :126-135.
10. Garcia AJ, Kuga MC, Palma-Dibb RG, Só MV, Matsumoto MA, Faria G et al. Effect of sodium hypochlorite under several formulations on root canal dentin microhardness. *J Investig Clin Dent.* 2013;4(4) :229-32.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

11. Belizario LG, Piragine TL, Giroto AC, Gelio MB, Pereira JR, Fernandez E et al. Effect of different irrigants on the adhesive interface and influence on the push out strength of fiber posts. *Oper Dent.* 2022; 47(5): E211-E221.
12. Besegato JF, Bravo GR, Zaniboni JF, Belizário LG, Almeida E, Gelio MB et al. Bonding and cleaning effects of irrigation protocols using calcium hypochlorite on the post-space radicular Dentin. *Oper Dent.* 2024; 49(6): E1-E11.
13. Sheikh Ghahderijani M, Khoroushi M, Feiz A. Effect of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite as root canal irrigants on push-out bond strength of fiber post cemented with etch-and-rinse resin cement: an in vitro study. *front dent.* 2021; 25(18): 18.
14. Khoroushi M, Najafabadi MA, Feiz A. Effects of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite, as root canal irrigants, on the bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive resin cement. *Front Dent.* 2019; 16 (3): 214-23.
15. 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; 29 (5): 446-51.
16. Pauletto G, Carlotto IB, Rosa LSD, Pereira GKR, Bier CAS. Effect of sodium/calcium hypochlorite on adhesion and adaptation of fiber posts luted with a dual resin cement. *Braz Dent J.* 2023; 34(3): 111-8.
17. Belizário LG, Kuga MC, Hungaro Duarte MA, Só MVR, Keine KC, Pereira JR. Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement. *J Prosthet Dent.* 2019; 122 (1): 46.e1-46.e7.
18. Keine KC, Kuga MC, Coaguila-Llerena H, Palma-Dibb RG, Faria G. Peracetic acid as a single endodontic irrigant: effects on microhardness, roughness and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech.* 2020; 83(4): 375-80.
19. Keine KC, Kuga MC, Tormin FBC, Venção AC, Duarte MAH, Chávez-Andrade GM et al. Effect of peracetic acid used as single irrigant on the smear layer, adhesion, and penetrability of AH Plus. *Braz Oral Res.* 2019; 29 (33): e057.
20. Zandim DL, Corrêa FO, Sampaio JE, Rossa Júnior C. The influence of vinegars on exposure of dentinal tubules: a SEM evaluation. *Braz Oral Res.* 2004; 18(1): 63-8.
21. Cândido BD, Manzoli TM, Zaniboni JF, Besegato JF, Godoy EF, Kuga MC et al. Effect of antioxidants after post-space irrigation on the adhesive interface of glass fiber post cementation. *J Esthet Restor Dent.* 2023; 35 (8): 1293- 300.
22. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 97(3): 381-7.

23. Leandrin TP, Fernández E, Lima RO, Besegato JF, Escalante-Otárola WG, Kuga MC. Customized fiber post improves the bond strength and dentinal penetrability of resin cementation system to root dentin. *Oper Dent.* 2022;1(47): E22-E34.
24. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G et al. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *Int Endod J.* 2015; 48 (5): 478-83.
25. Alencar CM, Dos Santos JV, Jassé F, Santos GO, Escalante- Otárola WG, Nuñez GMC et al. Protocols for mechanical cleaning of the post space on the bond strength between root dentin and cementation system. *Oper Dent.* 2021; 1(46): 467-75.
26. Magro MG, Costa JL SG, Barros APO, Só MVR, Escalante-Otárola WG. Effectiveness of acid solutions as intermediate irrigants between sodium hypochlorite and chlorhexidine on radicular adhesive interface. *Int J Adhesion Adhes.* 2025; 140. 104006.
27. Venção AC, Costa JL SG, Barros APO, Besegato JF, Escalante-Otárola WG, IdBonetti Filho I et al. Ultrasonic activation enhances bond strength and epoxy resin-based sealer penetration after removal of calcium hydroxide intracanal dressing. *Int J Adhesion Adhes.* 2025; 142, 104133.
28. Kuga MC, Gouveia-Jorge É, Tanomaru Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Bonetti-Filho I, Faria G. Penetration into dentin of sodium hypochlorite associated with acid solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112(6): e155-9.
29. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Chavéz-Andrade GM, Kalatzis-Sousa NG, Hungaro Duarte MA, Faria G et al. Effect of final irrigation protocols on microhardness and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech.* 2013; 76 (10): 1079-83.
30. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I et al. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy- based sealer. *Microsc Res Tech.* 2013; 76(5): 533-7.
31. Girotto AC, Abuna G, Sanchez-Puetate C, Piccioni MA, Porto TS, Kuga MC. Effect of different adhesive strategies and storage time on bond strength of bi-functional monomers to simulated endodontically-treated dentin. *Dent Mater J.* 2021; 1(40): 1410-7.
32. Besegato JF, Costa JL SG, Zaniboni JF, Bravo GR, Morais JMP, Escalante-Otárola WG, Kuga MC. Effect of calcium hypochlorite as an irrigant alternative in the removal of methylene blue after photodynamic therapy under the post-space adhesive interface. *Laser Phys.* 2023; 33(6): 055601.