

## Efeito da *smear layer* na degradação da união entre a dentina e um sistema adesivo autocondicionante

Mariane Emi SANABE<sup>a</sup>, Paula JACQUES<sup>b</sup>, Hérica Adad RICCI<sup>a</sup>,  
Carlos Alberto de Souza COSTA<sup>c</sup>, Josimeri HEBLING<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Doutoranda em Ciências Odontológicas, Departamento Clínica Infantil, Faculdade de Odontologia, UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil

<sup>b</sup>Professora Auxiliar, Centro de Ciências da Saúde, Faculdade de Odontologia, Universidade de Fortaleza – UNIFOR, 60811-905 Fortaleza - CE, Brasil

<sup>c</sup>Departamento de Fisiologia e Patologia, Faculdade de Odontologia, UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil

<sup>d</sup>Departamento Clínica Infantil, Faculdade de Odontologia, UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil

Sanabe ME, Jacques P, Ricci HA, Costa CAS, Hebling J. Effect of the smear layer on the degradation of dentin bonds produced by a self-etching adhesive system. Rev Odontol UNESP. 2009; 38(1): 45-51.

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da incorporação da *smear layer* na degradação da união resina-dentina produzida por um sistema adesivo primer autocondicionante. Superfícies planas em dentina foram obtidas de 24 molares e divididas em três grupos (n = 8) de acordo com o tratamento da *smear layer*: sem remoção (G1), remoção com ácido fosfórico (G2) ou EDTA (G3). Após o tratamento da *smear layer*, o sistema Clearfil SE Bond foi aplicado, seguido da construção da coroa em resina. Os dentes foram seccionados para a produção de espécimes com área de secção transversal de 1 mm<sup>2</sup>, que foram armazenados por 24 horas ou 24 meses em água previamente ao ensaio mecânico de microtração. Aos dados de resistência de união (RU), foram aplicados teste-*t* de Student e de ANOVA a um critério fixo, complementado por teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Os maiores valores de RU para ambos os períodos de envelhecimento foram registrados para G3. Redução significativa da RU foi observada para todas as condições de tratamento da *smear layer*: 21,6, 26,6 e 21,7% para G1, G2 e G3, respectivamente. Em conclusão, embora a remoção da *smear layer* com EDTA tenha favorecido o aumento da resistência de união imediata do sistema Clearfil SE Bond, a degradação da união resina-dentina não foi negativamente afetada pela incorporação dessa estrutura.

**Palavras-chave:** Dentina; camada de esfregaço; adesivos dentinários; resistência à tração; degradação.

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the effect of the incorporation of the smear layer on the degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etching adhesive system. Flat dentin surfaces were produced from 24 molars and randomly assigned to three groups (n = 8) according to the treatment of the smear layer, no removal (G1), removal with phosphoric acid (G2) or EDTA (G3). After treating the smear layer, Clearfil SE Bond was applied on the surface followed by the built-up of a resin crown. The teeth were cut to produce specimens with a cross-sectional area of 1 mm<sup>2</sup>, which were stored in water for 24 hours or 24 months before being tested under tension. Bond strength data were analyzed by Student's *t*-tests and ANOVA complemented by Tukey at a preset level of significance of 5%. The highest bond strengths, for both periods of aging, were produced in G3. Significant reduction in bond strength was recorded for all groups, 21.6, 26.6 and 21.7% for G1, G2 and G3, respectively. In conclusion, although the removal of the smear layer with EDTA significantly improved the immediate bond strength, the incorporation of the smear layer did not adversely affect the biodegradation of resin-dentin bonds.

