

Resistência ao cisalhamento da união entre adesivo e dentina

Shear bond strength of union between bonding agent/dentin

Bruno Carlini Júnior¹, Fabiana Vieira Vier¹, Simone Beatriz Alberton², Rui Getúlio Soares³, Fábio Machado Milan⁴, Mário Alexandre Coelho Sinhoretí⁵.

¹Alunos da graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo -RS; ²Professora Adjunta da disciplina de Dentística da FOUPF-RS; ³Professor Titular da disciplina de Dentística da FOUPF-RS; ⁴Aluno de pós-graduação em nível de Mestrado em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp. ⁵Professor Assistente da disciplina de Materiais Dentários da FOP-Unicamp.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento entre resina e substrato dentinário, empregando-se dois sistemas adesivos: Pro Bond (Caulk Dentsply) e Scotchbond MP+ (3M).

Confeccionaram-se vinte corpos de prova, divididos em dois grupos (A- Pro Bond e B- SMP+), que foram submetidos ao teste de cisalhamento. Pela análise estatística dos resultados, concluiu-se que os sistemas adesivos apresentaram resultados estatisticamente semelhantes no substrato dentinário, onde a média dos valores do grupo A foi de 7,27 Mpa e a do grupo B, de 6,96 MPa.

Palavras-chave: adesivo, cisalhamento, dentina.

Introdução

A odontologia adesiva teve início em 1955, quando Buonocore advogou que ácidos poderiam ser utilizados na superfície de esmalte a fim de torná-lo mais receptivo à adesão. Esse procedimento teve sua eficiência cientificamente comprovada. Entretanto, uma melhora na longevidade das restaurações de resina composta depende do estabelecimento de uma união efetiva entre a superfície dentinária e o material restaurador.

A estrutura dentinária, caracterizada pelo contínuo escoamento do fluido pulpar e pela presença de matéria orgânica, torna o problema da adesão dentinária mais difícil de ser resolvido (Goracci *et al.*, 1994). A adesão à dentina é dificultada ainda pela formação da lama dentinária (*smear layer*), advinda da ação dos instrumentos rotatórios. Essa camada atinge uma espessura de 0,5 - 5,0 mm, obstruindo os orifícios de entrada dos canais dentinários. Embora a *smear layer* seja

considerada uma barreira à difusão das bactérias, pode impedir a penetração da resina fluida na dentina subjacente (Brännström, 1984).

Bowen foi o primeiro a desenvolver um agente de união com a intenção de promover adesão entre resina e estrutura dentinária. Foi ele que introduziu a possibilidade de se tratar a dentina com ácido a fim de remover a *smear layer*. Sabe-se que pouca quantidade de ácido penetra nos túbulos dentinários e que a falha no selamento marginal é a principal causa de insucesso das restaurações. Se bem seladas, as restaurações isolam a polpa de ataque bacteriano, principal responsável pelos danos pulpares (Swift et al., 1995).

O condicionamento ácido na dentina, além de remover a lama dentinária, abre a entrada dos túbulos, aumentando a permeabilidade dentinária e descalcificando a dentina inter e peritubular. O ácido remove a hidroxiapatita, deixando a malha de colágeno exposta. Depois de condicionado e enxaguado, aplica-se um primer que contém grupos funcionais hidrofílicos e hidrofóbicos. O grupo hidrofílico tem afinidade pela superfície dentinária e o hidrofóbico, pelo agente adesivo (Swift et al., 1995).

O primer umedece a superfície dentinária e penetra na malha de colágeno, proporcionando a essa superfície um nível original, além de aumentar sua energia de ligação. Aplica-se uma camada de agente adesivo que penetra onde o primer umedeceu, copolimerizando com o mesmo para formar uma camada de colágeno e resina, chamada *camada híbrida*, descrita por Nakabayashi et al., em 1982.

Por tudo isso e após análise de vários trabalhos, propusemo-nos a estudar a união

dos sistemas adesivos Scotchbond MP+ (3M) e Pro Bond (Caulk-Dentsply) com a dentina.

Materiais e métodos

A presente pesquisa utilizou o *Assembly Apparatus* (aparelho de montagem), idealizado por Retief, em 1991, com o intuito de padronizar os testes laboratoriais de adesão e possibilitar a comparação de resultados de diferentes pesquisas.

O aparelho consta de uma base de granito, uma haste metálica e uma mesa. Esta mesa possui uma perfuração cilíndrica de 19 mm de diâmetro onde se prendem cilindros de PVC para confecção das amostras.

