

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

Resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina profunda

Bond strength of self-etching adhesive systems to deep dentin

Rubens Nazareno GARCIA*
Bernd Rainer SCHAIBLE**
Ulrich LOHBAUER***
Anselm PETSCHT***
Roland FRANKENBERGER***

Endereço para correspondência:
Address for correspondence:

Rubens Nazareno Garcia
Campus Univille – Departamento de Odontologia
Campus Universitário, s/ n.º – Bairro Bom Retiro
CEP 89201-974 – Joinville – SC
E-mail: rubens.garcia@univille.net

* Professor do departamento de Odontologia da Univille e Univali (área de Materiais Dentários). Mestre e Doutor em Materiais Dentários.

** Cirurgião-dentista.

*** Professores Doutores da Clínica Dentária 1, departamento de Odontologia Operatória e Periodontia da Universidade de Erlangen-Nuremberg (FAU), Erlangen, Alemanha.

Recebido em 3/8/08. Aceito em 27/8/08.
Received on August 3, 2008. Accepted on August 27, 2008.

Palavras-chave:

sistemas adesivos autocondicionantes; compósitos resinosos; resistência de união ao microcissalhamento.

Resumo

Introdução e objetivo: Os sistemas adesivos autocondicionantes têm sido largamente utilizados por dentistas e pesquisadores nos procedimentos adesivos de restaurações dentárias. O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união ao microcissalhamento de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina profunda. **Material e métodos:** Prepararam-se 50 terceiros molares humanos até obtenção de superfícies planas de dentina profunda (2 mm abaixo do limite amelodentinário do sulco central), abrasionadas com lixa de carbeto de silício n.º 600. As amostras foram aleatoriamente divididas em

cinco grupos (n = 10), de acordo com os grupos experimentais: 1) adesivo convencional Syntac (controle), 2) adesivo autocondicionante One-Up Bond F Plus (um passo), 3) Hybrid Bond (um passo), 4) AdheSE (dois passos) – unidos ao compósito Tetric Ceram – e 5) Silorane System Adhesive (dois passos), unido ao compósito de baixa contração Filtek Silorane. Os materiais foram aplicados segundo orientações dos fabricantes e com uma matriz Tygon. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ por uma semana. Determinou-se a resistência de união por meio da máquina universal de ensaios Zwick, a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. **Resultados:** Os resultados obtidos em MPa (DP) foram analisados estatisticamente (Anova e teste de Tukey – $p < 0,05$) e apresentaram os seguintes dados: 2) 25,5 (4,4); 1) 24,9 (5,3); 3) 22,4 (8,1); 4) 21,5 (4,4) e 5) 18,1 (7,2). O teste de Tukey mostrou variações significativas entre os grupos 2 e 5, que não evidenciaram diferenças com os demais grupos testados. **Conclusão:** O adesivo Silorane e o compósito Filtek Silorane tiveram resistência de união similar à dos demais materiais, porém menor que o One-Up Bond F Plus, quando este foi utilizado com o Tetric Ceram. Os resultados sugerem que, em termos de resistência de união, os adesivos autocondicionantes podem ser uma boa alternativa nos procedimentos restauradores adesivos em dentina profunda.

Abstract

Keywords:

self-etching adhesive systems; resin composites; microshear bond strength.

Introduction and objective: The self-etching adhesive systems have been widely used by dentists and researchers in the procedures of adhesive dental restorations. The purpose of this study was to evaluate the microshear bond strength of self-etching adhesive systems to deep dentin. **Material and methods:** Fifty freshly extracted human third molars were prepared using a diamond saw until obtaining flat surfaces of deep dentin (2 mm below the DEJ of central sulcus), wet-abraded with 600-grit SiC paper. The samples were randomly divided into five groups (n = 10) according to the experimental groups: 1) conventional adhesive Syntac (control), 2) one-step self-etching adhesive One-Up Bond F Plus, 3) one-step self-etching adhesive Hybrid Bond, 4) two-step self-etching adhesive AdheSE – bonded to Tetric Ceram resin composite; and the 5) two-step self-etching adhesive Silorane System Adhesive bonded to low shrinkage resin composite Filtek Silorane. The adhesives and the resin composite were applied according to the manufacturers' instructions, and using a Tygon tubing mold. The samples were stored in distilled water at $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ for one week. Microshear bond strengths were determined using a Zwick universal testing machine at a crosshead speed of 0.5 mm/minute. **Results:** The results obtained in MPa (SD) were statistically analyzed (Anova and Tukey test, $p < 0.05$), and showed the following results: 2) 25,5 (4,4); 1) 24,9 (5,3); 3) 22,4 (8,1); 4) 21,5 (4,4) and 5) 18,1 (7,2). There was statistically significant variation between groups 2 and 5; which did not show difference to the other groups tested. **Conclusion:** The Silorane System Adhesive and the low shrinkage resin composite Filtek Silorane showed similar bond strength to Syntac, Hybrid Bond and AdheSE – bonded to Tetric Ceram resin composite; however, being lower than One-Up Bond F Plus bonded to Tetric Ceram. Regarding the bond strength, the results suggest that self-etching adhesive systems can be a good alternative in the procedures of adhesive dental restorations to deep dentin.