**Keywords:** Dentin; smear layer; dentin bonding agents; bond strength; degradation.

## Introdução

Durante o preparo cavitário, o corte do tecido dentinário resulta na produção de uma camada composta por resíduos/debris, denominada de *smear layer*, a qual permanece agregada às paredes cavitárias e à entrada dos túbulos dentinários (*smear plug*), podendo interferir no processo de adesão<sup>1</sup>. O pobre desempenho adesivo observado para os primeiros sistemas de união à dentina, os quais eram aplicados diretamente sobre a *smear layer*, foi atribuído à baixa resistência coesiva e de união dessa estrutura à dentina subjacente<sup>2</sup>. Além disso, a composição dessa camada reflete a composição do tecido a partir do qual é formada e, conseqüentemente, pode conter microrganismos, restos celulares e contaminantes diversos, como sangue. Apesar desses pontos negativos, a *smear layer* atua como uma barreira biológica natural, reduzindo a permeabilidade da dentina exposta em até 86%<sup>3</sup>.

Os sistemas adesivos atuais interagem com os substratos dentários via dois mecanismos, os quais diferem, entre outros aspectos, quanto ao tratamento da *smear layer*. O primeiro mecanismo envolve a remoção completa da *smear layer* (sistemas convencionais), enquanto no outro, essa estrutura é mantida como substrato para adesão (sistemas autocondicionantes)<sup>4,5</sup>. A principal diferença entre os dois mecanismos é a realização preliminar e separada do condicionamento do substrato com ácidos fortes (geralmente o gel de ácido fosfórico entre 32-37%), o qual é posteriormente lavado da superfície juntamente com a *smear layer* completamente dissolvida. Esse mecanismo é adotado pelos sistemas convencionais, simplificados ou não. Entretanto, além da completa remoção da *smear layer*, o condicionamento com ácido fosfórico também resulta em alterações morfológicas importantes da dentina subjacente, as quais incluem a remoção da dentina peritubular e conseqüente alargamento da entrada dos túbulos dentinários<sup>2</sup> e a desmineralização da dentina superficial com exposição das fibrilas de colágeno. Dessa forma, são criadas vias de difusão interfibrilares para a subseqüente infiltração pelo sistema adesivo e formação da camada híbrida. Todavia, embora a dentina disponha de mecanismos intrínsecos para o tamponamento de ácidos, tem sido demonstrado que a profundidade de desmineralização da dentina é superior a capacidade de infiltração dos monômeros resinosos<sup>6,7</sup>. Essa discrepância resulta na manutenção de fibrilas de colágeno desprovidas de proteção mineral e polimérica na base da camada híbrida<sup>7</sup>, as quais são susceptíveis à degradação hidrolítica e enzimática<sup>8</sup>, resultando na deterioração da união resina-dentina<sup>9,10</sup>.

Sistemas adesivos autocondicionantes dissolvem parcialmente a *smear layer*, desmineralizam e infiltram a dentina subjacente simultaneamente<sup>11</sup>. Conseqüentemente, a *smear layer* é incorporada à interface de união como uma estrutura hibridizada, a qual corresponde à zona mais fraca

da interface adesiva produzida com sistemas autocondicionantes simplificados ou não<sup>1,12</sup>. Além do mais, a espessura e a textura da *smear layer*, as quais variam em função do tipo de substrato e instrumento de corte utilizado, podem influenciar negativamente a união de sistemas adesivos autocondicionantes à dentina<sup>1,13</sup>. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da manutenção da *smear layer* sobre a resistência de união imediata e a degradação da união resina-dentina produzida por um sistema adesivo primer autocondicionante.

## Material e método

Foram utilizados 24 terceiros molares humanos hígidos armazenados em solução de azida sódica a 0,2% (4 °C), logo após sua extração e limpeza. Os dentes foram selecionados após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP e utilizados até 6 meses da sua extração. Superfícies planas em dentina foram obtidas através da remoção do terço coronário oclusal em cortadeira metalográfica equipada com disco de diamante (ISOMET 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração constante. As superfícies foram cuidadosamente inspecionadas em lupa estereoscópica (Olympus, São Paulo - SP, Brasil), para confirmar a ausência de esmalte remanescente. A padronização da *smear layer* foi realizada por meio de desgaste manual em lixas de carbetto de silício granulação 600, sob refrigeração, por 60 segundos.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos (n = 8) de acordo com o tratamento da *smear layer* previamente à aplicação do sistema adesivo Clearfil SE Bond (pH 1,8, Kuraray Med. Inc., Tokio, Japão). No grupo 1 (G1), a *smear layer* foi mantida sobre a superfície dentinária e o sistema adesivo aplicado de acordo com as recomendações do fabricante. Dessa forma, o componente SE Primer foi aplicado sobre a superfície seca, passivamente por 20 segundos, seguido de secagem com leves jatos de ar (5 segundos, 15 cm de distância). Em seguida, o componente SE Bond foi depositado sobre a superfície em uma única camada e fotoativado por 10 segundos. A superfície de dentina foi inspecionada quanto ao brilho superficial e à irradiância (530 mW.cm<sup>-2</sup>) emitida pelo aparelho de fotoativação (Optilux 500, Kerr Company, Alemanha), que foi checada por meio de um radiômetro imediatamente antes do início dos procedimentos adesivos.

