

# Avaliação da resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos monocomponentes ao esmalte humano

## Evaluation of shear bond strength of different adhesives system to human enamel

Ana Marly Araújo Maia<sup>1</sup>, Alessandro Leite Cavalcanti<sup>2</sup>, Tércia Richelly Nóbrega Borja de Melo<sup>3</sup>, Alexandre Batista Lopes do Nascimento<sup>4</sup>, Josuel Raimundo Cavalcante<sup>5</sup>

### RESUMO

Esta pesquisa objetivou comparar a resistência de união ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos monocomponentes ao esmalte humano, analisando o padrão de fratura. Foram utilizados 40 hemifaces de terceiros molares humanos, os quais foram incluídos em tubos de PVC com resina acrílica, sendo exposta uma superfície aplainada do esmalte dentário. Os espécimes foram divididos em 4 grupos: G1 - *Single Bond*® (3M-ESPE); G2 - *Prime & Bond*® 2.1 (Dentsply); G3 - *Magic Bond*® (Ivoclar Vivodent); G4 - *Master Bond*® (Biodinâmica). Com o auxílio de uma peça plástica, confeccionou-se um cilindro de resina com 4,2mm de diâmetro e a descolagem foi realizada em máquina Kratos, com velocidade de 1mm/min. Os dados foram submetidos ao teste *Kruskal-Wallis*, não apresentando diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Na análise do tipo de fraturas constatou-se uma predominância da fratura adesiva na interface compósito/adesivo.

**Descritores:** Adesivos dentinários. Esmalte dentário. Resistência ao cisalhamento.

### INTRODUÇÃO

A Odontologia tem apresentado significantes modificações nas suas concepções ao longo dos últimos anos, destacando-se a introdução da Odontologia adesiva<sup>1</sup>. Atualmente, existe uma grande diversidade de sistemas adesivos disponíveis comercialmente, ocasionando dificuldades para o profissional quando da escolha e aquisição do material mais adequado para uso na clínica diária, em função da variada composição química dos adesivos, do seu modo de apresentação, da concentração e do tempo de aplicação do condicionamento ácido, dentre outros fatores.

A retenção micromecânica ao esmalte é considerada mais segura e efetiva que à dentina<sup>2</sup>. Altos valores de resistência ao cisalhamento em esmalte podem ser obtidos a partir do

condicionamento ácido que ocasiona o aumento de micro porosidades e da energia de superfície, proporcionando maior molhabilidade para os agentes adesivos e guiam a formação dos *tags* no interior do esmalte<sup>3</sup>. A técnica do condicionamento ácido prévio, após tantos anos, mostra-se muito efetiva e os clínicos utilizam-se da mesma, rotineiramente, com excelentes resultados<sup>4</sup>.

Os sistemas adesivos vêm sofrendo alterações ao longo de suas gerações, e muitos desses produtos, atualmente, são constituídos pelo *primer* e agente adesivo no mesmo frasco<sup>5</sup>. Esta modificação objetivou simplificar a técnica e agilizar o tempo de aplicação<sup>6</sup>. Os resultados obtidos quando da aplicação de sistemas adesivos de duas etapas comparados aos que preconizam três etapas são semelhantes<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>Mestranda em Clínica Integrada, FO-UFPE

<sup>2</sup>Prof. Titular, Dept. Odontologia, FO-UEPB

<sup>3</sup>Graduanda em Odontologia, UEPB. Bolsista Pibic/CNPq/UEPB

<sup>4</sup>Prof. do Curso de Odontologia, UFPE

<sup>5</sup>Prof. Titular, Dept. Odontologia, UEPB

Contato: anamarlyamaia@gmail.com

A retenção micromecânica em esmalte foi estabelecida antes do aprimoramento dos sistemas adesivos de várias fases. Considerando que o esmalte é basicamente constituído de material inorgânico, com praticamente ausência de água, a aplicação do primer parece desnecessária. Entretanto, no tratamento de cavidade envolvendo tanto esmalte como dentina, torna-se inviável aplicá-lo exclusivamente na dentina<sup>3</sup>. Dessa forma, discussões sobre os efeitos do primer no esmalte têm sido propostas e vários estudos<sup>8-11</sup> mostraram controvérsias quanto aos resultados obtidos<sup>3</sup>.

Durante as funções mastigatórias, os materiais restauradores estão sujeitos a vários tipos de forças de compressão e de cisalhamento, além de sofrerem desgastes. Como o processo de mastigação está basicamente relacionado com o fenômeno de cisalhamento, avaliar materiais restauradores por esse teste é essencial para o real conhecimento do seu comportamento<sup>12</sup>.

