

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

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

Effect of delayed insertion of composite resin on the bond strength of self-etching adhesive systems

Edson Alves CAMPOS*
José Roberto Cury SAAD**
Osmir Batista OLIVEIRA JÚNIOR**
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
CEP 81280-330 – Curitiba – PR
E-mail: edalvescampos@hotmail.com

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

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

*** Acadêmico da Faculdade de Odontologia da Unesp de Araraquara.

Recebido em 12/2/09. Aceito em 3/4/09.

Received on February 12, 2009. Accepted on April 3, 2009.

Palavras-chave:

sistemas adesivos;
resistência de união;
resina composta.

Resumo

Introdução: O avanço tecnológico dos sistemas adesivos fez com que surgissem materiais com técnicas simplificadas, com menor número de passos clínicos. **Objetivo:** Buscou-se verificar a influência do momento da inserção do material restaurador (inserção imediata ou tardia) sobre os valores de resistência de união de adesivos autocondicionantes utilizando o teste de microtração. **Material e métodos:** Foram usados dentes incisivos bovinos, que tiveram sua superfície vestibular desgastada até obter uma superfície plana em dentina. Empregaram-se sistemas adesivos autocondicionantes

– Clearfil SE Bond (CSEB), Clearfil Tri S Bond (CTSB), AdheSE (ADS) e AdheSE One (ADO) –, e a resina composta Z350 foi aderida a esse substrato em dois diferentes momentos: imediatamente e tardiamente (após 24 horas). Todos os procedimentos foram realizados com simulação da pressão pulpar fisiológica. Os resultados foram submetidos a análise estatística empregando Anova e teste de Tukey. **Resultados:** Todos os materiais testados, com exceção de ADS, apresentaram redução dos valores de resistência de união quando a resina composta foi aplicada tardiamente, e apenas para os sistemas de passo único (CTSB e ADO) a redução foi estatisticamente significativa. **Conclusão:** Cuidado especial deve ser tomado durante a utilização de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único. É aconselhável a aplicação de uma camada adicional de material hidrofóbico com o objetivo de diminuir a permeação da camada adesiva, e a inserção da resina composta deve ser iniciada imediatamente após a fotopolimerização do sistema adesivo.

Keywords:

adhesive systems; bond strength; composite resin.

Abstract

Introduction: Technological advances in adhesive systems have resulted in materials with simplified techniques, which require less clinical steps. **Objective:** To determine the influence of immediate or delayed insertion of restorative material on the values of bond strength self-etching adhesives by using the micro tensile test. **Material and methods:** Bovine incisors were used, which had its vestibular surface abraded to obtain a flat dentin surface. Self-etching adhesive systems were used: Clearfil SE Bond (CSEB), Clearfil Tri S Bond (CTSB), AdheSE (ADS) and AdheSE One (ADO). The composite resin Z350 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. **Results:** Except ADS, all materials tested showed reduction of the values of bond strength when composite resin was applied delayed, and only for single-step systems (CTSB and ADO) this reduction was statistically significant. **Conclusion:** Special care shall be taken when using single-step self-etching adhesive systems. It is recommended the application of an additional layer of hydrophobic material in order to reduce permeation of adhesive layer, and the insertion of composite resin should be initiated immediately after the photopolymerization of adhesive system.

Introdução

Desde sua introdução no mercado, os sistemas adesivos vêm passando por modificações em suas formulações e mecanismos de ação com o intuito de aumentar os valores de resistência de união, sobretudo em dentina. Adicionalmente, nos últimos anos as empresas têm procurado desenvolver materiais com técnica simplificada para que o protocolo clínico de adesão seja mais rápido e menos suscetível a problemas decorrentes de sua sensibilidade técnica. Entre os materiais presentes atualmente no mercado, podem-se identificar duas categorias: sistemas adesivos

convencionais, que requerem o condicionamento prévio da estrutura dental, normalmente efetuado com ácido fosfórico com concentração entre 30 e 40%; e sistemas adesivos autocondicionantes, que dispensam o condicionamento prévio com ácido fosfórico, pois possuem a capacidade de condicionar a estrutura dentária [4].

