

## RESSALVA

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



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



**Thaís Campos Pereira**

**Impacto dos protocolos de remoção de resíduos do cimento endodôntico  
sobre a interface de adesão com o adesivo utilizado na estratégia condiciona-  
e-lava**

**Araraquara**

**2026**



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



**Thaís Campos Pereira**

**Impacto dos protocolos de remoção de resíduos do cimento endodôntico sobre a interface de adesão com o adesivo utilizado na estratégia condiciona-e-lava**

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

**Orientadora: Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas**

**Araraquara**

**2026**

P436i

Pereira, Thais Campos

Impacto dos protocolos de remoção de resíduos do cimento endodôntico sobre a interface de adesão com o adesivo utilizado na estratégia condiciona-e-lava / Thais Campos Pereira. -- Araraquara, 2026  
52 p.

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

Orientadora: Andréa Abi Reched Dantas

1. Restaurações intracoronárias. 2. Restaurações (Odontologia). 3.  
Dentistry, Operative. 4. Canal radicular Tratamento. 5. Endodontics. I. Título.

**Thaís Campos Pereira**

**Impacto dos protocolos de remoção de resíduos do cimento endodôntico sobre a interface de adesão com o adesivo utilizado na estratégia condiciona-e-lava**

**Comissão Julgadora**

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Odontológicas**

Presidente e Orientador Andréa Abi Rached Dantas

2º Examinador Milton Carlos Kuga

3º Examinador Joissi Ferrari Zaniboni

4º Examinador Marcelo Ferrarezi de Andrade

5º Examinador Joatan Lucas de Sousa Gomes Costa

Araraquara, 03 de março de 2026.

## **DADOS CURRICULARES**

### **Thaís Campos Pereira**

NASCIMENTO: 08/08/1999, São José dos Campos, São Paulo

FILIAÇÃO: Berenice Mara Campos Pereira e Homero Silva Cortez Pereira

2019-2024 Graduada pela Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

09/2022 - 08/2023: Iniciação Científica PIBIC - número 5778 Edital 4/2022 - PIBIC Sem Bolsa

09/2023 - 03/2024: Bolsista PIBIC número 10813 Edital 9/2023 - PIBIC Bolsa Reitoria

2024-2025 Mestrado em Dentística Restauradora, pelo Programa em Ciências Odontológicas, Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e ao meu irmão, que sempre me apoiaram e motivaram a seguir os meus sonhos. Além de me inspirarem todos os dias a ser alguém melhor.

Ao meu companheiro, Carlos, que se transformou no meu porto-seguro e meu grande amor.

Ao Prof. Dr. Milton Carlos Kuga, que participa e ajuda ativamente dessa e de outras pesquisas.

À minha orientadora, Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas, que já está ao meu lado a alguns anos, e sou eternamente grata.

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.

“Acredito, portanto, que a educação é um processo de viver e não uma preparação para a vida futura.” - John Dewey\*

---

\* DEWEY, John. My pedagogic creed. The School Journal, v. 54, n. 3, p. 77–80, 16 jan. 1897

Pereira CT. Impacto dos protocolos de remoção de resíduos do cimento endodôntico sobre a interface de adesão com o adesivo utilizado na estratégia condiciona-e-lava [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

