

## Resistência de união à microtração de sistemas adesivos “condiciona-e-lava” de dois passos: efeito de diferentes tratamentos da superfície dentinária condicionada

*Microtensile bond strength of 2-step etch-and-rinse adhesive systems: Effects of different treatments of etched dentin*

Tamiris Pereira da Costa NEVES<sup>a\*</sup>, Thais Piragine LEANDRIN<sup>a</sup>, Mateus Rodrigues TONETTO<sup>b</sup>,  
Marcelo Ferrarezi ANDRADE<sup>a</sup>, Edson Alves de CAMPOS<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Faculdade de Odontologia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, Brasil

<sup>b</sup>UNIC – Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT, Brasil

### Resumo

**Introdução:** A evolução dos sistemas adesivos permitiu que os fabricantes desenvolvessem materiais com técnicas cada vez mais simplificadas, porém que, ainda assim, promovessem adequados valores de resistência de união imediata. Sugere-se que alguns tratamentos da superfície dentinária podem favorecer esse processo de adesão. **Objetivo:** Avaliar os efeitos de diferentes tratamentos, em superfície dentinária plana condicionada, sobre a resistência de união à microtração de sistemas adesivos do tipo “condiciona-e-lava” de dois passos. **Material e método:** Noventa e seis terceiros molares humanos foram divididos em 12 grupos (n=8), aleatoriamente, de acordo com o sistema adesivo utilizado (GI: Adper Single Bond 2 - 3M ESPE; GII: Prime & Bond 2.1 - Dentsply; GIII: Excite - Ivoclar Vivadent) e o tipo de tratamento do substrato dentinário condicionado (a: água; b: clorexidina + água; c: etanol; d: clorexidina + etanol). Todos os dentes foram restaurados com resina Charisma na cor A2 (Heraeus - Kulzer, Germany) e submetidos a ensaio mecânico de microtração (EMIC DL-2000). O teste estatístico realizado foi ANOVA a um fator, completado com teste de Tukey. **Resultado:** Os grupos GIIC, GIIIC e GIID apresentaram aumento significativo estatisticamente na resistência de união à microtração imediata. **Conclusão:** Os diferentes tratamentos da dentina condicionada não afetaram de maneira negativa a resistência de união para todos os sistemas adesivos testados e a utilização da técnica com etanol, associado ou não à clorexidina, parece ser uma interessante abordagem quando associada a sistemas adesivos “condiciona-e-lava” de dois passos.

**Descritores:** Adesivos dentinários; dentina; clorexidina; etanol; resistência de união.

### Abstract

**Introduction:** The development of adhesive systems allow manufacturers to develop materials with increasingly simplified techniques, but that still would promote adequate resistance values of immediate union. It is suggested that some treatments of dentin surface can facilitate the process of accession. **Objective:** To evaluate the effects of different treatments in conditioned flat dentin surface on bond strength to microtensile 2-step etch-and-rinse adhesive systems. **Material and method:** Ninety-six human third molars were divided into twelve groups (n = 8) randomly according to the used adhesive system (GI: Single Bond 2 - 3M ESPE; GII: Prime & Bond 2.1 - Dentsply; GIII: Excite - Ivoclar Vivadent) and type of treatment of the conditioned dentin (a: water; b: water + chlorhexidine; c: ethanol; d: chlorhexidine + ethanol). All teeth were restored with Charisma color A2 (Heraeus - Kulzer, Germany) and subjected to mechanical testing microtensile (EMIC DL-2000). The statistical test performed was ANOVA 1 factor supplemented with Tukey test. **Result:** GIIC groups GIIIC and GIID showed statistically significant increase in bond strength to immediate microtensile. **Conclusion:** The different treatments of dentin did not affect negatively the bond strength for all tested adhesive systems and the use of the technique with ethanol, with or without chlorhexidine, appears to be an interesting approach when combined with 2-step etch-and-rinse adhesive systems.

**Descriptors:** Adhesives; dentin; chlorhexidine; ethanol; bond strength.

## INTRODUÇÃO

Os adesivos dentinários são muito utilizados na Odontologia moderna e, em virtude de sua ampla aplicabilidade, seu estudo é de grande importância. A adesão da resina à dentina ocorre por meio de infiltração e polimerização de resinas hidrofílicas na malha de colágeno, exposta em função da aplicação de ácido, formando uma camada híbrida<sup>1</sup>. Desde sua introdução, os sistemas adesivos vêm sofrendo modificações em suas formulações e mecanismos de ação, com o intuito de melhorar os valores de resistência de união, sobretudo em dentina. As empresas têm procurado desenvolver materiais com técnica cada vez mais simplificada, para que o protocolo clínico de adesão seja mais rápido e menos suscetível a problemas decorrentes de sua sensibilidade técnica. Atualmente, no mercado, podem-se identificar sistemas adesivos do tipo condiciona-e-lava e sistemas adesivos autocondicionantes. O sistema adesivo condiciona-e-lava de dois passos é caracterizado pelo condicionamento com ácido fosfórico (passo 1) e pela aplicação de material com propriedades hidrofílicas e hidrofóbicas (passo 2), que irá desempenhar as funções de *primer* e adesivo.