Além disso, esses adesivos podem ser considerados de 1, 2 ou 3 passos, dependendo de quantos passos clínicos sua correta aplicação requer [23]. Assim, o sistema adesivo convencional de 3 passos exige a aplicação de ácido fosfórico (passo 1), de primer (passo 2) e de adesivo (passo 3). O sistema adesivo convencional de 2 passos é caracterizado pelo

condicionamento com ácido fosfórico (passo 1) e aplicação de material com propriedades hidrofílicas e hidrofóbicas (passo 2), que vai desempenhar as funções de primer e adesivo. O sistema adesivo autocondicionante de 2 passos consiste na aplicação de um primer que tem propriedades de condicionamento dentário (passo 1), seguido da aplicação de resina hidrofóbica (passo 2). O sistema adesivo autocondicionante de passo único é aquele em que um único material tem a propriedade de condicionar a estrutura dentária, impregná-la com monômeros e oferecer uma superfície receptiva para a resina composta [11, 12].

Um fenômeno frequentemente relatado é a permeabilidade dos sistemas adesivos que, associada à pressão intrapulpar, poderia permitir a contaminação da camada de selamento e da camada adesiva e também o afloramento de líquido na superfície da camada adesiva [17-20]. Nesse sentido, o período entre a aplicação do sistema adesivo e a inserção da resina composta é muitas vezes de fundamental importância na obtenção de sucesso clínico, uma vez que falhas adesivas poderiam provocar microinfiltração, sensibilidade pós-operatória e até patologias pulpares irreversíveis.

Assim, o objetivo deste estudo é determinar a influência do tempo decorrido entre a polimerização do sistema adesivo e a inserção da resina composta sobre a resistência de união (microtração) utilizando sistemas adesivos autocondicionantes aplicados sobre dentina bovina.

Material e métodos

No presente estudo foram empregados 40 incisivos inferiores bovinos, conservados em solução de timol a 1% até o momento de sua utilização. Os dentes tiveram sua porção radicular seccionada, com uso de disco diamantado em baixa rotação (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), e a abertura relativa ao tecido pulpar foi selada mediante o emprego de sistema adesivo e resina composta (Optibond FL, Kerr Co., Orange, CA, USA / Z350, 3M Espe, MN, USA). Todo o procedimento adesivo foi executado com pressão pulpar simulada. Um tubo metálico foi inserido no interior da câmara pulpar e selado com sistema adesivo com carga (Optibond FL). Nesse tubo foi conectada uma mangueira de silicone que por sua vez teve sua outra extremidade

interligada a um reservatório posicionado 30 cm acima da bancada de trabalho. Esse reservatório foi preenchido com soro fisiológico, e os dentes foram evacuados por meio de uma bomba de vácuo e imediatamente preenchidos com soro fisiológico. Assim, simulou-se uma pressão hidrostática de aproximadamente 22 mmHg.

