

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/02/2027.



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



Júlia Valadão Toledo

Avaliação da penetrabilidade dentinária e resistência de união de sistemas adesivos, em função do protocolo de aplicação com diferentes microaplicadores odontológicos

Araraquara

2025



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



Júlia Valadão Toledo

Avaliação da penetrabilidade dentinária e resistência de união de sistemas adesivos, em função do protocolo de aplicação com diferentes microaplicadores odontológicos

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.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas.

Araraquara

2025

T649a Toledo, Júlia Valadão

Avaliação da penetrabilidade dentinária e resistência de união de sistemas adesivos, em função do protocolo de aplicação com diferentes microaplicadores odontológicos / Júlia Valadão Toledo. -- Araraquara, 2025

33 f. : il., tabs., fotos

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

Orientadora: Andréa Abi Rached Dantas

1. Adesivos dentinários. 2. Esmalte dentário. 3. Dentina. 4. Resinas compostas. I. Título.

Júlia Valadão Toledo

Avaliação da penetrabilidade dentinária e resistência de união de sistemas adesivos, em função do protocolo de aplicação com diferentes microaplicadores odontológicos

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Profa. Dra. Joissi Ferrari Zaniboni

Araraquara, 25 de fevereiro de 2025.

DADOS CURRICULARES

Júlia Valadão Toledo

NASCIMENTO: 10 de maio de 2002, Macaé – Rio de Janeiro.

FILIAÇÃO: Carlos Umberto Costa Toledo e Regiane Ramos Valadão Toledo.

2019-2023: Graduação em Odontologia.

Centro Universitario de Santa Fé do Sul, UNIFUNEC, Brasil.

Título: Fechamento de diastemas com resina composta: descrição de técnica e controle clínico de 12 meses.

Orientador: Rafael Massunari Maenosono.

2022-2022: Aperfeiçoamento em Curso de Extensão em Dentística.

Centro Universitario de Santa Fé do Sul, UNIFUNEC, Brasil.

Título: Extensão em Dentística.

Orientador: Professora Érica Delalibera.

2023-2023: Aperfeiçoamento em Mentoria Clínica de Facetas.

Instituto Integrity, I.I., Brasil.

Título: Mentoria Clínica.

Orientador: Profº. Dr. Rafael Massunari Maenosono.

2024: Especialização em andamento em Dentística Restauradora.

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

2024-2025: Mestrado em andamento em Dentística Restauradora.

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

Título: Avaliação da penetrabilidade dentinária e resistência de união de sistemas adesivos, em função do protocolo de aplicação com diferentes microaplicadores odontológicos

Orientador: Andréa Abi Rached Dantas.

Dedico este trabalho a Deus, que me sustentou e guiou para que chegasse até aqui. Aos meus pais por me incentivarem, apoiarem e sempre estarem ao meu lado, vocês foram fundamentais para que este trabalho acontecesse. E à minha afilhada Valentina, que me inspira todos os dias a ser uma pessoa melhor por ela.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a **Deus** por me guiar durante toda minha jornada acadêmica até aqui. Graças a Ele, consegui mais esta conquista em minha vida.

Aos meus pais, **Carlos e Regiane**, por todo o apoio e incentivo para ingressar na pós-graduação. É graças a vocês fazendo o possível e o impossível, que finalizo mais uma etapa importante da minha vida. Vocês sempre foram e sempre serão minha inspiração, espero dar muito orgulho, amo muito vocês.

À minha orientadora, **Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas**, por todo apoio durante este processo, o acolhimento na universidade, conselhos durante este período e, principalmente, por concordar em entrar nesta jornada de realizar o Mestrado em apenas um ano comigo. Com você tudo foi mais simples e mais leve.

Ao **Prof. Dr. Milton Carlos Kuga**, por ser meu mentor não só deste trabalho, mas todas as outras pesquisas realizadas durante este período. Seus ensinamentos foram fundamentais para meu crescimento não só profissional, mas também pessoal. E, também, por me acolher tão bem na universidade. Você foi fundamental para que eu alcançasse esta conquista.

