

Influência do tempo de armazenamento na resistência de união à microtração de diferentes sistemas adesivos em dentina superficial e profunda

Influence of water storage time on microtensile bond strength of different adhesive systems on superficial and deep dentin

Yasmine Mendes PUPO

Gislaine Cristine MARTINS

Giovana Mongruel GOMES

Doutoranda em Odontologia - Área de Concentração Dentística Restauradora. Universidade Estadual de Ponta Grossa - Ponta Grossa - PR - Brasil.

Milton Domingos MICHÉL

Doutor em Física - Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia de Materiais - Universidade Estadual de Ponta Grossa - Ponta Grossa- PR - Brasil.

Osnara Maria Mongruel GOMES

Doutora em Dentística Restauradora pela UNESP – Universidade Estadual Paulista. Departamento de Odontologia - Universidade Estadual de Ponta Grossa - Ponta Grossa- PR - Brasil.

João Carlos GOMES

Doutor em Dentística Restauradora - UNESP – Univ Estadual Paulista. Departamento de Odontologia - Universidade Estadual de Ponta Grossa - Ponta Grossa- PR - Brasil.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união (RU) de um sistema adesivo convencional (Adper™ Single Bond 2 [SB] (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA)) e de dois autocondicionantes (Adper™ SE Plus [SE] (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e AdheSE® [AD] (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, DDR)) em dentina superficial (DS) e profunda (DP), nos tempos imediatamente e após 6 meses de armazenamento em água. Superfícies oclusais de 24 terceiros molares humanos foram seccionadas e smear layer padronizada. Após procedimentos adesivos, as superfícies dos dentes receberam restaurações em resina composta. Tais dentes foram seccionados obtendo-se espécimes em forma de palitos (0,7 + 0,1 mm²). Os espécimes foram testados por meio do ensaio de microtração (0,5 mm/min), imediatamente e após 6 meses de armazenamento em água. Os dados foram submetidos à ANOVA 3 fatores e ao pós-teste de Bonferroni ($\alpha=0,05$). Na avaliação imediatamente da RU, apenas o fator “adesivo” foi significativo ($p<0,05$). Os dados de RU após 6 meses mostraram que a interação dos fatores “adesivo e substrato dentinário” foi significativa ($p<0,05$). AD em DS (IM: $49,0 \pm 6,7$ MPa) mostrou diminuição significativa da RU após 6M ($23,2 \pm 7,9$ MPa) de armazenamento em água. SE e AD mostraram diferença significativa ($p<0,05$) tanto em DS como em DP. Em DS o fator tempo foi significativo e em DP o fator adesivo foi significativo. SB tanto em DS como em DP não apresentou diferença estatisticamente significante imediatamente e após 6 meses ($p>0,05$). Conclui-se que diferentes níveis de profundidade dentinária podem afetar a RU para o mesmo material e que o fator tempo pode influenciar a degradação do sistema adesivo.

UNITERMOS:

Adesivos dentinários; dentina; resistência à tração.

INTRODUÇÃO

O substrato dentinário é um complexo biologicamente hidratado, com túbulos constituídos por processos celulares e fluídos, dentina peritubular altamente mineralizada e dentina intertubular composta principalmente de colágeno e depósitos de apatita, sendo que as características regionais podem ser modificadas por processos fisiológicos, idade e doença [1]. Além disso, a presença da smear layer e a variação morfológica e estrutural da dentina dificultam os procedimentos adesivos [2], o que talvez possa explicar a variabilidade dos resultados de testes de resistência de união.

Na dentina superficial, a quantidade de túbulos é menor do que na dentina profunda, sendo a penetração na dentina intertubular dependente do grau de porosidade que ocorre na matriz colágena devido ao condicionamento ácido [3]. No entanto, na dentina profunda, os túbulos dentinários são abundantes e a permeabilidade intratubular da resina será a responsável pela retenção e pelo selamento, sendo influenciada pela dificuldade de formação dos tags devido à presença do fluido dentinário e pressão intratubular [4]. Carvalho et al. [5] confirmaram a hipótese de que a orientação e a densidade dos túbulos dentinários podem influenciar na resistência de união e que essa tende a ser mais fraca quando o número de túbulos por área é aumentado.

