

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

Efeito da inserção tardia de resina composta sobre a resistência de união de sistemas adesivos convencionais

Effect of delayed insertion of composite resin on the bond strength of etch-and-rinse adhesive systems

Edson Alves CAMPOS*
José Roberto Cury SAAD**
Sizenando Toledo PORTO NETO**
Lucas Arrais CAMPOS***
Marcelo Ferrarezi ANDRADE**

Endereço para correspondência:
Address for correspondence:

Edson Alves Campos
Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5.300 – Campo Comprido
CEP 81280-330 – Curitiba – PR
E-mail: edalvescampos@hotmail.com

* Professor Doutor do Mestrado em Odontologia Clínica da Universidade Positivo.

** Professores Doutores da Faculdade de Odontologia de Araraquara (Unesp).

*** Acadêmico do curso de Odontologia de Araraquara (Unesp).

Recebido em 24/3/09. Aceito em 10/5/09.
Received on March 24, 2009. Accepted on May 10, 2009.

Palavras-chave:
sistemas adesivos;
resistência de união;
resina composta.

Resumo

Introdução: Sistemas adesivos convencionais são caracterizados pelo condicionamento ácido da estrutura dental previamente à aplicação dos monômeros. Esses materiais podem ser classificados em 3 passos (quando *primer* e adesivo se encontram em frascos separados) ou 2 passos (em que a função de *primer* e adesivo é desempenhada por um único material). **Objetivo:** Verificar a influência do momento da inserção do material restaurador (inserção imediata ou tardia) sobre os valores de resistência de união de adesivos convencionais de 2 e 3 passos por meio do teste de microtração. **Material e métodos:** Foram utilizados dentes incisivos bovinos que tiveram sua superfície vestibular desgastada até se obter uma superfície plana em dentina.

Empregaram-se sistemas adesivos convencionais de 3 passos (Scotchbond Multi-Usado – SMP; Optibond FL – OFL; Bond-It – BIT) e de 2 passos (Single-Bond – SB; Optibond Solo Plus – OSP; Bond-1 – B1), e resina composta (Z-350) foi aderida a esse substrato em dois diferentes momentos: imediata e tardiamente (após 24 horas). Todos os procedimentos foram realizados com simulação da pressão pulpar fisiológica. Os resultados foram submetidos à análise estatística Anova e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). **Resultados:** Para inserção imediata da resina composta, todos os adesivos apresentaram comportamentos semelhantes. Os sistemas adesivos de 3 passos não evidenciaram redução da resistência de união quando a resina composta foi inserida tardiamente. Já os sistemas adesivos de 2 passos tiveram sensível redução dos valores de resistência de união. A redução ficou em torno de 30,24% para SB, 27,19% para OSP e 28,21% para B1. **Conclusão:** Cuidado especial deve ser tomado durante o uso de sistemas adesivos convencionais de 2 passos. É aconselhável que a resina composta seja inserida e polimerizada imediatamente após a conclusão do procedimento adesivo.

Keywords: adhesive systems; bond strength; composite resin.

Abstract

Introduction: Etch-and-rinse adhesive systems are characterized by the dental acid etching previously to the monomer application. These materials can be classified as 3-step (when primer and bond are applied separately) or 2-step (when the primer and bond functions are carried out by a single component). **Objective:** To determine the influence of immediate or delayed insertion of restorative material on the values of bond strength of 2-step and 3-step etch-and-rinse adhesive systems using the microtensile test. **Material and methods:** Bovine incisors were used, which had its vestibular surface abraded to obtain a flat dentin surface. 3-step (Scotchbond Multi-Purpose – SMP; Optibond FL – OFL; Bond-It – BIT) and 2-step (Single-Bond – SB; Optibond Solo Plus – OSP; Bond-1 – B1) etch-and-rinse adhesive systems were used, and composite resin (Z-350) was adhered to this substrate at two different times: immediately and later (after 24 hours). Procedures were performed with simulated physiological pulpal pressure. Results were submitted to statistical analysis through Anova and Tukey's test ($p < 0,05$). **Results:** When the composite resin was immediately inserted all the adhesive systems showed similar results. 3-step adhesive systems did not show reduction in bond strength values related to delayed insertion of composite. On the other hand, 2-step adhesive systems showed significant reduction in the values of bond strength. Reduction was around 30.24% to SB, 27.19% to OSP and 28.21% to B1. **Conclusion:** 2-step etch-and-rinse adhesive systems should be used very carefully. It is advisable to insert and polymerize the composite resin immediately after the conclusion of adhesive procedure.

