

RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE ADESIVOS *ALL-IN-ONE* EM DIFERENTES SUBSTRATOS

*Bond strength of all-in-one adhesives
in different substrates*

Rubens Nazareno Garcia^{1,2}

Artur Hoffmann Galli³

Bruna de Oliveira Gomes³

João Paulo Piva³

Lucielle Laus³

Nicole Borghetti³

Rafael Becker³

Rafaela Zanella³

Viviani Aparecida Paim da Silva Duarte³

Shélen Xavier Fernandes⁴

¹Professor Doutor, Curso de Odontologia, Universidade do Vale do Itajaí, SC

²Professor Doutor, Departamento de Odontologia, Universidade da Região de Joinville, SC

³Acadêmicos(as) do Curso de Odontologia, Universidade do Vale do Itajaí, SC

⁴Acadêmica do Departamento de Odontologia, Universidade da Região de Joinville, SC

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.* Resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

RESUMO

Introdução: A odontologia adesiva teve seu início no condicionamento ácido do esmalte. Com o rápido desenvolvimento dos novos produtos, os ensaios *in vitro* tornaram-se valiosos para comparar a RU dos adesivos ao esmalte, dentina e outros substratos – em análises imediatas ou de longo prazo para avaliar a durabilidade da união.

Objetivo: avaliar a resistência de união (RU) de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos após uma semana de armazenamento em água destilada. **Metodologia:** foram utilizados 75 incisivos bovinos e obtidas 25 amostras de esmalte hígido/EH, 25 de esmalte desg-

Recebido em: 04/01/2016

Aceito em: 19/04/2016

tado/ED, 25 de dentina/DE; mais 25 amostras do compósito Filtek Z350 XT/XT. Cinco adesivos foram aplicados nos substratos, e os grupos divididos (n=5): [1]ácido fosfórico 37%+adesivo controle Adper Single Bond 2; adesivos *all-in-one* [2]BeautiBond/BB; [3] Bond Force/BF; [4]SE One/SE; [5]Single Bond Universal/UN. Quatro matrizes Tygon foram posicionadas sobre os substratos e preenchidas com o Filtek Z350 XT Flow. Após fotopolimerização (20s), as matrizes foram removidas para expor 4 corpos de prova, perfazendo o total de 20 cilindros por grupo. Decorrido uma semana em água 37°C, os corpos de prova foram testados em uma máquina de ensaios. O microcisalhamento foi executado na base dos cilindros (0,5 mm/min). Os resultados foram expressos em MPa, e analisados pela Anova ($p<0,001$) e teste de Tukey ($p<0,05$). **Resultados:** comparando cada substrato, não houve diferença para o ED e para o EH. Para dentina, os adesivos SE e o UN resultaram em maior RU, além do controle. Para o compósito, a maior RU foi observada no UN. Comparando os substratos, a RU foi menor para alguns adesivos no EH e DE. **Conclusão:** os adesivos *all-in-one* são substrato-dependentes. A maior RU foi obtida no UN com o compósito XT, e a menor no BF com dentina. A RU nos substratos ED e XT foi mais estável, quando comparada aos demais substratos.

Palavras-chave: Adesivos dentinários. Dentina. Esmalte dental. Resinas compostas.

ABSTRACT

Introduction: *the adhesive dentistry had its beginning in the enamel etching. With the rapid development of new products, in vitro tests have become valuable to compare the UK adhesives to enamel, dentin and other substrates - in immediate or long-term analyzes to evaluate the bond durability.* **Objective:** *to evaluate the shear bond strength (SBS) of all-in-one adhesives on different substrates after a week storage in distilled water.* **Methodology:** *seventy five bovine incisors were used and obtained 25 samples of uncut enamel/UE; 25 of cut enamel/CE; 25 of dentin/DE; more 25 of Filtek Z350XT/XT. Five adhesives were applied, and divided into 5 groups (n=5): [1]37% phosphoric acid + Single Bond 2/SB adhesive control; [2] BeautiBond/BB; [3]Bond Force/BF; [4]One SE/SE; [5]Single Bond Universal/UN. Four Tygon tubings were positioned on the substrates and filled in with Filtek Z350 XT Flow. After 20s VLC, the tubes were removed to expose 4 specimens for each sample (20 cylinders per*

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.*

Resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

GARCIA, Rubens
Nazareno *et al.*
Resistência de união de
adesivos **all-in-one** em
diferentes substratos.
SALUSVITA, Bauru, v. 35,
n. 1, p. 27-40, 2016.

