

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 04/03/2028.



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



Fábio Coutinho dos Santos

**Efeitos do tempo de exposição e composição química de soluções halógenas
sobre a interface de adesão entre o substrato dentinário e adesivos universais**

Araraquara

2026



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



Fábio Coutinho dos Santos

Efeitos do tempo de exposição e composição química de soluções halógenas sobre a interface de adesão entre o substrato dentinário e adesivos universais

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: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

Araraquara

2026

S237e

Santos, Fábio Coutinho dos

Efeitos do tempo de exposição e composição química de soluções halógenas sobre a interface de adesão entre o substrato dentinário e adesivos universais / Fábio Coutinho dos Santos. -- Araraquara, 2026
48 p. : tabs., fotos

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

Orientadora: Milton Carlos Kuga

1. Hipoclorito de sódio. 2. Adesivos dentinários. 3. Hipoclorito de cálcio. I. Título.

Fábio Coutinho dos Santos

Efeitos do tempo de exposição e composição química de soluções halógenas sobre a interface de adesão entre o substrato dentinário e adesivos universais

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Odontológicas

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

2º Examinador: Glauco Botelho dos Santos

3º Examinador: Andréa Abi Rached Dantas

Araraquara, 04 de março de 2026

DADOS CURRICULARES

Fábio Coutinho dos Santos

NASCIMENTO: 13/06/1969 – Duque de Caxias – Rio de Janeiro

FILIAÇÃO: Gildomar José Régis dos Santos e Denise Coutinho dos Santos

1989-1993 - Graduação em Odontologia pela Faculdade de odontologia de Campos – FOC, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

1997-1998 - Especialização em Dentística Restauradora pela Academia Brasileira de Odontologia Militar – Odontoclínica Central do Exército, Brasil. Título: ArtGlass.

2023 – 2024 – Especialização em Prótese Dentária pela Faculdade de Tecnologia IPPEO, Paraná, Brasil. Título: Restauração Semidireta sobre Silicone de Modelo.

Nenhuma conquista é dada sem esforço, passamos momentos bons e ruins, tudo com a permissão de Deus, se conquistamos damos graças à Ele e se a conquista não vier Ele continua sendo Deus, porém pessoas cruzam nossos caminhos na vida, para serem apoios em qualquer momento, dedico esta vitória a minha mulher Claudilene Hervano Dias e aos meus filhos de coração João Pedro, Karoline e Dejonaton por apoiarem este feito, e também a minha filha Yasmim Coutinho, que mesmo de longe incentivou a mim, seu pai.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo incentivo depositado em mim desde minha escolha na formação, aos meus Mestres pelo apoio e orientações, aos meus filhos, que fazem parte desta conquista onde poderei ser exemplo para eles, à Deus por nunca me abandonar e a Ele toda Honra e toda Glória, e a toda equipe do *Team* Verbicário.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Milton Carlos Kuga, e toda sua equipe que em momento nenhum deixou de apoiar-me no que foi solicitado, todos preparados e solícitos em ensinar e orientar para desenvolvimento da ciência, num propósito ímpar para evolução acadêmica.

Aos meus colegas de profissão, que por vezes, compreenderam e incentivaram, no decorrer desse momento, apoiando e dedicando seus tempos quando eu não podia estar presente.

“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.

Santos FC Efeitos do tempo de exposição e da composição química das soluções halógenas na interface de adesão entre o substrato dentinário e os adesivos universais [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do tempo de exposição do protocolo de irrigação final: 60s (a) ou prolongado por 300s (b), utilizando soluções de hipoclorito de sódio a 2,5% (25SH) ou hipoclorito de cálcio a 6% (60CH), sobre a interface adesiva entre a dentina coronária e os sistemas adesivos universais (AU, *Ambar Universal Plus*), nos períodos de 24h ou 6 meses. O estudo foi dividido em 2 etapas: 1. Análise da morfologia da superfície dentinária após os protocolos de tratamento, por meio de microscopia eletrônica de varredura e 2. Avaliação dos efeitos dos protocolos sobre a resistência de união do sistema adesivo universal (*Ambar Universal Plus*). A exposição da superfície dentinária às soluções de hipoclorito de sódio a 2,5% ou de hipoclorito de cálcio a 6,0%, por 300 s, utilizada como protocolo de irrigação final, resulta em alterações morfológicas na dentina e em redução dos valores de resistência de união com o adesivo universal, independentemente do período de avaliação (24 h ou 6 meses).

