

Estudo comparativo da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes com diferentes pHs aplicados ao esmalte e à dentina

Comparative study of the bond strength of self-etch adhesive systems with different pHs applied to enamel and dentine

Alessandra Pereira de ANDRADE¹
 Angela Mayumi SHIMAOKA¹
 Eliza Maria Agueda RUSSO¹
 Rubens Côrte Real de CARVALHO¹

RESUMO

Objetivo: Avaliar se o pH do primer é capaz de influenciar na resistência de união de três sistemas adesivos autocondicionantes ao esmalte e à dentina.

Métodos: Foram utilizadas quarenta superfícies de esmalte e quarenta de dentina divididas em oito grupos (n=10) de acordo com o sistema adesivo (Single Bond, ClearfilSE, AdheSE, Adper Prompt L-Pop). Uma matriz de 3 mm² foi utilizada para delimitar a área restaurada com resina composta Z250. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e submetidos ao ensaio mecânico de tração.

Resultados: Os testes estatísticos ANOVA e Tukey mostraram não haver diferença estatística entre os grupos em que se utilizou os sistemas adesivos Single Bond (controle) e Clearfil SE Bond e entre os grupos em que se utilizou os sistemas AdheSE e Adper Prompt L-Pop, ambos com diferença estatística com os grupos Single Bond e Clearfil SE Bond. Não houve diferença estatística significativa entre os valores de resistência adesiva obtidos, quando comparados os mesmos sistemas adesivos nos substratos (esmalte e dentina). O aumento da acidez dos sistemas adesivos self-etch não foi capaz de aumentar os valores de resistência adesiva.

Conclusão: O aumento da acidez dos sistemas adesivos autocondicionantes não foi capaz de aumentar os valores de resistência adesiva. Na comparação entre o mesmo sistema adesivo no esmalte ou na dentina, todos os adesivos apresentaram desempenho similar, independentemente do substrato utilizado.

Termos de indexação: adesivos dentinário; esmalte dentário; dentina.

ABSTRACT

Objective: To evaluate whether the pH of the primer is capable of influencing the bond strength of three self-etching adhesive systems to enamel and dentin.

Methods: Forty enamel surfaces and 40 dentin surfaces were used, divided into eight groups (n=10) according to the adhesive system (Single Bond, ClearfilSE, AdheSE, Adper Prompt L-Pop). A 3 mm matrix was used to delimit the area restored with composite resin Z250. The test specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and submitted to mechanical shear testing.

Results: The ANOVA and Tukey statistical tests showed that there was no statistical difference among the groups in which the adhesive systems Single Bond (control) and Clearfil SE Bond were used and among the groups in which the AdheSE and Adper Prompt L-Pop systems were used, both with statistical difference when compared with the Single Bond and Clearfil SE Bond groups. There was no statistically significant difference between the bond strength values obtained, when the same adhesive systems were compared with regard to the substrates (enamel and dentin). The increased acidity of the self-etch adhesive systems was not capable of increasing the bond strength values.

Conclusion: The increasing of self-etch acidity of adhesive systems was not capable to increase the band strenght values. In the comparison between the same adhesive system in enamel or dentin, all adhesive presented similar performance, irrespective of the substrate used.

Indexing terms: dentin bonding agents; dental enamel; dentin.

INTRODUÇÃO

A adesão entre os materiais restauradores e os tecidos dentais mineralizados tem sido objetivo de investigação de muitos pesquisadores, desde que

Buonocore¹ desenvolveu a técnica do condicionamento ácido para o esmalte.

A habilidade de criar adesão ao substrato dental condicionado mudou o conceito de preparo cavitário, prevenção de cárie e estética em Dentística. Atualmente na técnica adesiva, o preparo do substrato para a adesão pode

¹ Universidade de São Paulo, Departamento de Dentística, Faculdade de Odontologia. Av. Prof. Lineu Prestes, 2227, Cidade Universitária, 05508-000, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para / Correspondence to: RCR CARVALHO (rcorte@usp.br).

ser obtido de duas formas: por meio de condicionamento com ácido fosfórico ou pela utilização de um *primer* contendo monômeros acídicos².