Introdução

Sistemas adesivos convencionais, também conhecidos como sistemas condiciona-e-lava (do inglês *etch-and-rinse*), são caracterizados pelo procedimento de condicionamento ácido da estrutura dentária previamente à aplicação dos monômeros. Os primeiros materiais pertencentes a essa categoria apresentam componentes específicos para cada

uma das funções do sistema adesivo: ácido, *primer* e adesivo. A busca por protocolos de adesão mais simples e rápidos possibilitou o surgimento dos sistemas simplificados, em que as funções de *primer* e adesivo são desempenhadas por um único componente. Nesse contexto, convencionou-se nomear os sistemas de 3 passos (convencionais) e de 2 passos (simplificados), em que cada passo

representa uma ação sobre a estrutura dental (condicionamento, impregnação e união).

A polimerização tardia da resina composta sobre substratos preparados com sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes afeta drasticamente a adesão [6, 9, 18, 21]. A ocorrência está seguramente ligada ao fenômeno de permeação de fluidos através das camadas híbrida e adesiva, com conseqüente afloramento de líquidos na superfície adesiva. A resina composta pode ser suscetível à umidade presente na superfície dentinária, levando à redução dos valores de resistência de união [8]. Além disso, o fenômeno de permeação fragiliza a camada híbrida em longo prazo, deteriorando a união entre os monômeros e o substrato dentinário [7].

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a influência do momento de inserção da resina composta sobre a resistência de união de sistemas adesivos convencionais de 2 e 3 passos.

Material e métodos

Foram empregados nesta pesquisa 60 dentes incisivos inferiores bovinos, conservados em solução de timol a 1% até o momento de sua utilização. A porção radicular dos dentes foi seccionada com disco diamantado em baixa rotação (Isomet 1000, Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA), e a abertura relativa ao tecido pulpar foi selada com sistema adesivo e resina composta (Optibond FL, Kerr Co., Orange, CA, USA/

Z250, 3M Espe, MN, USA). Realizaram-se protocolo adesivo e inserção da resina composta sob pressão pulpar simulada. Um tubo metálico foi inserido no interior da câmara pulpar e selado com sistema adesivo com carga (Optibond FL). A esse tubo foi conectada uma mangueira de silicone, tendo a sua outra extremidade conectada a um reservatório posicionado 30 cm acima da bancada de trabalho. O reservatório foi preenchido com soro fisiológico, e os dentes foram evacuados com uma bomba de vácuo e imediatamente preenchidos com soro fisiológico. Assim, simulou-se uma pressão hidrostática de aproximadamente 22 mmHg.

Os dentes tiveram a superfície vestibular desgastada por meio de lixa com granulação 240, e a superfície dentinária plana obtida foi regularizada com lixas de granulações 320 e 600, com o objetivo de padronizar a *smear layer*. Testaram-se sistemas adesivos convencionais de 3 passos (Scotchbond Multi-Purpose – SMP; Optibond FL – OFL; e Bond-It – BIT) e de 2 passos (Single-Bond – SB; Optibond Solo Plus – OSP; e Bond-One – BO). Todos os sistemas adesivos foram empregados seguindo as recomendações dos respectivos fabricantes (tabela I). Após o procedimento de adesão, foi usada uma resina composta micro-híbrida para confecção dos espécimes (Z-350, 3M). Esse material foi inserido imediata ou tardiamente, dependendo do grupo em estudo.