## RESUMO

**Objetivo:** O presente estudo avaliou a efetividade de uma solução experimental multifuncional (ExSo) — composta por solventes polares, apolares e agentes tensoativos<sup>1</sup> — em comparação a protocolos convencionais (água destilada, etanol a 95%, acetona a 99% e acetato de amila) na remoção de resíduos de cimentos endodônticos à base de resina epóxi (AH Plus Jet) ou biocerâmico (BioRoot RCS) da dentina da câmara pulpar<sup>1-3</sup>. Investigou-se, ainda, o impacto desses protocolos na interface de adesão de um sistema adesivo condiciona-e-lava e na morfologia do substrato dentinário. **Metodologia:** Coroas de dentes bovinos tiveram sua câmara pulpar impregnada com os cimentos AH Plus Jet ou BioRoot RCS. Após 15 minutos, foram aplicados os protocolos de limpeza: ADCo (água destilada), 95Et (etanol a 95%), Acet (acetona a 99%), AcAm (acetato de amila) e ExSo (solução experimental). A persistência de resíduos e a abertura de túbulos dentinários foram quantificadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). A resistência de união (TBS) foi avaliada por teste de microtração, enquanto o padrão de falha foi classificado por estereomicroscopia. A extensão de formação de tags resinosos foi mensurada via microscopia confocal a laser, utilizando o marcador fluorescente Rodamina B a 0,01%. **Resultados:** No cimento AH Plus Jet, os grupos ExSo (49,57 MPa) e AcAm (46,39 MPa) apresentaram valores de resistência de união significativamente superiores ao etanol (35,68 MPa). Nestes grupos, a remoção de resíduos foi mais eficaz, resultando em maior incidência de túbulos abertos (~91,5), tags resinosos mais extensos (~26-27 µm) e predominância de falhas coesivas em resina. Em contrapartida, para o cimento BioRoot RCS, não houve diferença estatística significativa entre os protocolos de limpeza para a resistência de união (médias de ~38 MPa), número de túbulos abertos (~95) ou extensão de tags (~28 µm). Em ambos os cimentos, o controle positivo (ADCo/Água) apresentou a maior persistência de resíduos, com impacto negativo na adesão apenas para o AH Plus Jet. **Conclusão:** A eficácia da limpeza dentinária é estritamente dependente da natureza química do cimento endodôntico. O acetato de amila e a solução experimental (ExSo) são superiores ao etanol na remoção de resíduos de cimento epóxi, sendo fundamentais para restabelecer o potencial adesivo e o embricamento micromecânico deste substrato. Entretanto, para cimentos biocerâmicos, o potencial adesivo da interface parece ser restabelecido de forma independente do protocolo químico de limpeza utilizado.

**Palavras – chave:** Dentina. Endodontia. Solventes.

Pereira CT. Impact of endodontic sealer residue removal protocols on the bonding interface using an etch-and-rinse adhesive strategy. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

## **ABSTRACT**

**Objective:** The present study evaluated the effectiveness of a multifunctional experimental solution (ExSo)—composed of polar and nonpolar solvents and surfactant agents<sup>1</sup>—compared with conventional protocols (distilled water, 95% ethanol, 99% acetone, and amyl acetate) for removing residues of epoxy resin-based (AH Plus Jet) or bioceramic (BioRoot RCS) endodontic sealers from pulp chamber dentin<sup>1–3</sup>. The impact of these protocols on the bonding interface of an etch-and-rinse adhesive system and on dentin substrate morphology was also investigated. **Methodology:** Crowns of bovine teeth had their pulp chambers impregnated with AH Plus Jet or BioRoot RCS sealers. After 15 minutes, the cleaning protocols were applied: ADCo (distilled water), 95Et (95% ethanol), Acet (99% acetone), AcAm (amyl acetate), and ExSo (experimental solution). Residue persistence and dentinal tubule opening were quantified by scanning electron microscopy (SEM). Bond strength (TBS) was assessed by the microtensile test, while failure mode was classified by stereomicroscopy. The extent of resin tag formation was measured via confocal laser scanning microscopy using 0.01% Rhodamine B as a fluorescent tracer. **Results:** For AH Plus Jet, the ExSo (49.57 MPa) and AcAm (46.39 MPa) groups showed significantly higher bond strength values than ethanol (35.68 MPa). In these groups, residue removal was more effective, resulting in a higher incidence of open tubules (~91.5), longer resin tags (~26–27  $\mu\text{m}$ ), and predominance of cohesive failures in resin. In contrast, for BioRoot RCS, there were no statistically significant differences among cleaning protocols for bond strength (means of ~38 MPa), number of open tubules (~95), or tag length (~28  $\mu\text{m}$ ). For both sealers, the positive control (ADCo/water) showed the greatest residue persistence, with a negative impact on adhesion only for AH Plus Jet. **Conclusion:** The effectiveness of dentin cleaning is strictly dependent on the chemical nature of the endodontic sealer. Amyl acetate and the experimental solution (ExSo) are superior to ethanol for removing epoxy sealer residues and are critical to re-establish the adhesive potential and micromechanical interlocking of this substrate. However, for bioceramic sealers, the adhesive potential of the interface appears to be restored independently of the chemical cleaning protocol used.