Cada vez mais a longevidade de restaurações em resina composta tem se tornado uma área de grande interesse da Odontologia<sup>2</sup>. A evolução contínua dos sistemas restauradores adesivos tem provocado mudanças nos protocolos clínicos e nos materiais, além de mudanças nas atitudes, que visam aumentar a durabilidade da união entre a dentina e os adesivos resinosos. Contudo, essa união pode não ser tão segura quanto se admitia<sup>3,4</sup>. Tem sido amplamente defendido que a união entre dentina e resina, obtida com sistemas adesivos contemporâneos, pode deteriorar-se com o passar do tempo<sup>5</sup>. Mesmo não havendo um total conhecimento em relação ao mecanismo de deterioração da interface adesiva, sabe-se que as metaloproteinases da matriz dentinária (MMPs) são famílias de enzimas proteolíticas capazes de degradar a matriz orgânica da dentina desmineralizada, atuando nas fibrilas de colágeno expostas na base da camada híbrida decorrentes da discrepância entre a profundidade de desmineralização ácida da dentina e a infiltração monomérica durante os procedimentos adesivos<sup>6,7</sup>. A clorexidina (CHX) é amplamente utilizada como agente antimicrobiano e tem sido afirmado que, quando aplicada sobre a dentina condicionada, previamente ao uso de adesivos, pode inibir MMPs e, conseqüentemente, impedir a degradação das fibrilas de colágeno expostas na união resina-dentina, além de sua propriedade antimicrobiana<sup>8</sup>. A CHX a 2% em solução aquosa, utilizada como agente coadjuvante no processo de adesão polimérica ao substrato dentinário, não interfere negativamente no desempenho adesivo imediato. Entretanto, o componente resinoso permanece vulnerável à degradação hidrolítica. Além disso, sua utilização sobre a dentina desmineralizada pode aumentar a energia livre de superfície, equiparando-se ao esmalte<sup>9</sup> e favorecendo a umectabilidade da dentina desmineralizada pelos sistemas adesivos, o que poderia justificar maiores valores de resistência de união imediata em grupos tratados com clorexidina<sup>10</sup>.

Uma técnica chamada "*ethanol wet-bonding*" foi desenvolvida recentemente<sup>11</sup>, em que é utilizado o etanol em vez de água para

manter os espaços interfibrilares obtidos com o condicionamento ácido da dentina. Teoricamente, com esta técnica, o meio se torna menos hidrofílico, mantendo a matriz de colágeno expandida e permitindo maior permeação dos monômeros nos espaços interfibrilares. Existem aspectos a serem validados, como a utilização da clorexidina associada ao etanol, já que as duas soluções têm demonstrado resultados favoráveis em relação à união resina-dentina.

Rotineiramente, os profissionais lançam mão de materiais para a desinfecção do preparo cavitário, previamente à restauração. Foi sugerido que esses materiais poderiam comprometer a qualidade da resistência de união de sistemas restauradores adesivos. Se isso for verdadeiro, um grande número de restaurações pode estar destinado ao fracasso precoce, com a utilização dos mesmos protocolos de desinfecção. Em seu estudo, Meiers, Kresin<sup>12</sup> avaliaram a influência de substâncias desinfetantes aplicadas antes da inserção do sistema adesivo e foi demonstrado que a clorexidina determinou maiores níveis de microinfiltração. Os mesmos autores sugeriram que desinfetantes cavitários podem interagir com os materiais adesivos, comprometendo sua capacidade de selar efetivamente a dentina. Esta opinião é suportada por Tulunoglu et al.<sup>13</sup>, que observaram menores valores de resistência de união associados à utilização de solução de clorexidina.