group). After a week in distilled water 37°C, the specimens were tested in an universal testing machine. The tensile load resulting in shear was performed on the basis of the cylinder at a speed of 0.5 mm/min. The results were expressed in MPa and analyzed by Anova ($p < 0,001$) and Tukey test ($p < 0,05$). **Results:** comparing each substrate, there was no difference for the UE and the CE. To dentin, the SE and the UN resulted in higher SBS. For the composite substrate, the higher SBS was observed in UN. Comparing the substrates, the SBS was lower to some adhesives in UE and DE. **Conclusion:** the all-in-one adhesives are substrate-dependents. The highest SBS was obtained for the UN in the composite substrate, and lowest SBS mean to BF in dentin substrate. The SBS in CE and XT was more stable, when compared to other substrates.

Keywords: Composite resins. Dental enamel. Dentin. Dentin-bonding agents.

INTRODUÇÃO

A odontologia adesiva teve seu início no condicionamento ácido do esmalte proposto por Buonocore em 1955, que utilizou o ácido fosfórico 85% por um minuto com o intuito de melhorar a retenção na resina acrílica. Posteriormente, Nakabayashi e colaboradores, em 1982, descreveram a formação da camada híbrida para união das estruturas dentais aos materiais resinosos. Essas técnicas proporcionaram mudanças significativas nos tratamentos restauradores, deixando-os mais conservadores em relação ao preparo cavitário. A evolução tecnológica dos adesivos aprimorou a técnica de condicionamento das estruturas mineralizadas, reduzindo a concentração do ácido fosfórico para 35-37% e o tempo de condicionamento para 30 seg. em esmalte e 15 seg. em dentina (VAN MEERBEEK *et al.*, 2003; CARDOSO *et al.*, 2011).

Na sequência é feita a aplicação dos sistemas adesivos, que são classificados em quatro tipos, sendo dois na técnica úmida e dois na técnica seca. Na técnica úmida é utilizado o ácido fosfórico entre 35-37% e mantida a dentina úmida após o condicionamento, podendo ser realizado em três ou em dois passos clínicos (sendo essa técnica mais frequentemente utilizada). Na técnica seca, ou habitualmente utilizada com a dentina seca, não é necessária a aplicação prévia de um ácido fosfórico (porém recomendada em esmalte), mas sim de um *primer* ácido e um adesivo, na técnica de dois passos clínicos. Ou a técnica de somente um passo clínico, quando ocorre aplicação de

um produto que contém moléculas multifuncionais (ácido, *primer* e adesivo), chamado de *all-in-one* (ROSA *et al.*, 2015; HASHIMOTO *et al.*, 2011; WALTER *et al.*, 2013; GIANNINI *et al.*, 2015).

Com o rápido desenvolvimento dos novos produtos, os ensaios *in vitro* tornaram-se valiosos para comparar a RU dos adesivos ao esmalte, dentina e outros substratos – em análises imediatas ou de longo prazo para avaliar a durabilidade da união. Os ensaios comumente utilizados são de tração e microtração (BELLI *et al.*, 2010; DI HIPÓLITO *et al.*, 2011), além do cisalhamento (TEIXEIRA *et al.*, 2005; KASHI *et al.*, 2011) – quando a RU é obtida a partir da carga no momento da falha dividida pela área da seção transversal da interface de união – que tem sido utilizado por sua relativa simplicidade no preparo das amostras. Mais recentemente, um método usando amostras com dimensões reduzidas foi proposto por ser boa alternativa para os ensaios de RU, que é o microcisalhamento (SHIMADA *et al.*, 2002; ANSARI *et al.*, 2008; FRANCESCANTONIO *et al.*, 2008; HARNIRATTISAI *et al.*, 2012; GARCIA *et al.*, 2013).

OBJETIVO

Esse estudo avaliou a resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos após uma semana de armazenamento em água destilada. A hipótese nula testada foi que não haveria diferença estatística na resistência adesiva entre os sistemas adesivos e os substratos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 75 incisivos bovinos recém-extraídos, armazenados em congelador até a confecção dos corpos de prova. As raízes foram seccionadas com um disco flexível diamantado dupla face sob refrigeração e desgastadas as superfícies de esmalte proximais, incisais e linguais. Desta forma foram obtidas 25 amostras de esmalte hígido, 25 amostras de esmalte desgastado (com auxílio de lixas d'água 600), e 25 amostras de dentina (com auxílio de lixas d'água 200, 400 e 600). Foram confeccionadas mais 25 amostras (blocos) do compósito restaurador Filtek Z350 XT/3M Espe com auxílio de uma matriz de silicone. As amostras ficaram com 150 mm² (15 mm comprimento/5 mm largura/2 mm de espessura).