Ao **Prof. Dr. Alailson Domingos dos Santos**, que foi meu professor durante a graduação e, agora, colega de pós-graduação. Você foi essencial na minha formação, obrigada por acreditar em mim, por tudo que me ensinou e ainda ensina, e pela paciência durante todo este tempo. Você me inspira a ser uma profissional excelente como você.

Aos meus avós, **Vanilda e Osmar, Angelina e Paulo** e, meus tios, **Valéria e Jansen**, por todo apoio durante toda minha vida e que, mesmo a distância, se fazem presentes. Obrigada pelo carinho que têm por mim, eu amo vocês.

À minha afilhada **Valentina** e meu primo **José Guilherme**, por serem os irmãos que não tive, e me fazer sentir especial para vocês.

À minha amiga **Pietra**, pelos 10 anos de amizade, e por ser minha irmã de alma. Você torna tudo mais leve, sou grata por ter entrado em minha vida e permanecido.

Às minhas amigas **Mariana e Joissi**, que me acolheram em Araraquara e na universidade, e sempre me ajudaram com o que precisei, me ensinando grande parte do que sei hoje. Meu muito obrigada pelo que fizeram por mim até aqui.

Ao Laboratório Multiusuário de Biotecnologia e Bioengenharia MUBIO da FOA-UNESP e à FINEP (FINEP/CT-INFRA - Convênio FINEP: 01.22.0385.00 – PROINFRA 0233/22).

“O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”
Guimarães Rosa.*

*Rosa JG. Grande Sertão: veredas. Rio de Janeiro: Record; 1956.

Toledo JV. Avaliação da penetrabilidade dentinária e resistência de união de sistemas adesivos, em função do protocolo de aplicação com diferentes microaplicadores odontológicos [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2025.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a resistência de união, padrão de falha adesiva e penetrabilidade dentinária dos sistemas adesivos Scotchbond Multipurpose e Clearfil SE, seguindo diferentes protocolos de aplicação, com diferentes microaplicadores odontológicos.

Materiais e Métodos: Sessenta e quatro incisivos bovinos foram preparados e submetidos à aplicação dos sistemas adesivos e foram divididos em 8 grupos (n=04) segundo protocolo de aplicação: MM1, Scotchbond Multipurpose com um microbrush; MM2, Scotchbond Multipurpose com dois microbrushes; MZ1, Scotchbond Multipurpose com um Zeroflox; MZ2, Scotchbond Multipurpose com dois Zerofloxes; CM1, Clearfil SE com um microbrush; CM2, Clearfil SE com dois microbrushes; CZ1, Clearfil SE com um Zeroflox; CZ2, Clearfil SE com dois Zerofloxes. Esses espécimes foram submetidos ao teste de microtração para avaliar resistência de união, estereomicroscópio para avaliar padrão de fratura e ao microscópio confocal a laser para avaliar a penetrabilidade dentinária. Foram feitas análises estatísticas através do teste de Shapiro-Wilk. ANOVA três fatores e pós-teste de Tukey foi utilizado no software estatístico SPSS VERSÃO 25 (IBM) com um nível de significância de 5%. A análise do modo de fratura foi qualitativa.

Resultados: Em relação à resistência de união, com o adesivo Scotchbond Multipurpose não houve diferença nos valores entre os grupos MM1 e MZ1. O grupo MZ2 proporcionou o maior valor. Já com o adesivo Clearfil SE, os grupos CM1, CM2 e CZ1 apresentaram valores semelhantes entre si. O grupo MZ2 apresentou o menor valor. O tipo de fratura mais encontrada com o adesivo Scotchbond Multipurpose, foi a fratura do tipo mista nos grupos MZ1 e MM2, e nos grupos MZ2 e MM1, a fratura predominante foi a fratura do tipo adesiva, enquanto com o adesivo Clearfil SE, foi a fratura do tipo adesiva. Já para o valor de penetrabilidade dentinária com o adesivo Scotchbond Multipurpose, o grupo MM2 apresentou valor semelhante ao grupo MZ1, que foram semelhantes ao grupo MM1. Já com o adesivo Clearfil SE, o grupo CZ1 não apresentou diferença em relação ao grupo MM1. Enquanto o grupo CZ2 não apresentou diferença quanto ao grupo MM2.