Nos sistemas adesivos em que o condicionamento ácido é realizado em etapa separada, este processo prepara o substrato dentinário para a adesão, remove a smear layer e dissolve a parte mineral expondo colágeno, que deve ser mantido úmido para que o solvente do primer realize a remoção desta umidade remanescente [6]. Com o aumento da profundidade, ocorre variação na quantidade de túbulos, aumentando a umidade superficial da dentina e tornando crítica a ação dos primers [7]. Os adesivos que empregam condicionamento ácido prévio são aparentemente mais susceptíveis às diferenças regionais do que os adesivos autocondicionantes [8]. Essa vantagem, se confirmada, seria clinicamente importante, uma vez que o comportamento uniforme frente à variabilidade morfológica e fisiológica desse substrato é uma propriedade desejável em um sistema adesivo [9].

Segundo Van Meerbeek et al. [10], devido ao sistema adesivo autocondicionante possuir o monômero ácido incorporado ao primer, o risco de discrepância entre a área desmineralizada e a área infiltrada é baixo ou inexistente, tornando menos crítica a união à dentina e resultando em menor sensibilidade pós-

operatória. Pashley et al. [11] afirmaram, com relação à variabilidade existente entre as diferentes regiões da dentina, que os valores de adesão são maiores em dentina superficial do que em profunda, por causa da não uniformidade na quantidade de túbulos, da permeabilidade da dentina e da velocidade de movimentação do fluido dentinário nos túbulos que podem sofrer interferência sob pressão pulpar.

A verificação da interação entre tecido biológico e biomateriais em uma interface é de extrema importância [12]. Sendo assim, para avaliar a resistência de união da interface resina-dentina, um dos testes realizados é o ensaio de microtração, no qual as amostras usadas são preparadas com uma área de aproximadamente 1 mm², produzindo uma distribuição mais uniforme da tensão e resultados mais precisos do que os testes de tração e cisalhamento, que utilizam uma área de 7 a 12 mm² [2,13]. Nestes testes, com o uso dos sistemas adesivos atuais associados às técnicas de condicionamento total e adesão à dentina úmida, duas evidências passaram a ser registradas: aumento, tanto dos valores de resistência adesiva [1], quanto do número das fraturas coesivas em dentina, permanecendo a interface de união intacta [14].

Dessa forma, tem sido pesquisado em diversos estudos o comportamento físico-mecânico das interfaces resina-dentina para averiguar o desempenho ao longo do tempo em diferentes profundidades da dentina. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar in vitro o efeito da variação da profundidade do substrato dentinário na resistência de união à microtração [μ TBS], imediatamente e após 6 meses de armazenamento em água, de diferentes sistemas adesivos.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados 24 terceiros molares humanos hígidos, obtidos do Banco de Dentes da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UEPG pelo Protocolo 09908/08, do Parecer n°37/2008.

Delineamento experimental e material utilizado

Neste estudo foram avaliados três sistemas adesivos: um sistema adesivo convencional de frasco único Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) [SB] e dois sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos, Adper™ SE Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) [SE] e AdheSE® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, DDR) [AD] (Quadro 1). As

amostras foram divididas em 6 grupos experimentais (n=4), variando a profundidade do substrato dentinário (dentina superficial [DS] e dentina profunda [DP]) e os respectivos adesivos.

Preparo das amostras

Para obter os diferentes níveis de profundidade dentinária, a superfície oclusal dos dentes foi desgastada em uma máquina de cortes seriados (Isomet 1000, Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, EUA), com um disco de diamante (#7020, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), sob constante refrigeração com água, abaixo da base das cúspides, no sentido transversal, perpendicularmente ao longo eixo do dente, com o auxílio de radiografias interproximais dos dentes para análise da proximidade da câmara pulpar, sendo entre 2-2,5 mm para DS e de 0,5-1 mm do corno-pulpar mais alto para DP. Removeu-se o esmalte ao redor do dente com ponta diamantada cilíndrica em alta rotação.