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.*

Resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.* Resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

Cinco sistemas adesivos foram aplicados sobre os substratos, de acordo com as instruções dos fabricantes. Os grupos experimentais foram assim divididos (n = 5 amostras / 4 corpos de prova por amostra / 20 cilindros por grupo): [1] ácido fosfórico 37% + sistema adesivo convencional controle Adper Single Bond 2 (3M ESPE); sistemas adesivos autocondicionantes *all-in-one* [2] BeautiBond (Shofu Dental); [3] Bond Force (Tokuyama Dental); [4] SE One (Kuraray Noritake Dental); [5] Single Bond Universal (3M ESPE). A Figura 1 descreve os materiais empregados.

Materiais e fabricantes	Lotes	Composições dos materiais importados conforme fabricantes*
Adper Single Bond 2 Sistema adesivo convencional 3M ESPE pH=4,7	N364098BR	Condicionador: ácido fosfórico 35% - pH=0,6 Adesivo: Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, fotoiniciador, metacrilato funcional, copolímero do ácido poliacrílico e ácido politacônico, 10 % em peso de partículas de sílica esferoidais com 5nm de diâmetro, água, etanol
BeautiBond Sistema adesivo autocondicionante SHOFU DENTAL pH=2,4	041204	Bis-GMA, TEGDMA, monomer de ácido fosfônico, monomer de ácido carboxílico, água, acetona
Bond Force Sistema adesivo autocondicionante TOKUYAMA DENTAL pH=2,3	231	HEMA, Bis-GMA, TEGDMA, ácido fosfato metacriloiloxialquil, canforquinona, partículas de vidro, água, álcool isopropil
SE One Sistema adesivo autocondicionante KURARAY NORITAKE pH=2,7	280005	MDP, HEMA, Bis-GMA, sílica coloidal silanizada, canforquinona, água, etanol
Single Bond Universal Sistema adesivo autocondicionante 3M ESPE pH=2,7	509806	MDP, HEMA, resinas dimetacrilato, copolímero de ácido polialcenoico, partículas, iniciadores, silano, água, etanol
Filtek Z350 XT Flow Compósito fluido 3M ESPE Cor A2	555768	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, cerâmica tratada com silano, sílica, óxido de zircônio 55 % em volume e 65 % em peso

Filtek Z350 XT Compósito restaurador 3M ESPE Cor A2	6BW	Bis-GMA, BisEMA, UDMA, TEGDMA, combinação de sílica e zircônia agregados (5-20 nm), e nanopartículas de sílica (20nm) / 78,5 % em peso
--	-----	--

Figura 1 - Materiais utilizados com fabricantes, lotes e composições*.

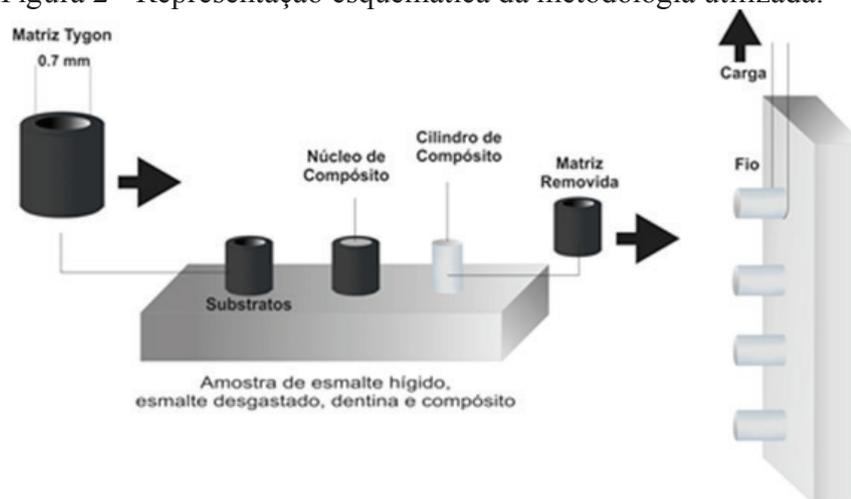
*Abreviações das composições conforme fabricantes: HEMA, 2-hydroxyethyl methacrylate; Bis-GMA, bisphenol-A-diglycidyl methacrylate; TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate; 10-MDP, 10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate; Bis-EMA, bisphenol A dimethacrylate; UDMA, urethanedimethacrylate.