Dessa forma, o presente projeto se propôs a investigar a influência que soluções aquosa e alcoólica de clorexidina, como coadjuvantes no processo de adesão ao substrato dentinário, exercem sobre a resistência de união imediata de sistemas adesivos contemporâneos do tipo "condiciona-e-lava" de dois passos.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram obtidos 96 terceiros molares humanos extraídos, isentos de cárie, através do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Araraquara FOAr/Unesp (Processo CEP 45/11). Estes foram limpos e armazenados em recipientes com solução de timol 0,1% a 4 °C, até o momento de sua utilização. Foi realizado corte com disco de diamante em rotação controlada e refrigeração com água (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) na região logo abaixo das fósulas destes dentes. Posteriormente, utilizaram-se lixas de granulação 320, em máquina politriz (EcoMet 250 Grinder Polisher - Buehler), para obter superfície dentinária plana e padronizar a *smear layer* sobre estas superfícies. Em seguida, todos os dentes foram observados em estereomicroscópio para avaliar se a superfície plana conseguida pelo corte e pela lixa não possuíam remanescentes de esmalte, sendo repetido o processo de lixamento, caso houvesse necessidade. Todos os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado (I: Single Bond 2; II: Prime & Bond 2.1; III: Excite), e subgrupos, de acordo com o tipo de tratamento do substrato dentinário (a: Água; b: Clorexidina + Água; c: Etanol; d: Clorexidina + Etanol), conforme mostra a Figura 1.

Cada dente então foi preparado para receber, posteriormente, a simulação de pressão pulpar. Com o auxílio de uma fresa esférica em alta rotação (com refrigeração), confeccionou-se um pequeno

orifício próximo à junção cimento-esmalte, com a intenção de comunicar a câmara pulpar dos dentes com o meio externo. Para esta comunicação, utilizamos agulhas BD PrecisionGlide de 18G  $\times$  1<sup>1/2</sup>, que foram seccionadas, obtendo-se, de cada uma delas, três cânulas. Realizou-se condicionamento ácido e, em seguida, procedimento adesivo, com o sistema adesivo OptiBond FL (Kerr Corporation), na região do orifício, seguindo a recomendação do fabricante, para fixação da cânula que comunicaria o interior do dente com o simulador de pressão pulpar. O ápice radicular foi vedado com o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE) e, em seguida, cada dente foi posicionado sobre uma placa circular metálica de aproximadamente 1,3 mm de diâmetro, sendo mantido preso a esta através do adesivo acima mencionado, de maneira que a superfície planificada da coroa ficasse paralela à placa em questão. A seguir, cada um dos conjuntos (dente + placa metálica) foi incluído em resina acrílica rápida incolor (VIPIFlash), com o intuito de manter a pressão pulpar simulada durante os procedimentos adesivos e restauradores. Neste momento, cada grupo de dentes passou pelos procedimentos de preparo da superfície dentinária planificada e posterior restauração, de acordo com o tipo de tratamento da superfície dentinária e o sistema adesivo determinados. Em cada dente, foi conectada individualmente uma mangueira de silicone, que ligava a cânula metálica fixada no nível da junção cimento-esmalte do dente ao simulador de pressão pulpar. Foi também conectado um tubo (nylon azul 6 $\times$ 4 mm) à torneira (Whitey b43xf4) do simulador, estando esta posicionada na posição de abertura do circuito de aspiração dos dentes; observe-se que a outra extremidade deste tubo foi então conectada a uma bomba de vácuo, utilizada para evacuar as câmaras pulpares e que, depois de ligada, permaneceu funcionando por 30 minutos ininterruptos. Após este período, a torneira foi girada no sentido anti-horário, para fechamento do circuito de sucção e abertura do circuito de simulação da pressão pulpar, sendo então a bomba de vácuo desligada. Estava já preparado um recipiente com soro fisiológico acima da torneira, de forma que a altura do líquido à bancada de trabalho ficasse em 30 cm. O soro fisiológico preencheu o interior dos dentes e mantivemos, assim, pressão pulpar simulada.

Dessa forma, individualmente, fomos realizando o preparo dos dentes com a pressão pulpar simulada, tomando o cuidado para manter, em recipiente com soro fisiológico, os dentes que aguardavam o momento de receber o tratamento para o qual foram determinados. O primeiro passo nesta etapa foi padronizar a *smear layer* da superfície dentinária planificada com lixa de granulação 320 em máquina politriz (EcoMet 250 Grinder Polisher - Buehler). Em seguida, cada dente foi submetido à sequência de preparo estipulada para seu subgrupo, tomando o cuidado de seguirmos exatamente as recomendações do fabricante de cada sistema adesivo.