Quadro 1- Composição e lote dos sistemas adesivos utilizados neste estudo

Marca Comercial	Composição	Lote
Adper™ SingLe Bond 2 [Sb]	Etanol, Bis-Gma, Silano Tratado Com Filler De Sílicam 2 Hidroxietilmetacrilato, Glicerol 1, 3 Dimetacrilato, Copolímero De Ácido Acrílico E Ácido Itacônico E Diuretano Dimetacrilato	7Mn
Adper™ Se Plus [Se]	Líquido A - Primer (Solução Aquosa): Água ~80%, Hema: ~20%, Corante Rose Bengal, Surfactante. Líquido B – Bond: Resinas De Metacrilato(Udma/ Tegdma/Tmpt), Hema Fosfato E Mhp (Componentes Ácidos), Nanopartículas De Zircônia (20%), Fotoiniciadores.	8Ap
Adhese® [Ad]	Adhese Primer: Dimetacrilato, Acrilato Do Ácido Fosfônico, Iniciadores E Estabilizadores Em Solução Aquosa Adhese Bond: Hema, Dimetacrilato, Dióxido De Silício, Iniciadores E Estabilizadores.	Ka1839 Ka 0597

Em seguida, realizou-se a padronização da smear layer utilizando lixas d'água de carbureto de silício na granulação de P600 (FEPA), em Politriz (Arotec Ind. e Com. Ltda., Cotia, SP, Brasil) a 200 rpm, sob refrigeração com água. Após a padronização da smear layer, realizaram-se os procedimentos de adesão de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes.

A seguir, três incrementos de 1,0 mm de espessura de resina composta Filtek™ Z350 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foram inseridos e fotoativados separadamente por 30 segundos, numa intensidade de 500 mW/cm² (Optilux 400, Demetron/Kerr, Danbury, CT, EUA), sobre as superfícies de dentina. Ao término, as amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas à temperatura ambiente.

A seguir, os dentes foram fixados em suportes plásticos com cera pegajosa (Pason – Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos Ltda., São Paulo, SP, Brasil) e adaptados em um dispositivo “ad-hoc” para ser montado na máquina de cortes seriados. Foram feitos cortes nos dentes, obtendo-se espécimes em forma de palito com aproximadamente 0,7 + 0,1 mm² de secção transversal.

Cada espécime foi observado com uma lupa estereoscópica Lambda LEB-3 (Equipamentos de Laboratório Lambda, São Paulo, SP, Brasil) no aumento de 20 X, para eliminar espécimes que apresentavam esmalte, fendas, bolhas ou que sofreram fratura durante o corte. Dos espécimes íntegros, metade foi submetida ao teste de microtração imediato e mantida em umidade relativa à temperatura ambiente e a outra metade foi armazenada em água destilada por um período de 6 meses a uma temperatura de 37°C.

Ensaio de Microtração e Análise das amostras

Os experimentos de microtração para avaliação da resistência de união na interface resina-dentina foram realizados em uma Máquina de Ensaio Universal (Kratos Dinamômetros, São Paulo, SP, Brasil). A área da interface adesiva e o comprimento de cada palito foram mensurados, utilizando um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo, Tóquio, Japão). Cada espécime foi fixado individualmente ao dispositivo de microtração com cola à base de cianocrilato (Super Bonder Gel, Loctite Ltda., Piracicaba, SP, Brasil) associado a um acelerador do processo de endurecimento com líquido monômero (Líquido Acrílico Autopolimerizável, VIPI Ltda., São Paulo, SP, Brasil), por suas extremidades, de forma que a interface ficasse disposta perpendicularmente ao eixo de aplicação de carga. O

teste de tração foi realizado aplicando uma carga de até 20 kgf, em velocidade constante de 0,5 mm/min até a ruptura. Os valores finais de resistência de união foram obtidos em MPa.

Os espécimes obtidos de cada dente foram separados; metade para o ensaio mecânico realizado imediatamente (n=20) após a obtenção dos espécimes e a outra metade armazenada em água destilada para avaliar a resistência de união após 6 meses de armazenamento (n=20). A água destilada contida nos frascos onde eram armazenados os espécimes era substituída uma vez por semana.

Após a fratura dos espécimes, as superfícies de dentina e resina composta correspondentes ao local da área de adesão foram observadas em estereomicroscópio (Nikon Eclipse E200, Melville, NY, EUA) em 40X de aumento. Os tipos de fraturas foram classificados em: fraturas coesivas de dentina, quando houve a ruptura dos espécimes no substrato dentinário; fraturas coesivas na resina, quando ocorreu rompimento da amostra na resina composta; fraturas adesivas, quando houve a ruptura na superfície de adesão e fraturas mistas, quando o rompimento ocorreu ao mesmo tempo na superfície de adesão e no substrato dentinário e/ou resina composta.