A superfície vestibular dos dentes foi desgastada com lixa de 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. Foram testados sistemas adesivos autocondicionantes de 2 passos – Clearfil SE Bond (CSEB) e AdheSE (ADS) – e de passo único – Clearfil Tri S Bond (CTSB) e AdheSE One (ADO). Os materiais utilizados neste estudo e suas composições estão especificados na tabela I. O primer do sistema adesivo CSEB (Kuraray Co., Osaka, Japan) foi aplicado com um pincel descartável sobre a estrutura dentinária planificada e, após 20 segundos, recebeu a aplicação de um leve jato de ar. Em seguida, o “adesivo” foi aplicado com pincel descartável, espalhado sobre a superfície com leve jato de ar e então fotopolimerizado por 10 segundos. O sistema adesivo CTSB (Kuraray Co., Osaka, Japan) foi aplicado sobre a superfície e, após 20 segundos, recebeu a aplicação de jato de ar comprimido, sendo então fotopolimerizado por 10 segundos. O primer do sistema ADS (Ivoclar Vivadente AG, Schaan, Liechtenstein) foi aplicado e esfregado sobre a superfície durante 30 segundos, seguido pela aplicação do bond e fotoativação por 10 segundos. O sistema ADO (Ivoclar Vivadente AG, Schaan, Liechtenstein) foi aplicado e esfregado sobre a superfície por 30 segundos, secado com jato de ar e fotopolimerizado por 10 segundos. Após o procedimento de adesão, utilizou-se uma resina composta micro-híbrida para confecção dos espécimes (Z350, 3M). Os dentes foram aleatoriamente divididos em 8 grupos, que foram então submetidos aos diferentes tratamentos: G1 – CSEB e inserção imediata; G2 – CSEB e inserção tardia; G3 – CTSB e inserção imediata; G4 – CTSB e inserção tardia; G5 – ADS e inserção imediata; G6 – ADS e inserção tardia; G7 – ADO e inserção imediata; G8 – ADO e inserção tardia.

Tabela I - Materiais utilizados no estudo

Material	Fabricante	Componentes principais
Clearfil SE Bond	Kuraray Co.	Primer: água, MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, etanol, dl-canforoquinona, N,N-Dietanol-p-toluidina Adhesive: MDP, Bis -GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, dl-canforoquinona, N,N-Dietanol-p-toluidina, sílica coloidal
Clearfil Tri S Bond	Kuraray Co.	HEMA, etanol, Bis-GMA, MDP, sílica coloidal, di-canforoquinona, água, iniciadores, aceleradores
AdheSE	Ivoclar Vivadent AG	Primer: ácido fosfônico acrilato, Bis-acrilamida, água, iniciadores e estabilizadores Bond: dimetacrilatos, HEMA, dióxido de zircônia, iniciadores e estabilizadores
AdheSE One	Ivoclar Vivadent AG	Bis-acrilamida, água, aminoácido acrilamida, dióxido de silicone, iniciadores e estabilizadores
Z350	3M Espe	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, sílica, zircônia/sílica

Para os grupos submetidos à inserção imediata de resina composta, após a polimerização do sistema adesivo, a resina composta foi imediatamente acomodada sobre essa superfície plana em incrementos horizontais de 1 mm de espessura e cada camada foi fotopolimerizada por 40 segundos, totalizando 3 camadas (3 mm). Para os grupos com inserção tardia, os dentes (com o protocolo adesivo já concluído) foram armazenados em câmaras completamente seladas contra a passagem de luz, mantendo a simulação da pressão pulpar. Após um período de 24 horas, foi realizado o procedimento de inserção da resina como anteriormente descrito.

Para os 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 ao 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 utilizando Anova e teste de Tukey (p < 0,05).

Resultados

Para todos os sistemas adesivos empregados, houve redução nos valores de resistência de união quando a resina composta foi inserida tardiamente. No entanto essa redução foi estatisticamente significativa apenas para os materiais de passo único. 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 autocondicionantes

Grupo	Média (DP)* Coeficiente de variação (%)	
	Inserção imediata	Inserção tardia
CSEB	23,08 (3,74) AB,a 16,22%	17,82 (4,22) A,a 23,73%
CTSB	18,74 (3,98) A,a 21,29%	11,53 (2,41) B,b 20,97%
ADS	25,38 (5,35) B,a 21,11%	26,36 (4,9) C,a 18,59%
ADO	22,97 (4,20) AB,a 18,32%	15,12 (4,37) AB,b 28,92%

* Na mesma coluna, letras maiúsculas diferentes representam diferença estatisticamente significante; na mesma linha, letras minúsculas diferentes representam diferença estatisticamente significante (p < 0,05)