A superfície em dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35% (Adper Scotchbond - 3M ESPE) por 15 segundos, seguido de lavagem por 10 segundos e remoção dos excessos de água com papel absorvente para todos os dentes. Nos subgrupos "a", em que, após o condicionamento ácido, a dentina foi mantida impregnada com água, foram realizados os procedimentos adesivos sem tratamento adicional. Nos subgrupos "b", foi aplicada à dentina condicionada uma solução aquosa de Diacetato de Clorexidina a 1%, mantida passivamente por 60 segundos. Após este período, os excessos da solução foram removidos com papel absorvente e então realizamos o procedimento de adesão. Nos subgrupos "c", após condicionamento ácido, lavagem e remoção dos excessos de água com papel absorvente, foi aplicado, com auxílio de pincel *microbrush*, o Etanol Anidro (99,5%) e, em seguida, realizou-se o procedimento adesivo determinado. E, finalmente, nos subgrupos "d", a dentina condicionada, como nos outros subgrupos, recebeu solução de Diacetato de Clorexidina com Etanol, sendo esta mantida passiva por 60 segundos; em seguida, removemos os excessos com papel absorvente para concluirmos a etapa adesiva, a seguir.

Para os subgrupos "b" e "d", tratados com Diacetato de Clorexidina 1% em água destilada e em Etanol Anidro, respectivamente, foi necessário realizar o preparo das soluções, uma vez que o Diacetato de Clorexidina é encontrado apenas em forma cristalina (pó). Para determinar a proporção de pó de Diacetato de Clorexidina e dos solventes (Água destilada e Etanol Anidro), utilizaram-se os seguintes cálculos:

<b>Diacetato de Clorexidina 1% em água:</b>		
Água:	Usando densidade:	1 g pó ----- 100 mL água
D = 1 g/mL	1 mL ----- 1 g água	Y <sub>2</sub> ----- 25 mL água
1 mL -- 1 g água	X <sub>1</sub> ----- 100 g água	Y <sub>2</sub> = 0,25 g de pó de CHX para 25 mL de água
1%:	X <sub>1</sub> = 100 mL água	
1 g pó de CHX -- 100 g água		
<b>Diacetato de Clorexidina 1% em etanol:</b>		
Etanol	Usando densidade:	1 g pó ----- 126,58 mL etanol
D = 0,79 g/mL	1 mL ----- 0,79 g etanol	Y <sub>2</sub> ----- 25 mL etanol
1 mL -- 0,79 g etanol	X <sub>2</sub> ----- 100 g etanol	Y <sub>2</sub> = 0,19 g de pó de CHX para 25 mL de etanol
1%:	X <sub>2</sub> = 126,58 mL de etanol	
1 g pó CHX -- 100 g etanol		

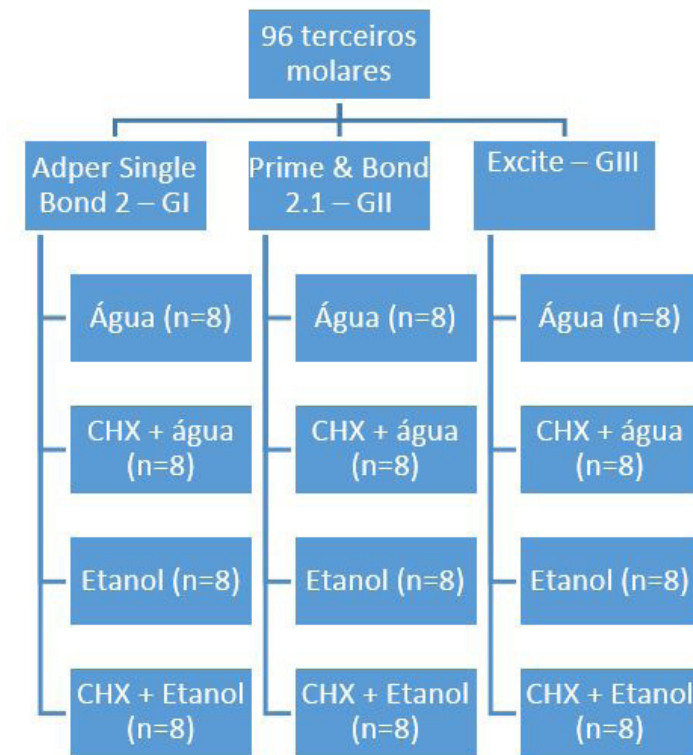
As soluções foram preparadas no momento de serem utilizadas evitando, dessa forma, qualquer alteração nas mesmas em virtude de armazenamento prolongado. Após o tratamento da superfície dentinária de cada subgrupo, foram realizados os procedimentos de adesão, de acordo com as recomendações dos fabricantes e, em seguida, foram aplicados três incrementos de resina composta CHARISMA na cor A2 (Heraeus - Kulzer, Germany), horizontais, com 1 mm de espessura cada e polimerização (Elipar Free Light - 3M ESPE) individualizada, durante 20 segundos. Em seguida, os dentes foram armazenados em saliva artificial a 37 °C, em ambiente escuro. Após uma semana de armazenagem, os dentes foram seccionados perpendicularmente à interface adesiva em fatias de 1 mm de espessura, utilizando disco de diamante em rotação controlada e refrigeração com água (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), tanto no sentido vestibulolingual como mesiodistal. Assim, foram obtidos espécimes em forma de palito com área adesiva de 1 mm<sup>2</sup>, verificada com micrômetro digital (S-T Industries, Inc., Saint James, MN, USA). Cada palito foi submetido a teste de resistência de união à microtração, no qual as extremidades em