Planejamento estatístico

Para avaliar a variável dependente quantitativa “resistência de união”, foram levados em consideração os fatores: sistema adesivo, substrato dentinário e tempo. A resistência de união foi avaliada em DS e DP e nos tempos imediatamente e após 6 meses de armazenamento em água. Os valores obtidos da resistência de união foram calculados em Mpa, sendo os dados avaliados pela Análise de Variância de três fatores e para as múltiplas comparações o pós-teste de Bonferroni. Todos os cálculos estatísticos foram realizados com o programa SPSS versão 15.0 (Statistical Package for the Social Science, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

RESULTADOS

Na avaliação da resistência de união imediatamente, apenas o fator “adesivo” foi significativo ($p < 0,05$). Os dados de resistência de união após 6 meses de armazenamento em água mostraram que a interação ($p = 0,0447$) dos fatores “adesivo e substrato dentinário” foi significativa ($p < 0,05$). Em cavidade superficial o fator tempo foi significativo; em cavidade profunda o fator adesivo foi significativo. AD

em DS (imediatamente: $49,0 \pm 6,7$ MPa) mostrou diminuição significativa da resistência de união após 6 meses ($23,2 \pm 7,9$ MPa) de armazenamento em água. Com o pós-teste de Bonferroni para análise das comparações múltiplas foi possível observar que o SE e AD mostraram diferença significativa ($p < 0,05$), tanto em DS como em DP. Em DS o fator tempo foi significativo ($p < 0,05$). Já em DP, o fator adesivo foi significativo ($p < 0,05$) (Tabela 1).

O número de palitos e o percentual dos padrões de fratura estão descritos na Tabela 2, em que se observa uma predominância de fraturas adesivas na maioria das condições experimentais.

DISCUSSÃO

O desempenho clínico satisfatório dos sistemas adesivos depende do substrato em que está sendo aplicado, devido às diferenças morfológicas da dentina e orientação dos túbulos, à presença da smear layer, à permeabilidade e ao grau de umidade [3,15,16]. Entretanto, a maioria dos testes laboratoriais envolvendo união dentinária é realizada em substrato cortado e polido, com as características de dentina saudável, existindo variações de substrato tanto em dentina superficial como em profunda [15].

Tabela 1 – Média \pm Desvio Padrão (MPa) da resistência de união (*) imediatamente e após 6 meses de armazenamento em água para cada grupo experimental e significância estatística para cada condição experimental

SISTEMAS ADESIVOS	IMEDIATAMENTE		6 MESES	
	DENTINA SUPERFICIAL	DENTINA PROFUNDA	DENTINA SUPERFICIAL	DENTINA PROFUNDA
ADPER™ SINGLE BOND 2	36,4 \pm 6,9 AA	30,1 \pm 9,1Ac	30,0 \pm 6,0 AA	33,5 \pm 7,4 AA
ADPER™ SE PLUS	31,1 \pm 14,3 BA	28,4 \pm 9,6 BC	32,3 \pm 6,3 BA	25,6 \pm 9,2 BA
ADHESE	49,0 \pm 6,7 CB	44,5 \pm 5,2 CB	23,2 \pm 7,9 CA	40,0 \pm 12,9 DB

(*) Os dados foram avaliados pela ANOVA e pós-teste de Bonferroni ($p < 0,05$) sendo que só podem ser comparados dentro de uma mesma abordagem estatística (Dentina Superficial e Profunda). As letras minúsculas representam comparação entre os grupos experimentais e as letras maiúsculas representam comparação entre os substratos. Letras iguais representam semelhança estatística.

Tabela 2 – Número de palitos e Percentual (%) do padrão de fratura das interfaces adesivas para cada condição experimental