Para o ensaio de microcisalhamento, foi empregada a metodologia desenvolvida por Shimada *et al.* (2002). Quatro matrizes cilíndricas e transparentes (Tygon tubing, TYG-30, Saint-Gobain Performance Plastic, Maime Lakes, FL, EUA) foram posicionadas sobre os substratos esmalte hígido, esmalte desgastado, dentina e compósito restaurador, e preenchidas em seu volume interno com o compósito Filtek Z350 XT Flow (3M ESPE) com uma sonda exploradora nº 5. Após fotoativação de 20 segundos, as matrizes foram removidas com lâminas afiadas (Gillette, SP, Brasil), para expor os pequenos cilindros de compósito (0,7 mm de diâmetro x 1,0 mm de altura) com área de união de 0,38 mm² (pela fórmula πR^2), unidos às superfícies do substrato. Todos os procedimentos de fotoativação foram realizados com o aparelho fotopolimerizador LED Radian Cal (SDI), com potência de 1.200 mW/cm². Assim, foram unidos quatro cilindros (corpos de prova) em cada uma das cinco amostras. Decorrido o período de uma semana em água destilada 37°C, os corpos de prova foram testados em uma máquina universal de ensaios (EMIC DL 1000, São José dos Pinhais, PR, Brasil). O carregamento de tração que resultou em cisalhamento foi executado na base dos cilindros (com um fio ortodôntico 0,2) a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados dos testes de resistência de união foram expressos em MPa, e analisados estatisticamente pela Análise de Variância e pelo teste de Tukey (p<0,05). A Figura 2 descreve a metodologia utilizada.

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.* Resistência de união de adesivos **all-in-one** em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.* Resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

Figura 2 - Representação esquemática da metodologia utilizada.



Fonte: Garcia, RN.

RESULTADOS

A Análise de Variância mostrou diferenças significativas ($p < 0,001$) entre os sistemas adesivos e entre os substratos. Para investigar as diferenças entre as médias de resistência de união, foi aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$). Comparando cada substrato, não houve diferença estatisticamente significativa para o esmalte desgastado e para esmalte hígido quando da utilização dos diversos sistemas adesivos. Para o substrato dentina, o adesivo SE One e o Universal resultaram em maior resistência de união, sem diferença estatística com o adesivo controle. Para o substrato compósito, a maior resistência de união foi observada no adesivo Universal, com diferença significativa para os demais adesivos. Comparando os substratos, em geral, a resistência de união foi menor para alguns sistemas adesivos nos substratos esmalte hígido e dentina (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias de resistência de união (MPa \pm DP).

Produtos	Esmalte Hígido	Esmalte Desgastado	Dentina	Compósito
ASB2/Controle	21,58 \pm 2,99 A a	21,91 \pm 2,65 A a	22,60 \pm 3,04 AB a	20,86 \pm 2,80 B a
BeautiBond	15,89 \pm 1,78 A a	20,14 \pm 4,46 A a	16,52 \pm 5,79 BC a	16,95 \pm 3,91 B a
Bond Force	16,74 \pm 2,40 A b	18,19 \pm 2,87 A ab	13,76 \pm 3,59 C b	23,94 \pm 2,26 B a
SE One	17,03 \pm 3,09 A b	24,93 \pm 2,47 A a	23,65 \pm 7,31 A ab	22,36 \pm 3,10 B ab
SB Universal	20,51 \pm 3,88 A b	19,37 \pm 1,29 A b	26,40 \pm 3,79 A b	33,44 \pm 3,81 A a

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo avaliar a resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos com uma semana de armazenamento em água destilada. A hipótese nula testada foi rejeitada, pois houve diferença estatística na resistência adesiva entre os sistemas adesivos e os substratos.

O mecanismo de ação dos adesivos autocondicionantes foi estabelecido há pouco mais de 20 anos. A composição básica dos *primers* ácidos e dos produtos *all-in-one* é uma solução aquosa de monômeros ácidos bifuncionais ou multifuncionais que tem um pH maior (menos ácido) que o ácido fosfórico. Nesses produtos a água é necessária para promover a ionização e a ação dos monômeros nos substratos. Eles contêm o monômero hidrófilo HEMA, porque a maioria dos monômeros são menos solúveis em água, para aumentar a molhabilidade na superfície; e outros monômeros hidrófobos são adicionados para promover resistência à matriz, além de fotoiniciadores, água e partículas inorgânicas, entre outros (CARDOSO *et al.*, 2011; COELHO *et al.*, 2012; GIANNINI *et al.*, 2015 ROSA *et al.*, 2015).