Conclusão: Quanto ao protocolo de aplicação, o protocolo em que foram utilizados dois microaplicadores foi mais favorável que o protocolo em que foi utilizado um microaplicador. Em relação aos microaplicadores, não houveram diferenças estatísticas entre eles. Portanto, pôde-se concluir que o uso de dois microaplicadores, tanto do microbrush, quanto do Zeroflox, apresentam maiores vantagens.

Palavras – chave: Adesivos dentinários. Esmalte dentário. Dentina. Resinas compostas.

Toledo JV. Evaluation of dentin penetrability and bond strength of adhesive systems, depending on the application protocol with different dental microapplicators [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2025.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the bond strength, adhesive failure pattern and dentin penetrability of the Scotchbond Multipurpose and Clearfil SE adhesive systems, following different application protocols, with different dental microapplicators.

Materials and Methods: Sixty-four bovine incisors were prepared and submitted to the application of the adhesive systems and were divided into 8 groups (n=04) according to the application protocol: MM1, Scotchbond Multipurpose with one microbrush; MM2, Scotchbond Multipurpose with two microbrushes; MZ1, Scotchbond Multipurpose with one Zeroflox; MZ2, Scotchbond Multipurpose with two Zerofloxes; CM1, Clearfil SE with one microbrush; CM2, Clearfil SE with two microbrushes; CZ1, Clearfil SE with one Zeroflox; CZ2, Clearfil SE with two Zerofloxes. These specimens were subjected to the microtensile test to assess bond strength, stereomicroscopy to assess fracture patterns and laser confocal microscopy to assess dentin penetrability. Statistical analyses were carried out using the Shapiro-Wilk test. Three-factor ANOVA and Tukey's post-test were used in SPSS VERSION 25 (IBM) statistical software with a significance level of 5%. Fracture mode analysis was qualitative.

Results: With regard to bond strength, there was no difference in values between groups MM1 and MZ1 using Scotchbond Multipurpose adhesive. Group MZ2 had the highest value. With Clearfil SE adhesive, groups CM1, CM2 and CZ1 showed similar values. Group MZ2 had the lowest value. The most common type of fracture found with Scotchbond Multipurpose adhesive was the mixed type fracture in groups MZ1 and MM2, and in groups MZ2 and MM1, the predominant fracture was the adhesive type fracture, while with Clearfil SE adhesive, it was the adhesive type fracture. As for the dentin penetrability value with Scotchbond Multipurpose adhesive, the MM2 group showed a similar value to the MZ1 group, which were similar to the MM1 group. With Clearfil SE adhesive, group CZ1 showed no difference compared to group MM1. The CZ2 group showed no difference from the MM2 group.

Conclusion: With regard to the application protocol, the protocol in which two microapplicators were used was more favorable than the protocol in which one microapplicator was used. There were no statistical differences between the microapplicators. It can therefore be concluded that the use of two microapplicators, both for the microbrush and the Zeroflox, has greater advantages.