Palavras – chave: Hipoclorito de sódio; Adesivos dentinários; Hipoclorito de cálcio.

Santos FC Effects of exposure time and chemical composition of halogen solutions on the adhesion interface between the dentine substrate and universal adhesives [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of exposure time of the final irrigation protocol: 60s (a) or prolonged for 300s (b), using 2.5% sodium hypochlorite solutions (25SH) or 6% calcium hypochlorite (60CH) on the adhesive interface between coronal dentine and universal adhesive systems (AU, Ambar Universal Plus) over periods of 24 hours or 6 months. The study was divided into two stages: 1. Analysis of the dentine surface morphology after the treatment protocols, using scanning electron microscopy; and 2. Evaluation of the effects of the protocols on the bond strength of the universal adhesive system (Ambar Universal Plus). Exposure of the dentinal surface to 2.5% sodium hypochlorite or 6.0% calcium hypochlorite solutions for 300 s, used as a final irrigation protocol, results in morphological changes in the dentine and a reduction in the bond strength values with the universal adhesive, regardless of the evaluation period (24 h or 6 months).

Keywords: Natrium hypochlorosum; Dentin-Bonding agents; Calcium hypochlorite.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	11
3 PUBLICAÇÕES.....	12
3.1 Publicação 1.....	12
3.2 Publicação 2.....	27
4 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A irrigação endodôntica desempenha papel fundamental no sucesso da terapia de canais radiculares, sendo responsável pela remoção de tecido orgânico, redução microbiana e favorecimento da limpeza global do sistema de canais^{1,2}. Entre as soluções oxidantes disponíveis, o hipoclorito de sódio (NaOCl) é amplamente utilizado em concentrações variadas devido à sua reconhecida eficácia antimicrobiana e capacidade de dissolução tecidual³⁻⁵. Nos últimos anos, o hipoclorito de cálcio ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) emergiu como alternativa promissora, apresentando maior estabilidade, liberação sustentada de íons hipoclorito e potencial benefício adicional pela liberação de cálcio^{5,6}.

Apesar de suas vantagens, soluções à base de hipoclorito podem induzir efeitos deletérios na dentina coronária, comprometendo suas propriedades estruturais e químicas. Evidências demonstram que agentes oxidantes podem degradar a matriz colagênica, promover alterações na porção mineral, aumentar a rugosidade superficial e reduzir a resistência mecânica da dentina⁷⁻⁹. Tais modificações são particularmente relevantes na dentina coronária, que constitui o principal substrato adesivo durante a reconstrução coronária após o tratamento endodôntico¹⁰.

Além disso, estudos mostram que resíduos oxidantes remanescentes interferem na polimerização dos sistemas adesivos e prejudicam a formação da camada híbrida, reduzindo significativamente a resistência de união de materiais restauradores à dentina exposta durante o acesso endodôntico^{11,12}. Embora o NaOCl tenha sido amplamente investigado, a evidência disponível sobre os efeitos do $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ em substratos dentinários permanece limitada e fragmentada, especialmente no contexto restaurador⁶.

A maior parte dos estudos avaliou tempos de exposição relativamente curtos (30 e 60s) durante a irrigação final^{13,14}. Contudo, pouco se sabe sobre o impacto de exposições prolongadas, que podem ocorrer em cenários clínicos reais ou em protocolos modificados¹⁵. Da mesma forma, ainda é pouco explorado o efeito comparativo entre NaOCl e $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ quando aplicados por longos períodos, particularmente sobre a dentina coronária, uma vez que grande parte da literatura se concentra em dentina radicular¹⁶.

Do ponto de vista clínico, compreender como diferentes soluções e tempos de irrigação impactam a dentina coronária é essencial, dado que este substrato é imediatamente submetido a procedimentos restauradores após o tratamento endodôntico. Uma interface adesiva comprometida pode resultar em menor selamento coronário, maior risco de infiltração, falhas restauradoras e possível insucesso do tratamento endodôntico a longo prazo^{17,18}.

Neste contexto, torna-se necessário investigar como diferentes protocolos de irrigação final afetam simultaneamente a morfologia dentinária e o desempenho adesivo após envelhecimento. Considerando a crescente utilização de sistemas adesivos universais contendo silano, é igualmente relevante compreender seu comportamento em substratos alterados por irrigantes oxidantes¹⁹.

