

## RESSALVA

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



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



**Marcio de Brito Marques Junior**

**Efeito do dimetilsulfóxido na resistência de união e na estabilidade da interface adesiva ao longo do tempo**

**Araraquara**

**2026**



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



**Marcio de Brito Marques Junior**

**Efeito do dimetilsulfóxido na resistência de união e na estabilidade da interface adesiva ao longo do tempo**

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. Edson Alves de Campos**

**Araraquara**

**2026**

M357e      Marques Junior, Marcio de Brito  
Efeito do dimetilsulfóxido na resistência de união e na  
estabilidade da interface adesiva ao longo do tempo / Marcio  
de Brito Marques Junior. -- Araraquara, 2026  
49 p. : il., tabs.  
  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
(UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara  
Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos  
  
1. Adesivos. 2. Dimetil sulfóxido. 3. Hipoclorito de cálcio.  
4. Materiais dentários. I. Título.

**Marcio de Brito Marques Junior**

**Efeito do dimetilsulfóxido na resistência de união e na estabilidade da interface adesiva ao longo do tempo**

**Comissão julgadora**

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

Presidente e orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dr. Glauco Botelho dos Santos

Araraquara, 04 de março de 2026.

## **DADOS CURRICULARES**

### **Marcio de Brito Marques Junior**

NASCIMENTO: 06 de setembro de 1996 – Petrópolis - RJ

FILIAÇÃO: Marcio de Brito Marques e Cristiane de Araújo Stumpf

2015-2019: Graduação em Odontologia pela Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO

Título: instalação de implantes em área estética

2019-2020: Atualização em Implantodontia pelo Insituto Rio – IR

Título: implantes em area estetica. Ano de finalização: 2020

2020-2022: Especialização em Prótese Dentaria pela Faculdade de Tecnologia do Ipê, FAIPE

Título: Reconstruções semi diretas em dentes extensamente destruídos.

2020-2022: Especialização em Dentística Restauradora pela Faculdade de Tecnologia do Ipê, FAIPE

Título: Restaurações diretas associadas a fibras de polietileno

2024-2026: Mestrado em Ciências Odontológicas – área de Dentística Restauradora

Título: Efeito do dimetilsulfóxido na resistência de união e na estabilidade da interface adesiva ao longo do tempo

Marques-Junior MB. Efeito do dimetilsulfóxido na resistência de união e na estabilidade da interface adesiva ao longo do tempo [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

## RESUMO

**Objetivo:** Investigar o efeito do pré-tratamento dentinário com dimetilsulfóxido (DMSO) na resistência de união e nas características da interface adesiva de sistemas adesivos universais aplicados à dentina, considerando tanto substratos íntegros quanto dentina submetida a protocolos endodônticos, ao longo do tempo.

**Materiais e Métodos:** Incisivos bovinos tiveram a dentina exposta e foram distribuídos em grupos conforme a aplicação ou não de DMSO a 50% e o sistema adesivo universal empregado, utilizando a estratégia condiciona-e-lava. Parte das amostras foi submetida à simulação de dentina modificada endodonticamente por meio de irrigação com hipoclorito de cálcio e EDTA. Após os procedimentos restauradores com resina composta, os espécimes foram seccionados para obtenção de palitos, que foram submetidos ao teste de microtração nos períodos de 24 horas, 6 meses e 12 meses. O modo de falha foi analisado em estereomicroscópio, enquanto a interface adesiva foi examinada por microscopia confocal a laser. Os dados foram submetidos à análise estatística adotando-se nível de significância de 5%.

**Resultados:** A aplicação do DMSO resultou em maiores valores de resistência de união em longo prazo, especialmente após 12 meses, quando comparada aos grupos sem o pré-tratamento. Observou-se, nos grupos tratados, maior formação de tags resinosos, melhor continuidade da interface adesiva e predominância de falhas coesivas, sugerindo maior estabilidade interfacial. Em contrapartida, os grupos que não receberam DMSO apresentaram redução significativa da resistência adesiva ao longo do período avaliado.

**Conclusão:** O uso do DMSO como pré-tratamento dentinário favoreceu a estabilidade da interface resina–dentina e proporcionou melhor desempenho adesivo em longo prazo, inclusive em dentina modificada por procedimentos endodônticos, demonstrando potencial como estratégia para aumentar a longevidade das restaurações adesivas.