Cortaram-se vinte cilindros de PVC (15 mm de altura e 20 mm de diâmetro), que foram torneados na extremidade superior, obtendo-se um diâmetro de 19 mm, para que pudessem ser encaixados, posteriormente, à abertura da mesa do aparelho de montagem.

Inicialmente, vinte dentes foram seccionados, expondo-se superfície dentinária. Os fragmentos dentários foram incluídos nos cilindros de PVC com resina acrílica autopolimerizável e divididos em dois grupos (A: Pro Bond- Caulk Dentsply/B: Scotchbond MP+ - 3M).

Essas amostras permaneceram em ambiente úmido, evitando ressecamento da dentina. Para aplicação dos sistemas adesivos, seguiu-se a determinação do fabricante: condicionamento ácido por 15 segundos, lavagem e secagem, aplicação do primer, adesivo e fotopolimerização por dez segundos.

Os cilindros de resina foram confeccionados no aparelho de montagem com o auxílio de um disco de teflon bipartido, com uma perfuração central de 3,5 mm de diâmetro e 5 mm de altura. As amostras foram adaptadas

ao disco de maneira que a perfuração coincidissem com a superfície dentinária. Após, foi condensada a resina composta nessa perfuração em dois incrementos, cada qual fotopolimerizado por 40 segundos. Foram utilizadas resinas compostas da mesma marca comercial dos sistemas adesivos (Z100 - 3M; APH - Dentsply). Removeu-se o conjunto do aparelho e separou-se o disco de teflon, expondo-se o cilindro de resina.

As amostras foram novamente acondicionadas em ambiente úmido para posterior realização do teste de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal Otto Wolpert Werke (Germany) a uma velocidade de 6 mm/minuto. Para isso, o corpo de prova foi alojado horizontalmente numa luva metálica, com 20,5 mm de diâmetro interno por 20 mm de altura, fixada ao mordente superior da máquina de ensaio universal. No mordente inferior, foram fixadas as extremidades de uma tira metálica de aço inoxidável com 5 mm de largura por 10 cm de comprimento, formando uma alça que envolveu o cilindro aderido à superfície de dentina para permitir o esforço de cisalhamento. A resistência de união ao cisalhamento foi calculada pela seguinte fórmula: $Rc = \frac{F}{A}$

onde: Rc é a resistência ao cisalhamento; F, a força aplicada e A, a área de união.

Resultados

Na presente pesquisa, foram testados dois sistemas adesivos. Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 1.

Pela análise dos resultados, verifica-se que o sistema adesivo A demonstrou maior resistência quando submetido à força de cisalhamento, porém sem diferença estatisticamente significativa.

Tabela 1 - Médias da resistência de união ao cisalhamento (Mpa) e desvio padrão (DP) dos corpos de prova para os diferentes sistemas adesivos.

A=Pro Bond	7,27 (± 0,47)
B=Scotchbond MP+	6,96 (± 0,39)

Os valores encontrados foram expressos em MPa, e o nível de variância adotado foi de 1% de significância na análise estatística.

Discussão

Com o objetivo de melhorar a união dos sistemas adesivos à dentina, preconizava-se, inicialmente, o uso de condicionamento ácido a esta, da mesma forma que era utilizado no esmalte. Posteriormente, estudos de Stanley *et al.* (1967) julgaram esse procedimento responsável por reações pulpares adversas, abolindo-se, então, essa prática. Isso ocorre porque a *smear layer* (lama dentinária) concede uma *barreira protetora* à polpa; sua estrutura oblitera os túbulos dentinários, formando os *plugs* ou tampões de dentina, que reduzem o escoamento do fluido pulpar na superfície de corte e diminuem a penetração bacteriana na polpa via túbulos dentinários. Os sistemas de união de primeira e segunda geração mantinham a *smear layer* e se uniam a ele. Entretanto, a força de união foi comparativamente baixa em relação aos de terceira geração, pois aqueles dependiam da união da *smear layer* à dentina (McGuckin *et al.*, 1994).

Recentemente, entretanto, a idéia de que o ácido ortofosfórico cause irritação pulpar tem sido questionada (Kanka, 1990), e alguns pesquisadores (Bertolotti, 1990 e Fusayama, 1990) têm advogado condicionamento ácido à dentina. O objetivo desse pré-tratamento dentinário é remover a fraca *smear layer*, que

pode ser vista como um limite ao acesso do adesivo ao substrato subjacente. A terceira geração de agentes adesivos modifica ou remove totalmente a *smear layer*, permitindo um íntimo contato dos componentes do sistema adesivo com a dentina intertubular (Gwinnett e Kanca, 1992 e Nakabayashi et al., 1992) formando uma camada híbrida de retenção mecânica nos túbulos dentinários.