Por este motivo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tempo de exposição do protocolo de irrigação final (60 s ou 300 s), utilizando soluções de hipoclorito de sódio a 2,5% (2.5SH) ou hipoclorito de cálcio a 6,0% (6.0CH), sobre a morfologia da dentina coronária e a interface adesiva entre a dentina coronária e um sistema adesivo universal (Ambar Universal Plus), avaliada após 24 h e 6 meses de armazenamento.

A hipótese nula testada foi de que o tempo de exposição dos protocolos de irrigação final, bem como o tipo de solução utilizada, não promoveriam diferenças significativas na morfologia da dentina coronária nem na resistência de união do sistema adesivo universal, independentemente do período de armazenamento.

4 CONCLUSÃO FINAL

A exposição da dentina a soluções de hipoclorito de sódio a 2,5% ou de cálcio a 6% como protocolo de irrigação final influencia diretamente suas propriedades morfológicas e adesivas. Tempos prolongados de exposição(300s) promovem alterações estruturais na dentina e reduzem significativamente os valores de resistência de união com adesivo universal, independentemente do período de avaliação(24h ou 6 meses).Em contrapartida, tempos curtos de exposição(60s) resultam em maior estabilidade e valores mais elevados de resistência de união. Dessa forma , os resultados indicam que o tempo de exposição ao agente irrigante exerce papel mais determinante do que o tipo de solução utilizada na integridade da dentina e no desempenho adesivo.

REFERÊNCIAS *

- 01 - Dioguardi M, Gioia GD, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troiano G. Endodontic irrigants: different methods to improve efficacy and related problems. *Eur J Dent.* 2018; 12(3): 459–66.
- 02 - Boutsoukis C, Arias-Moliz MT, Chávez de Paz LE. A critical analysis of research methods and experimental models to study irrigants and irrigation systems. *Int Endod J.* 2022; 55(Supl 2): 295–329.
- 03 - Prasad N, Dasson Bajaj P, Shenoy R, Dutta A, Thomas MS. Sodium Hypochlorite Concentration and Postendodontic Pain - Unveiling the Optimal Balance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endod* 2024;50(9):1233– 44.
- 04 - Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H et al. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *actinomyces israelii*, *a. naeslundii*, *candida albicans* and *enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2004; 37(7): 438–46.
- 05 - Rossi-Fedele G, Prichard JW, Steier L, de Figueiredo JAP. The effect of surface tension reduction on the clinical performance of sodium hypochlorite in endodontics. *Int Endod J.* 2013; 46(6): 492–8.
- 06 - Cardoso LR, Baldasso FER, Delai D, Montagner F, Kopper PMP. Effect of EDTA, sodium, and calcium hypochlorite on the inorganic component of root canal dentin: a SEM analysis. *Microsc Res Tech.* 2019 Feb;82(2):128–33.
- 07 - Ramirez-Bommer C, Gulabivala K, Figueiredo JAP, Young A. The influence of sodium hypochlorite and EDTA on the chemical composition of dentine. *Int Endod J.* 2007;40(5):404–404.
- 08 - Tartari T, Bachmann L, Zancan RF, Vivan RR, Duarte MAH, Bramante CM. Analysis of the effects of several decalcifying agents alone and in combination with sodium hypochlorite on the chemical composition of dentine. *Int Endod J.* 2018;5 Supl 1:e42–54

* 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-normalizacaoatualizado.pdf> 3