Tabela I - Materiais utilizados e seus respectivos fabricantes

Material	Fabricante
Scotchbond Multi-Purpose – SMP Single-Bond – SB Z-350	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Optibond FL – OFL Optibond Solo Plus – OSP	Kerr Corporation, Orange, CA, USA
Bond-It – BIT Bond-One – BO	Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA

Para os grupos submetidos à inserção imediata de resina composta, depois da polimerização do sistema adesivo, a resina composta foi imediatamente acomodada sobre a superfície dentinária plana em incrementos horizontais de 1 mm de espessura, e cada camada foi polimerizada por 40 segundos, totalizando três camadas (3 mm). Para os grupos com inserção tardia, armazenaram-se os dentes (com o protocolo adesivo já concluído) em câmaras completamente seladas contra a passagem de luz. Passado um período de 24

horas, foi realizado o procedimento de inserção da resina como anteriormente descrito. Os espécimes foram submetidos a teste de resistência de união imediatamente após a polimerização da resina composta.

Nos testes de microtração, os dentes foram seccionados perpendicularmente à interface adesiva, obtendo-se fatias de 1 mm de espessura. Cada fatia foi então desgastada em sua interface adesiva com ponta diamantada extrafina (Komet, Lemgo, Germany), para reduzir a área de adesão

para aproximadamente 1 mm². Os espécimes foram então posicionados em uma máquina de testes universal (MTS 810, MTS Systems Corporation, Minneapolis, MN, USA) e submetidos a carregamento com velocidade de 1,0 mm/min. Para cada condição do estudo, foram testados 10 espécimes (*n* = 10). As diferenças entre os grupos foram determinadas por intermédio da análise estatística Anova e do teste de Tukey (*p* < 0,05).

Resultados

Considerando os efeitos da inserção tardia da resina composta, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes apenas para os sistemas de 2 passos (SB, OSP e BO), que apresentaram redução nos valores de adesão de 30,2%, 27,2% e 28,2%, respectivamente. Os resultados estão sumarizados na tabela II.

Tabela II - Médias e desvio-padrão (DP) para resistência à microtração (MPa) / coeficiente de variação (%) para sistemas adesivos convencionais de 3 (SMP, OFL e BIT) e de 2 passos (SB, OSP e BO)

Grupo	Média (DP) Coeficiente de variação (%)	
	Inserção imediata	Inserção tardia
SMP	24,54 (3,81) A, a 15,54%	23,03 (3,74) A, a 16,25%
SB	23,34 (2,86) A, a 12,29%	16,28 (3,53) B, b 21,72%
OFL	25,46 (4,03) A, a 15,84%	23,79 (5,96) A, a 25,08%
OSP	22,25 (2,90) A, a 13,04%	16,20 (3,38) B, b 20,87%
BIT	25,91 (4,77) A, a 18,44%	23,64 (3,99) A, a 16,91%
BO	22,58 (3,69) A, a 16,36%	16,21 (4,03) B, b 24,90%

Na mesma coluna, letras maiúsculas diferentes representam diferença estatisticamente expressiva; na mesma linha, letras minúsculas diferentes significam diferença estatisticamente significante

Discussão

Os dentes bovinos, substrato escolhido para a realização deste estudo, possuem características histológicas semelhantes às observadas em dentes humanos e são substitutos viáveis para pesquisas laboratoriais [14], sendo rotineiramente utilizados em testes de resistência adesiva [1, 2, 8, 24]. Ainda que alguns autores não considerem os dentes bovinos substitutos perfeitos para dentes humanos [4], a amostra obtida com tais dentes possui homogeneidade na composição histológica e também na permeabilidade dentinária que dificilmente seria alcançada com dentes humanos.

Neste trabalho, foi empregada a simulação da pressão pulpar fisiológica. O procedimento vem sendo largamente aplicado em testes de resistência de união [3, 7, 12, 19], na tentativa de aproximar as condições do estudo das encontradas na cavidade oral. Com relação aos testes de resistência de união, aceita-se que os existentes atualmente não são

capazes de simular suficientemente bem o ambiente oral, mas podem oferecer valiosas informações sobre o desempenho de protocolos clínicos, ainda que os resultados numéricos propriamente ditos tenham pouca importância [13]. No presente estudo optou-se pelo emprego do teste de microtração, pois se sabe que esse tipo de experimento oferece maiores possibilidades de obtenção dos valores de adesão propriamente ditos, e não da resistência coesiva do material restaurador ou dentina [4].