Nos grupos 2 e 3 (G2 e G3), a *smear layer* foi removida com ácido fosfórico e EDTA, respectivamente, previamente à aplicação do sistema adesivo como em G1, incluindo a aplicação do SE Primer, o qual também foi utilizado naqueles grupos. O ácido fosfórico (Scotchbond Etchant 35%, 3M ESPE, St. Paul - MN, EUA) foi utilizado por 15 segundos seguido de lavagem abundante pelo mesmo período de tempo. A superfície foi seca com jatos de ar, porém evitando-se sua

completa desidratação. O ácido etilenodiamino tetra acético (EDTA 0,5M, pH 7,2) foi utilizado sobre a superfície por 30 segundos, também passivamente, seguido de lavagem abundante e secagem com jatos de ar.

Para todos os dentes, após a aplicação do sistema adesivo, foram confeccionadas coroas em resina composta (Z250, 3M ESPE, St Paul, MN) em camadas incrementais fotoativadas individualmente por 20 segundos, até a altura de 5 mm. Os corpos de prova foram armazenados a 37 °C por 24 horas, seguido de ciclagem térmica composta por 500 ciclos em banhos alternados de 20 segundos cada em água a 5 e 55 °C. Os principais componentes dos materiais utilizados no estudo estão apresentados na Tabela 1.

Os corpos de prova foram seccionados perpendicularmente à união resina-dentina, nos eixos x-y, na cortadeira metalográfica para obtenção de espécimes com área de secção transversal de 1 mm<sup>2</sup>. Os espécimes foram cuidadosamente inspecionados em lupa estereoscópica e os selecionados tiveram sua área de secção transversal individualmente aferida por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo, São Paulo - SP, Brasil). Esses espécimes foram divididos em dois subgrupos de acordo com o tempo de armazenagem (envelhecimento): 24 horas (avaliação imediata) ou 24 meses em água destilada a 37 °C.

Decorrido o período de armazenagem, cada espécime foi fixado pelas suas extremidades em um dispositivo de microtração, acoplado à máquina de ensaios mecânicos, com adesivo instantâneo (Super Bonder Gel, Henkel Loctite Ltda., São Paulo - SP, Brasil) de maneira que a linha de união permanecesse perpendicular ao longo eixo da força de tração. O ensaio mecânico de microtração foi realizado em máquina de testes mecânicos (Material Test System, MTS 810, Mineapolis - MN, EUA) ajustada para forças de tração, com célula de carga de capacidade máxima de 1 kN, sendo

a velocidade do atuador de 0,5 mm.min<sup>-1</sup>. Após a ruptura dos espécimes, o tipo de fratura ocorrida foi avaliado em lupa estereoscópica e as fraturas classificadas em: coesiva do substrato (dentina ou resina), adesiva ou mista.

Aos dados de resistência de união (MPa) foi aplicado o teste de ANOVA a um critério fixo complementado pelo teste de Tukey, para a comparação das três condições de tratamento da *smear layer* para cada período de armazenagem, ou seja, 24 horas ou 24 meses. O teste-*t* de Student foi utilizado para a comparação dos períodos de envelhecimento dentro de cada condição de tratamento da *smear layer*. Todos os testes estatísticos foram considerados no nível pré-estabelecido de significância de 5%. Os tipos de fratura foram analisados descritivamente e apresentados na forma de tabela de frequência.