- 09 - Mountouris G, Silikas N, Eliades G. Effect of sodium hypochlorite treatment on the molecular composition and morphology of human coronal dentin. *J Adhes Dent*. 2004 Autumn;6(3):175–82.
- 10 - Marques JA, Falacho RI, Santos JM, Ramos JC, Palma PJ. Effects of endodontic irrigation solutions on structural, chemical, and mechanical properties of coronal dentin: A scoping review. *J Esthet Restor Dent*. 2024;36(4):606–19.
- 11 - Yiu CKY, García-Godoy F, Tay FR, Pashley DH, Imazato S, King NM, et al. A nanoleakage perspective on bonding to oxidized dentin. *J Dent Res*. 2002;81(9):628–32.
- 12 - Lai SC, Mak YF, Cheung GS, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, et al. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res*. 2001;80(10):1919–24.
- 13 - Besegato JF, Bravo GR, Zaniboni JF, Belizário LG, de 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 1;49(6):E1– 11.
- 14 - Castro-Núñez GM, Alzamora-Perez AL, Gavidia-Herrera MA, Machaca-Apaza AL, Vargas-Cotacallapa DS, Besegato JF, et al. Effect of deproteinization with calcium hypochlorite on bond strength and hybrid layer formation of universal adhesives systems to eroded dentin. *Int J Adhes Adhes*. 2025;136(103892):103892.
- 15 - Retsas A, Dijkstra RJB, van der Sluis L, Boutsoukis C. The Effect of the Ultrasonic Irrigant Activation Protocol on the Removal of a Dual-species Biofilm from Artificial Lateral Canals. *J Endod*. 2022;48(6):775–80.
- 16 - Savaris JM, Dotto MEP, Garcia L da FR, Silva EJNL da, Henriques BAP de C, Teixeira C da S, et al. Effect of final irrigation protocols on the structural integrity and mechanical properties of the root dentine. *Braz Oral Res*. 2024 9;38:e072.
- 17 - Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago B, Graeff MSZ, Gomes de Moraes I, Marciano M, et al. Antimicrobial effect of endodontic solutions used as final irrigants on a dentine biofilm model. *Int Endod J*. 2012;45(2):162–8.
- 18 - Oncu A, Celikten B, Aydın B, Amasya G, Tuncay E, Eskiler GG, et al. Antibacterial efficacy of silver nanoparticles, sodium hypochlorite, chlorhexidine, and hypochlorous acid on dentinal surfaces infected with *Enterococcus faecalis*. *Microsc Res Tech*. 2024;87(9):2094–102.
- 19 - Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J*. 2005;38(5):285–90.
- 20 - Coaguila-Llerena H, Ferraz ER, Mendes BR, da Silva LR, Júnior CR, Cerri PS, et al. Biological Advantages of Calcium Hypochlorite Solution Over Sodium Hypochlorite for Regenerative Endodontic Procedures: an Ex Vivo and In Vitro Study on Human Apical Papilla. *Int Endod J*. 2025 25;
- 21 - Tedesco M, Felipe MCS, Felipe WT, Alves AMH, Bortoluzzi EA, Teixeira CS. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. *Microsc Res Tech*. 2014;77(12):1015–22.

- 22 - Bortolotto T, Bahillo J, Richoz O, Hafezi F, Krejci I. Failure analysis of adhesive restorations with SEM and OCT: from marginal gaps to restoration loss. *Clin Oral Investig.* 2015;19(8):1881–90.
- 23 - Makishi P, André CB, Ayres A, Martins AL, Giannini M. Effect of Storage Time on Bond Strength and Nanoleakage Expression of Universal Adhesives Bonded to Dentin and Etched Enamel. *Oper Dent.* 2016;41(3):305–17.
- 24 - Indumathy B, Sathiyathan P, Prasad G, Reza MS, Prabu AA, Kim H. A Comprehensive Review on Processing, Development and Applications of Organofunctional Silanes and Silane-Based Hyperbranched Polymers. *Polymers (Basel).* 2023 30;15(11).
- 25 - Aziz T, Ullah A, Fan H, Jamil MI, Khan FU, Ullah R, et al. Recent progress in silane coupling agent with its emerging applications. *J Polym Environ.* 2021;29(11):3427–43
- 26 Boutsoukis C, Arias-Moliz MT, Chávez de Paz LE. Uma análise crítica de métodos de pesquisa e modelos experimentais para estudar irrigantes e sistemas de irrigação. *Int Endod J* 2022; 55 Suppl 2:295–329. <https://doi.org/10.1111/iej.13710>.
- 27 Donnermeyer D, Dust PC, Schäfer E, Bürklein S. Análise Comparativa de Técnicas de Irrigação para Eficiência de Limpeza em Estruturas de Istmo. *J Endod* 2024; 50:644–50.e1. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.02.008>.
- 28 Prasad N, Dasson Bajaj P, Shenoy R, Dutta A, Thomas MS. Concentração de hipoclorito de sódio e dor pós-endodôntica - Revelando o Equilíbrio Ideal: Uma Revisão Sistemática e Meta-análise. *J Endod* 2024; 50:1233–44. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.06.005>.
- 29 Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, entre outros. Atividade antimicrobiana de diferentes concentrações de hipoclorito de sódio nos microrganismos endodônticos *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* e *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2004; 37:438–46. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00752.x>.
- 30 Rossi-Fedele G, Prichard JW, Steier L, de Figueiredo JAP. Efeito da redução da tensão superficial no desempenho clínico do hipoclorito de sódio em endodontia. *Int Endod J* 2013; 46:492–8. <https://doi.org/10.1111/iej.12022>.
- 31 Cardoso LR, Baldasso FER, Delai D, Montagner F, Kopper PMP. Efeito do EDTA, sódio e hipoclorito de cálcio no componente inorgânico da dentina de canal: Análise SEM. *Microsc Res Tech* 2019; 82:128–33. <https://doi.org/10.1002/jemt.23151>.
- 32 Tartari T, Bachmann L, Zancan RF, Vivan RR, Duarte MAH, Bramante CM. Análise dos efeitos de vários agentes descalcificantes isoladamente e em combinação com hipoclorito de sódio na composição química da dentina. *Int Endod J* 2018; 51 Suppl 1:e42–54. <https://doi.org/10.1111/iej.12764>.
- 33 Mountouris G, Silikas N, Eliades G. Efeito do tratamento com hipoclorito de sódio na composição molecular e morfologia da dentina coronal humana. *J Adhes Dent*