A metodologia proposta foi do microcisalhamento, introduzida na literatura inicialmente por Shimada *et al.* (2002). Esse tipo de ensaio mecânico resolve problemas relacionados às propagações de tensões na interface de união em grandes áreas. Apresenta a vantagem de que vários corpos de prova podem ser obtidos a partir de uma amostra sem ter que cortá-la, sendo mais fácil e barato do que o ensaio de microtração, quando as amostras precisam ser cortadas para obtenção dos corpos de prova (GARCIA¹ *et al.*, 2007; GARCIA² *et al.*, 2007; HARNIRATTISAI *et al.*, 2012; GARCIA *et al.* 2013).

Para o presente estudo, as amostras dos diferentes substratos foram tratadas com o sistema adesivo Adper Single Bond 2 (convencional de 2 passos / controle), mais os quatro adesivos autocondicionantes de 1 passo, chamados *all-in-one*: BeautiBond, Bond Force, SE One e o Single Bond Universal – conforme classificação descrita em 2003 por Van Meerbeek *et al.*

Comparando os adesivos dentro de cada substrato, para os substratos esmalte hígido e esmalte desgastado não houve diferença estatística significativa nas médias de RU. Resultados parecidos foram encontrados por Araújo *et al.* (2011) com ensaios de cisalhamento, e por Di Hipólito *et al.* (2011) com ensaios de microtração. No entanto, os achados de Garcia² *et al.* (2007) e Garcia *et al.* (2013), usando microcisalhamento em ambos os estudos, mostraram maior RU para o substrato esmalte desgastado; ainda que nos estudos de 2013 os autores não utilizaram adesivos autocondicionantes, e sim um com-

GARCIA, Rubens
Nazareno *et al.*

Resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

GARCIA, Rubens
Nazareno *et al.*
Resistência de união de
adesivos **all-in-one** em
diferentes substratos.
SALUSVITA, Bauru, v. 35,
n. 1, p. 27-40, 2016.

pósito auto aderente – molécula igualmente complexa e que segue um mecanismo de ação parecido com o dos autocondicionantes. Van Meerbeek *et al.* (2003) e mais recentemente Giannini *et al.* (2015) descreveram que dependendo do pKa (constante de dissociação) do ácido, a agressividade na acidez dos adesivos autocondicionantes pode ser classificada em forte (pH<1,0), intermediária (pH≈1,5), suave (pH≈2,0) e leve (pH≥2,5). E quanto mais agressivo for, mais profundamente ocorre a desmineralização nos substratos dentários. Relataram que em esmalte os adesivos chamados fortes podem resultar em maior RU, enquanto que os suaves podem necessitar de condicionamento ácido prévio em esmalte para obtenção de uma técnica de excelência; ainda que Andrade *et al.* (2008) tenham concluído que o aumento de acidez não foi capaz de aumentar os valores de RU. O adesivo controle Adper Single Bond 2 apresenta um pH=4,7 – portanto não tão ácido quanto os outros produtos pesquisados – e previamente à sua aplicação foi feito o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico 35% (pH=0,6); sendo esse mecanismo de ação em esmalte já largamente discutido na literatura. Os autocondicionantes, no entanto, variam na acidez de acordo com suas composições e concentrações de monômeros ácidos. O BeautiBond tem em sua composição monômeros ácidos carboxílicos e fosfônicos (pH=2,4), o Bond Force apresenta monômeros fosfato (pH=2,3) e ambos adesivos SE One e Single Bond Universal apresentam o monômero MDP (10-metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato), igualmente com pH (2,7).

A dentina é um dos substratos mais pesquisados em termos de RU, independentemente dos tipos de ensaios realizados (GARCIA, DE GÓES e GIANNINI, 2007; ANDRADE *et al.*, 2008; ANSARI *et al.*, 2008; FRANCESCANTONIO *et al.*, 2008; BELLI *et al.*, 2010; WALTER *et al.*, 2012; GARCIA *et al.*, 2013; ANCHIETA *et al.*, 2015). Em função de ser um substrato dinâmico, a adesão continua sendo um desafio, uma vez que esse tecido apresenta grande variação regional, além da umidade, que acaba por dificultar a obtenção de uma adesão adequada.