resina e dentina foram aderidas a um dispositivo, sendo utilizando para isso cianoacrilato (LOCTITE Flex Gel). Um acelerador de cianoacrilato foi utilizado em seguida. O teste foi executado com velocidade de carregamento de 0,5 mm/minuto. As superfícies fraturadas foram preparadas para observação do padrão de fratura. Alguns espécimes foram preparados separadamente e receberam tratamento com concentrações ascendentes de álcool e deixados a secar em dessecador durante 12 horas. Após a cobertura áurica, foram observados em microscópio eletrônico de varredura (JSB 6400v, JEOL Co., Tokyo, Japan).

**RESULTADO**

Os resultados obtidos para resistência de união à microtração de sistemas adesivos do tipo condiciona-e-lava de dois passos, quanto aos diferentes tratamentos do substrato dentinário condicionado, podem ser observados a seguir, na Tabela 1.

Apenas o grupo tratado com etanol, para o sistema adesivo Prime & Bond 2.1, apresentou aumento significativo estatisticamente



**Figura 1.** Fluxograma dos grupos experimentais. Legenda: CHX = clorexidina. Fonte: Elaboração do próprio autor.

**Tabela 1.** Médias (MPa ± desvio padrão) de resistência de união à microtração após diferentes tratamentos da dentina condicionada

	Prime & Bond 2.1	Excite	Single Bond 2
Água	18,80 (±2,55) B	17,16 (±2,56) B	20,14 (±3,20) A
CHX em água	18,78 (±3,27) B	20,60 (±4,37) B	20,19 (±3,98) A
Etanol	23,19 (±2,48) A	26,85 (±3,59) A	20,59 (±4,25) A
CHX em Etanol	21,85 (±2,95) AB	26,83 (±4,33) A	23,15 (± 2,87) A
ANOVA (valor de p)	0,0072	< 0,0001	0,3077

Considerando a mesma coluna, letras iguais denotam semelhança estatística (ANOVA e Tukey, p≥0,05). Fonte: Elaboração do próprio autor.

**Tabela 2.** Distribuição percentual (%) dos tipos de fratura para os sistemas adesivos “condiciona-e-lava” de dois passos, após diferentes tratamentos da dentina condicionada

	Prime & Bond 2.1	Excite	Single Bond 2
Água	A=90; CD=0; CR=0; M=10	A=94; CD=4; CR=2; M=0	A=92; CD=2; CR=4; M=2
CHX em água	A=82; CD=2; CR=2; M=14	A=84; CD=0; CR=0; M=16	A=82; CD=0; CR=2; M=16
Etanol	A=82; CD=0; CR=0; M=18	A=80; CD=8; CR=0; M=12	A=94; CD=4; CR=0; M=2
CHX em Etanol	A=78; CD=2; CR=2; M=18	A=84; CD=8; CR=4; M=4	A=94; CD=0; CR=0; M=6

Os tipos de fratura estão distribuídos a seguir, na sequência: A=adesiva; CD=coesiva em dentina; CR=coesiva em resina; M=mista. Fonte: Elaboração do próprio autor.

na resistência de união à microtração imediata. Ainda para este sistema adesivo, no grupo tratado com CHX em etanol, observamos que a CHX não influenciou negativamente a resistência de união imediata. Para o sistema adesivo Excite, observou-se que os grupos tratados com etanol e CHX com etanol obtiveram aumento significativo estatisticamente, quanto à resistência de união à microtração, em comparação ao grupo tratado apenas com água (controle) e ao tratado com CHX em água. O sistema adesivo Single Bond 2 não apresentou melhora estatística na resistência de união para todos os grupos. Não foram realizadas comparações entre os sistemas adesivos, em virtude de estas não serem a proposta do nosso estudo.

Após o teste de Resistência de União ter sido realizado em todos os espécimes, os mesmos foram avaliados quanto ao tipo de fratura, de acordo com seu respectivo grupo. Houve predominância de falhas adesivas para todos os sistemas adesivos, combinados com todos os tratamentos da dentina condicionada (Tabela 2).