Introdução

A técnica do condicionamento ácido proposta por Buonocore (1955) [3] favoreceu o desenvolvimento de materiais e técnicas restauradoras mais conservadoras e posteriormente impulsionou a introdução no mercado das resinas compostas apresentadas por Bowen (1962) [2].

O mecanismo básico de união ao esmalte e à dentina envolve essencialmente o processo de remoção de minerais dos tecidos dentais duros e reposição por monômeros resinosos, que, após a sua aplicação, promovem uma união micromecânica nas microporosidades criadas. Esse mecanismo de ação foi inicialmente preconizado por Nakabayashi *et al.* (1982) [16] e é comumente descrito como hibridização ou formação da camada híbrida.

A maioria dos procedimentos adesivos envolve o substrato dentinário, morfológicamente mais heterogêneo e fisiologicamente mais dinâmico [1]. A dentina contém 30% em peso de matéria orgânica (18% de fibrilas colágenas e mucopolissacarídeos como proteoglicanos e glicosaminoglicanos e 12% de água) e 70% de componentes inorgânicos, fundamentalmente hidroxapatita carbonatada, incluindo cálcio (27%), fósforo (13%), carbonato (5%), sódio e magnésio [14]. Garberoglio e Brännström (1976) [9] mostraram que o número e o diâmetro dos túbulos dentinários aumentam com a profundidade, ou seja, à medida que se aproximam da polpa. Na dentina superficial, 96% da área é ocupada pela dentina intertubular, 3% pela dentina peritubular e apenas 1% pelo fluido dentinário. Próximo à polpa tal situação se inverte, visto que a dentina peritubular passa a ocupar 66% dessa área, a dentina intertubular 12% e o fluido dentinário 22% [12]. Esse fato faz com que a permeabilidade dentinária seja maior junto à polpa [20], e diferenças na composição e morfologia entre a dentina superficial e a profunda influenciam diretamente no comportamento e nas propriedades mecânicas da dentina diante dos agentes químicos e físicos aos quais ela é submetida durante os procedimentos operatórios e restauradores [5].

Surgiram nas últimas duas décadas vários tipos de sistemas adesivos [8] usados conjuntamente com diferentes sistemas cerâmicos e cimentos resinosos [7]. Largamente pesquisados, os sistemas adesivos autocondicionantes, que utilizam o substrato seco previamente à sua aplicação (técnica seca) [10], surgiram com o intuito de diminuir a sensibilidade da técnica úmida e consistem na incorporação da *smear layer* no processo de hibridização, isto é, a dissolução e/ou modificação da lama dentinária, em vez da sua completa remoção pela aplicação do ácido fosfórico [13, 18, 22].

A técnica operatória dos adesivos autocondicionantes pode ser realizada em um ou dois passos clínicos. No caso da técnica de dois passos, condicionador e *primer* (*primer* ácido) são combinados em um só frasco e o adesivo é aplicado separadamente. Já na técnica de um passo clínico, condicionador, *primer* (*primer* ácido) e adesivo são colocados em um único frasco ou em dois (líquido A + líquido B), sendo também chamados de adesivos *all-in-one* [25]. Um melhor selamento poderia ocorrer com tais adesivos, já que não haveria discrepância entre a profundidade de condicionamento e a extensão de infiltração dos monômeros resinosos no substrato, resultando em uma menor ou nenhuma sensibilidade pós-operatória [5, 21].

Recentemente foi introduzido no mercado odontológico o compósito restaurador chamado *silorano*, sistema monomérico híbrido que contém estruturalmente metade de siloxano e oxirano. Apresenta biocompatibilidade e taxas de citotoxicidade tão boas ou melhores que os monômeros metacrilatos como o Bis-GMA. Com relação às propriedades dos siloranos, o siloxano concede hidrofobicidade e o oxirano tem alta reatividade e menos contração de polimerização que os metacrilatos. E esse é o principal avanço do novo material, por ter a capacidade de minimizar a contração e a tensão que usualmente ocorrem durante a polimerização [6].