## Resultado

Dados referentes à resistência de união para cada condição de tratamento da *smear layer* e período de envelhecimento são apresentados na Tabela 2. Os maiores valores de resistência de união foram produzidos para o G3 (EDTA), tanto no período de 24 horas (46,6 ± 9,9 MPa) quanto no período de 24 meses (36,5 ± 13,0 MPa) de envelhecimento. Esses valores foram estatisticamente superiores aos valores produzidos nos grupos G1 (sem remoção) e G2 (ácido fosfórico) (Tukey, *p* < 0,05). O desempenho adesivo desses dois últimos grupos foi estatisticamente não diferente para ambos os períodos de armazenagem (Tukey, *p* > 0,05).

Considerando-se a estabilidade longitudinal das interfaces adesivas, como já foi descrito, foi observada redução significativa da resistência de união para todos os grupos (teste-*t* de Student, *p* < 0,05). A maior redução, entretanto, foi registrada para o G2 (26,6%), enquanto para os grupos

**Tabela 1.** Principais componentes, fabricante e lote dos materiais utilizados

Nome comercial	Principais componentes	Fabricante	Lote
Ácido Fosfórico 35%	Ácido fosfórico	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA	00700
EDTA 0,5 M	Acido etilenodiamino tetra-acético, água	Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO, EUA	
Clearfil SE Bond (CSE)	Primer: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, canforoquinona, N-N-dietanol toluidina, água	Kuraray Med, Inc. Ltd., Osaka, Japão	00195
	Bond: MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, canforoquinona, N-N-dietanol-p- toluidina, sílica coloidal silanizada		00193
Filtek Z250	Resinas Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, zircônia, sílica	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA	2008/02

Abreviaturas: MDP: Metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato; HEMA: Hidroietil metacrilato; Bis-GMA: Bisfenol-Glicidil-Dimetacrilato; UDMA: Uretano dimetacrilato; e Bis-EMA: Bisfenol-polietililnoglicoldieterdimetacrilato

G1 e G3 foram observadas perdas de resistência de união de 21,6 e 21,7%, respectivamente.

Fraturas envolvendo a interface (adesivas e mistas) predominaram em todos os grupos para os dois períodos de envelhecimento. Entretanto, aumento quantitativo de fraturas puramente adesivas foi registrado após 24 meses de armazenagem em água (Figura 1).

## Discussão

Sistemas adesivos autocondicionantes são aplicados diretamente sobre a dentina coberta com *smear layer*. A dissolução dessa estrutura e a desmineralização da dentina subjacente são realizadas via monômeros funcionais ácidos polimerizáveis, os quais sofrem ionização na presença de água. A capacidade desses sistemas de dissolver a *smear layer* e desmineralizar a dentina está diretamente relacionada à sua concentração hidrogeniônica (pH), ou seja, sua acidez<sup>14</sup>. Dessa forma, sistemas considerados agressivos (pH < 1,0) podem dissolver a *smear layer* completamente

e desmineralizar a dentina com intensidade semelhante a do ácido fosfórico<sup>14,15</sup>. Entretanto, o primer ácido do sistema adesivo Clearfil SE Bond (pH 2,0), assim como de outros sistemas autocondicionantes, dissolve apenas parcialmente a *smear layer*, a qual se torna hibridizada pelo componente polimérico<sup>15</sup> e incorporada à união resina-dentina.