SISTEMAS ADESIVOS	PROFUNDIDADE DENTINÁRIA	REALIZAÇÃO ENSAIOS	NÚMERO DE PALITOS (PADRÃO DE FRATURA - %)			
			COESIVA RESINA	COESIVA DENTINA	ADESIVA	MISTA
ADPER™ SINGLE BOND 2	SUPERFICIAL	IMEDIATO	-	-	30 (75%)	10 (25%)
		6 MESES	-	-	23 (58%)	17 (42%)
	PROFUNDA	IMEDIATO	-	-	30 (75%)	10 (25%)
		6 MESES	-	-	23 (58%)	17 (42%)
ADPER™ SE PLUS	SUPERFICIAL	IMEDIATO	7 (17%)	3 (8%)	23 (58%)	7 (17%)
		6 MESES	-	-	23 (58%)	17 (42%)
	PROFUNDA	IMEDIATO	3 (8%)	-	34 (84%)	3 (8%)
		6 MESES	-	-	23 (58%)	17 (42%)
ADHESE®	SUPERFICIAL	IMEDIATO	2 (7%)	-	30 (75%)	8 (18%)
		6 MESES	-	-	23 (58%)	17 (42%)
	PROFUNDA	IMEDIATO	7 (17%)	7 (17%)	26 (66%)	-
		6 MESES	3 (8%)	3 (8%)	11 (26%)	23 (58%)

Giannini et al. [17] avaliaram a resistência de união à microtração em esmalte (E), dentina (D) e junção esmalte-dentina (JED). No esmalte obtiveram espécimes a partir da orientação prismática (paralela e transversalmente) e, em dentina, em função de profundidade (superficial, média e profunda). Em esmalte tracionado transversalmente à sua orientação prismática, a resistência de união foi significativamente menor; já a profundidade de dentina afetou significativamente os valores de resistência de união; enquanto que JED apresentou resistência de união semelhante em orientação prismática paralela e dentina média. Ao se padronizar as diferentes profundidades no presente estudo, radiografias interproximais foram favoráveis na determinação da altura do corte da superfície oclusal, apesar de ainda serem observadas diferenças nos resultados para dentina superficial e profunda entre os adesivos.

Estudos prévios em dentina coronal com a mesma metodologia mostraram resultados semelhantes de resistência de união para adesivos convencionais e adesivos autocondicionantes de dois passos [18,19]. No estudo de Toledano et al. [20], os autores analisaram a resistência de união em dentina superficial e profunda de cinco sistemas adesivos (convencionais e autocondicionantes) e verificaram que a μ TBS foi dependente de ambos os adesivos e dos substratos, sendo que os sistemas autocondicionantes mostraram desempenho similar em qualquer profundidade da dentina. Neste estudo, o sistema adesivo SE apresentou imediatamente menor valor de resistência de união quando comparado ao AD tanto em DS ($31,1 \pm 14,3$

MPa) quanto em DP ($28,4 \pm 9,6$ MPa). Após 6 meses, os valores do AD diminuíram significativamente em DS ($23,2 \pm 7,9$ MPa), quando comparados ao imediato, tanto em DS ($49,0 \pm 6,7$ MPa) como em DP ($44,5 \pm 5,2$ MPa), e também com relação à DP ($40,0 \pm 12,9$) após 6 meses de armazenamento em água.

As maiores resistências de união obtidas com adesivos autocondicionantes podem depender de alguns fatores, como a diferença de pH do primer presente nos adesivos [21], a estrutura química dos componentes adesivos [22], a solubilidade dos sais formados [23] e o tempo de aplicação do primer para o desenvolvimento de uma camada híbrida rica em cálcio [12]. A obtenção de uma união forte e durável entre os materiais restauradores e a estrutura dentinária é de fundamental importância para a longevidade dos procedimentos restauradores [24]. No estudo de Cecchin et al. [9], a resistência à microtração do sistema adesivo precedido pelo condicionamento ácido foi superior à do sistema adesivo autocondicionante, tanto em dentina superficial quanto em dentina profunda; porém, o nível de profundidade dentinária não afetou significativamente a resistência de união para o mesmo sistema adesivo. Yoshiyama et al. [25] e Phrukkanon et al. [6] demonstraram que a resistência de união de adesivos convencionais pode ser afetada pelos locais diferentes de dentina, enquanto um sistema autocondicionante produziu consistente adesão independente do local da dentina ou da orientação dos túbulos.

Embora os testes laboratoriais não reproduzam fielmente as condições que ocorrem clinicamente, eles representam um importante parâmetro de análise

[24]. Neste sentido, o maior desafio é manter a união resina-dentina estável para obter longevidade nos procedimentos restauradores. Vários métodos têm sido propostos para reproduzir situações clínicas e do ambiente bucal, como, por exemplo, a ciclagem térmica e armazenamento em água ou em outras soluções [24]. Optou-se nesse estudo *in vitro* pelo armazenamento em água, como meio de envelhecimento artificial, baseando-se em trabalhos como os de Reis et al. [26] e Van Landuyt et al. [27]. A água, que promove degradação das fibras colágenas desprotegidas [24], é uma das várias substâncias de armazenamento utilizadas em pesquisas de longevidade das interfaces adesivas.