Foi demonstrada previamente a penetração de agentes traçadores no interior das camadas adesiva e híbrida, mesmo sem a presença de fendas [15, 17], evidenciando a incapacidade dos sistemas adesivos em selar completamente a estrutura dentinária. Fluidos orais e dentinários podem permear essas camadas, levando à degradação delas, mesmo utilizando sistemas adesivos de 3 passos como o SMP. A preocupação inicial com tal fenômeno foi exatamente a sua relação com a degradação da

camada adesiva. Atualmente, considera-se também o grande potencial de afloramento de fluidos dentinários na superfície da camada adesiva. Em nossa pesquisa, o sistema SMP apresentou redução de 6,1% nos valores de adesão quando a resina composta foi inserida tardiamente, mas essa diferença em relação ao grupo no qual a resina foi inserida imediatamente não foi estatisticamente significativa.

Estudos têm evidenciado que os sistemas adesivos convencionais de 2 passos podem apresentar uma efetividade menor de hibridização em comparação aos sistemas adesivos de 3 passos [4, 25]. No presente trabalho, todos os sistemas adesivos de 2 passos avaliados (SB, OSP e BO) tiveram expressiva diminuição dos valores de adesão quando a resina composta foi inserida tardiamente. Pode ser considerado como fator relevante para esses achados a não utilização de componente hidrofóbico como parte do protocolo adesivo de tais materiais. A camada adesiva obtida com sistemas convencionais de 3 passos é formada principalmente pelo componente hidrofóbico constituinte do sistema, oferecendo uma barreira menos suscetível à permeação de fluidos e dificultando o afloramento de líquidos na superfície.

A simplificação de um sistema adesivo necessita do aumento da concentração dos componentes resinosos hidrofílicos, que são hidroliticamente instáveis [6, 26]. Os adesivos simplificados apresentam alta permeabilidade e elevada sorção de água, resultando em redução da durabilidade da união [10, 16, 20]. Em outras palavras, os protocolos adesivos simplificados originam camadas híbridas que se comportam como membranas semipermeáveis, permitindo a passagem de fluidos mesmo após a polimerização do adesivo [5, 22, 23]. Outro estudo demonstrou que, independentemente do número de passos para a sua aplicação, todos os sistemas adesivos possuem graus variados de polimerização incompleta que podem ser correlacionados com sua permeabilidade à movimentação de fluidos [6].

Os resultados do presente trabalho alertam para os cuidados que o profissional deve ter ao utilizar tais materiais. Clinicamente, a inserção tardia da resina composta é verificada quando o profissional realiza múltiplas restaurações em uma única sessão clínica e, após o término dos preparos cavitários, faz o procedimento adesivo em todas as cavidades para então iniciar a manipulação da resina composta. Desse modo, a primeira cavidade a ser restaurada receberá a inserção imediata da resina composta, o que não ocorrerá com as outras cavidades. Dependendo do número de cavidades e da amplitude delas, pode haver um intervalo de vários minutos

entre o estabelecimento da adesão e o começo da inserção do material restaurador. Adicionalmente, algumas técnicas de fotopolimerização (técnica do pulso tardio, por exemplo) [11] permitem que a resina fique alguns minutos na cavidade antes de ser completamente polimerizada, podendo também levar à redução dos valores de resistência de união quando se utilizam sistemas adesivos incapazes de selar a dentina de maneira satisfatória.

Conclusão

Os sistemas adesivos convencionais simplificados (2 passos) exigem especial atenção com relação ao momento de inserção da resina composta. Assim, o material restaurador deve ser inserido na cavidade imediatamente após a polimerização do sistema adesivo, para diminuir os riscos de redução dos valores de resistência de união provocados pelo afloramento de fluidos na superfície.

Referências

1. Ando S, Watanabe T, Tsubota K, Yoshida T, Irokawa A, Takamizawa T et al. **Effect of adhesive application methods on bond strength to bovine enamel.** J Oral Sci. 2008 Jun;50(2):181-6.
2. Asaka Y, Yamaguchi K, Inage H, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A et al. **Effect of thermal cycling on bond strengths of single-step self-etch adhesives to bovine dentin.** J Oral Sci. 2006 Jun;48(2):63-9.
3. Bortolotto T, Onisor I, Krejci I. **Proximal direct composite restorations and chairside CAD/CAM inlays: marginal adaptation of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel conditioning.** Clin Oral Investig. 2007 Mar;11(1):35-43.
4. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C et al. **Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems.** J Dent. 2001 Jan;29(1):55-61.
5. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. **Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface.** Dent Mater. 2008 Jan;24(1):90-101.
6. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C et al. **Degree of conversion and permeability of dental adhesives.** Eur J Oral Sci. 2005 Dec;113(6):525-30.