O conceito de condicionamento total com ácido fosfórico (30-40%) ainda é o mais aceito pelos cirurgiões-dentistas³, mesmo sendo uma técnica mais sensível. O principal inconveniente desta técnica é a possibilidade de colapso das fibras da matriz de colágeno exposta, devido a uma secagem excessiva da dentina desmineralizada, e, a incompleta penetração dos monômeros adesivos^{4,5}. Essas falhas na camada híbrida podem acarretar sensibilidade pós-operatória e redução da força de união entre material restaurador e elemento dental.

Os sistemas adesivos autocondicionantes foram desenvolvidos na tentativa de criar uma técnica com menor número de passos clínicos e menos sensível. Nesta categoria de sistema adesivo, a desnecessidade da remoção do ácido por meio de lavagem e posterior secagem do substrato exime o operador de decidir sobre a umidade a ser mantida sobre a dentina no momento da aplicação do adesivo, diminuindo a possibilidade de colapso das fibras colágenas. Com a infiltração do adesivo simultaneamente ao processo de desmineralização da dentina, o risco de discrepância entre esses processos é baixo ou inexistente⁶.

Segundo Van Meerbeek et al.⁷, o condicionamento total é a técnica mais efetiva para se conseguir uma adesão eficaz e estável ao esmalte. Entretanto, há divergência com relação a esse conceito, pois foram realizados estudos *in vitro* que demonstraram adesão à dentina semelhante ao esmalte, tanto dos adesivos autocondicionantes quanto dos de condicionamento total^{8,9}.

Na tentativa de aumentar a efetividade adesiva dos sistemas autocondicionantes ao esmalte foram desenvolvidos adesivos autocondicionantes com *primers* acidulados de pHs mais ácidos¹⁰⁻¹¹.

Ainda permanecem dúvidas em relação ao mecanismo de ação e efetividade dos sistemas adesivos autocondicionantes, principalmente quando o procedimento adesivo é realizado em esmalte.

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar se o pH do *primer* seria capaz de influenciar na resistência de união ao esmalte e à dentina de três sistemas adesivos autocondicionantes.

MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foram utilizados vinte terceiros molares íntegros cedidos pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia, da Universidade de

São Paulo (FOUSP) após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, sob parecer de aprovação n° 04/05.

Todos os dentes tiveram as raízes separadas das coroas utilizando-se um disco diamantado (Exttec, Enfield, CT, USA) com auxílio de uma cortadeira metalográfica (Labcut, modelo 1010, Exttec, Enfield, CT, USA). As coroas foram seccionadas no sentido médio-distal obtendo-se quarenta faces de esmalte (vestibular e lingual/palatina) que foram divididas aleatoriamente em quatro grupos (n=10).

Cada face foi incluída em resina acrílica em cilindros de polivinil cloreto rígido (PVC), de modo que houvesse acesso à câmara pulpar para que uma porção de algodão embebido em água mantivesse a dentina umedecida. Todas as superfícies de esmalte foram aplainadas em lixadeira (Politriz Ecomet 6 Automet-Buehler, Lake Buff, IL, USA, FAPESP 2003/12182-4) com lixas d'água (Exttec, Enfield, CT, USA) de granulação 400 e 600 para a padronização do esfregaço.

A profilaxia das espécimes foi realizada com pasta de pedra-pomes e água. Após lavagem e secagem, um algodão embebido com detergente aniônico foi utilizado para a limpeza das superfícies¹²⁻¹⁴ e, em seguida uma nova lavagem e secagem das superfícies foram realizadas.

Todos os sistemas adesivos foram utilizados segundo as recomendações dos fabricantes e as características dos mesmos podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1. Características dos sistemas adesivos.