Os resultados deste estudo demonstram que a “natureza” dinâmica da morfologia do substrato dentinário é certamente um fator importante para os mecanismos de adesão de materiais restauradores na estrutura dentária. Neste sentido, os diferentes resultados de resistência de união encontrados na literatura, com diferentes sistemas adesivos, favorecem a necessidade de pesquisas adicionais, laboratoriais e clínicas, para obter um sistema adesivo que promova adequada adesão em todos os níveis de profundidade dentinária [8,9]. No teste imediato do presente estudo não houve diferença estatisticamente significativa com relação ao substrato dentinário para cada sistema adesivo isoladamente. Cumpre notar que ao comparar os resultados imediatamente e após 6 meses não houve diferença estatisticamente significativa com relação ao substrato dentinário para os sistemas adesivos SB

e SE; entretanto, para o AD estes resultados foram estatisticamente diferentes. Este fato provavelmente ocorre por se tratar de sistemas adesivos com diferenças na composição e diferentes abordagens de união, uma vez que a concentração e tipo de monômeros metacrilatos hidrofílicos e ácidos podem alterar a acidez dos sistemas adesivos autocondicionantes. Além disso, as diferenças na concentração de água entre os sistemas podem contribuir para a dissociação total ou parcial dos ácidos funcionais, influenciando a resistência de união de acordo com Nishiyama et al. [28].

A predominância de fraturas adesivas e a porcentagem das demais fraturas obtidas no presente estudo estão compatíveis com os resultados de Bouillaguet et al. [29], os quais verificaram 70% de fraturas adesivas; 20% mistas; 7,2 % coesivas em resina composta e 2,8% coesivas em dentina. Desta forma, Sadek et al. [30] afirmam que o teste de microtração é escolhido por permitir uma melhor distribuição da tensão na interface adesiva quando comparado aos testes convencionais de cisalhamento ou tração, diminuindo o número de fraturas coesivas no substrato, como demonstrado no presente estudo.

CONCLUSÃO

Conclui-se que diferentes níveis de profundidade dentinária podem afetar a resistência de união para o mesmo material e que o fator tempo pode influenciar a degradação do sistema adesivo.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the resin-dentin bond strengths (μ TBS) of a total-etch adhesive system (Adper™ Single Bond 2 [SB], 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) and of two self-etch adhesive systems (Adper™ SE Plus [SE], 3M ESPE, St. Paul, MN, USA and AdheSE® [AD], Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, DDR) in superficial dentin (SD) and deep dentine (DD) immediately and after 6 months of storage in water. Surface occlusals of 24 carie-free human third molars were exposed to their SD or DD and polished to create a standardized smear layer. After the adhesive procedures, composite buildups were constructed incrementally and sectioned to obtain bonded sticks (0.7 ± 0.1 mm²) that were tested in tension (0.5 mm/min) immediately and after 6 months of water storage. The μ TBS data were submitted to a three-way analysis of variance (ANOVA) model with Bonferroni tests ($\alpha=0.05$). In the evaluation of the immediate μ TBS, only the “adhesive” factor was significant ($p < 0.05$). After 6 months of storage in water, the interaction of the “adhesive and dentinal substrate” factors was significant ($p < 0.05$). The AD in SD (IM: 49.0 ± 6.7 MPa) showed a significant decrease in the μ TBS after 6 months of storage in water (23.2 ± 7.9 MPa). The SE and AD showed a significant difference ($p < 0.05$) in the SD and DD. The most significant factor for the SD was time, while for the DD, it was the adhesive. The SB in the SD and DD showed no statistically significant differences either immediately or after 6 months ($p > 0.05$). In conclusion, different levels of dentin depth can affect the bond strength for the same material, and time may influence the degradation of the adhesive system.

UNITERMS

Dentin-bonding agents; dentin; tensile strength.