## DISCUSSÃO

Esta pesquisa propôs investigar a influência que soluções aquosa e alcoólica de clorexidina, como coadjuvantes no processo de adesão ao substrato dentinário, exercem sobre a resistência de união imediata de sistemas adesivos contemporâneos. As metaloproteínas de matriz (MMPs) são enzimas expressas por odontoblastos humanos maduros, os quais as secretam para o fluido dentinário, sendo incorporadas à matriz deste<sup>14</sup>. As MMPs podem ser capazes de degradar essa matriz após desmineralização<sup>5</sup>, seja pelo processo da cárie ou de semelhante maneira, durante o condicionamento ácido do protocolo adesivo<sup>15</sup>.

A desmineralização superficial da camada dentinária é um processo importante, pois cria espaços nesta malha que, posteriormente, servirão para a formação da camada híbrida, essencial na retenção micromecânica de materiais adesivos ao substrato dentinário<sup>15</sup>. No entanto, as fibrilas de colágeno expostas e não encapsuladas tornam-se susceptíveis à degradação hidrolítica e enzimática, pela ação das MMPs na base da camada híbrida, na qual houve infiltração deficiente dos monômeros na dentina desmineralizada<sup>16</sup>.

As uniões obtidas pelos sistemas adesivos em dentina desmineralizada ainda hoje são consideradas imperfeitas<sup>17</sup>. Os sistemas adesivos simplificados, condiciona-e-lava de dois passos e autocondicionantes de passo único, são formulados de maneira a obter maior quantidade de monômeros hidrofílicos, que são hidroliticamente instáveis<sup>18</sup>. Desta forma, estes adesivos formam camadas híbridas atuantes como membranas semipermeáveis, permitindo a passagem de fluidos, mesmo após a polimerização do adesivo<sup>18</sup>.

O sistema adesivo do tipo condiciona-e-lava de dois passos caracteriza-se pelo condicionamento com ácido fosfórico (passo 1) e aplicação de material com propriedades hidrofílicas e hidrofóbicas (passo 2), que desempenhará as funções do *primer* e do adesivo. Dessa forma, para que haja uma penetração ideal destes monômeros nos espaços interfibrilares criados e, conseqüentemente, forme-se uma camada híbrida adequada, é necessário que utilizemos protocolos clínicos de adesão que proporcionem este fim.

A CHX tem sido amplamente utilizada como parte do protocolo adesivo, por apresentar capacidade antimicrobiana e, quando aplicada sobre a dentina condicionada, por exercer importante papel na inibição das MMPs endógenas e na redução da solubilidade das fibras de colágeno expostas<sup>8,15</sup>. A CHX é capaz de reduzir e talvez eliminar a degradação enzimática da camada híbrida em longo prazo, não prejudicando a força de adesão<sup>1</sup>; note-se que, quando a CHX é utilizada após a sequência de condicionamento ácido, lavagem e remoção dos excessos de água, e antes da aplicação do *primer*, pode ser capaz de penetrar nas microporosidades criadas, misturando-se com a água e estando presente no momento da aplicação do *primer*. Desta forma, a CHX permanecerá na base da camada híbrida, na qual os monômeros não conseguiram penetrar, e poderá atuar nas MMPs ali presentes, contribuindo para manter a resistência de união com o passar do tempo. Sabe-se que a CHX mostra-se favorável para a preservação dos valores de resistência de união com o passar do tempo e que não influencia os valores iniciais de resistência de união<sup>19</sup>, como pôde ser observado também no nosso estudo, uma vez que, em relação ao grupo controle, a CHX em água não apresentou melhora significativa estatisticamente para a resistência de união dos sistemas adesivos condiciona-e-lava de dois passos utilizados e, quando associada ao etanol, não influenciou negativamente o resultado deste.

A técnica do “*ethanol-wet bonding*” tem sido proposta como alternativa para o tratamento do substrato dentinário condicionado, melhorando a infiltração de monômeros adesivos hidrofóbicos e reduzindo a degradação da interface adesiva<sup>20</sup> pela manutenção dos espaços interfibrilares. O etanol é miscível em água e, por este motivo, é capaz de substituí-la nos espaços interfibrilares, quando utilizado como tratamento do substrato dentinário. Assim, consegue-se uma ótima camada híbrida também na parte profunda da rede de colágeno, o que não acontece com a adesão em água, por exemplo. Li et al.<sup>20</sup> demonstraram que a técnica do “*ethanol-wet bonding*” mostrou-se eficiente quanto à força de adesão, sendo esta semelhante ou superior à adesão em água após 24h, e acreditam que este efeito positivo pode ser resultado da influência da composição química dos adesivos. Possivelmente, a aplicação do etanol sobre a dentina desmineralizada, por um tempo clínico pequeno, não seria capaz de remover a camada mais interna de água e, desta forma, parte das fibras colágenas estaria exposta na base da camada híbrida. Estas fibras estariam então susceptíveis à ação das MMPs. Assim, a associação da clorexidina com o etanol poderia ser interessante tanto para a resistência de união inicial quanto para a duração, em longo prazo.