Comparando os adesivos dentro do substrato dentina, a adesão do produto controle é atribuída ao condicionamento ácido e à presença do ácido polialquenoico, composto base dos ionômeros de vidro Vitrebond e Vitremer, que tem sido utilizado em todos os sistemas adesivos da 3M ESPE, conforme discutido por Kose *et al.* (2013), e forma uma camada híbrida em torno de 4µm. Já os adesivos que contêm o monômero ácido 10-MDP, ou somente MDP (SE One e Single Bond Universal – esse último mais versátil, pois aceita a técnica úmida e a seca, por isso o nome Universal, segundo Perdigão, Sezinando, Monteiro, 2012; e Muñoz *et al.*, 2015) resultaram em maior RU, ainda que sem diferença estatística com o adesivo contro-

le. O grupo di-hidrogênio fosfato do monômero MDP é responsável pelo condicionamento e ligação química, enquanto que a sua cadeia longa de carbono fornece as propriedades hidrófobas e a estabilidade hidrolítica. E este monômero ainda forma uma forte ligação iônica com o cálcio da hidroxiapatita do esmalte e da dentina, resultando em uma camada híbrida em torno de 1µm (YOSHIDA *et al.*, 2004; ANCHIETA *et al.*, 2015). Desenvolvido há pouco mais de 20 anos pela Kuraray Noritake Dental, recebeu também uma variação em sua formulação com inclusão do piridínio/bromido, que resultou no monômero ácido 12-MDPB (12-metacrilóiloxidodecil piridínio bromido), que tem efeitos antibacterianos por contato direto.

Comparando os adesivos dentro do substrato compósito, a aplicação do Universal resultou em maior RU, com diferença para os demais adesivos. No que se refere a essa interação química que houve do substrato compósito com o adesivo Universal e com o compósito fluido, Teixeira *et al.* (2005) relataram que três mecanismos podem acontecer para justificar maior RU: (i) a adesão entre as matrizes poliméricas (do compósito fluido, do adesivo e do substrato compósito); (ii) a adesão entre as partículas de carga expostas (*idem*); e (iii) a formação de um micro entrelaçamento das cadeias poliméricas e das partículas (*idem*). Esse último mecanismo provavelmente domina e produz a maior contribuição com relação à RU observada para o Universal. Ele é o único dentre todos que o fabricante relata conter silano, que facilitou o processo acima descrito – conforme Kashi *et al.* (2011), que encontrou maior RU usando um silano antes da aplicação dos adesivos. Vale ressaltar que o mecanismo de ação dos silanos já é bem descrito na literatura, por ser uma molécula bifuncional que interage quimicamente com a matriz orgânica resinosa e com as partículas inorgânicas dos compósitos, adesivos e cimentos resinosos; além da matriz vítrea das cerâmicas.

Comparando agora cada adesivo em todos os substratos, em geral, é possível afirmar que houve uma tendência do esmalte hígido e dentina em apresentarem menor RU; e por extensão, uma tendência do esmalte desgastado e compósito uma maior RU. Para o esmalte já é consenso a utilização prévia do condicionamento com ácido fosfórico 35-37%. Di Hipólito *et al.* em 2011 discutiram o mecanismo de ação dos monômeros resinosos com o esmalte desgastado, que é devido a uma sequência de fenômenos, como o aumento dos espaços inter e intraprismáticos, quebrando a tensão superficial do monômero, e a formação de um ângulo de contato menor com a superfície do esmalte – resultando em maior RU. Ou seja, a simples exposição da camada prismática pode ter favorecido a qualidade da desmineralização e a infiltração dos monômeros. Nos ensaios de Garcia¹ *et*

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.*

Resistência de união de adesivos **all-in-one** em diferentes substratos.