A remoção da *smear layer* com ácido etileno diaminotetra-acético (EDTA 0,5 M, pH 7.4), previamente à aplicação do sistema Clearfil SE Bond, aumentou significativamente a sua resistência de união imediata à dentina quando comparada aos demais grupos (Tabela 2). Esse mesmo efeito positivo foi demonstrado por outros estudos, *in vitro*<sup>16,17</sup> e *in vivo*<sup>18</sup>, porém não existe informação na literatura sobre o efeito desse procedimento a longo prazo. O EDTA é um agente quelante com a capacidade de remover seletivamente os cristais de hidroxiapatita sem danificar a estrutura da matriz de colágeno<sup>19</sup>. Este ácido produz diferentes efeitos na dentina, dependendo da sua concentração, do pH e do tempo de aplicação<sup>20</sup>. Sua utilização como um agente condicionador permite a dissolução total da *smear layer*, com manutenção de 30% da *smear plug* e sem alteração morfológica da superfície dentinária<sup>21</sup>, o que favorece o controle da umidade intrínseca desse substrato no momento do estabelecimento da união. A manutenção do conteúdo inorgânico da dentina também favorece a reação química existente entre os monômeros ácidos do sistema autocondicionante e a hidroxiapatita<sup>22,23</sup>.

Por outro lado, nenhum efeito benéfico nos valores de resistência de união imediata foi observado quando a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35% (G2) previamente à aplicação do sistema autocondicionante, uma vez que esses valores foram comparáveis aos obtidos no grupo controle (G1) (Tabela 2). O condicionamento da dentina com ácidos fortes – como rotineiramente realizado para os sistemas convencionais – dissolve completamente a *smear layer* e a *smear plug*, as quais são subsequentemente removidas pela lavagem do ácido, e desmineraliza a dentina subjacente, resultando na exposição de fibrilas de colágeno desprovidas de proteção mineral. A impregnação completa

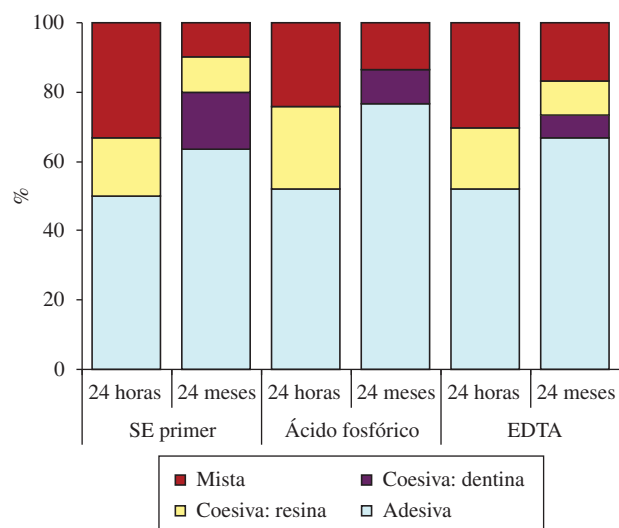


Figura 1. Distribuição dos tipos de falhas.

Tabela 2. Resistência de união (MPa) produzida em função do tipo de tratamento da dentina e do período de envelhecimento da interface adesiva

Tratamento da dentina	Período de armazenagem/envelhecimento		% Redução da RU
	24 horas	24 meses	
SE Primer (G1)	31,5 ± 6,8 [35]*A, a**	24,7 ± 11,0 [30] A, b	21,6
Ácido fosfórico (G2)	35,0 ± 8,1 [35] A, a	25,7 ± 11,6 [30] A, b	26,6
EDTA (G3)	46,6 ± 9,9 [35] B, a	36,5 ± 13,0 [30] B, b	21,7

\*Valores são média ± desvio padrão [número de espécimes]. \*\*Nas linhas, valores de resistência de união seguidos da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente (test-t de Student, p > 0,05); nas colunas, valores seguidos da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente (Tukey, p > 0,05).

dessa zona de dentina desmineralizada não é possível dentro das condições clínicas de aplicação dos sistemas adesivos, resultando na manutenção de uma zona de colágeno exposto na base da camada híbrida, devida à discrepância entre a profundidade de desmineralização da dentina e a de infiltração dos monômeros resinosos<sup>7,24</sup>. Essa zona é considerada a menos resistente da interface<sup>9,25</sup> e altamente vulnerável à degradação ao longo da vida útil da restauração<sup>26</sup>. Outro problema com esse tipo de condicionamento do substrato dentinário é o favorecimento do fenômeno de separação física dos componentes hidrófilos e hidrófobos constituintes do sistema adesivo, devido a diferenças graduais na concentração de água presente na dentina desmineralizada e no tamanho dos espaços interfibrilares. O fenômeno de separação de fases pode comprometer a integridade estrutural da camada híbrida, tornando-a mais porosa por impedir a penetração completa e homogênea do adesivo ao longo da dentina desmineralizada<sup>6,7</sup>. Além do mais, uma vez que o ácido fosfórico desmineraliza completamente as camadas superficiais da dentina, pode-se especular que a desejável reação química entre os monômeros ácidos do sistema autocondicionante e a hidroxiapatita<sup>22,23</sup> seria prejudicada ou até mesmo se tornaria inexistente.