Em nosso estudo, buscamos avaliar também se a associação destes componentes poderia apresentar resultados de resistência de união inicial inferiores àqueles conseguidos com os mesmos individualmente e, como resultado, encontramos que esta associação não apresentou influência negativa para a resistência de união.

Para o sistema adesivo Prime&Bond 2.1, foi possível observar semelhança estatística entre os tratamentos com “etanol” e com “clorexidina em etanol”. Para este sistema adesivo, os grupos “água” e “clorexidina em água” foram semelhantes entre si e inferiores ao “etanol”, e ao mesmo tempo semelhantes ao grupo “clorexidina em etanol”. Este adesivo possui como solvente a acetona, que, ao entrar em contato com a água presente nos espaços interfibrilares, forma o que se chama “efeito azeótropo”<sup>20</sup>. O azeótropo é a mistura de duas ou mais substâncias que, em certa composição, possuem um ponto de ebulição constante e fixo, como se fosse uma substância pura. Isso ocorre neste sistema adesivo com a acetona e a água dos espaços interfibrilares. No entanto, a acetona evapora mais rapidamente do que o álcool e, provavelmente, neste curto período até a total evaporação da acetona, parte da água presente mais profundamente nas microcavidades formadas não pôde ser misturada e, conseqüentemente, evaporada junto com a acetona. Assim, a utilização do etanol para tratamento do substrato dentinário já possibilita a evaporação de uma quantidade significativa da água presente nestes espaços e outra parte de água poderá ser evaporada então pela ação do solvente presente neste adesivo.

Para o Excite, houve melhora significativa estatisticamente para os grupos tratados com “clorexidina em etanol” e “etanol”, em comparação com o grupo controle e também com o grupo tratado com “clorexidina em água”. A melhora da resistência de união

deve-se provavelmente ao tipo de solvente presente neste adesivo, que é o álcool. Provavelmente, os espaços interfibrilares em que não havia ocorrido totalmente a evaporação da água junto ao etanol utilizado no tratamento do substrato dentinário, puderam então ser preenchidos pelo etanol do adesivo e, conseqüentemente, permitiu-se que os monômeros do adesivo penetrassem mais profundamente, formando assim uma camada híbrida mais profunda. A quantidade de álcool presente como solvente neste adesivo provavelmente era pequena e a sua ação pôde ser melhorada com a utilização do etanol como tratamento do substrato dentinário.

Para o Single Bond 2, não houve alterações na resistência de união à microtração para todos os tipos de tratamento do substrato dentinário condicionado. Este sistema adesivo apresenta como solventes álcool e água. Provavelmente, não obtivemos diferenças estatísticas significantes com estes tratamentos para este sistema adesivo, pois a quantidade de álcool presente como solvente já é suficiente para permitir uma boa penetração dos monômeros hidrófobos.

A quantidade de monômeros hidrófobos e hidrófilos presentes em cada sistema adesivo também pode ser um fator importante para avaliar a resistência de união encontrada para estes adesivos, com a utilização dos tratamentos especificados nesta pesquisa, visto que um adesivo com menor quantidade de monômeros hidrófobos terá maior facilidade de penetrar em uma região com presença de água e, desta forma, a presença de substâncias como o etanol, que evaporaria esta água, não causaria diferença significativa nos valores de resistência de adesão.

Entendemos ser importante avaliar, em um próximo estudo, como a utilização da “clorexidina em etanol” como tratamento do substrato dentinário condicionado, pode influenciar nos resultados de resistência de união à microtração de sistemas adesivos condiciona-e-lava de dois passos associados ao envelhecimento artificial.

## CONCLUSÃO

Concluímos que os diferentes tratamentos da dentina condicionada não afetaram de maneira negativa a resistência de união para todos os sistemas adesivos testados. Os efeitos dos diferentes tratamentos foram material-dependentes, sendo que o sistema contendo água e álcool em sua composição não apresentou diferença entre os grupos. A utilização da técnica com etanol, associado ou não à clorexidina, parece ser uma interessante abordagem quando associada a sistemas adesivos condiciona-e-lava de dois passos. Estudos posteriores são necessários para verificar a influência de tais tratamentos sobre a longevidade da resistência de união.

