

Resistência de união à tração de sistemas adesivos de frasco único e autocondicionantes sobre a dentina

Tensile bond strength of one bottle and self-etching adhesive systems on dentin

Maruí Cezar Ribeiro da Rosa Júnior¹
Ana Maria Spohr²
Hugo Mitsuo Silva Oshima³
João Felipe Mota Pacheco³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar, in vitro, a resistência de união à dentina, por ensaio de tração, dos sistemas adesivos Single Bond (3M), Excite (Vivadent), Prompt L-Pop (ESPE) e Optibond Solo Plus (Kerr). Trinta terceiros molares humanos, extraídos por indicação terapêutica, tiveram as raízes removidas na junção cimento-esmalte, sendo as coroas seccionadas no sentido mesiodistal. As porções dentárias foram incluídas em resina acrílica e a superfície foi desgastada para expor a dentina, seguindo-se de acabamento com lixas de carbo de silício de granulção 400 e 600. Os sistemas adesivos foram aplicados sobre a dentina de acordo com as recomendações dos fabricantes, seguindo-se a construção de um cone de resina composta Z₂₅₀ (3M). Para cada sistema adesivo, confeccionaram-se 15 corpos-de-prova, os quais foram armazenados em água a 37 °C por 24 horas e, após, submetidos ao teste de tração em máquina de ensaio universal EMIC DL-2000 com velocidade de 0,5 mm/minuto. A análise de variância e o teste de Tukey ($p < 0,01$) demonstraram que o sistema adesivo Optibond Solo Plus (23,71 MPa) foi o que apresentou maior valor médio; o Single Bond (17,16 MPa), o Excite (18,19 MPa) e o Prompt L-Pop (17,56 MPa) tiveram resultados estatisticamente semelhantes entre si.

Palavras-chave: dentina, adesivo, lama dentinária, resina composta, hibridização.

Introdução

Com a introdução da técnica do condicionamento ácido desenvolvida por Buonocore em 1955, a união dos materiais restauradores ao esmalte tornou-se um procedimento seguro e confiável. No entanto, a união à dentina tem demonstrado ser mais complexa (Perdigão et al., 1997), em razão, sobretudo, das suas características morfológicas e da presença de alta quantidade de conteúdo orgânico e água, o que a torna um substrato úmido e complexo para o uso dos sistemas adesivos.

Além disso, a formação de *smear layer* sobre a dentina após o preparo cavitário (Eick et al., 1968) também atua como um importante fator interveniente na união dos sistemas adesivos à dentina. Os valores bastante baixos de resistência de união dos sistemas adesivos que mantinham a *smear layer* inalterada (Triolo e Swift, 1992) confirmam essa afirmação uma vez que esses sistemas adesivos uniam-se a *smear layer*, e não à dentina; dessa maneira, a sua resistência de união limitava-se à

baixa resistência coesiva da própria *smear layer* (Van Meerbeek et al., 1994).

Na tentativa de superar esse obstáculo, foram desenvolvidos sistemas adesivos que atuavam sobre a *smear layer*; removendo-a parcialmente com a utilização de *primers* que continham um monômero hidrófilo, um diluente e um ácido de baixa concentração, seguidos da aplicação do adesivo. Os *primers* proporcionariam uma dissolução parcial da camada de *smear layer* para tentar promover uma união química e micromecânica do sistema adesivo à dentina. Apesar de os testes de resistência de união para esse grupo de produtos terem registrado valores superiores aos dos seus antecessores, clinicamente foram incapazes de mantê-los a longo prazo. A hipótese considerada para esse desempenho é a de que a penetração do adesivo na camada superficial de dentina desmineralizada era insuficiente e, portanto, ineficaz (Van Meerbeek et al., 1994).

Com o intuito de promover uma união mais duradoura e

¹ Mestre em Materiais Dentários pela PUCRS.

² Mestre em Dentística Restauradora pela PUCRS, Doutora em Materiais Dentários pela Unicamp, professora Adjunta de Materiais Dentários da PUCRS.