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união ao microcisolamento de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina profunda.

Material e métodos

Foram utilizados 50 terceiros molares humanos recém-extraídos (armazenados a 6°C), obtidos de acordo com as normas e com autorização do Comitê de Ética da Clínica Dentária 1, departamento de Odontologia Operatória e Periodontia da Universidade de Erlangen-Nuremberg (FAU), Erlangen, Alemanha.

As amostras foram preparadas com um disco diamantado dupla face, montado em uma cortadeira (Isomet, Model 1000, Buehler, Evanstone, IL, USA), sob refrigeração até obtenção de superfícies planas de dentina profunda (2 mm abaixo do limite amelodentinário do sulco central, transversalmente em relação ao longo eixo do dente), que foram aleatoriamente divididas em cinco grupos (n = 10). A fim de criar lama dentinária, os procedimentos adesivos foram realizados imediatamente após as superfícies dentinárias terem sido abrasionadas com lixa de carbetto de silício n.º 600.

Os materiais empregados estão descritos no quadro I, e efetuaram-se os procedimentos adesivos segundo orientações dos fabricantes. Foram avaliados cinco sistemas adesivos: um convencional, com condicionamento ácido mais três passos clínicos (Syntac), dois autocondicionantes de um passo clínico (One-Up Bond F Plus e Hybrid Bond), dois autocondicionantes de dois passos clínicos (AdheSE e Silorane System Adhesive) e dois compósitos restauradores (Tetric Ceram e o compósito de baixa contração Filtek Silorane). Os grupos experimentais testados foram: 1) Syntac + Tetric Ceram, 2) One-Up Bond F Plus + Tetric Ceram, 3) Hybrid Bond + Tetric Ceram, 4) AdheSE + Tetric Ceram e 5) Silorane System Adhesive + Filtek Silorane.

Material/Fabricante	Lote	Composição
Conditioner 36 Syntac (SY) Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany	Condicionador: 0505000909 Primer: H07334 Adesivo: H03608 Heliobond: H10748	Condicionador: 36% H ₃ PO ₄ – pH 0,8 Primer: TEGDMA, PEGDMA, ácido maléico, dimetilquetona, água – pH 1,4 Adesivo: PEGDMA, glutaraldeído, água – pH 4,0 Heliobond: BisGMA, TEGDMA, iniciador
One-Up Bond F Plus (OU) Tokuyama Dental Co, Tokyo, Japan	Agente A: 003 Agente B: 503	Agente A: MAC-10, fotoiniciador, ácido fosfato metacrililalquil, monômeros metacrílicos multifuncionais – pH 0,7 Agente B: MMA, HEMA, água, vidro de flúor-alumínio-silicato, fotoiniciador – pH 7,7 / pH misturado: 1,2
Hybrid Bond (HB) Sun Medical Co, Shiga, Japan	Adesivo: LE1 Aplicadores: LG1	Adesivo: água, acetona, 4-META, acrilato polifuncional, monometacrilatos, fotoiniciadores, estabilizador – pH 2,5 Aplicadores: p-toluenosulfonato de sódio e amina aromática adsorvida nos pêlos do aplicador
AdheSE (AD) Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany	Primer ácido: J20593 Adesivo: J21125	Primer ácido: ácido fosfônico éter acrílico, bisacrilamida, água, CQ, estabilizadores – pH Primer: 1,7 Adesivo: Bis-GMA, GDMA, HEMA, sílica, CQ, amina terciária, estabilizadores – pH adesivo: 7,7
Silorane System Adhesive (SS) 3M ESPE, St Paul, MN, USA	Primer ácido: 275732 Adesivo: 275733	Primer ácido: metacrilatos fosforilados, copolímero do Vitrebond, BisGMA, HEMA, água, etanol, partículas de sílica tratadas com silano, iniciadores, estabilizadores – pH 2,7 Adesivo: dimetacrilato hidrófobo, metacrilatos fosforilados, TEGDMA, partículas de sílica tratadas com silano, iniciadores, estabilizadores – pH N/A
Tetric Ceram (TC) Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany	G05334	Dimetacrilatos, partículas inorgânicas, itérbio fluoreto, iniciadores, estabilizadores e pigmentos
Filtek Silorane (SC) 3M ESPE, St Paul, MN, USA	204685	Resina silorano, sistema iniciador com canforquinona / sal iodônio / elétron doador, partículas de quartzo, ítrio fluoreto, estabilizadores, pigmentos
Abreviações: TEGDMA – triethylene glycol dimethacrylate; PEGDMA – polyethylene glycol dimethacrylate; Bis-GMA – bisphenol A diglycidyl methacrylate; MAC-10 – 11-methacryloyloxy-1,1-undecanedicarboxylic acid; MMA – methyl methacrylate; HEMA – 2-hydroxyethyl methacrylate; 4-META – 4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride; CQ – camphorquinone; GDMA – glycerol dimethacrylate (Van Landuyt <i>et al.</i> , 2007 [26])		