**Keywords:** Dentin; Endodontics; Solvents.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>3 PUBLICAÇÕES.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Publicação 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Publicação 2 .....</b>	<b>31</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso da terapia endodôntica não se resume apenas a etapa da obturação do sistema de canais radiculares<sup>1</sup>. Como relatado na literatura, o tratamento endodôntico não pode ser considerado finalizado até que o dente tenha sido restaurado<sup>2,3</sup>. Tendo isso em vista, a longevidade do procedimento endodôntico está intrinsecamente ligada à qualidade do selamento coronário no tratamento restaurador, o qual atua como uma barreira contra a infiltração de endotoxinas, bactérias e fluidos salivares, prevenindo a recontaminação e o insucesso clínico<sup>4</sup>.

Com a consolidação da odontologia minimamente invasiva, a restauração da câmara pulpar após o tratamento endodôntico passou a depender, de forma decisiva, da integração entre dente, sistema adesivo e resina composta. No entanto, a obtenção de uma interface adesiva estável nessa região ainda representa um desafio clínico. A própria geometria da cavidade impõe um elevado fator de configuração (fator C), que pode variar de 6:1 a até 10:1, o que exacerba as tensões de contração de polimerização e aumenta o risco de infiltrações marginais<sup>1</sup>. Além desse fator, a contaminação química por materiais usados durante o tratamento endodôntico altera a molhabilidade e a reatividade da dentina<sup>5</sup>, e conseqüentemente, a durabilidade do tratamento restaurador.

Dessa forma, a persistência de resíduos de cimento endodôntico na dentina da câmara pulpar age como uma barreira física, dificultando a formação adequada da camada híbrida e comprometendo a durabilidade e resistência das restaurações adesivas<sup>2,5,6</sup>. Atualmente, o cenário clínico é dominado por dois grandes grupos: os cimentos à base de resina epóxi, como o AH Plus Jet, de caráter apolar e hidrofóbico, e os cimentos biocerâmicos, como o BioRoot RCS, a base de silicatos de cálcio com maior afinidade hidrofílica e importante potencial bioativo<sup>4</sup>.

Do ponto de vista químico, é fundamental que o solvente apresente polaridade semelhante ao soluto para que este seja adequadamente removido, tendo como base o princípio de que "semelhante dissolve semelhante"<sup>2</sup>. Historicamente, o etanol a 95% tem sido a substância de primeira escolha dos cirurgiões-dentistas para a limpeza da câmara pulpar, contudo, evidências demonstram que sua eficácia é limitada na remoção de resíduos resinosos apolares<sup>7</sup>. Além disso, também podemos encontrar na literatura, estudos que indicam que o uso de solventes apolares, como o acetato

de amila, pode contribuir com a limpeza e remoção de resíduos de cimento endodôntico da dentina tubular e peritubular, embora seu impacto isolado sobre o substrato dentinário nos traga discussões acerca de possíveis efeitos erosivos<sup>7,8</sup>. Por outro lado, o comportamento adesivo em dentina com resíduos de biocerâmicos parece ser menos sensível ao tipo de solvente, sugerindo interações distintas com o sistema adesivo<sup>9,10</sup>.

Diante das limitações dos métodos tradicionais e da baixa efetividade das abordagens mecânicas quando utilizadas de forma isolada, torna-se necessária a busca por estratégias capazes de restabelecer o potencial adesivo do substrato, sem comprometer a integridade do tratamento restaurador<sup>1,5,6</sup>. Nesse contexto, surge a proposta de uma solução experimental multifuncional (ExSo).

A validação de soluções que integrem a capacidade de solubilização de componentes de diferentes polaridades sem comprometer a integridade da matriz de colágeno e formação da camada híbrida, é um passo essencial<sup>1,3,5</sup>. Por fim, somente através da compreensão de como esses agentes de limpeza interagem com o complexo substrato dentinário permitirá estabelecer protocolos mais consistentes, que garantam a estabilidade mecânica e a longevidade da interface adesiva em dentes tratados endodonticamente<sup>1,2,5</sup>.