A armazenagem em água tem sido frequentemente utilizada como método de investigação da longevidade de interfaces adesivas<sup>27-31</sup>, embora não reproduza fielmente a dinâmica da cavidade bucal, na medida em que desconsidera a contribuição das forças oclusais, as alterações de temperatura e as enzimas proteolíticas bacterianas e salivares. Entretanto, são poucos os estudos acerca da degradação de interfaces adesivas produzidas com sistemas adesivos autocondicionantes realizados *in vivo*<sup>32-34</sup>. O processo de degradação pode ser definido como um complexo e intrincado mecanismo que envolve ambos os substratos, resina e dentina, os quais são negativamente afetados pela ação da água (degradação hidrolítica) e de enzimas salivares, bacterianas e da própria dentina (degradação enzimática). Embora o processo de degradação possa ser dividido em três estágios – plastificação do polímero pela água, eluição de monômeros e/ou oligômeros da camada híbrida ou de adesivo, e degradação hidrolítica e enzimática da matriz dentinária<sup>35</sup> – ainda não existe consenso acerca de qual componente da interface é mais susceptível a esses eventos<sup>36</sup>.

No presente estudo, redução significativa dos valores de resistência de união após 24 meses de envelhecimento em água foi observada para todos os grupos experimentais, o que concorda com outros estudos que avaliaram a degradação de sistemas autocondicionantes, incluindo o sistema Clearfil SE Bond, na ausência de margens em esmalte<sup>27-31</sup>. O aumento da frequência de falhas puramente adesivas observado neste estudo confirma a ocorrência de degradação da união resina-dentina, devida à redução de suas propriedades mecânicas. Contrário a estes achados, Sano et al.<sup>32</sup> e Takahashi et al.<sup>33</sup>

observaram estabilidade das interfaces adesivas criadas com esse sistema, após 12 meses em função na cavidade bucal de primatas. Entretanto, é importante destacar que, nesses estudos, a restauração como um todo foi envelhecida, diferentemente do presente estudo, no qual, devido às reduzidas dimensões dos espécimes armazenados e à ausência de margens estabelecidas em esmalte, a degradação foi acelerada. Nakajima et al.<sup>28</sup> também observaram estabilidade de um sistema autocondicionante, porém em um período de observação de apenas 6 meses.

Embora não tenha sido observada diferença estatisticamente significativa entre os valores de resistência de união para os grupos ácido fosfórico (G2) e SE Primer (G1) após 24 meses de envelhecimento, maior percentagem de perda de resistência adesiva ocorreu no grupo tratado com ácido fosfórico (26,6%). Como descrito anteriormente, a discrepância entre a profundidade de desmineralização da dentina e a da infiltração monomérica resulta na formação de uma camada híbrida imperfeita e na manutenção de uma zona de colágeno desnudo na base dessa camada<sup>7,24</sup>. Essa região atua como via de permeação de fluídos, caracterizada como nanoinfiltração, a qual favorece o início e a continuidade do processo de degradação hidrolítica, tanto do componente resinoso como do componente orgânico exposto na interface. Também tem sido demonstrada a ocorrência de degradação enzimática das fibrilas de colágeno desprovidas de proteção mineral ou polimérica, a qual pode ser mediada por proteases presentes na própria matriz dentinária<sup>8</sup>. Essas enzimas, denominadas de metaloproteinases, são liberadas da matriz de dentina no momento da sua dissolução e apresentam capacidade de degradação do colágeno, mesmo na sua forma não desnaturada. Estudos recentes têm demonstrado *in vitro*<sup>37</sup> e *in vivo*<sup>38,39</sup> o potencial dessas enzimas no processo de degradação de interfaces adesivas e sua inibição pela clorexidina.