Discussão

Neste estudo foram utilizados dentes bovinos para a realização dos testes de resistência de união. Segundo Nakamichi et al. (1983) [15], dentes bovinos possuem características histológicas semelhantes às observadas em dentes humanos e são substitutos viáveis para pesquisas laboratoriais. Mesmo não sendo considerada uma substituta perfeita para a dentina humana [3], a dentina de dentes bovinos permite a obtenção de uma amostra mais homogênea com relação às características histológicas e também espécimes com permeabilidade dentinária semelhante. Em virtude de tais fatores, esse substrato vem sendo rotineiramente usado em testes de resistência adesiva [1, 2, 10, 22]. No presente estudo, para melhor simular as condições encontradas na cavidade oral, foi empregada a técnica de simulação de pressão hidrostática pulpar, com valores de pressão simulada previamente relatados [6].

Sistemas adesivos autocondicionantes são caracterizados pela aplicação de um primer com propriedades ácidas sobre a dentina recoberta por smear layer [5]. O adesivo pode ser aplicado simultaneamente (sistemas adesivos de passo único) ou após a secagem do primer autocondicionante (sistemas adesivos de 2 passos). Independentemente do número de passos necessários, os sistemas adesivos autocondicionantes são caracterizados pela desmineralização e impregnação simultânea do tecido dentário.

Sidhu e Watson (1998) [16] foram os primeiros autores a descrever o fenômeno da microporabilidade. Estudos têm demonstrado que as camadas adesiva e híbrida obtidas com sistemas adesivos autocondicionantes são porosas, permitindo a permeação de fluidos [9, 19]. Essa movimentação pode ocorrer rapidamente, levando ao acúmulo de líquido na superfície da camada adesiva. Além disso, a difusão de líquidos através da interface adesiva pode levar à deterioração dessa região com redução precoce dos valores de resistência de união [2]. Alguns autores observaram que sistemas adesivos autocondicionantes são mais resistentes à movimentação de fluidos, pois são aplicados sobre a dentina recoberta com smear layer, ou seja, com a permeabilidade reduzida quando comparada com a dentina condicionada com ácido fosfórico, procedimento realizado para aplicação de sistemas adesivos convencionais [13]. Ainda em relação às características hidrodinâmicas da dentina, tem-se afirmado que a dentina recoberta por smear layer / smear plug é menos permeável que a dentina hibridizada com sistemas adesivos convencionais ou autocondicionantes [7].

Os primers autocondicionantes, por causa de sua afinidade com água, são permeáveis e possuem pequena capacidade de selar hermeticamente a dentina [20]. Os sistemas de 2 passos não apresentaram diferença significativa quando se compararam os diferentes momentos de inserção da resina composta. No entanto o sistema CSEB obteve redução de 22,79% sobre os valores de resistência adesiva nos espécimes em que a resina composta foi inserida 24 horas após a polimerização do sistema adesivo. Os materiais de passo único apresentaram drástica redução dos valores de resistência de união (38,47% para CTSB e 34,17% para ADO). Eles não possuem material de cobertura hidrofóbico como os adesivos de 2 passos, formando uma camada provavelmente menos resistente ao fenômeno de permeação. A utilização de uma camada final de material hidrofóbico, como ocorre com CSEB e ADO, poderia tornar a camada híbrida e adesiva menos permeável ao fenômeno de passagem de líquidos, mantendo a superfície de adesão receptiva por mais tempo à resina composta. Sistemas adesivos autocondicionantes de passo único podem ter comportamento menos permeável, caso sejam considerados como primers autocondicionantes e recobertos com uma camada de material hidrofóbico, como os presentes em sistemas adesivos convencionais [8]. Tal procedimento transformaria o sistema adesivo de passo único em sistema de 2 passos, tornando-o mais resistente à movimentação de fluidos [14]. No entanto esse procedimento faria com que tais materiais perdessem todo o atrativo comercial baseado na simplificação da técnica [20].