Keywords: Dentin-bonding agents. Dental enamel. Dentin. Composite resin.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	13
3 REVISÃO DA LITERATURA	14
4 MATERIAL E MÉTODO.....	17
4.1 Preparo dos espécimes	17
4.2 Grupos avaliados	18
4.3 Procedimento restaurador.....	20
4.4 Resistência de união.....	21
4.5 Avaliação do padrão de fratura.....	22
4.6 Penetrabilidade dentinária.....	22
4.7 Análise estatística	24
5 RESULTADOS.....	25
5.1 Resistência de união.....	25
5.2 Padrão de fratura.....	26
5.3 Penetrabilidade dentinária.....	27
6 DISCUSSÃO	29
7 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço dos materiais restauradores e dos sistemas adesivos, a resina composta se tornou uma opção indispensável para restaurações diretas anteriores e posteriores, por ser um material econômico e estético, e exigir uma técnica de preparo cavitário mínimo no dente^{1,2}.

A adesão é um fator crucial para que se obtenha sucesso no procedimento restaurador com resina composta¹. Para que ela ocorra, sistemas adesivos são utilizados e servem como substância intermediária que faz ligação entre o material restaurador e a superfície dental, promovendo retenção, selamento marginal e resistência na interface dente-restauração^{1,3}.

Os sistemas adesivos podem ser definidos como uma fina camada de resina aplicada entre a dentina condicionada e o compósito da resina, sendo classificados de acordo com o mecanismo de adesão e a estratégia de união pela modificação da smear layer, definidos em adesivos autocondicionantes e adesivos convencionais⁴. Os adesivos autocondicionantes realizam ligação química entre o substrato e o material, promovida pela interação do cálcio da hidroxiapatita remanescente e o monômero funcional 10-MDP. Em contrapartida, os adesivos convencionais promovem uma ligação micromecânica, em que os monômeros penetram no espaço interfibrilar e nos túbulos dentinários, gerando microretenções^{4,5}.

Todos os componentes do sistema adesivo podem ser aplicados com diferentes dispositivos, como *pellets* de algodão, lenços de papéis ou escovas descartáveis¹⁸. Estudos anteriores^{7,8} mostraram que o uso de um microaplicador do tipo microbrush promoveu ligação mais uniforme e micromecanicamente estável do que outros aplicadores, tornando este, o mais utilizado e preferido⁶.

Porém, o microbrush contém em sua composição alguns materiais que podem se soltar durante a aplicação e restarem remanescentes de pó de látex, cerdas de sua ponta ativa na superfície dental, interferindo, posteriormente, no sucesso da restauração. Um estudo recente mostrou, por meio de uma análise em microscópio eletrônico de varredura, a presença de fibras residuais das cerdas na interface adesiva em todas as amostras analisadas que foram preparadas utilizando microbrush convencional⁶.

Considerando que estes remanescentes interferem diretamente na eficácia do sistema adesivo e, conseqüentemente, na adesão da restauração, um novo microaplicador foi lançado pela MixPac Medmix e foi nomeado, Zeroflux. Segundo a marca, este se diferencia por usar cerdas de material elastomérico, permitindo aplicação do sistema adesivo sem perda de fibras na superfície, desse modo não interferindo na adesão final. É um microaplicador universal, apresenta tamanho único da ponta aplicadora podendo ser utilizado em vários procedimentos clínicos e com diversos materiais⁹.

Por se tratar de um material novo, ainda não há estudos comprovando sua eficácia, então, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união, padrão de fratura e a penetrabilidade dentinária de sistemas adesivos utilizando Zeroflux como microaplicador. Além disso, se objetiva avaliar se a utilização de apenas um microaplicador para ambas etapas do sistema adesivo interferirá no sucesso do procedimento.

7 CONCLUSÃO

Quanto ao protocolo de aplicação, o protocolo em que foram utilizados dois microaplicadores foi mais favorável que o protocolo em que foi utilizado um microaplicador. Em relação aos microaplicadores, não houve diferenças estatísticas entre eles. Portanto, pôde-se concluir que o uso de dois microaplicadores, tanto do microbrush, quanto do Zeroflox, apresentam maiores vantagens.