Nos grupos sem tratamento (G1) e condicionado com EDTA (G3), foi detectada redução média da resistência de união de 21,6 e 21,7%, respectivamente (Tabela 2). Isso demonstra que a incorporação da *smear layer* na interface adesiva não favoreceu sua degradação. Esse resultado poderia ser justificado pelas características da *smear layer* produzida no presente estudo. A utilização de lixas de baixa granulometria, como a lixa 600, produz uma *smear layer* pouco espessa e de pequena rugosidade, a qual não interfere no processo de adesão de sistemas autocondicionantes à dentina, segundo Rocha et al.<sup>40</sup> e Pangsrisonboon et al.<sup>41</sup>. Nesses mesmos estudos, por outro lado, foi observada direta interferência da *smear layer* quando produzida com brocas carbide. Consequentemente, o primer ácido do sistema Clearfil SE Bond pode ter sido capaz de dissolver quase que completamente a *smear layer*, apesar de ser considerado de moderada agressividade (pH 2,0). Oliveira et al.<sup>13</sup> demonstraram que, após a aplicação de primers ácidos so-

bre a dentina coberta com *smear layer* produzida por lixas de granulação 600, quase metade dos túbulos dentinários estavam parcialmente ou completamente abertos. Também observaram maiores valores de resistência de união quando a *smear layer* foi produzida por lixas de granulação 600, quando comparados aos valores obtidos para a produção da *smear layer* com brocas carbide. Dessa forma, trabalhos futuros são necessários para avaliar o efeito da incorporação de *smear layers* representativas das produzidas durante os procedimentos clínicos e a partir de substratos clinicamente significantes, como a dentina alterada pelo processo carioso e a dentina esclerótica, no processo de degradação de interfaces adesivas.

### Conclusão

Embora a remoção da *smear layer* com EDTA tenha favorecido o aumento da resistência de união imediata do sistema adesivo Clearfil SE Bond, a degradação da união resina-dentina não foi negativamente afetada pela incorporação dessa estrutura.

### Agradecimentos

Essa pesquisa foi parcialmente financiada pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio da concessão de bolsa de Mestrado.

### Referências

- Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater.* 2001;17:122-6.
- Burke FJ, McCaughey AD. The four generations of dentin bonding. *Am J Dent.* 1995;8:88-92.
- Pashley DH, Livingston MJ, Reeder OW, Horner J. Effects of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentine in vitro. *Arch Oral Biol.* 1978;23:1127-33.
- Tay FR, Pashley DH. Dental adhesives of the future. *J Adhes Dent.* 2002;4:91-103.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28:215-35.
- Spencer P, Wang Y. Adhesive phase separation at the dentin interface under wet bonding conditions. *J Biomed Mater Res.* 2002;62:447-56.
- Spencer P, Wang Y, Katz JL. Identification of collagen encapsulation at the dentin/adhesive interface. *J Adhes Dent.* 2004;6:91-5.
- Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, Ito S. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.* 2004;83:216-21.
- Hashimoto M, Ohno H, Endo K, Kaga M, Sano H, Oguchi H. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. *Dent Mater.* 2000;16:406-11.
- Kitasako Y, Nakajima M, Pereira PN, Okuda M, Sonoda H, Otsuki M, et al. Monkey pulpal response and microtensile bond strength beneath a one-application resin bonding system in vivo. *J Dent.* 2000;28:193-8.
- Perdigão J, Frankenberger R, Rosa BT, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J Dent.* 2000;13(special issue):25-30.
- Tay FR, Hashimoto M, Pashley DH, Peters MC, Lai SC, Yiu CK, et al. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. *J Dent Res.* 2003;87:537-41.
- Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW Jr. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater.* 2003;19:758-67.
- Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration beyond dentin smear layer. *Dent Mater.* 2001;17:296-308.
- Wang Y, Spencer P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. *J Dent Res.* 2003;82:141-5.
- Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater.* 2005;21:103-9.
- Soares CJ, Castro CG, Santos Filho PC, da Mota AS. Effect of previous treatments on bond strength of two self-etching adhesive systems to dental substrate. *J Adhes Dent.* 2007;9:291-6.
- Kina JK, Hebling J, Costa CAS. Influência da *smear layer* sobre a resistência de união entre um sistema adesivo autocondicionante e o substrato dentinário. *Rev ABO Nac.* 2007;15:96-100.
- Blomlof JP, Blomlof LB, Cederlund AL, Hultenby KR, Lindskog SF. A new concept for etching in restorative dentistry? *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1999;19:31-5.
- Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* 2002;28:17-9.
- Çehreli ZC, Altay N. Etching effect of 17% EDTA and a non-rinse conditioner (NRC) on primary enamel and dentin. *Am J Dent.* 2000;13:64-8.
- 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.
- Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki D, et al. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res.* 2005;84:1160-4.