## AGRADECIMENTOS

À Agência de Fomento FAPESP, pelo auxílio financeiro que permitiu a realização desta pesquisa (Processo: 2010/20500-0).

## REFERÊNCIAS

1. Brackett MG, Tay FR, Brackett WW, Dib A, Dipp FA, Mai S, et al. In vivo chlorhexidine stabilization of hybrid layers of an acetone-based dentin adhesive. *Oper Dent*. 2009 Jul-Aug;34(4):379-83. PMID:19678441. <http://dx.doi.org/10.2341/08-103>.

2. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Tay FR, Kaga M, Kudou Y, et al. Micromorphological changes in resin-dentin bonds after 1 year of water storage. *J Biomed Mater Res.* 2002;63(3):306-11. PMID:12115762. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.10208>.
3. Hebling J, Pashley DH, Tjäderhane L, Tay FR. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res.* 2005 Aug;84(8):741-6. PMID:16040733. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910508400811>.
4. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005 Feb;84(2):118-32. PMID:15668328. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910508400204>.
5. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.* 2004 Mar;83(3):216-21. PMID:14981122. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910408300306>.
6. Eliades G, Vougiouklakis G, Palaghias G. Heterogeneous distribution of single-bottle adhesive monomers in the resin-dentin interdiffusion zone. *Dent Mater.* 2001 Jul;17(4):277-83. PMID:11356203. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00082-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00082-8).
7. Spencer P, Wang Y. Adhesive phase separation at the dentin interface under wet bonding conditions. *J Biomed Mater Res.* 2002 Dec;62(3):447-56. PMID:12209931. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.10364>.
8. Carrilho MR, Tay FR, Donnelly AM, Agee KA, Tjäderhane L, Mazzoni A, et al. Host-derived loss of dentin matrix stiffness associated with solubilization of collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2009 Jul;90(1):373-80. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.b.31295>. PMID:19090493.
9. Perdigão J, Denehy GE, Swift EJ Jr. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am J Dent.* 1994 Apr;7(2):81-4. PMID:8054190.
10. Carrilho MR, Geraldini S, Tay F, Goes MF, Carvalho RM, Tjäderhane L, et al. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res.* 2007 Jun;86(6):529-33. PMID:17525352. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910708600608>.
11. Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding: a review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent.* 2007 Feb;20(1):7-20. PMID:17380802.
12. Meiers JC, Kresin JC. Cavity disinfectants and dentin bonding. *Oper Dent.* 1996 Jul-Aug;21(4):153-9. PMID:8957905.
13. Tulunoglu O, Ayhan H, Olmez A, Bodur H. The effect of cavity disinfectants on microleakage in dentin bonding systems. *J Clin Pediatr Dent.* 1998;22(4):299-305. PMID:9796499.
14. Hannas AR, Pereira JC, Granjeiro JM, Tjäderhane L. The role of matrix metalloproteinases in the oral environment. *Acta Odontol Scand.* 2007 Feb;65(1):1-13. PMID:17354089. <http://dx.doi.org/10.1080/00016350600963640>.
15. Ricci HA, Sanabe M, de Souza Costa CA, Pashley DH, Hebling J. Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds. *Eur J Oral Sci.* 2010 Aug;118(4):411-6. PMID:20662916. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0722.2010.00754.x>.
16. Burrow MF, Satoh M, Tagami J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. *Dent Mater.* 1996 Sep;12(5-6):302-7. PMID:9170998. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(96\)80038-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(96)80038-8).
17. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008 Jan;24(1):90-101. PMID:17442386. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.009>.
18. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, et al. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur J Oral Sci.* 2005 Dec;113(6):525-30. PMID:16324144. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0722.2005.00251.x>.
19. Breschi L, Cammelli F, Visintini E, Mazzoni A, Vita F, Carrilho M, et al. Influence of chlorhexidine concentration on the durability of etch-and-rinse dentin bonds: a 12-month in vitro study. *J Adhes Dent.* 2009 Jun;11(3):191-8. PMID:19603582.
20. Li F, Liu XY, Zhang L, Kang JJ, Chen JH. Ethanol-wet bonding technique may enhance the bonding performance of contemporary etch-and-rinse dental adhesives. *J Adhes Dent.* 2012 Apr;14(2):113-20. <http://dx.doi.org/10.3290/j.jad.a21853>. PMID:21734972.

## CONFLITOS DE INTERESSE

---

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## \*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

---

Tamiris Pereira da Costa Neves, Faculdade de Odontologia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Rua Humaitá, 1680, 3º andar, Centro, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil, e-mail: tamipcn@yahoo.com.br

Recebido: Junho 7, 2016  
Aprovado: Novembro 25, 2016