Adesivo	Fabricante	Classificação	pH Primer
Single Bond	3M ESPE, St. Paul, Minn, USA	condicionamento total	4.25
Clearfil SE Bond	Kuraray.Co, Osaka, Japan	autocondicionante 2 passos	1.9
AdheSE	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	autocondicionante 2 passos	1.4
Adper Prompt L-Pop	3M ESPE, St. Paul, Minn, USA	autocondicionante 1 passo	0.85

Quadro 2. Grupos experimentais.

Grupo (esmalte) n=10	Grupo (dentina) n=10	Sistema Adesivo
I (controle)	V (controle)	Ácido fosfórico 37% + Single Bond
II	VI	Clearfil SE Bond
III	VII	AdheSE
IV	VIII	Adper Prompt L-Pop

Uma matriz de teflon bipartida pré-fabricada com forma de tronco-cone invertido foi utilizada para delimitar uma área adesiva de 3mm².

A resina composta microhíbrida (Z250, 3M ESPE, St. Paul, Minn, USA) foi inserida em três porções e cada incremento fotopolimerizado por vinte segundos com um equipamento fotopolimerizador de luz emitida por lâmpada halógena (Curing Ligth XL 1500, 3M do Brasil, Sumaré, SP, Brasil) com intensidade de 600 mW/cm² verificada por radiômetro (Curing Radiometer Model 100 - Demetron Research Corporation, EUA).

Depois de armazenadas em água destilada em estufa a 37°C durante 24 horas, os espécimes foram submetidos ao ensaio mecânico de tração em máquina universal de ensaios de materiais (Mini Instron 4442, Canton, MA, USA), a uma velocidade de carregamento de 0,5 mm/min.

Após o ensaio mecânico de tração, as faces de esmalte dos quarenta espécimes foram desgastadas com lixas de granulação 200, 400 e 600 para que a dentina fosse exposta e a camada de esfregaço padronizada.

Os mesmos procedimentos de limpeza, adesão e confecção dos tronco-cones de resina composta utilizados nos espécimes em esmalte foram adotados para a obtenção dos espécimes em dentina.

Todos os grupos receberam os procedimentos adesivos descritos no Quadro 2.

Os valores obtidos em Newton foram convertidos em MPa e analisados estatisticamente. A amostra apresentou distribuição normal e homogênea, o que permitiu a utilização da Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores de variação e o teste de Tukey para as comparações entre os grupos.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos I-II e III-IV quando o procedimento adesivo foi realizado em esmalte, entretanto I-II e III-IV mostram diferença estatística entre si. Nos grupos em que a adesão foi realizada em dentina, não houve diferença estatística entre os grupos V-VI que foram estatisticamente diferentes dos grupos VII-VIII, que não mostraram diferença significativa entre si. Não foi encontrada diferença estatística quando foi realizada a comparação dos valores de adesão do mesmo sistema adesivo entre esmalte e dentina.

Tabela 1. Valores médios de resistência adesiva em MPa e desvios-padrão.

Substrato	Grupos Experimentais	Médias ± desvio-padrão
Esmalte	I (Single bond)	36,95 ± 2,11 aA
	II (Clearfil SE)	32,39 ± 1,58 aA
	III (Adhe SE)	28,89 ± 1,82 bB
	IV (Adper Prompt L-Pop)	28,90 ± 2,08 bB
Dentina	V (Single bond)	35,45 ± 2,49 aA
	VI (Clearfil SE)	37,39 ± 1,37 aA
	VII (Adhe SE)	27,54 ± 1,76 bB
	VIII (Adper Prompt L-Pop)	27,19 ± 1,55 bB

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes em cada substrato e maiúsculas diferentes entre substratos, indicam diferença estatística significante - teste de Tukey (5%).