Quadro I - Materiais utilizados, fabricantes, lotes e composições

Todos os procedimentos foram realizados com o aparelho fotopolimerizador Elipar Trilight unit (3M Espe, Germany), com potência de 750 mW/cm². A metodologia desenvolvida por McDonough *et al.* (2002) [15] e Shimada *et al.* (2002) [19] foi utilizada para preparar os corpos-de-prova para o ensaio de microcisalhamento. Posicionaram-se três matrizes transparentes cilíndricas (Tygon tubing, TYG-030, Saint-Gobain Performance Plastic, Maime Lakes, FL, USA – 0,75 mm de diâmetro interno por 0,5 mm de altura – 0,44 mm² pela fórmula πR^2) sobre cada

amostra de dentina profunda hibridizada, e os compósitos foram aplicados com o auxílio de uma sonda exploradora n.º 5 (SSWhite/Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para preencher o volume interno das matrizes. Após fotopolimerização de 20 segundos, as matrizes foram removidas com lâminas afiadas (Gillette do Brasil, São Paulo, SP, Brasil) para expor os cilindros, que foram armazenados em água destilada a 37°C por uma semana.

Decorrido esse período, as amostras contendo os corpos-de-prova foram unidas ao dispositivo de

teste da máquina universal de ensaios (Zwick Z 2.5, Ulm, Germany – TestExpert V11.11) com cola de cianoacrilato. Aplicou-se o carregamento de cisalhamento na base dos cilindros de compósito com um fio de aço (0,20 mm de diâmetro) a uma velocidade de 0,5 mm/min até o rompimento da união. As resistências de união foram calculadas e expressas em Mpa, e foi feita a média de três leituras (três cilindros) para cada corpo-de-prova. Os resultados foram analisados estatisticamente pela análise de variância (Anova) e pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

As amostras foram montadas em uma base de alumínio, metalizadas com ouro e examinadas em microscópio eletrônico de varredura (ISI-SR-50, Akashi Seisakusho Co. Ltd., Japan). Fotomicrografias de áreas representativas foram tiradas para avaliação do padrão de fratura, sendo classificadas como falhas adesivas (entre o adesivo e a dentina e entre o adesivo e o compósito), falhas coesivas no compósito e em dentina e falhas mistas.

Resultados

Os resultados da Anova mostraram diferenças significativas entre os grupos experimentais,

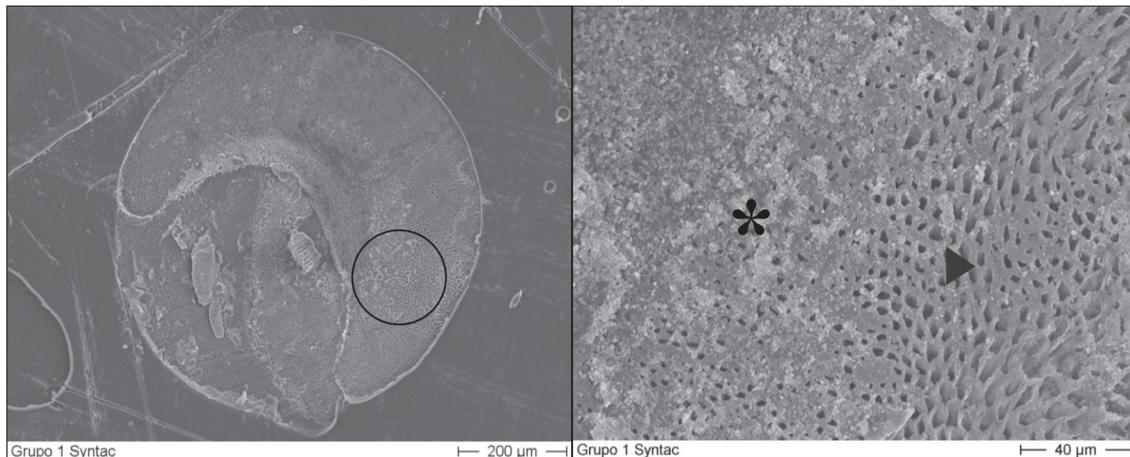
identificadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) nos grupos 2 e 5, que não apresentaram diferenças estatísticas em relação aos demais materiais testados (tabela I).