7. Campos EA, Correr GM, Leonardi DP, Barato Filho F, Gonzaga CC, Zielak JC. Chlorhexidine diminishes the loss of bond strength over time under simulated pulpal pressure and thermo-mechanical stressing. *J Dent.* 2009 Feb;37(2):108-14.
8. Chiba Y, Rikuta A, Yasuda G, Yamamoto A, Takamizawa T, Kurokawa H et al. Influence of moisture conditions on dentin bond strength of single-step self-etch adhesive systems. *J Oral Sci.* 2006 Sep;48(3):131-7.
9. Hashimoto M, Ito S, Tay FR, Svizero NR, Sano H, Kaga M et al. Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding. *J Dent Res.* 2004 Nov;83(11):843-8.
10. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Tay FR, Kaga M, Kudou Y et al. Micromorphological changes in resin-dentin bonds after 1 year of water storage. *J Biomed Mater Res.* 2002;63(3):306-11.
11. Kanca J, Suh BI. Pulse activation: reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. *Am J Dent.* 1999 Jun;12(3):107-12.
12. Krejci I, Planinic M, Stavridakis M, Bouillaguet S. Resin composite shrinkage and marginal adaptation with different pulse-delay light curing protocols. *Eur J Oral Sci.* 2005 Dec;113(6):531-6.
13. Miyazaki M, Oshida Y, Xirouchaki L. Dentin bonding system. Part I: literature review. *Biomed Mater Eng.* 1996;6(1):15-31.
14. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res.* 1983 Oct;62(10):1076-81.
15. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent.* 1995 Jan/Feb;20(1):18-25.
16. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res.* 1999 Apr;78(4):906-11.
17. Sano H, Yoshiyama M, Ebisu S, Burrow MF, Takatsu T, Ciucchi B et al. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent.* 1995 Jul/Aug;20(4):160-7.
18. Sauro S, Pashley DH, Mannocci F, Tay FR, Pilecki P, Sherriff M et al. Micropermeability of current self-etching and etch-and-rinse adhesives bonded to deep dentine: a comparison study using a double-staining/confocal microscopy technique. *Eur J Oral Sci.* 2008 Apr;116(2):184-93.
19. Stavridakis MM, Kakaboura AI, Ardu S, Krejci I. Marginal and internal adaptation of bulk-filled Class I and Cuspal coverage direct resin composite restorations. *Oper Dent.* 2007 Sep/Oct;32(5):515-23.
20. Takahashi A, Inoue S, Kawamoto C, Ominato R, Tanaka T, Sato Y et al. In vivo long-term durability of the bond to dentin using two adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2002 Summer;4(2):151-9.
21. Tay FR, King NM, Suh BI, Pashley DH. Effect of delayed activation of light-cured resin composites on bonding of all-in-one adhesives. *J Adhes Dent.* 2001 Fall;3(3):207-25.
22. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent.* 2002 Sep/Nov;30(7-8):371-82.
23. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res.* 2002 Jul;81(7):472-6.
24. Uekusa S, Tsubota K, Tonegawa M, Tsuchiya H, Iwasa M, Kawamoto R et al. Microtensile bond strengths of single-step self-etch adhesive systems to bovine dentin. *J Oral Sci.* 2007 Sep;49(3):183-9.
25. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Snauwaert J, Hellems L, Lambrechts P, Vanherle G et al. Hybridization effectiveness of a two-step versus a three-step smear layer removing adhesive system examined correlatively by TEM and AFM. *J Adhes Dent.* 1999 Spring;1(1):7-23.
26. Yiu CK, King NM, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Carrilho MR et al. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. *Biomaterials.* 2004 Nov;25(26):5789-96.

Como citar este artigo:

Campos EA, Saad JRC, Porto Neto ST, Campos LA, Andrade MF. Efeito da inserção tardia de resina composta sobre a resistência de união de sistemas adesivos convencionais. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2009 Dec;6(4):375-80.