A formação de uma zona ou camada híbrida torna-se extremamente importante, pois ela impede o ingresso de microorganismos no interior dos túbulos da dentina recém-cortada e sua eventual entrada na câmara pulpar, o que geralmente desencadeia necrose pulpar (Brännström, 1987). Os ácidos utilizados para esse fim variam entre o cítrico, o maleico e o fosfórico, todos eles criando uma condição propícia à formação de uma zona híbrida (Chain et al., 1994).

A técnica de condicionamento ácido total tem sido advogada como uma simplificação de passos separados de condicionamento de esmalte e dentina, prioridades para a colocação de primer e agente de união (Fusayama, 1992).

Adesivos de esmalte e dentina foram desenvolvidos com duas propostas: aumentar a retenção da restauração e reduzir ao mínimo a fenda marginal e, conseqüentemente, a possibilidade de microinfiltração nas restaurações. Kanca (1989) observou, entretanto, que, apesar da alta força de união mostrada *in vitro*, testes adesivos *in vivo* não eliminam completamente o problema de microinfiltração.

Pela aplicação do primer, há um aumento na capacidade de penetração da resina fluida nos túbulos dentinários e criam-se longos *tags* de resina. Em condições clínicas, a

concentração e o comprimento dos *tags* de resina dependem do fluido dentinário (Goracci et al., 1994). Segundo Brännström (1992), a distância em que os *tags* penetram nos túbulos dentinários depende da profundidade em que esses foram esvaziados. A maioria dos sistemas adesivos têm empregado a acetona como solvente nos primers. Por causa da característica dispersiva da água, o uso de acetona facilita a penetração do primer dentro da dentina e pode resultar no incremento da força de união (Bakmeier et al., 1991; Gwinnett e Kanca, 1992). Uma indicação de boa molhabilidade do sistema adesivo dental pode ser refletida na produção de longos *tags* de resina *in vitro*.

A literatura recente tem demonstrado pequena ou nenhuma relação entre profundidade de dentina e resistência de união com os agentes adesivos de última geração (Prati e Pashley, 1992; Prati, 1993). A inclusão de substâncias hidrofílicas na nova geração de agentes de união à dentina tornou-os mais tolerantes à umidade dentinária. (Tagami, 1993).

Num estudo de Chappell e Eick (1994), houve diferença estatisticamente significativa entre Scotchbond Multipurpose - 3M e outros adesivos, o qual apresentou maior força de união à dentina (25 MPa). O mesmo estudo demonstra que as fraturas desse material, quando submetidas à força de cisalhamento, foram coesivas às expensas do corpo da resina ou da dentina e não na união entre resina e dentina. O padrão de fratura dos outros sistemas testados foi predominantemente adesivo.

Neste trabalho, comparou-se o sistema adesivo Pro Bond - Caulk Dentsply, que obteve uma média de 7,27 MPa para dentina, com

o sistema Scotchbond MP+ - 3M, que apresentou uma média de 6,96 MPa. Os fabricantes desse último sistema afirmam conseguir uma força de cisalhamento de 20 MPa na dentina seca. Outros estudos também têm descrito altos valores de adesão para esse sistema. Swift e Triolo, em 1992, reportaram força de cisalhamento de 21,8 MPa para dentina úmida e 17,8 para dentina seca.

Analisando a metodologia aplicada na presente pesquisa em comparação aos trabalhos citados, pode-se entender a discrepância de resultados. Diferentemente daquelas pesquisas em que a aplicação da força de cisalhamento deu-se em forma de cunha na interface dente/resina, neste trabalho, o cilindro de compósito foi totalmente envolvido por uma tira metálica de aço inoxidável formando uma alça o que, provavelmente, pode ter sido o fator responsável pela redução considerável dos valores de força que promoveram a ruptura das uniões.

Conclusão

Frente à metodologia empregada, os resultados obtidos nesta pesquisa permitem concluir que os dois sistemas adesivos não apresentaram valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente diferentes. Ainda, dependendo da metodologia aplicada, pode haver diferenças nos resultados de uma pesquisa para outra.

Com base na bibliografia estudada, é possível concluir também que a maioria dos autores atualmente são unânimes em preconizar o condicionamento ácido da superfície dentinária, com o intuito de aumentar a resistência da união entre dentina e resina através da formação da camada híbrida.

Abstract

The purpose of this study was to examine the shear bond strength of resin composite to dentin after the application of two dentine bonding systems: (A) Pro Bond (Caulk/Dentsply) and (B) Scotchbond Multipurpose Plus (3M).