**Palavras – chave:** Adesivos; Dimetil sulfóxido; Hipoclorito de cálcio; Materiais dentários.

Marques-Junior MB. Effect of dimethyl sulfoxide on bond strength and the stability of the adhesive interface over time [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

## **ABSTRACT**

**Objective:** To investigate the effect of dentin pretreatment with dimethyl sulfoxide (DMSO) on bond strength and the adhesive interface characteristics of universal adhesive systems applied to dentin, considering both sound substrates and dentin subjected to endodontic protocols over time.

**Materials and Methods:** Bovine incisors had their dentin surfaces exposed and were distributed into groups according to the application or non-application of 50% DMSO and the universal adhesive system used, following the etch-and-rinse strategy. Part of the specimens underwent simulation of endodontically modified dentin through irrigation with calcium hypochlorite and EDTA. After restorative procedures with composite resin, the specimens were sectioned to obtain sticks, which were subjected to microtensile bond strength testing at 24 hours, 6 months, and 12 months. Failure modes were analyzed using stereomicroscopy, while the adhesive interface was examined using confocal laser scanning microscopy. Data were statistically analyzed with a significance level of 5%.

**Results:** DMSO application resulted in higher long-term bond strength values, especially after 12 months, compared with groups that did not receive pretreatment. Treated groups showed greater resin tag formation, improved adhesive interface continuity, and a predominance of cohesive failures, suggesting enhanced interfacial stability. In contrast, groups without DMSO exhibited a significant reduction in bond strength over the evaluated period.

**Conclusion:** The use of DMSO as a dentin pretreatment improved the stability of the resin–dentin interface and provided better long-term adhesive performance, including in dentin modified by endodontic procedures, demonstrating its potential as a strategy to increase the longevity of adhesive restorations.

**Keywords:** Adhesives; Dimethyl sulfoxide; Calcium hypochlorite; Dental materials.

## SUMÁRIO

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>     | <b>11</b> |
| <b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>     | <b>13</b> |
| <b>3 PUBLICAÇÕES .....</b>    | <b>14</b> |
| <b>3.1 Publicação 1 .....</b> | <b>14</b> |
| <b>3.2 Publicação 2 .....</b> | <b>31</b> |
| <b>4 CONCLUSÃO .....</b>      | <b>47</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>      | <b>48</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A previsibilidade clínica das restaurações adesivas está diretamente ligada à capacidade de preservar a integridade da interface adesiva<sup>1</sup>. Apesar dos avanços nos sistemas adesivos, a degradação progressiva da camada híbrida ainda representa um desafio significativo na odontologia restauradora, uma vez que envolve fatores como infiltração incompleta de monômeros, presença de umidade residual e alterações estruturais do substrato dentinário<sup>1,2</sup>. A adequada interação entre adesivo e o substrato dentinário depende não apenas do protocolo de aplicação, mas também das condições químicas e morfológicas do tecido, que podem influenciar diretamente a durabilidade da união<sup>1-3</sup>.

Nesse contexto, diferentes estratégias têm sido propostas para modificar o substrato dentinário previamente a aplicação dos sistemas adesivos, com o objetivo de melhorar a infiltração dos monômeros e reduzir processos de degradação interfacial<sup>4</sup>. O dimetilsulfóxido (DMSO) tem sido investigado como uma alternativa promissora devido à sua elevada capacidade de penetração, afinidade por compostos hidrofílicos e hidrofóbicos e potencial de interação com a matriz colágena dentinária<sup>5</sup>. Evidências apontam que a aplicação do DMSO pode promover maior deslocamento da água residual, aumentar a molhabilidade do substrato e facilitar a difusão dos monômeros adesivos, favorecendo a formação de interfaces mais homogêneas<sup>4-6</sup>.

Além dos efeitos físico-químicos, estudos têm sugerido que o DMSO pode contribuir para a preservação da matriz colágena ao reduzir a atividade de enzimas que degradam a matriz de colágeno, o que pode retardar o enfraquecimento da interface adesiva ao longo do tempo<sup>6,7</sup>. Esses achados reforçam a hipótese de que o pré-tratamento dentinário com DMSO pode resultar em maior estabilidade da resistência de união em avaliações prolongadas. Entretanto, a literatura ainda apresenta resultados variados, especialmente quando se consideram diferentes composições de adesivos universais e estratégias de condicionamento, o que evidencia a necessidade de investigações adicionais<sup>3,7</sup>.