REFERÊNCIAS*

1. Yin H, Kwon S, Chung SH, Kim RJY. Performance of universal adhesives in composite resin repair. *Biomed Res Int*. 2022; 2022: 7663490.
2. Altinci P, Mutluay M, Tezvergil-Mutluay A. Repair bond strength of nanohybrid composite resins with a universal adhesive. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2017; 4(1): 10-9.
3. Brkanović S, Sever EK, Vukelja J, Ivica A, Miletić I, Krmek SJ. Comparison of different universal adhesive systems on dentin bond strength. *Materials (Basel)*. 2023;16(4): 1530.
4. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV Generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017; 8(1):1-17.
5. Arinelli A, MD, Pereira KF, Prado, N. A. S.; Rabello, T. B. Sistemas adesivos atuais. *Rev. Bras. Odontol*. vol.73 no.3 Rio de Janeiro 2016.
6. Berton F, Rapani A, Zotti M, Stacchi C, Berton T, Porrelli D. Presence of microbrush remnants on the adhesion surface: A microscopical analysis. *J Dent*. 2022; 127:104320.
7. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater*. 2001; 17(5):422-9.
8. Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. *J Endod*. 2002; 28(5):355-60.
9. M. Cowen, J.M. Powers. In Vitro Evaluation of Zeroflox™ na innovative applicator brush. *DENTAL ADVISOR Biomaterials Research Center*. Number 35, May 2023.
10. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am*. 2007; 51(2):333-57, viii.
11. Özcan M, Volpato CAM. Current perspectives on dental adhesion: (3) Adhesion to intraradicular dentin: Concepts and applications. *Jpn Dent Sci Rev*. 2020; 56(1):216-223.
12. Cardoso GC, Nakanishi L, Isolani CP, Jardim PS, Moraes RR. Bond stability of universal adhesives applied to dentin using etch-and-rinse or self-etch strategies. *Braz. Dent. J*. 30 (5), Sep-Oct 2019.

* 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>

13. Pompilii OO, Tkachenko VA, Kerimova TM, Pompilii ES. Modern trends and perspectives of the development of adhesive dentistry: innovative techniques for the application of adhesive systems. *Wiad Lek.* 2023;76(12):2721-2728.
14. Yuzhu Li, Jianguo Dong, Wenfang Zhan, Yurui Shao, Jiaxin Zhu, Ning Sun, et al. Constructing the enamel-like dentin adhesion interface to achieve durable resin-dentin adhesion. *ACS Nano* 2024 18 (43).
15. Saikaew P, Sattabanasuk V, Harnirattisai C, Chowdhury AFMA, Carvalho R, Sano H. Role of the smear layer in adhesive dentistry and the clinical applications to improve bonding performance. *Jpn Dent Sci Rev.* 2022; 58:59-66.
16. Pereira JR, Pamato S, Vargas M, Junior NF. State of the art of dental adhesive systems. *Curr Drug Deliv.* 2018;15(5):610-619.
17. Bedran-Russo A, Leme-Kraus AA, Vidal CMP, Teixeira EC. An overview of dental adhesive systems and the dynamic tooth-adhesive interface. *Dent Clin North Am.* 2017; 61(4):713-731.
18. Lawson N, Shah K. The micro-scrub applicator: A little tool that can make a huge difference in your final restoration, 2022, Oral Health.
19. Figueiredo, Rodrigo & Macedo, Rayssa & Mont'Alverne, Breno & Soares, Paulo. (2024). Do different types of dental micro applicators influence the amount of surface contamination during clinical procedures? 0.20944/preprints202407.1942.v1.
20. Medmix. ZerofloX Dental Applicator. Baar; c2021 [acesso em: 2025 jan. 10]. Disponível em: <https://www.medmix.swiss/products/dental/zeroflox>
21. Alshawi A, Lal F, Dikmen B, Yildiz SO, Erdemir U. Influence of adhesive applicators on bond strength to dentin. *International Dental Journal.* 2024; 74(Suppl 1): s116-s7.