- 2004; 6:175–82.
- 34 Stevens CD, Schiffenhaus S. Efeitos dos irrigantes endodônticos na resistência à ligação por cisalhamento de adesivos universais leves à dentina. *J Endod* 2024; 50:1346–50. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.07.001>.
 - 35 Marques JA, Falacho RI, Santos JM, Ramos JC, Palma PJ. Efeitos das soluções de irrigação endodôntica nas propriedades estruturais, químicas e mecânicas da dentina coronal: A Escopo Revisão. *J Esthet i. RestorDent* 2024; 36:606–19. <https://doi.org/10.1111/jerd.13135>.
 - 36 Yiu CKY, García-Godoy F, Tay FR, entre outros. Uma perspectiva de nanofuga sobre a ligação com oxidadosDentina. *J Dent Residência* 2002; 81:628–32. <https://doi.org/10.1177/154405910208100910>.
 - 37 Besegato JF, Bravo GR, Zaniboni JF, entre outros. Efeitos de ligação e limpeza dos protocolos de irrigação usando hipoclorito de cálcio na dentina radicular pós-espaco. *Oper Dent* 2024; 49:E1–11. <https://doi.org/10.2341/20-292-L>.
 - 38 Castro-Núñez GM, Alzamora-Perez AL, Gavidia-Herrera MA, entre outros. Efeito da desproteínização com hipoclorito de cálcio na resistência das ligações e formação de camadas híbridas de sistemas adesivos universais à dentina erodida. *Int J Adhes Adhes* 2025;136:103892. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2024.103892>.
 - 39 Retsas A, Dijkstra RJB, van der Sluis L, Boutsoukis C. O efeito do protocolo de ativação de irrigantes ultrassônicos na remoção de um biofilme de duas espécies de canais laterais artificiais. *J Endod* 2022; 48:775–80. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.03.005>.
 - 40 Savaris JM, deputado Dotto MEP, Garcia L da FR, entre outros. Efeito dos protocolos finais de irrigação na integridade estrutural e nas propriedades mecânicas da dentina radicular. *Resistência Oral de Braz* 2024; 38:e072. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2024.vol38.0072>.
 - 41 Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago B, et al. Efeito antimicrobiano das soluções endodônticas usadas como irrigantes finais em um modelo de biofilme dentina. *Int Endod J* 2012; 45:162–8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01959.x>.
 - 42 Oncu A, Celikten B, Aydın B, e outros. Eficácia antibacteriana de nanopartículas de prata, hipoclorito de sódio, clorexidina e ácido hipocloroso em superfícies dentinais infectadas com *Enterococcus faecalis*. *Microsc Res Tech* 2024; 87:2094–102. <https://doi.org/10.1002/jemt.24590>.
 - 43 Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. O efeito do tempo de aplicação de EDTA e NaOCl na remoção da camada de esfregamento intracanal: uma análise SEM. *Int Endod J* 2005; 38:285–90. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.00930.x>.