No entanto, alterações provocadas por procedimentos endodônticos também podem influenciar o comportamento adesivo da dentina. Soluções irrigadoras frequentemente utilizadas durante o tratamento de canais radiculares promovem mudanças químicas e estruturais no substrato, afetando a integridade da matriz colágena e, conseqüentemente, a qualidade da adesão<sup>8,9</sup>. O hipoclorito de cálcio,

proposto como alternativa ao hipoclorito de sódio, tem demonstrado eficácia antimicrobiana; contudo, seus efeitos sobre a superfície dentinária e sobre a interface adesiva subsequente ainda não são totalmente compreendidos<sup>9,10</sup>.

Diante desse cenário, torna-se relevante compreender como o DMSO pode atuar em dentina previamente modificada por protocolos endodônticos, uma vez que a interação entre solventes, sistemas adesivos e condições do substrato pode influenciar significativamente o desempenho restaurador. Evidências indicam que o uso do DMSO pode favorecer a formação de interfaces mais contínuas e com maior presença de tags resinosos, sugerindo melhor infiltração adesiva mesmo em dentina quimicamente alterada<sup>5-7</sup>. No entanto, a integração desses fatores ainda carece de maior esclarecimento científico, sobretudo em avaliações de longo prazo.

Assim, investigar o efeito do DMSO em diferentes condições do substrato dentinário, incluindo dentina hígida e dentina modificada por protocolos endodônticos, contribui para ampliar o entendimento sobre os mecanismos que regem a adesão dentinária. Esse conhecimento é essencial para o desenvolvimento de abordagens restauradoras mais seguras e duráveis, bem como para a definição de protocolos clínicos que favoreçam maior estabilidade da interface resina–dentina ao longo do tempo<sup>1,4,8-10</sup>.

#### **4 CONCLUSÃO**

O pré-tratamento dentinário com DMSO favorece a estabilidade da interface adesiva, especialmente a longo prazo, ao promover melhor infiltração dos monômeros, maior formação de tags resinosos e maiores valores de resistência de união. Em dentina modificada endodonticamente, o DMSO também demonstrou capacidade de reduzir os efeitos deletérios dessas alterações, contribuindo para uma adesão mais estável. Assim, o DMSO apresenta-se como uma estratégia promissora para aumentar a longevidade da interface adesiva.

## REFERÊNCIAS\*

1. Breschi L, Maravic T, Mazzitelli C, Josic U, Mancuso E, Cadenaro M, et al. The evolution of adhesive dentistry: from etch-and-rinse to universal bonding systems. *Dent Mater*. 2025;41:141-58.
2. Mocharko V, Mascarenhas P, Azul AM, Delgado AHS. In search of novel degradation-resistant monomers for adhesive dentistry: a systematic review and meta-analysis. *Biomedicines*. 2022;10:3104.
3. Nonato RF, Moreira PHA, Silva DOD, Ferreira MWC, Reis A, Cardenas AFM, et al. Long-term evaluation of bonding performance of universal adhesives based on different dentinal moisture levels. *J Adhes Dent*. 2022;24:395-406.
4. Mehtälä P, Pashley DH, Tjäderhane L. Effect of dimethyl sulfoxide on dentin collagen. *Dent Mater*. 2017;33:915-22.
5. Stape THS, Tjäderhane L, Marques MR, Aguiar FHB, Martins LRM. Effect of dimethyl sulfoxide wet-bonding technique on hybrid layer quality and dentin bond strength. *Dent Mater*. 2015;31:676-83.
6. Tjäderhane L, Mehtälä P, Scaffa P, Vidal C, Pääkkönen V, Breschi L, et al. The effect of dimethyl sulfoxide on dentin bonding and nanoleakage of etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*. 2013;29:1055-62.
7. Zabeu GS, Scaffa PMC, Giacomini MC, Vidal CMP, Tjäderhane L, Wang L. Gelatinolytic activity after dentin pretreatment with dimethyl sulfoxide combined to dental bonding systems: perspectives for biological responses. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022;130:105188.
8. Dadvar Z, Ebrahimi Chaharom ME, Kimyai S, Bahari M, Daneshpooy M. The effect of dimethyl sulfoxide on the microtensile bond strength of universal adhesives to dentin. *Front Dent*. 2024;21:36.
9. Marques JA, Falacho RI, Fateixa S, Caramelo F, Santos JM, Rocha J, et al. Advancing adhesive strategies for endodontically treated teeth—Part I: impact of endodontic irrigation protocols on the chemical composition and structural integrity of coronal dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2025;37:1848-64.

---

\* 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>

10. Lodi E, Bello YD, Duarte KBP, Montagner F, Cecchin D. Antimicrobial efficacy and dentin collagen damage caused by calcium hypochlorite and sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 2024;35:e245771.