Tabela I – Médias da resistência de união em MPa, com desvio-padrão e teste de Tukey

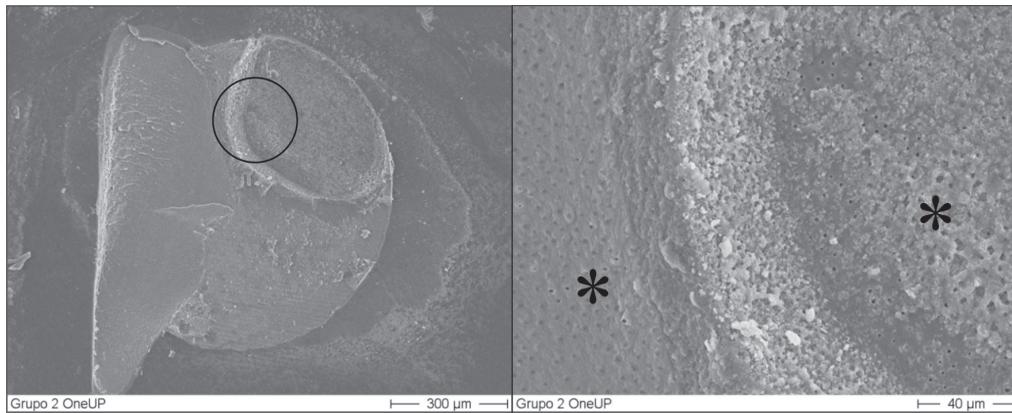
Grupos	Médias (MPa)	DP
2 – OU+TC	25.5 ^a	4.4
1 – SY+TC	24.9 ^{ab}	5.3
3 – HB+TC	22.4 ^{ab}	8.1
4 – AD+TC	21.5 ^{ab}	4.4
5 – SS+SC	18.1 ^b	7.2

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância

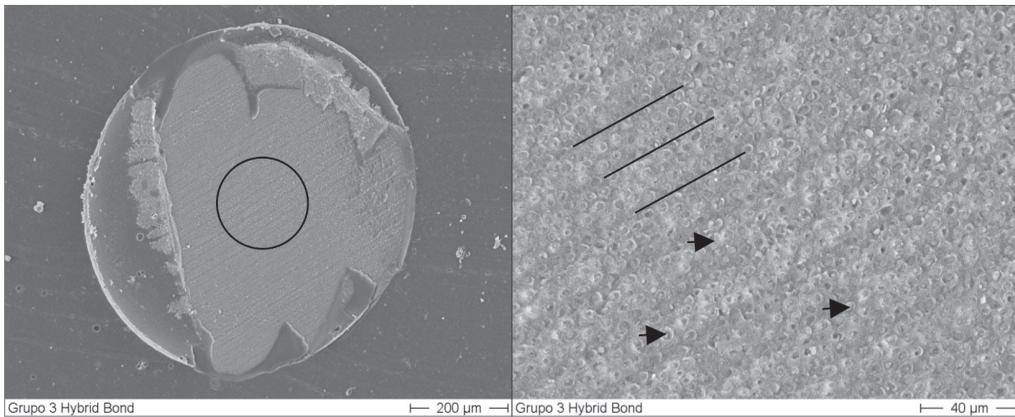
Os corpos-de-prova testados no grupo 1 (figuras 1 e 2) apresentaram predominantemente falhas mistas, incluindo coesivas em dentina. Os demais grupos (figuras 3 a 10) evidenciaram predominantemente falhas mistas, sendo adesivas e coesivas em compósito.