³ Mestres e doutores em Materiais Dentários pela Unicamp, professores Adjuntos de Materiais Dentários da PUCRS.

resistente à dentina, foram introduzidos sistemas adesivos que preconizavam a remoção total da *smear layer* através da aplicação do condicionamento com ácido fosfórico. Além de remover a *smear layer*, o uso deste ácido sobre a dentina causa a remoção dos *smear plugs*, a abertura dos túbulos dentinários e a desmineralização da dentina peritubular e intertubular (Goracci et al., 1994). *Primers* eram utilizados antes da aplicação do adesivo na tentativa de os monômeros penetrarem de maneira satisfatória na camada de dentina desmineralizada, formando a camada híbrida (Nakabayashi et al., 1982). Os resultados de resistência de união à dentina desses sistemas adesivos foram superiores àqueles apresentados pelos sistemas adesivos, que removiam parcialmente a *smear layer*.

Atualmente, existem sistemas adesivos que empregam o condicionamento ácido total, seguido da aplicação do adesivo, sem a utilização de uma etapa para aplicação do *primer*; sistemas adesivos que empregam *primers* autocondicionantes, seguidos do adesivo, e outros que recomendam a aplicação de um adesivo autocondicionante como passo único a ser realizado. Frente às diferentes composições químicas e formas de aplicações dos sistemas adesivos atualmente disponíveis no mercado, questiona-se a influência desses fatores no comportamento dos sistemas adesivos, o que justifica, inicialmente, pesquisas *in vitro* quanto à resistência de união à dentina.

Materiais e método

As raízes de trinta terceiros molares humanos, extraídos por indicação terapêutica, foram removidas no nível de junção cimento-esmalte, sendo as coroas seccionadas no sentido mesiodistal com o auxílio de um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen) em baixa rotação, sob refrigeração à água. Assim, obtiveram-se duas metades, uma vestibular e a outra lingual.

A superfície vestibular ou lingual de cada metade dental foi in-

cluída utilizando-se um dispositivo metálico cilíndrico com 20 mm de diâmetro interno e 16 mm de altura. O dispositivo metálico foi posicionado de maneira que o dente ficasse centralizado, sendo vertida resina acrílica autopolimerizável (Jet Clássico) durante a fase arenosa. O conjunto dente/resina foi retirado do dispositivo metálico após polimerização e armazenado em água à temperatura ambiente. Após, 2 mm da superfície dentária foram desgastados em torno mecânico sob refrigeração com água, para remoção do esmalte e exposição da dentina, obtendo-se uma superfície plana, a qual recebeu acabamento seqüencial com lixas de carbetto de silício (Norton) de granulação 400 e 600 umedecidas com água. Em seguida, foi realizada profilaxia com pasta de pedra-pomes (Vigodent) e água por 5 s com escova de Robinson (Viking) em baixa rotação, seguido de lavagem com água e secagem com jato de ar.

Os sistemas adesivos Single Bond (3M), Excite (Vivadent), Prompt L-Pop (ESPE) e Optibond Solo Plus (Kerr) foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes em uma área central da superfície dentinária delimitada por papel *contact*, com orifício de 3 mm de diâmetro.

Um cone de resina composta Z₂₅₀, cor A₃, foi confeccionado na área de aplicação do sistema adesivo. Para tal, utilizou-se dispositivo metálico cilíndrico composto de duas peças: uma bipartida (4 mm de altura com orifício cônico invertido com diâmetro inferior de 3 mm e superior de 5 mm), para padronizar a área de união, a forma e o tamanho do cone de resina composta, e uma segunda peça, que permitia o perfeito posicionamento e imobilização da peça bipartida, assim como o travamento do conjunto dente/resina. A resina composta foi inserida no interior da peça bipartida em dois incrementos de 2 mm cada com auxílio de espátula Thompson nº 3; cada incremento foi fotopolimerizado por 20 s com aparelho XL 1500 (3M). Em seqüência, foi removida a peça de travamento, seguida da

peça bipartida e do papel *contact*, obtendo-se o corpo-de-prova. A intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador foi monitorada com radiômetro (modelo 100, Demetron Research Corp, Danbury CT 06810), permanecendo no intervalo de 500 a 600 mW/cm².

Quinze corpos-de-prova foram confeccionados para cada sistema adesivo, sendo armazenados em água e mantidos em estufa (Fanem, modelo 002-CB) a 37 °C durante 24 horas; então, foram submetidos ao teste de resistência à tração em máquina de ensaio universal Emic DL-2000, a uma velocidade 0,5 mm/minuto. Os valores foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ao nível de significância de 1% (p<0,01). Após o ensaio, as superfícies dentinárias dos corpos-de-prova foram analisadas em microscópio estereoscópico Olympus DF, Planapo IX, em aumento de trinta vezes, para determinar se o padrão de fratura fora adesiva (rompimento apenas da interface dentina/adesivo), coesiva da dentina (rompimento da estrutura dentinária); coesiva em resina composta (rompimento desta), mista (presença de falha adesiva e falha coesiva em dentina e/ou resina composta).