REFERÊNCIAS

- Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent*. 1999 Winter;1(4):299-309.
- Marshall GW Jr. Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int*. 1993 Sep;24(9):606-17.
- Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*. 1997 Sep;25(5):355-72.
- 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 Jan;34(1):26-34.
- Carvalho RM, Fernandes CA, Villanueva R, Wang L, Pashley DH. Tensile strength of human dentin as a function of tubule orientation and density. *J Adhes Dent*. 2001 Winter;3(4):309-14.
- Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentin. *J Dent*. 1999;27:265-74.
- Uceda-Gómez N, Reis A, Carrilho MR, Loguercio AD, Rodrigues Filho LE. Effect of sodium hypochlorite on the bond strength of an adhesive system to superficial and deep dentin. *J Appl Oral Sci*. 2003;11(3):223-8.
- Owens BM, Johnson WW. Effect of single step adhesives on the marginal permeability of class V resin composites. *Oper Dent*. 2007;32:67-72.
- Cecchin D, Farina AP, Spazzin AO, Galafassi D, Barbizam JVB, Carlini-Júnior B. Influência da profundidade dentinária na resistência à microtração de sistemas adesivos de condicionamento ácido total e autocondicionante. *Rev Odonto Ciênc*. 2008;23(2):150-5.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003 May-Jun;28(3):215-35.
- Pashley DH, Sano H, Yoshiyama M, Ciucchi B, Carvalho RM. Dentin, a dynamic bonding substrate: the effects of dentin variables on resin adhesion. In: Shimono M, Maeda T, Suda H, Takahashi K. *Proceedings of the International Conference on the Dentin/PulpComplex*. Tokyo: Quintessence; 1996. p.11-21.
- Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to Intact Dentin. *J Dent Res*. 1996 Sep;75(9):1706-15.
- Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength: evaluation of micro-tensile bond test. *Dent Mater*. 1994 Jul;10(4):236-40.
- Sundsangiam S, van Noort R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *J Adhesive Dent*. 1999 Spring;1(1):57-67.
- Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res*. 1999 Apr;78(4):898-905.
- Perry RD. Clinical evaluation of total-etch and self-etch bonding systems for preventing sensitivity in class I and class 2 restorations. *Compend Cont Educ Dent*. 2007;28:12-4.
- Giannini M, Soares CJ, de Carvalho RM. Ultimate tensile strength of tooth structures. *Dent Mater*. 2004 May;20(4):322-9.
- Osorio R, Erhardt MC, Pimenta LA, Osorio E, Toledano M. EDTA treatment of dentin improves resin-dentin bonds durability. *J Dent Res*. 2005;84:736-40.
- Wang Y, Spencer P. Continuing etching of an all-in-one adhesive in wet dentin tubules. *J Dent Res*. 2005;84:350-4.
- Toledano M, Osorio R, Ceballos L, Fuentes MV, Fernandes CA, Tay FR, et al. Microtensile bond strength of several adhesive systems to different dentin depths. *Am J Dent*. 2003 Oct;16(5):292-8.
- Gregoire G, Millas A. Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: correlation with their pH. *Oper Dent*. 2005;30:481-91.
- Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. *Dent Mater*. 2005;21:895-910.
- 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;83:454-8.
- Yamauti M, Hashimoto M, Sano H, Ohno H, Carvalho RM, Kaga M, Tagami J, et al. Degradation of resin-dentin bonds using NaOCl storage. *Dent Mater*. 2003 Jul;19(5):399-405.
- Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho RM, et al. Regional strength of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res* 1996;75:1404-13.
- Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RH. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater*. 2004 Sep;20(7):669-76.
- Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munck J, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *J Dent*. 2006 Jan; 34(1):77-85.
- Nishiyama N, Suzuki K, Takahashi K, Nemoto K. The pKa effects of the carboxylic acid in N-methacryloyl-omega-amino acid on the demineralization and bond strengths to the teeth. *Biomaterials*. 2004;25:5441-7.
- 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.
- Sadek FT, Tavares AU, Cardoso PEC. Efeito do armazenamento de adesivos de frasco único sobre a resistência de união à dentina. *Cienc Odontol Bras*. 2003 abr/jun;6(2):29-34.

Recebido: 29/04/2010

Aceito: 07/02/2011

Correspondência:

Yasmine Mendes Pupo

Rua: Jaime Pinto Rosas, 180 – Jardim Carvalho 84015-600

Ponta Grossa, Paraná, Brasil

yasmindemendes@hotmail.com