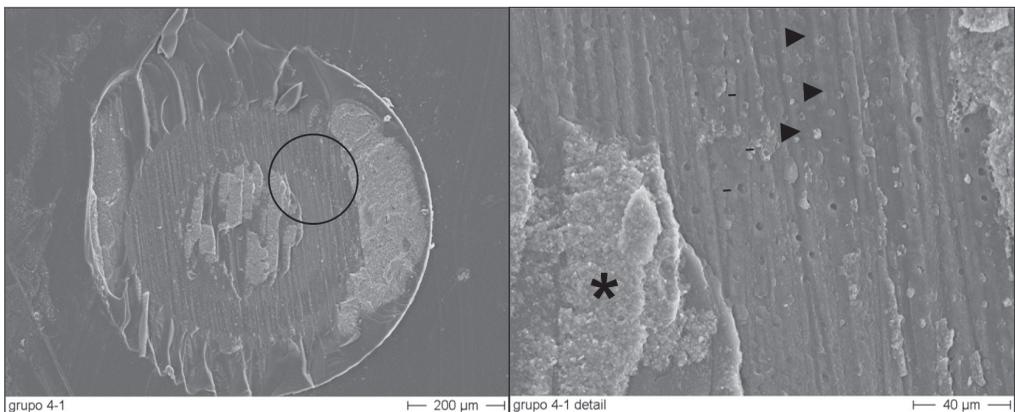
Figuras 1 e 2 – Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura predominante obtida após ensaio mecânico do grupo 1 – Syntac e Tetric Ceram. A fotomicrografia da esquerda mostra a falha mista, incluindo coesiva em dentina. O detalhe, à direita, evidencia a ausência de prolongamentos de resina nos túbulos dentinários (▶) e parte da dentina coberta pelos componentes hidrófobos do sistema adesivo (*)



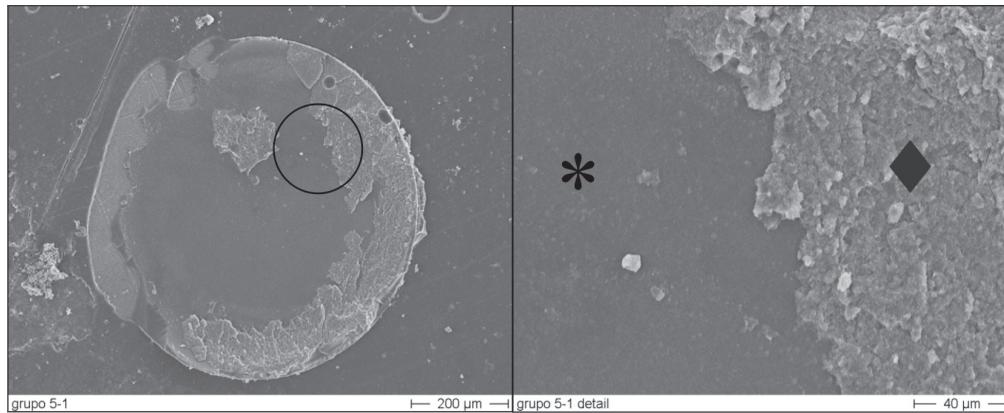
Figuras 3 e 4 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura predominante obtida após ensaio mecânico do grupo 2 - One-Up Bond F Plus e Tetric Ceram. A fotomicrografia da esquerda mostra a falha mista, incluindo falha adesiva. O detalhe, à direita, demonstra que a maior parte do substrato está coberta pelo adesivo em diferentes pontos da fratura (*)



Figuras 5 e 6 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura predominante obtida após ensaio mecânico do grupo 3 - Hybrid Bond e Tetric Ceram. A fotomicrografia da esquerda ilustra a falha mista, principalmente adesiva. O detalhe, à direita, mostra as ranhuras deixadas pela ação da lixa n.º 600 (traço), que evidenciam a proximidade com o substrato, e o adesivo obliterando a entrada dos túbulos dentinários (seta)



Figuras 7 e 8 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura predominante obtida após ensaio mecânico do grupo 4 - AdheSE e Tetric Ceram. Na fotomicrografia da esquerda é possível ver falha mista, entre adesiva e coesiva em compósito. O detalhe, à direita, demonstra fratura coesiva do compósito sobre a camada adesiva (*) e o adesivo obliterando a entrada dos túbulos dentinários (seta)



Figuras 9 e 10 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura predominante obtida após ensaio mecânico do grupo 5 - Silorane System Adhesive e Filtek Silorane. A fotomicrografia da esquerda evidencia falha mista, entre adesiva e coesiva em compósito. No detalhe, à direita, notam-se a camada do adesivo hidrófobo sobre a dentina (*) e a presença do compósito sobre a camada adesiva (◆)

Discussão

No presente estudo, a resistência de união de quatro sistemas adesivos autocondicionantes contemporâneos foi avaliada quando aplicados em dentina profunda e utilizou-se a metodologia do microcisalhamento [15, 19]. Os autores descreveram esse tipo de ensaio mecânico para pequenas áreas de interface adesiva porque não é necessário o passo que envolve o corte das amostras no formato de palitos ou ampulheta, como ocorre com os ensaios de microtração propostos por Sano *et al.* (1994) [17] a fim de solucionar problemas relacionados à propagação de tensões ligadas às áreas maiores. O método permite que vários corpos-de-prova sejam obtidos a partir de amostras de esmalte, dentina ou outro substrato, em função de as superfícies de união serem muito pequenas (entre 0,38 e 0,44 mm²), sendo versátil e de grande utilidade para avaliar a resistência de união entre tecidos mineralizados e materiais restauradores poliméricos [11].