SALUSVITA, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

GARCIA, Rubens
Nazareno *et al.*
Resistência de união de
adesivos **all-in-one** em
diferentes substratos.
SALUSVITA, Bauru, v. 35,
n. 1, p. 27-40, 2016.

al. (2007), o substrato esmalte desgastado também apresentou maior RU para todos os adesivos testados. A dentina, por sua vez, é um substrato diferente e dinâmico estruturalmente falando, que por si só já determina toda a complexidade nos procedimentos adesivos. Os achados de Garcia, de Góes e Giannini (2007), que utilizaram micro-cisalramento e um ano de armazenamento em água para promover a degradação na interface, mostraram um decréscimo de união em torno de 50% para a maioria dos adesivos autocondicionantes. No entanto, diversos estudos recentes (WALTER *et al.*, 2012; ANCHIETA *et al.*, 2015; GIANNINI *et al.*, 2015; ROSA *et al.*, 2015) já consideraram os adesivos *all-in-one* materiais confiáveis e promissores para utilização nesse substrato, em função das constantes melhorias nas suas composições e mecanismos de ação. E o compósito, por outro lado, é substrato sintético formado por Bis-GMA, BisEMA, UDMA, e TEGDMA, fotoiniciadores, partículas inorgânicas, entre outros, sendo assim mais fácil de interagir quimicamente com os materiais resinosos.

Discutindo mais especificamente o resultado obtido para cada adesivo em todos os substratos, as propriedades do **adesivo controle** já foram mencionadas anteriormente. Para o **BeautiBond**, Garcia *et al.* (2011) descreveram que emprega uma interessante estratégia química para promover a interação micromecânica e química. Ele contém um monômero ácido carboxílico que promove a adesão na dentina, e um monômero ácido fosfônico para promover a união no esmalte (no geral pH=2,4); sendo esta uma estratégia simples, levando em consideração que os adesivos *all-in-one* apresentam propriedades bem específicas para desmineralização. Essa pode ter sido a razão para os resultados obtidos por esse produto, que foi similar ao controle em todos os substratos. O **Bond Force** possui um monômero ácido metacrilóiloxialquil fosfato com pH=2,3 – que o fabricante chama de *SR (self-reinforcing) monomer* com grupos funcionais que reagem com o cálcio da dentina. Apesar disso, ele apresentou menor RU para os substratos esmalte hígido e dentina, porém sem diferença para o esmalte desgastado. O **SE One**, que contém o monômero MDP, apresentou menor resistência de união somente no esmalte hígido, e essa questão já foi discutida anteriormente. E as características positivas relacionadas a esse monômero ácido (YOSHIDA *et al.*, 2004) provavelmente justificam os resultados para os demais substratos. O **Universal**, com o mesmo monômero MDP, apresentou maior RU somente no substrato compósito. É possível que isso tenha ocorrido pela presença do silano, molécula bifuncional que pode ter promovido uma maior interação entre a amostra de compósito, o adesivo e o compósito fluido.

Foi observado que os ensaios de cisalhamento tendem a produzir falhas mistas, entre adesivas e coesivas do substrato. Isso está relacionado à mudança no padrão de estresse à medida que a falha progride ao longo da interface. É usualmente observada uma maior parte de fraturas coesivas no substrato, na transição de falha adesiva para coesiva (SHIMADA *et al.*, 2002; TEIXEIRA *et al.*, 2005; GARCIA, DE GÓES e GIANNINI, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2011; HARNIRATTISAI *et al.*, 2012). Utilizando microscopia óptica, foram observadas falhas mistas em todos os grupos, incluindo falhas adesivas e coesivas nos substratos.

CONCLUSÕES

Os adesivos *all-in-one* são substrato-dependentes. A maior resistência de união ao microcisalhamento foi obtida no adesivo Single Bond Universal com o compósito Filtek Z350 XT, e a menor no Bond Force no substrato dentina. A resistência de união nos substratos esmalte desgastado e compósito Filtek Z350 XT foi mais estável, quando comparada aos demais substratos.

REFERÊNCIAS

- ANCHIETA, R. B. et al. Effect of long-term storage on nanomechanical and morphological properties of dentin-adhesive interfaces. **Dent Mater J.**, Manchester, v. 31, p.141-153, 2015.
- ANDRADE, A. P. et al. Estudo comparativo da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes com diferentes pHs aplicados ao esmalte e à dentina. **RGO**, Porto Alegre, v.56, n.2, p. 115-119, abr./jun. 2008.
- ANSARI, Z. J. et al. Effects of one-year storage in water on bond strengths of self-etching adhesives to enamel and dentin. **Dent Mater J.**, Tokyo, v.27, n.2, p.266-272, 2008.
- ARAÚJO, J. C. N. et al. Shear bond strength and etching pattern of self-etching bonding agents on ground and intact enamel. **RGO**, Porto Alegre, v.59, n.3, p. 461-469, jul./set., 2011.
- BELLI, R. et al. Slow progression of dentin bond degradation during one-year water storage under simulated pulpal pressure. **J Dent**, Cardiff, v. 39. P.802-810, 2010.