Os ensaios de tração ou de cisalhamento executados em laboratórios são os testes científicos *in vitro* mais comuns para medir e avaliar a adesividade de materiais restauradores aos tecidos dentários<sup>13</sup>. Contudo, a melhor forma de avaliação consiste em testes clínicos *in vivo* com acompanhamento em longo prazo, entretanto, esses testes demandam tempo considerável, custo mais elevado e limitações<sup>1</sup>, como a necessidade da colaboração dos pacientes.

Sinhoreti *et al.* (2000)<sup>14</sup> estudaram o comportamento de 11 diferentes sistemas adesivos sobre a superfície de esmalte humano. A amostra foi dividida em 11 grupos e os resultados indicaram que os sistemas adesivos testados apresentaram melhor desempenho quando comparados com os valores obtidos pelo sistema convencional *Heliobond*®.

Diegoli *et al.* (2004)<sup>15</sup> avaliaram a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos: *Single Bond*®, *Solid Bond*®, *Bond 1*® e *Etch & Prime 3.0*®. O ensaio de cisalhamento foi realizado em 80 faces vestibulares e linguais de terceiros molares humanos, e os resultados indicaram que os sistemas *Bond 1*® e o *Single Bond*® não diferiram entre si, mas foram superiores ao *Solid Bond*® e ao *Etch & Prime 3.0*®.

Mais recentemente, Lopes *et al.* (2006)<sup>16</sup> avaliaram a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos de frasco único com solvente acetona e um sistema com solvente etanol em esmalte e à dentina. Após o teste, observaram um mesmo comportamento na superfície de esmalte, mas

na dentina, o sistema à base de etanol apresentou maior resistência.

Este estudo teve como objetivo avaliar *in vitro* a resistência ao cisalhamento entre sistemas adesivos de grande acessibilidade comercial, como o *Single Bond*® (3M-ESPE), o *Magic Bond*® (Vigodent) e o *Master Bond*® (Biodinâmica) tendo como solvente o etanol, e o *Prime & Bond 2.1*® (Dentsply), de solvente acetona e o padrão de fratura após o teste de descolamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se um estudo experimental *in vitro* por meio do uso de dentes humanos. Seguindo os preceitos da Bioética, este trabalho foi submetido à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEPB, sendo aprovado sob o número do protocolo 169/04.

Os sistemas adesivos testados no substrato humano consistiram nas seguintes marcas comerciais: Grupo 1: *Single Bond*® (3M-ESPE); Grupo 2: *Prime & Bond 2.1*® (Dentsply); Grupo 3: *Magic Bond*® (Vigodent); Grupo 4: *Master Bond*® (Biodinâmica), tendo sido utilizada a resina composta *Tetric*® (Ivoclar Vivadent) como material restaurador. Todas as aplicações seguiram as normas dos respectivos fabricantes.

A amostra consistiu de vinte terceiros molares inclusos, extraídos por indicação ortodôntica e coletados durante um período de, no máximo, seis meses. Todos os dentes foram obtidos após a assinatura do termo de doação de dentes pelos pacientes. Imediatamente após a exodontia, os dentes foram limpos e armazenados em água sob refrigeração. Previamente à utilização, os mesmos foram autoclavados a 121°C durante 15 minutos<sup>17</sup>.

Para confecção dos corpos-de-prova, realizou-se a secção dos elementos dentais em dois sentidos, sendo um corte transversal para eliminar as raízes, e um outro corte longitudinal seguindo a orientação do sulco principal da superfície oclusal, conforme metodologia preconizada por Nascimento *et al.* (2003)<sup>17</sup>, resultando em 40 espécimes, sendo 20 vestibulares e 20 linguais. Depois de separadas em quatro grupos de 10 hemi-coroas dentárias cada, foram incluídas em segmentos de PVC de ¾ de polegada e 25mm de altura, com auxílio de resina acrílica autopolimerizável, de modo que as superfícies dentárias estivessem levemente expostas.