Resultados

O sistema adesivo Optibond Solo Plus (23,71 MPa) foi o que apresentou maior valor médio de resistência à tração; o Single Bond (17,16 MPa), Excite (18,19 MPa) e o Prompt L-Pop (17,56 MPa) tiveram resultados estatisticamente semelhantes entre si (Tab. 1).

O padrão de fratura predominante foi adesiva (53,3%, para o Single Bond e Prompt L-Pop, e 60%, para o Excite e Optibond Solo Plus). O padrão de fratura mista mais freqüente foi adesiva/coesiva em resina composta, ocorrendo no Single Bond (40%), Excite (40%), Prompt L-Pop (46,7%) e Optibond Solo Plus (33,3%). O padrão de fratura mista adesiva/coesiva em dentina ocorreu apenas nos grupos do Single Bond (6,7%) e Optibond Solo Plus (6,7%).

Tabela 1 – Comparação das médias dos diferentes sistemas adesivos submetidos ao teste de resistência de união à tração sobre a dentina (MPa), seus respectivos desvios-padrão e coeficientes de variação

Sistemas Adesivos	n	Média	Desvio-padrão	Coefficiente de variação	p
Single Bond	15	17,16A	4,41	25,7%	0,01
Excite	15	18,19A	4,28	23,5%	
Prompt L-Pop	15	17,56A	5,20	29,6%	
Optibond Solo Plus	15	23,71B	5,41	22,8%	

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Discussão

Neste trabalho, a remoção do ácido da superfície dentinária foi realizada com água conforme o protocolo estabelecido para cada produto, e, imediatamente após, removeu-se o excesso de água, com papel absorvente, permitindo que a dentina permanecesse úmida. A manutenção da umidade evita o colapso da matriz do colágeno desmineralizada (Tay et al., 1996a; Tay et al., 1996b), o que resulta numa melhor infiltração do adesivo na dentina peritubular e intertubular e favorece a formação da camada híbrida (Nakabayashi et al., 1982) e dos *tags* de resina (Chappell et al., 1994).

A quantidade de água que deve permanecer sobre a superfície da dentina para promover uma ótima difusão dos monômeros entre as fibras da rede de colágeno ainda não foi padronizada, porém está claro que existe um limite de umidade acima do qual os benefícios da técnica úmida para união à dentina são perdidos (Tay et al., 1996c; Spencer et al., 2000). A remoção do excesso de água com utilização de algodão, assim como gaze ou papel absorvente, resulta em uma quantidade de umidade mais favorável à união com a dentina; logo, maiores valores são alcançados em comparação com os resultados obtidos com a utilização do jato de ar (Kanca, 1992a). Apesar disso, a variação da umidade dentinária pode ter pequeno efeito na resistência de união à dentina para os sistemas adesivos com *primers* a base de água (Swift e Bayne, 1997).

Diferentes solventes são empregados nos sistemas adesivos: no Single Bond, são a água e o

etanol; no Excite e Optibond Solo Plus, o etanol; no Prompt L-Pop, a água. O tipo de solvente é um fator importante para a resistência de união, pois alguns estudos (Kanca, 1992-b; Iwami et al., 1998) têm demonstrado que sistemas adesivos com *primers* a base de água obtiveram maiores valores para resistência de união quando aplicados sobre a dentina seca, ao passo que aqueles com *primers* a base de acetona ou etanol obtiveram melhores resultados quando aplicados sobre a dentina úmida.

Os valores de resistência de união encontrados para os sistemas adesivos Single Bond, Excite e Optibond Solo Plus, possivelmente, são explicados pela sua penetração na dentina adequadamente desmineralizada, constituindo uma retenção micromecânica com esta. Os resultados também sugerem que a aplicação de sistemas adesivos que combinam *primer* e adesivo num mesmo frasco pode levar a valores de união semelhantes ou superiores aos dos sistemas que preconizam a utilização do *primer* separadamente (Wilder et al., 1998; Tanumiharja et al., 2000).