- 44 Coaguila-Llerena H, Ferraz ER, Mendes BR, et al. Vantagens biológicas da solução de hipoclorito de cálcio sobre hipoclorito de sódio para procedimentos endodônticos regenerativos: um estudo ex vivo e in vitro em papilas apicais humanas. *Int Endod J* 2025. <https://doi.org/10.1111/iej.7003>
- 45 Makishi P, André CB, Ayres A, Martins AL, Giannini M. Efeito do tempo de armazenamento na resistência da ligação e na expressão por nanofuga de adesivos universais ligados à dentina e esmalte gravado. *Oper Dent* 2016; 41:305–17. <https://doi.org/10.2341/15-163-L>
- 46 Indumathy B, Sathiyathan P, Prasad G, Reza MS, Prabu AA, Kim H. Uma revisão abrangente sobre o processamento, desenvolvimento e aplicações de Silanos Organofuncionais e Polímeros Hiperramificados à Base de Silano. *Polímeros (Basel)* 2023;15. <https://doi.org/10.3390/polym15112517>
- 47 Aziz T, Ullah A, Fan H, entre outros. Avanços recentes no agente de acoplamento de silano com suas aplicações emergentes. *J Polym Environ* 2021; 29:3427–43. <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02142-1>
- 48 Silva EJNL, Carvalho NK, Prado MC, Senna PM, Souza EM, De-Deus G. Dentes bovinos podem substituir de forma confiável a dentina humana em um modelo de força de ligação intra-dentária? *Int Endod J* 2019; 52:1063–9. <https://doi.org/10.1111/iej.13085>
- 49 Kuga MC, Só MVR, De Faria-júnior NB, et al. Persistência de resíduos resinosos de cimento na dentina tratada com diferentes protocolos de remoção química. *Microsc Res Tech* 2012; 75:982–5. <https://doi.org/10.1002/jemt.22023>
- 50 Marending M, Luder HU, Brunner TJ, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Efeito do hipoclorito de sódio na dentina radicular humana — avaliação mecânica, química e estrutural. *Int Endod J* 2007; 40:786–93. <https://doi.org/10.1111/j.13652591.2007.01287.x>
- 51 Hu X, Peng Y, Sum C-P, Ling J. Efeitos das concentrações e tempos de exposição do hipoclorito de sódio na desproteinização da dentina: estudo de espectroscopia infravermelha com transformada de Fourier por reflexão total atenuada. *J Endod* 2010; 36:2008–11. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.035>
- 52 Kolosowski KP, Sodhi RNS, Kishen A, Basrani BR. Análise Qualitativa de Espectrometria de Massa Iônica Secundária em Tempo de Voo de Dentina Radicular Irrigada com Hipoclorito de Sódio, EDTA ou Clorexidina. *J Endod* 2015; 41:1672–7. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.06.010>
- 53 Erkal D, Çakmak YE, Pistol AM, Er K. Capacidades de dissolução de tecido pulpar de dois irrigantes à base de hipoclorito em diferentes temperaturas: um estudo in vitro. *BMC Saúde Bucal* 2025;25:1104. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06516-y>