24. Wang Y, Spencer P. Effect of acid etching time and technique on interfacial characteristics of the adhesive-dentin bond using differential staining. *Eur J Oral Sci.* 2004;112:293-9.
25. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent.* 2002;30:99-105.
26. Spencer P, Swafford JR. Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. *Quintessence Int.* 1999;30:501-7.
27. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs. microtensile bond strength. *Oper Dent.* 2002;27:289-96.
28. Nakajima M, Okuda M, Ogata M, Pereira PN, Tagami J, Pashley DH. The durability of a fluoride-releasing resin adhesive system to dentin. *Oper Dent.* 2003;28:186-92.
29. Shirai K, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Suzuki K, et al. Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater.* 2005;21:110-24.
30. Reis AF, Giannini M, Pereira PNR. Effects of a peripheral enamel bond on the long-term effectiveness of dentin bonding agents exposed to water in vitro. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.* 2008;85:10-7.
31. Abdalla AI, Feilzer AJ. Four-year water degradation of a total-etch and two self-etching adhesives bonded to dentin. *J Dent.* 2008;36:611-7.
32. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res.* 1999;79:906-11.
33. Takahashi A, Inoue S, Kawamoto C, Ominato R, Tanaka T, Sato Y, et al. In vivo long-term durability of the bond to dentin using two adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2002;4:151-9.
34. Koshiro K, Inoue S, Sano H, De Munck J, Van Meerbeek B. In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system. *Eur J Oral Sci.* 2004;112:368-75.
35. Reis AF, Arrais CAG, Novaes PD, Carvalho RM, de Goes MR, Giannini M. Ultramorphological analysis of resin-dentin interfaces produced with water-based single-step and two-step adhesives: nanoleakage expression. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.* 2004;71:90-8.
36. Carrilho MRO, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Effects of storage media on mechanical properties of adhesive systems. *Am J Dent.* 2004;17:104-8.
37. Carrilho MR, Carvalho RM, de Goes MF, di Hipólito V, Geraldini S, Tay FR, et al. Chlorhexidine preserves dentin bond in vitro. *J Dent Res.* 2007;86:90-4.
38. Hebling J, Pashley DH, Tjäderhane L, Tay FR. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res.* 2005;84:741-6.
39. Carrilho MR, Geraldini S, Tay F, de Goes MF, Carvalho RM, Tjäderhane L, et al. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res.* 2007;86:529-33.
40. Rocha PI, Borges AB, Rodrigues JR, Arrais CA, Giannini M. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self-etching adhesive systems. *Braz Oral Res.* 2006;20:52-8.
41. Pangsrisonboon B, Hamirattisai C, Nilsri K, Burrow MF. Microtensile bond strength of self-etching adhesive systems to differently prepared dentin. *Am J Dent.* 2007;20:259-62.

**Autor para correspondência**  
Profª. Dra. Josimeri Hebling  
jhebling@foar.unesp.br

Recebido: 23/09/2008  
Aceito: 22/02/2009