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.*
Resistência de união de adesivos *all-in-one* em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.

GARCIA, Rubens
Nazareno *et al.*
Resistência de união de
adesivos **all-in-one** em
diferentes substratos.
SALUSVITA, Bauru, v. 35,
n. 1, p. 27-40, 2016.

CARDOSO, M.V. et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. **Aust Dent J.**, Sydney, v.56, n.1, p.31-44, 2011.

DI HIPÓLITO, V. et al. Microtensile bond strength test and failure analysis to assess bonding characteristics of different adhesion approaches to ground versus unground enamel. **Braz Dent J.** São Paulo, v.22, n.2, p.122-128, 2011.

FRANCESCANTONIO, M. D. et al. Avaliação da resistência de união ao esmalte e à dentina de diferentes sistemas adesivos com carga. **Rev Odontol UNESP**, São Paulo, v.37, n.2, p.171-176, 2008.

GARCIA¹, R. N. et al. Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em esmalte hígido e desgastado **RSBO**, Joinville, v.4, n.2, p.20-28, 2007.

GARCIA², R. N. et al. Avaliação da resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes – revisão de literatura e aplicação do ensaio de microcisalhamento. **RSBO**, Joinville, v.1, n.4, p. 37-45. 2007.

GARCIA, R.N.; de GÓES, M.F.; GIANNINI, M. Effect of water storage on bond strength of self-etching adhesives to dentin. **J Contemp Dent Pract.**, New Delhi, v.8, n.7, p.46-53, Nov. 2007.

GARCIA, R. N. et al. Bond strength of contemporary restorative systems to enamel and dentin. **RSBO**, Joinville, v.8,n.1, p.54-60, 2011.

GARCIA, R. N. et al. Bonding performance of a self-adhering flowable composite to substrates used in direct technique. **RSBO**, Joinville, v.10, n.4, p.343-9, 2013.

GIANNINI, M. et al. Self-etch adhesive systems: a literature review. **Braz Dent J.** São Paulo, v.26, n.1, p.3-10, 2015.

HARNIRATTISAI, C. et al. Shear and micro-shear bond strengths of four self-etching adhesives measured immediately and 24 hours after application. **Dent Mater J.**, Tokyo, v.31,n.5,p.779-787, 2012.

HASHIMOTO, M. et al. A review: Biodegradation of resin—dentin bonds. **Jpn Dent Sci**, Tokyo, v.47, p.5-12, 2011.

KASHI, T.S.J. et al. An in vitro assessment of the effects of three surface treatments on repair bond strength of aged composites. **Oper Dent.**, Seattle, v.36, n.6, p.608-617., 2011.

KOSE, C. et al. Aplicação de um novo sistema adesivo universal: relato de caso. **Rev Assoc Paul Cir Dent.** São Paulo, v.67, n.3, p.202-6, 2013.

MUÑOZ, M.A. et al. In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. **Oper Dent.**, Seattle, v. 40, n.3, p.282-292.

PERDIGÃO, J.; SEZINANDO, A.; MONTEIRO, P.C. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. **Am J Dent.** Fort Lauderdale, v.25,n.3,p.153-8, 2012.

ROSA, W. L. O. et al. Bond strength of universal adhesives: a systematic review and meta-analysis. **J Dent.**, Cardiff, v. 43, p.765-76, 2015.

SHIMADA, Y. et al. Microshear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dental Materials*. **Dent Mater J.**, Manchester, p.380-8, Jul., 2002.

TEIXEIRA, E.C. et al. Shear bond strength of self-etching bonding systems in combination with various composites used for repairing aged composites. **J Adhes Dent.**, New Malden, v.7, n.2, p.159-64, 2005.

VAN MEERBEEK, B. et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent.**, Seattle, v.28, n.3, p.215-35, May/June. 2003.

WALTER, R. et al. Two-year bond strengths of all-in-one adhesives to dentine. **J Dent.**, Cardiff, v.40,p.549-555, 2012.

WALTER, R. et al. One-year water sorption and solubility of all-in-one adhesives. **Braz Dent J.**, São Paulo, v.24, n.4, p.344-348, 2013.

YOSHIDA, Y. et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J Dent Res.**, Washington, v.83, n.6, p.454-458, June. 2004.

GARCIA, Rubens Nazareno *et al.*
Resistência de união de adesivos **all-in-one** em diferentes substratos. *SALUSVITA*, Bauru, v. 35, n. 1, p. 27-40, 2016.