A permeação da camada híbrida por líquidos pode desencadear um processo de significativa redução das propriedades mecânicas do material, com conseqüente enfraquecimento e diminuição dos valores de resistência adesiva. Esse fenômeno vem sendo descrito como um dos possíveis responsáveis pela redução dos valores de adesão observados em espécimes submetidos ao envelhecimento ao longo do tempo [17, 21]. A relação dele com a sensibilidade parece ser pequena ou até mesmo ausente, uma vez que a movimentação de fluidos é lenta. Assim, a capacidade de reduzir a sensibilidade pós-operatória observada com sistemas adesivos autocondicionantes não é diminuída pela ocorrência desse fenômeno [9].

A relevância clínica desses achados baseia-se no fato de que muitos cirurgiões-dentistas possuem o hábito de efetuar múltiplas restaurações numa mesma sessão clínica. Se os preparos e procedimentos adesivos forem realizados em todas as cavidades para apenas depois se iniciar o preenchimento delas, esse fenômeno pode levar a

uma queda dos valores de resistência de união, assim como verificado nos resultados do presente estudo, ainda que neste último o período de armazenagem tenha sido muito maior do que o tempo considerado razoável para observação clínica. Assim, caso sejam feitas várias restaurações simultâneas, sugere-se que o processo adesivo seja executado individualmente em cada dente, imediatamente antes do início da inserção da resina composta.

Conclusão

Ao utilizar sistemas adesivos autocondicionantes, deve-se ter em mente que eles atuam com membranas semipermeáveis, e a inserção tardia da resina composta pode levar a uma contaminação da superfície adesiva, com conseqüente perda da capacidade adesiva. Novas pesquisas são necessárias para determinar os efeitos desse fenômeno sobre os diferentes sistemas adesivos e para averiguar qual seria o tempo seguro entre o estabelecimento da adesão e a inserção da resina composta.

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. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Carrilho MR, Tay FR, Sword J, Donnelly AM, Agee KA, Nishitani Y et al. Dentine sealing provided by smear layer/smear plugs vs. adhesive resins/resin tags. *Eur J Oral Sci.* 2007 Aug;115(4):321-9.
8. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. *J Dent.* 2004 Jan;32(1):55-65.
9. Chersoni S, Suppa P, Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Yiu C et al. In vivo and in vitro permeability of one-step self-etch adhesives. *J Dent Res.* 2004 Jun;83(6):459-64.
10. 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.
11. Garcia RN, Schaible BR, Lohbauer U, Petschelt A, Frankenberger R. Resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina profunda. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2008 Dec;5(3):39-47.
12. Garcia RN, Zanini BV, Costa LD, Luz MA, Tarabaine T, Tames DR et al. Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em esmalte hígido e desgastado. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2007 Nov;4(2):20-8.
13. 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.
14. King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent.* 2005 Apr;18(2):126-34.
15. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res.* 1983 Oct;62(10):1076-81.
16. Sidhu SK, Watson TF. Interfacial characteristics of resin-modified glass-ionomer materials: a study on fluid permeability using confocal fluorescence microscopy. *J Dent Res.* 1998 Sep;77(9):1749-59.
17. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM et al. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J Dent.* 2004 Nov;32(8):611-21.

18. Tay FR, King NM, Chan KM, Pashley DH. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? *J Adhes Dent.* 2002 Winter;4(4):255-69.
19. 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.
20. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Hiraishi N, Yiu CK. Water treeing in simplified dentin adhesives – déjà vu? *Oper Dent.* 2005 Sep-Oct;30(5):561-79.
21. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Aguilera FS, Yamauti M, Pashley DH et al. Durability of resin-dentin bonds: effects of direct/indirect exposure and storage media. *Dent Mater.* 2007 Jul;23(7):885-92.
22. 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.
23. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003 May-Jun;28(3):215-35.

Como citar este artigo:

Campos EA, Saad JRC, Oliveira Júnior OB, Porto Neto ST, Campos LA, Andrade MF. Efeito da inserção tardia de resina composta sobre a resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2009 Sep;6(3):249-55.