Os *primers* autocondicionantes têm a capacidade de dissolver a *smear layer*, mas não promovem sua remoção total e atuam do mesmo modo sobre os *smear plugs* (Barkmeier et al., 1995). Os sistemas adesivos que utilizam esses produtos formam uma camada híbrida onde é possível observar a presença de elementos da *smear layer*, o que leva a se acreditar que possam desmineralizar a superfície dentinária (Watanabe et al., 1994), porém numa profundidade menor do que a que se observa quando

se utiliza o condicionamento com ácido fosfórico em dentina.

Acredita-se que a solução aquosa de ésteres fosfóricos, presente na composição do sistema adesivo Prompt L-Pop, seja responsável pela dissolução dos constituintes inorgânicos da superfície dentinária e, ao mesmo tempo, atue como monômero adesivo, fazendo com que o produto necessite de apenas um passo para sua aplicação, de forma que o condicionamento da dentina e a infiltração do agente adesivo ocorram simultaneamente. Um dos possíveis motivos pelo qual os resultados obtidos com o Prompt L-Pop foram estatisticamente semelhantes aos do Single Bond e do Excite é que, apesar de o Prompt L-Pop formar uma camada híbrida de menor espessura, a profundidade de desmineralização pode ter sido idêntica à profundidade de penetração do adesivo, isto é, a camada de dentina desmineralizada pôde ser completamente preenchida pelo adesivo (Ferrari et al., 1997; Prati et al., 1998a; Yoshiyama et al., 1998). Somando-se a isso, estudos têm demonstrado que a espessura da camada híbrida não interfere na resistência de união (Yoshiyama et al., 1995; Prati et al., 1998b).

Em relação aos padrões de fraturas, a ocorrência de falhas puramente coesivas, seja na dentina, seja na resina composta, evidencia uma distribuição não uniforme do estresse na interface de união (Sano et al., 1994) e, na verdade, não revela a resistência de união do sistema adesivo à dentina e, sim, a resistência da dentina ou do material restaurador, tornando extremamente difícil a interpretação desses resultados. Na presente pesquisa foram observados padrões de fratura adesiva (56,7%) e mistas (adesiva/coesiva em resina composta – 40%, e adesiva/coesiva em dentina – 3,3%).

Mesmo que alguns autores demonstrem que é possível correlacionar os resultados obtidos *in vivo* com os de estudos preliminares *in vitro*, este tipo de consideração é um ponto bastante crítico quando se trata de estudos realizados apenas em laboratório, visto que

existem evidências clínicas da graduação da união entre sistemas adesivos e dentina (Hashimoto, 2000). Assim, os valores obtidos nesse tipo de teste devem ser complementados com a realização de estudos *in vitro* que envolvam outros fatores, como a microinfiltração, e, ainda, estudos clínicos de longo prazo para a avaliação dos sistemas adesivos.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos e segundo a metodologia empregada nesta pesquisa, foi possível concluir que: 1) o sistema adesivo Optibond Solo Plus apresentou maior resistência de união à tração sobre a dentina que os demais; 2) os sistemas adesivos Excite, Prompt L-Pop e Single Bond não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quando comparados entre si.

Abstract

The purpose of this study was to assess, *in vitro*, the tensile bond strength to dentin of the following adhesive systems: Single Bond (3M), Excite (Vivadent), Prompt L-Pop (ESPE) e Optibond Solo Plus (Kerr). Thirty third molars, extracted according to therapeutic indication, were used. The roots were removed at the cement-enamel junction level and the crowns sectioned in a mesio-distal direction. The dental portions were included in self-cured acrylic resin, abraded on a bathe under water spray and polished to 400 and 600 grit. The adhesive systems were applied on dentin according to manufacturers' instructions and resin-based composite (Z_{250}) cones were bonded. For each adhesive system, 15 specimens were prepared, stored in distilled water at 37° C during 24 h and submitted to tensile bond strength tests on a universal testing machine (EMIC DL-2000) at a crosshead speed of 0.5 mm/minute. The statistical analysis (ANOVA and Tukey's test, $p < 0.01$) showed that the highest mean (23.71 MPa) was for Optibond Solo Plus, and the tensile bond strength of Single

Bond (17.16 MPa), Excite (18.19 MPa) and Prompt L-Pop (17.56 MPa) were statistically similar.

Key words: dentin, adhesive, smear layer, composite resin, hybridization.

Referências

BARKMEIER, W.W.; LOS, S. A.; TRIOLO, P. T. Jr. Bond strength and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2. *Am. J. Dent.*, San Antonio, v. 8, n. 6, p. 289-293, Dec. 1995.