## 4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nos dois estudos e nos fundamentos teóricos revisados, esta dissertação permite concluir que a efetividade dos protocolos de limpeza da câmara pulpar depende diretamente da natureza química do cimento endodôntico.

Conseguimos notar algumas diferenças significantes ao comparar o comportamento dos diferentes cimentos. A dentina impregnada por cimento à base de resina epóxi (AH Plus) mostrou-se altamente sensível à escolha do solvente, o que se justifica pela sua composição predominantemente apolar e sua baixa miscibilidade. Tendo isso em vista, o etanol a 95% - método de maior escolha na rotina clínica- não é suficiente para reestabelecer o potencial adesivo do substrato. Em contrapartida, o acetato de amila destacou-se como a alternativa mais eficaz, seja de forma isolada ou incorporado à solução experimental (ExSo), por promover remoção mais eficiente de resíduos, maior abertura de túbulos dentinários e os maiores valores de resistência de união observados para o AH Plus.

Por outro lado, o substrato dentinário contaminado com cimento biocerâmico (BioRoot) apresentou um comportamento mais estável e menos dependente da polaridade do agente de limpeza. Todos os protocolos testados foram eficazes em manter a integridade da interface adesiva, com valores de resistência de união estatisticamente semelhantes entre si (médias entre 37,69 e 38,46 MPa).

Em relação a proposta da Solução Experimental (ExSo), uma solução multifuncional fundamentada no princípio de que "semelhante dissolve semelhante", mostrou-se promissora. A ExSo demonstrou capacidade de atuar em ambas as frentes químicas, favorecendo a solubilização de componentes de diferentes polaridades sem comprometer a microdureza dentinária ou a formação da camada híbrida.

Em suma, para garantir a longevidade das restaurações adesivas e a qualidade do selamento coronário — fatores críticos para o sucesso da terapia endodôntica —, o protocolo de limpeza deve ser selecionado de forma criteriosa. O uso de solventes apolares como o acetato de amila é fundamental em casos de cimentos resinosos. Já a natureza hidrofílica dos biocerâmicos permite uma maior versatilidade clínica nos protocolos de descontaminação do substrato dentinário.

## REFERÊNCIAS\*

1. Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *J Endod.* 2005;31(3):151-65.
2. Roberts S, Kim JR, Gu LS, Kim YK, Mitchell QM, Pashley DH, et al. The efficacy of different sealer removal protocols on bonding of self-etching adhesives to AH plus-contaminated dentin. *J Endod.* 2009;35(4):563-7.
3. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod.* 2006;32(12):1125-34.
4. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology.* 2019;107(4):421-36.
5. Saraç D, Bulucu B, Saraç YS, Kulunk S. The effect of dentin-cleaning agents on resin cement bond strength to dentin. *J Am Dent Assoc.* 2008;139(6):751-8.
6. Bandeca MC, Kuga MC, Diniz AC, Jordão-Basso KC, Tonetto MR. Effects of the Residues from the Endodontic Sealers on the Longevity of Esthetic Restorations. *J Contemp Dent Pract.* 2016;17(8):615-7.
7. Kuga MC, Faria G, Rossi MA, do Carmo Monteiro JC, Bonetti-Filho I, Berbert FL, et al. Persistence of epoxy-based sealer residues in dentin treated with different chemical removal protocols. *Scanning.* 2013;35(1):17-21.
8. Zaniboni JF, de Souza V, Escalante-Otárola WG, Porto TS, Godoy EF, Kuga MC. Impact of cleansing protocols to remove endodontic sealer residues on the adhesive interface: Bonding with universal adhesive systems. *J Esthet Restor Dent;*34(7):1077-84.
9. Costa JLSG, Barros APO, Junior AJ, Gelio MB, Dantas AAR, Kuga MC. Influence of residues from bioceramic sealer on the bond interface with

---

\* 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>

universal adhesive in different application modes. *Eur J Oral Sci.* 2024;132(4):e12994.

10. Costa JLSG, Barros APO, Gelio MB, Galvani LD, Vaz LG, Kuga MC. Influence of bioceramic sealer residues on the adhesion interface with a universal adhesive in the etch-and-rinse strategy, based on the application protocol and evaluation time. *Dent Mater J.* 2024;43(4):565-72.