DISCUSSÃO

A dentística restauradora adesiva tem causado profundas mudanças na prática odontológica. Técnicas adesivas combinadas com a utilização de materiais restauradores estéticos são freqüentemente requeridas pelos pacientes⁷. Esse anseio, tanto por parte dos pacientes quanto pelos profissionais de Odontologia, tem impulsionado o desenvolvimento de novas técnicas e novos materiais.

Vários são os fatores que podem afetar a adesão aos tecidos dentais mineralizados. Estes fatores podem estar vinculados aos dois componentes diretamente envolvidos na hibridização: substrato e sistema adesivo.

Com relação ao substrato, podem-se ressaltar as peculiaridades de cada um dos tecidos envolvidos durante a técnica adesiva, o que torna diferente o desempenho do mesmo sistema adesivo quando utilizado em diferentes regiões do mesmo elemento dental. Diferenças na composição dos sistemas adesivos também podem ser responsáveis por diferentes formas de interação entre esses materiais e o substrato dental¹⁵⁻¹⁶.

Durante algum tempo os adesivos dentais foram classificados por gerações. Com a profusão de sistemas desenvolvidos essa classificação tornou-se complexa e confusa.

Recentemente outra classificação foi proposta por Van Meerbeek et al.⁷, Pashley & Tay¹⁷ e Tay & Pashley¹⁸ e se basearam na acidez do *primer* autocondicionante. Sistemas com diferentes pHs podem produzir diferentes padrões de condicionamento do esmalte e dentina por sua diferença de acidez e agressividade. Baseado nestas características, os adesivos autocondicionantes podem ser classificados em

“forte” ou “suave”⁶⁻⁷. São considerados “fortes” os que apresentam um $\text{pH} \leq 1$, produzindo desmineralização do esmalte e dentina semelhante ao condicionamento com o ácido fosfórico. São denominados “suaves” aqueles que apresentam pH com valor de aproximadamente 2 e não têm a mesma capacidade de desmineralização do ácido fosfórico, alcançando a profundidade de apenas $1\mu\text{m}$ em dentina¹⁵.

Apesar dos sistemas adesivos AdheSE e Adper Prompt L-Pop serem classificados como autocondicionantes do tipo forte, graças a um pH de 1,4 e 0,85 de seus *primers*, respectivamente, mostraram desempenho inferior quando comparado com o adesivo Clearfil SE Bond, que apresenta pH maior, aproximadamente 2,0, sendo classificado como um adesivo de agressividade suave. Porém, o desempenho de um sistema adesivo não deve ser creditado apenas ao pH do *primer*¹⁹, desta forma este fenômeno talvez tenha ocorrido em decorrência da característica dos monômeros funcionais.

Cada sistema autocondicionante contém um monômero funcional específico, o que determina, entre outras características, o desempenho adesivo.

Os monômeros funcionais mais comumente empregados na composição dos sistemas autocondicionantes são o 10-MDP, o Fenil-P e o 4-META. Dentre eles, o 10-MDP apresenta características superiores em promover ligação com a hidroxiapatita e estabilidade das ligações e os sistemas que contém monômero 4-META na composição apresentam desempenho superior àqueles que utilizam o Fenil-P²⁰⁻²¹. Isto poderia explicar desempenho superior com relação aos valores de resistência adesiva encontrados para o sistema adesivo Clearfil SE Bond (Tabela 1) que contém o monômero 10-MDP em sua composição e os sistemas AdheSE e Adper Prompt L-Pop os monômeros funcionais 4-META e Fenil-P, respectivamente.

Os adesivos de condicionamento total resultam em valores de adesão maiores no esmalte do que na dentina

pela dificuldade causada pela umidade natural da dentina. Já os adesivos autocondicionantes têm tendência a oferecerem maior adesão na dentina que no esmalte⁷. Entretanto, os valores de resistência adesiva deste estudo revelaram desempenhos similares dos sistemas autocondicionantes tanto no esmalte quanto na dentina (Tabela 1), confirmando estudos anteriores⁸⁻⁹.