Two experimental groups (A = Pro Bond, B=Scotchbond Multipurpose Plus) of ten specimens were tested for shear bond strength in an universal testing machine. The mean shear bond strengths were $7,27 \pm 0,47$ for group A and $6,96 \pm 0,39$ for group B. No statistical differences were found.

Key words: dentine bonding agents, shear bond strength, dentin.

Referências bibliográficas

- BAKMEIER, W.M., SUH, B.I., COOLEY, R.L. Shear bond strength to dentin and Ni-Cr-Be alloy with the All-bond universal adhesive system. *J. Esthet. Dent.*, v.3, p. 148-153, 1991.
- BERTOLOTI, R. Removal of dentinal smear layer. *Quintessence Int.*, v. 21, p. 769, 1990.
- BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. The effect of surfaces- active comonomer on adhesion to diverse substrates. *J. Dent. Res.*, v. 44, p. 1369-1373, 1965.
- BRÄNNSTRÖM, M. Communication between the oral cavity and dental pulp associated with restorative treatment. *Oper. Dent.*, v.12, p.158-163, 1987.
- BRÄNNSTRÖM, M. *Dentin and pulp in restorative dentistry*. London: Wolfe, 1992.
- BRÄNNSTRÖM, M. Smear Layer. Pathological and treatment considerations. *Oper. Dent.*, suppl. 3, p. 35-42, 1984.
- BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v. 34, p.849-853, 1955.
- CHAIN, M.C., ARAÚJO, R.M., TEIXEIRA, L.C. Adesivos Dentinários: Uma nova era na odontologia. *R.G.O.*, v. 42, n. 3, p. 134-138, 1994.

- CHAPPELL, R.P., EICK, J.D. Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of six current dentinal adhesives. *Quintessence Int.*, v.25, p. 359-368, 1994.
- FUSAYAMA, T. Removal of dentinal smear layer. *Quintessence Int.*, v. 21, p. 770-771, 1990.
- FUSAYAMA, T. Total etch technique and cavity isolation. *J. Esthet. Dent.*, v.4, p. 105-109, 1992.
- GORACCI, G., BAZZUCCHI, M., MORI, G. et al. *In vivo* and *in vitro* analysis of a bonding agent. *Quintessence Int.*, v. 25, p. 627-635, 1994.
- GWINNETT, A.J., KANKA J. III. Micromorphological relationship between resin and dentin *in vivo* and *in vitro*. *Am. J. Dent.*, v. 5, p. 19-23, 1992.
- KANKA, J. III. Pulpal studies: biocompatibility or effectiveness of marginal seal? *Quintessence Int.*, v. 21, p. 755-779, 1990.
- KANKA, J. The effect on microleakage of four dentin-enamel bonding system. *Quintessence Int.*, v. 20, p. 359-361, 1989.
- MCGUCKIN, R.S., POWERS, J.M., LI L. Bond strengths of dentinal bonding systems to enamel and dentin. *Quintessence Int.*, v. 25, p. 791-796, 1994.
- NAKABAYASHI, N., ASHIZAWA, M., NAKAMURA, M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created *in vivo*: Durable bonding to vital dentin. *Quintessence Int.*, v. 23, p. 135-141, 1992.
- NAKABAYASHI, N., KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 16, p. 265-273, 1982.
- PRATI, C. Mechanisms of dentin bonding: reaction paper, In: *Direct posterior filling materials and dentine bonding*. Leuvin/Belgium, Vander Poorten Printers, 1993.
- PRATI, C., PASHLEY, D.H. Dentin wet ness permeability and thickness and bond strength of adhesive systems. *Am. J. Dent.*, v.5, p. 33-38, 1992.
- RETIEF, D.H. Standardizing laboratory adhesion test. *Am. J. Dent.*, v. 4, n. 5, p. 231-236, 1991.
- STANLEY, H., SWERDLOW, H., BUONOCORE, M. Pulp reactions to anterior restorative materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 75, p. 132-141, 1967.
- SWIFT, E.J., PERDIGÃO, J., HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int.*, v. 26, p. 95-110, 1995.
- SWIFT, E.J., TRIOLO, P.T. Bond strengths of Scotchbond MP to moist dentin and enamel. *Am. J. Dent.*, v. 5, p. 318-320, 1992.
- TAGAMI, J. et al. Effect of aging on dentin bonding. *Am. J. Dent.*, v. 6, p. 145-147, 1993.

Local de realização

Faculdade de Odontologia da UPF
Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp

Endereço para correspondência

Simone Beatriz Alberton
Faculdade de Odontologia - UPF
R. Teixeira Soares, nº 817 - Centro
Passo Fundo - RS - Brasil