BUONOCORE, M.C. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filing materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, New York, v. 34, p. 849-853, Dec. 1955.

CHAPPEEL, R. P. et al. Dentinal tubule anastomosis: A potential factor in adhesive bonding. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 72, n. 2, p. 183-188, Aug. 1994.

EICK, D. J. et al. Scanning microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of electron micropobe. *J. Dent. Res.*, Chicago, v. 49, n. 6, p. 1359-1368.

FERRARI, M. et al. Dentin infiltration by three adhesive systems in clinical and laboratory conditions. *Am. J. Dent.*, San Antonio, v. 10, b. 2, p. 66-70, Apr. 1997.

GORACCI, G. et al. *In vivo* and *in vitro* analysis of a bonding agent. *Quintessence Int.*, Berlin, v. 25, n. 9, p. 627-635, Sept. 1994.

HASHIMOTO, M. *In vivo* degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 79, n. 6, p. 1385-1391, 2000.

IWAMI, Y et al. Effect of enamel and dentin surface wetness on shear bond strength of composites. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 80, n. 1, p. 20-26, July 1998.

KANCA, J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quintessence Int.*, Berlin, v. 23, n. 1, p. 39-41, Jan. 1992a.

KANCA, J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am. J. Dent.*, San Antonio, v. 5, n. 4, p. 213-215, Aug. 1992b.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J. Biomed. Mater. Res.*, New York, v. 16, n. 2, p. 265-283, Apr. 1982.

PERDIGÃO, J.; RAMOS, J. C.; LAMBRECHTS, P. *In vitro* interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. *Dent. Mater.*, Washington, v. 13, n. 4, p. 218-227, July 1997.

PRATI, C. et al. Resin-interdiffusion zone (RIZ) and shear bond strength (SBS) of one-component and self-etching bonding systems. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 77, n. 5, p. 1238, May, 1998-a. [Abstract 252].

PRATI, C. et al. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Oper Dent.*, Seattle, v. 23, n. 4, p. 185-194, July/Aug. 1998b.

SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength –

Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent. Mater.*, Washington, v. 10, n. 4, p. 236-240, July, 1994.

SPENCER, P. Interfacial chemistry of the dentin/adhesive bond. *J. Res.*, Washington, v. 79, n. 7, p. 1458-1463, 2000.

SWIFT, E. J. Jr.; BAYNE, S. C. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. *Am. J. Dent.*, San Antonio, v. 10, n. 4, p. 184-188, Aug. 1997.

TANUMIHARJA, M.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. *Dent. Mater.*, Dallas, v. 16, p. 180-187, 2000.

TAY, F. R.; GWINNETT, J. A.; WEI, S. H. Y. The overwet phenomenon: An optical, micro-morphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin dentin interface. *Am. J. Dent.*, San Antonio, v. 9, n. 1, p. 43-48, Feb. 1996c.

TAY, F. R.; GWINNETT, J. A.; WEI, S. H. Y. Micromorphological spectrum from overdring to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dent. Mater.*, Washington, v. 12, n. 4, p. 236-244, July 1996b.

TAY, F. R. et al. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: A paradigm using water-free adhesive primers. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 75, n. 4, p. 1034-1044, Apr. 1996a.

TRIOLO, P.T.Jr.; SWIFT, E.J.Jr. Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems. *Dent. Mater.*, Washington, v. 8, n. 6, p. 370-374, Nov. 1992.

VAN MEERBEEK, et al. Clinical status of ten dentin adhesives systems. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 73, n. 11, p. 1690-1702, Nov. 1994.

WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self-etching primer. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 73, n. 6, p. 1212-1220, June 1994.

WILDER, A. D. Jr. et al. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. *Am. J. Dent.*, San Antonio, v. 11, n. 3, p. 114-117, June 1998.

YOSHIYAMA, M. et al. Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. *Am. J. Dent.*, San Antonio, v. 8, n. 6, p. 297-302, Dec. 1995.

YOSHIYAMA et al. Regional bond strength of self-etching/self-priming, adhesive systems. *J. Dent.*, Guildford, v. 26, n. 7, p. 609-616, Sept. 1998.

Endereço para correspondência

Maruí Cezar Ribeiro da Rosa Júnior
Dom Pedro II, 1061
Porto Alegre – RS
CEP: 90550-143
Tel.: 0 (xx) 51- 3325-2221
E-mail: maruijr@via-rs.net