- 54 Erkal D, Çakmak YE, Pistol AM, Er K. Capacidades de dissolução de tecido pulpar de dois irrigantes à base de hipoclorito em diferentes temperaturas: um estudo in vitro. *BMC Saúde Bucal* 2025;25:1104. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06516-y>
- 55 Pham AK, Hiorth M, Rongved P. Uma formulação nova e estável de hipoclorito de cálcio em pó de alta ensaiagem como precursor sólido do composto antimicrobiano ácido hipocloroso: um estudo de pré-formulação. *J Drug Deliv Sci Technol* 2025;113:107292. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2025.107292>
- 56 Taneja S, Mishra N, Malik S. Avaliação comparativa da dissolução de tecido pulpar humano por diferentes concentrações de dióxido de cloro, hipoclorito de cálcio e hipocloreto de sódio: um estudo in vitro. *J Conserv Dent* 2014; 17:541–5. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.144590>.
- 57 Zeng C, Meghil MM, Miller M, et al. Eficácia antimicrobiana de um sistema de irrigação de canal radicular de pressão apical negativa contra microrganismos intracanal. *J Dent* 2018; 72:71–5. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.03.008>.
- 58 Hu L, Xiao Y-H, Fang M, entre outros. Efeitos da degradação do colágeno tipo I na durabilidade de três sistemas adesivos na fase inicial da ligação da dentina. *PLoS One* 2015; 10:e0116790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116790>.
- 59 Pashley DH, Tay FR, Yiu C, entre outros. Degradação do colágeno por enzimas derivadas do hospedeiro durante o envelhecimento. *J Dent Res* 2004; 83:216–21. <https://doi.org/10.1177/154405910408300306>.
- 60 Komsa-Penkova R, Stavreva G, Belemezova K, Kyurkchiev S, Todinova S, Altankov G. Remodelação mesenquimal-célula-tronco do colágeno adsorvido tipo I - Efeito da oxidação do colágeno. *Int J Mol Sci* 2022;23. <https://doi.org/10.3390/ijms23063058>.
- 61 De Munck J, Mine A, Vivan Cardoso M, e outros. Efeito da localização da dentina e do armazenamento de água a longo prazo na eficácia de aderência dos adesivos de dentina. *Dent Mater J* 2011; 30:7–13. <https://doi.org/10.4012/dmj.2010-085>.
- 62 Xu M, Xu Z, An B. Um estudo numérico da penetração e deflexão de trincas na interface entre dentina peritubular e intertubular. *J Biomech Eng* 2024;146. <https://doi.org/10.1115/1.4066286>.
- 63 Saeed NA, Tichy A, Shimada Y. Ligação de adesivos universais para bur-cut dentina: Efeito da dupla aplicação e nível de umidade da dentina. *Dent Mater J* 2022; 41:724–30. <https://doi.org/10.4012/dmj.2021-310>.

- 64 Jin X, Han F, Wang Q, entre outros. Os papéis do 10-metacriloxidedecilo dihidrogénio fosfato e seu sal de cálcio na preservação da camada híbrida adesivo-dentina. *Dent Mater* 2022; 38:1194–205. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.06.007>.
- 65 Zhang Z-Y, Tian F-C, Niu L-N, e outros. Desafiando o envelhecimento: Uma expectativa para a aderência dentina com adesivos universais? *J Dent* 2016; 45:43– 52. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.11.008>.
- 66 Wang R, Shi Y, Li T, Pan Y, Cui Y, Xia W. Características interfaciais adesivas e o desempenho de colagem relacionado de quatro adesivos autograváveis com diferentes monômeros funcionais aplicados à dentina. *J Dent* 2017; 62:72–80. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.010>.
- 67 Hoseinifar R, Shadman N, Mirrashidi F, Gholami S. O efeito dos adesivos universais contendo silano na resistência imediata e retardada de colagem de restaurações compostas reparadas. *Dent Res J (Isfahan)* 2021;18:87. <https://doi.org/10.4103/17353327.328755>.
- 68 Aguilera F-S, Osorio R, Osorio E, Moura P, Toledano M. Eficácia de ligação de um adesivo à base de acetona/enxágue após desproteínização da dentina. *Medicação Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012; 17:e649–54. <https://doi.org/10.4317/medoral.17717>.
- 69 Pauletto G, Brum NF, Carlotto IB, Rosa LS da, Bier CAS. Efeito do hipoclorito de sódio e cálcio com ou sem surfactante na adesão de selante endodôntico à base de resina epóxi. *Braz J Oral Sci* 2025; 24:e254080. <https://doi.org/10.20396/bjos.v24i00.8674080>.
- 70 Pauletto G, Carlotto IB, da Rosa LS, Daudt N de F, Pereira GKR, Bier CAS. Efeito do hipoclorito de cálcio e do tiosulfato de sódio na força de ligação à dentina da câmara pulpular: uma investigação laboratorial. *Eur J Oral Sci* 2023; 131:e12938. <https://doi.org/10.1111/eos.12938>
- 71 Josic U, Mazzitelli C, Maravic T, Fidler A, Breschi L, Mazzoni A. Biofilme em Endodontia: Possibilidades de Cultivo In Vitro, Técnicas de Remoção Assistida por Sônico, Ultrassônico e Laser e Avaliação da Eficácia da Limpeza. *Polímeros (Basileia)* 2022;14. <https://doi.org/10.3390/polym14071334>.