Provavelmente, este resultado foi devido ao fato do esmalte utilizado não ter permanecido intacto, pela necessidade de obtenção de uma superfície plana para a confecção dos espécimes para o teste de tração. O desgaste do esmalte com lixa pode ter promovido microrretenções na superfície de união.

Por outro lado, não foi observada diferença entre os valores médios de adesão entre os sistemas autocondicionantes e os de condicionamento total no esmalte, confirmando os achados de Hara et al.²² e Perdigão & Gualdeli²³.

CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos neste estudo, pôde-se concluir que o aumento da acidez dos sistemas adesivos autocondicionantes não foi capaz de aumentar os valores de resistência adesiva. Todos os sistemas adesivos apresentaram desempenho similar, quando comparados individualmente entre os diferentes substratos.

Colaboradores

Todos os autores colaboraram igualmente para elaboração deste manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34(6): 849-53.
- Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent.* 2003; 16(5): 329-34.
- Molla K, Park HJ, Haller B. Bond strength of adhesive/composite combinations to dentin involving total- and self-etch adhesives. *J Adhes Dent.* 2002; 4(3): 171-80.
- França FM, Aguiar FH, Santos AJ, Lovadino JR. Quantitative evaluation of microleakage in Class V cavities using one-bottle and self-etching adhesive systems. *Braz Oral Res.* 2004; 18(3): 253-9.
- Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993; 24(9): 618-31.
- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005; 84(2): 118-32.

7. 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; 28(3): 215-35.
8. Atash R, Vanden Abbeele A. Sealing ability and bond strength of four contemporary adhesives to enamel and to dentine. *Eur J Paediatr Dent*. 2005; 6(4): 185-90.
9. Kiremitci A, Yalcin F, Gokalp S. Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesive systems. *Quintessence Int*. 2004; 35(5): 367-70.
10. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent*. 2002; 30(7-8): 371-82.
11. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Hiraishi N, Yiu CK. Water treeing in simplified dentin adhesives - deja vu? *Oper Dent*. 2005; 30(5): 561-79.
12. Bombana AC, Steagall L, Paiva JG. Limpeza final dos preparos cavitários. *Rev Inst Odontol Paul*. 1983; 1(1): 21-8.
13. Francischone CE, Cândido MSM, Berbet A, Mondelli J, Pereira JC. Efeito de alguns agentes de limpeza sobre a dentina, observado através de microscopia eletrônica de varredura. *Estomat Cult*. 1984; 14(1/2): 49-56.
14. Shimaoka AM, Andrade AP, Russo EMA, Carvalho RCR. Efeito da limpeza cavitária em simulações de reparos protéticos na força de união de um cimento resinoso à dentina. *Odontol Clín-Cient*. 2004; 3(3): 193-7.
15. Henostroza GH. Adhesión en odontología restauradora. Curitiba: Editora Maio; 2003. p. 27-225.
16. Pashley DH, Horner JA, Brewer PD. Interactions of conditioners on the dentin surface. *Oper Dent*. 1992; Suppl 5: 137-50.
17. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. II: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*. 2001; 17(5): 430-44.
18. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*. 2001; 17(4): 296-308.
19. Pradelle-Plasse N, Colon P, Wenger F, Picard B. Quantitative evaluation of self-etching primer action on dentin permeability: a correlation between impedance measurements and acidity. *Am J Dent*. 2004; 17(2): 131-6.
20. Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki K, et al. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*. 2005; 84(12): 1160-4.
21. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004; 83(6): 454-8.
22. Hara AT, Amaral CM, Pimenta LA, Sinhoreti MA. Shear bond strength of hydrophilic adhesive systems to enamel. *Am J Dent*. 1999; 12(4): 181-4.
23. Perdigão J, Geraldeli S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Esthet Restor Dent*. 2003; 15(1): 32-41.

Recebido em: 20/9/2007

Versão final reapresentada em: 19/2/2008

Aprovado em: 23/3/2008