O critério empregado para a obtenção das superfícies planas de dentina profunda foi cortar 2,0 mm abaixo do limite amelodentinário, transversalmente em relação ao longo eixo dos dentes, e tendo como base os sulcos centrais dos terceiros molares. Como relatado anteriormente, as diferenças na composição e na morfologia entre a dentina superficial e a profunda influenciam diretamente no comportamento e nas propriedades mecânicas da dentina, especialmente nos procedimentos restauradores [5]. Na dentina superficial existem menos túbulos e mais dentina intertubular do que na dentina profunda, e esta última seria a maior responsável pela adesão. Na

dentina profunda a maior parte da força adesiva advém dos prolongamentos de resina gerados pela permeabilidade da dentina. Porém a dificuldade de formação desses prolongamentos ocorre pela presença do fluido dentinário e pela pressão pulpar [4, 27]. Outros autores [13], no entanto, afirmam que os prolongamentos de resina formados pelo processo de hibridização não contribuem com a adesão quando são utilizados os sistemas adesivos autocondicionantes. Em seus estudos, a formação dos prolongamentos de resina não influenciou a resistência de união à microtração. E após termociclagem, a resistência de união decresceu com e sem a formação dos prolongamentos de resina nos túbulos dentinários, com falhas adesivas predominantes na camada híbrida/interface de dentina, corroborando com o entendimento de que a dentina intertubular é a principal responsável pela adesão também em dentina profunda. Antagonicamente aos adesivos convencionais que empregam o ácido fosfórico, os adesivos autocondicionantes têm mecanismo de ação diferenciado. O ácido incorporado ao *primer*, ao promover uma desmineralização simultânea, torna esse comportamento uniforme ante a variabilidade morfológica e fisiológica do substrato dentina [4].

Com relação aos valores ideais de resistência de união que poderiam servir como parâmetro nos ensaios mecânicos, Urabe *et al.* (2000) [24] determinaram com ensaios de microtração as propriedades físicas entre esmalte e dentina na junção amelodentinária de dentes bovinos e humanos, e a resistência de união obtida foi, respectivamente, de 47,7 MPa e 51,5 MPa. Como na presente pesquisa a resistência de união obtida em

dentina profunda foi de aproximadamente a metade daquela obtida pelos autores supramencionados, e levando em consideração a diferença entre os substratos pesquisados, com todos os fatores que interferem a adesão em dentina profunda, especula-se que os valores obtidos de resistência de união para os sistemas adesivos estudados sejam satisfatórios e comprovados pela análise das fotomicrografias obtidas pela microscopia eletrônica de varredura. Porém um recente trabalho [4], em que se usaram a metodologia da microtração nos substratos dentina superficial e profunda e dois adesivos – um convencional de dois passos e um autocondicionante de um passo clínico –, apresentou médias superiores para o adesivo que utiliza aplicação prévia de ácido fosfórico, com diferença estatística em relação ao adesivo autocondicionante.

Neste estudo as fraturas foram mistas, entre adesivas e coesivas em dentina, e mostraram parte do substrato sem a proteção do adesivo no grupo do Syntac (controle) (figuras 1 e 2). Para os demais adesivos, as fraturas foram adesivas e coesivas no compósito (figuras 3 a 10). As fraturas adesivas predominantes do Silorane System Adhesive com o compósito Filtek Silorane mostraram a camada hidrófoba do adesivo que cobriu o substrato. Segundo Tezvergil-Mutluay *et al.* (2008) [23], a polimerização do silorano é diferente. O oxigênio tem sido mostrado como agente inibidor da polimerização por radicais livres para os sistemas monoméricos convencionais à base de metacrilatos. E a camada inibida pelo oxigênio na resistência adesiva entre duas sucessivas camadas é considerada vantajosa, no sentido de melhorar a adesão na malha monomérica pela formação de uma união covalente. Os siloranos, no entanto, sofrem uma reação de polimerização catiônica, em que não existe a camada inibida por oxigênio na superfície polimerizada. Assim, a união entre as sucessivas camadas depende somente da reatividade do compósito restaurador, razão provável pela qual esse material obteve a menor média de resistência de união, ainda que sem diferença estatística para os demais, com exceção do One-Up Bond F Plus quando usado com o compósito Tetric Ceram.

Conclusão

De acordo com os dados obtidos e com a análise estatística aplicada aos resultados, pode-se concluir que o adesivo Silorane e o compósito Filtek Silorane mostraram resistência de união similar à dos demais materiais, porém menor que o One-Up Bond F Plus quando utilizado com o Tetric Ceram. Os resultados sugerem que, em termos de resistência de união, os

sistemas adesivos autocondicionantes podem ser uma boa alternativa nos procedimentos restauradores adesivos em dentina profunda.

Agradecimentos

Este estudo (Projeto Voluntário FAU1 da Univille/2007) foi apoiado, em parte, pelo convênio interinstitucional existente entre a Universidade de Erlangen-Nuremberg (FAU), Erlangen, Alemanha (Clínica Dentária 1, departamento de Odontologia Operatória e Periodontia), e a Universidade da Região de Joinville (Univille), Joinville, Brasil (departamento de Odontologia).

Acknowledgments

This study (Volunteer Project FAU1 from Univille/2007) was supported, in part, by the cooperation program between University of Erlangen-Nuremberg (FAU), Erlangen, Germany (Dental Clinic 1, Operative Dentistry and Periodontology) and the University of the Region of Joinville (Univille), Joinville, Brazil (department of Dentistry).

Referências

1. Arrais CAG, Giannini M. Morfologia e espessura da difusão de resina através da matriz de dentina desmineralizada ou sem condicionamento. *Pesqui Odontol Bras.* 2002 abr/jun;16(2):115-20.
2. Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidil acrylate. US Patent. 1962;3(66):112.
3. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849-53.
4. Cecchin D, Farina AP, Spazzin AO, Galafassi D, Barbizam JVB, Carlini Jr B. Influência da profundidade dentinária na resistência à microtração de sistemas adesivos de condicionamento ácido e autocondicionante. *Odonto Ciênc.* 2008;23(2):150-5.
5. Cunha LA, Ribeiro CF, Dutra-Corrêa M, Rocha PI, Miranda CB, Pagani C. Análise de fatores etiológicos relacionados à sensibilidade pós-operatória na odontologia estética adesiva. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo.* 2007 jan/abr;19(1):68-76.

6. Eick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese GJ, Glaros AG et al. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater.* 2007 Aug;23(8):1.011-7.
7. Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko SA, Naumann M. Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. *Dent Mater.* 2008 Feb;24(2):185-91.
8. Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dental Materials.* 2005;21:397-412.
9. Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol.* 1976;21:355-62.
10. Garcia RN, de Goes MF, Giannini M. Effect of water storage on bond strength of self-etching adhesives to dentin. *J Contemp Dent Pract.* 2007 Nov;8(7):46-53.
11. Garcia RN, Souza CRS, Mazucco PEF, Justino LM, Schein MT, Giannini M. Avaliação da resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes – revisão de literatura e aplicação do ensaio de microcisalhamento. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia.* 2007;4(1):37-45.
12. Giannini M, Carvalho RM, Martins LR, Dias CT, Pashley DH. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J Adhes Dent.* 2001;3(4):315-24.
13. Lohbauer U, Nikolaenko SA, Petschelt A, Frankenberger R. Resin tags do not contribute to dentin adhesion in self-etching adhesives. *J Adhes Dent.* 2008 Feb;10(2):97-103.
14. Marshall GW. Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int.* 1993 Sep;24(9):606-17.
15. McDonough WG, Antonucci JM, He J, Shimada Y, Chiang MY, Schumacher GE et al. A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials.* 2002 Sep;23(17):3.603-8.
16. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982 May;16(3):265-73.
17. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho RM. Relation between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater.* 1994 July;10(4):236-40.
18. 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.
19. Shimada Y, Senawongse P, Harnirattisai C, Burrow MF, Nakaoki Y, Tagami J. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent.* 2002 July/Aug;27(4):403-9.
20. Swift Junior EJ, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int.* 1995;26(2):95-110.
21. 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;4(4):255-69.
22. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc.* 2003;69(11):726-31.
23. Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Incremental layers bonding of silorane composite: the initial bonding properties. *J Dent.* 2008 July;36(7):560-3.
24. Urabe I, Nakajima S, Sano H, Tagami J. Physical properties of the dentin-enamel junction region. *Am J Dent.* 2000 June;13(3):129-35.
25. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater.* 2006 June;22(6):533-44.
26. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* 2007 Sep;28(26):3.757-85.
27. Wang Y, Spencer P, Hager C, Bohaty B. Comparison of interfacial characteristics of adhesive bonding to superficial versus deep dentin using SEM and staining techniques. *J Dent.* 2006;34:26-34.