Os corpos-de-prova foram submetidos à ação de lixas de granulação decrescente (120, 400 e 600), com abundante refrigeração de modo a expor uma área planificada de esmalte<sup>17</sup>. As amostras

polidas foram submetidas à lavagem e secagem com papel absorvente, realizou-se o condicionamento ácido, e sobre a superfície de esmalte foi posicionado um dispositivo plástico cilíndrico com um orifício central de 4,2mm de diâmetro o qual delimitou a área de aplicação dos materiais em teste. Seguida da aplicação e fotopolimerização de cada sistema adesivo conforme recomendação do fabricante, houve a confecção de um cilindro de resina composta *Tetric®* através da técnica de inserção incremental-dois incrementos de 2mm cada, fotopolimerizado por 40 segundos.

Os corpos-de-prova foram armazenados em meio úmido (água destilada) por 24 horas à temperatura ambiente<sup>17</sup>. Posteriormente, cada corpo-de-prova foi acoplado em dispositivo próprio com a finalidade de mantê-lo paralelo ao solo quando do seu posicionamento na máquina de Ensaio Universal Kratos 2000®. Os espécimes foram

submetidos ao ensaio de cisalhamento, a uma velocidade de 1mm/min e os valores obtidos em Kgf/cm<sup>2</sup> foram convertidos para MPa.

Os resultados foram, então, analisados estatisticamente, com o Software GMC®, sendo as amostras submetidas ao teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*, com nível de significância de 5,0%.

Analisou-se a área de fratura, através do uso de uma lente de capacidade de dez vezes de aumento, fazendo-se a classificação das rupturas em adesiva, coesiva em resina e coesiva em esmalte.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados da média, mediana, desvio padrão e o coeficiente de variação de cada grupo, segundo o tipo de adesivo testado, não sendo verificada diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 1** - Distribuição da média em MPa, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação segundo cada grupo

| GRUPO | MÉDIA EM MPa | MEDIANA | DESVIO PADRÃO | COEFICIENTE DE VARIAÇÃO |
|-------|--------------|---------|---------------|-------------------------|
| G1    | 7,00         | 6,45    | ±1,64         | 2,70                    |
| G2    | 6,05         | 6,45    | ±1,83         | 3,35                    |
| G3    | 5,37         | 5,48    | ±1,57         | 2,48                    |
| G4    | 4,99         | 5,16    | ±1,26         | 1,61                    |

Quanto às fraturas dos espécimes, a fratura adesiva na interface compósito/

adesivo mostrou maior predominância (82,5%) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Distribuição dos espécimes por grupo quanto ao local de fratura

| GRUPO | COESIVA EM ESMALTE | COESIVA EM RESINA | ADESIVA | TOTAL DE AMOSTRAS |
|-------|--------------------|-------------------|---------|-------------------|
| G1    | -                  | 2                 | 8       | 10                |
| G2    | -                  | 5                 | 5       | 10                |
| G3    | -                  | -                 | 10      | 10                |
| G4    | -                  | -                 | 10      | 10                |

## DISCUSSÃO

Dentes humanos são a primeira escolha para a realização de estudos *in vitro*<sup>18</sup>. No entanto, uma abordagem mais preventiva da Odontologia, vem reduzindo o número de perdas dentárias, o que tem dificultando, portanto, a sua utilização em estudos experimentais. Com base nesse fato, a busca por um substrato alternativo em substituição ao substrato humano em ensaios

de cisalhamento e microinfiltração tem aumentado, despertando o interesse de alguns estudiosos<sup>5</sup>.

Segundo a literatura consultada, existe grande divergência entre as metodologias utilizadas e os resultados obtidos nos trabalhos aqui referenciados, bem como na diversidade de materiais testados<sup>17</sup>. Portanto, torna-se difícil comparar os resultados desses testes<sup>9</sup>.

O comportamento adesivo *in vivo* não pode ser totalmente baseado em resultados de estudos *in vitro*<sup>19</sup>. Mas, diante das condições de custo, tempo e barreiras éticas para a realização de experimentos clínicos *in vivo*, a realização de testes *in vitro* se constitui em uma alternativa viável, uma vez que também apresentam segurança e qualidade, dentre outras vantagens.

Estudos realizados *in vitro* visam reproduzir, no ambiente do laboratório, as condições existentes na cavidade bucal, especialmente quando se trata de testes com materiais odontológicos. Inegavelmente, uma das grandes vantagens do laboratório é a possibilidade de um rigoroso controle das fases da pesquisa, uma vez que variáveis externas poderiam influenciar nos resultados.

É muito difícil comparar os resultados de testes que usam metodologias diferentes<sup>9</sup>. Fujishima e Ferracane<sup>20</sup> (1996) mostraram valores diferentes de resistência à fratura quando utilizaram quatro métodos de testes, afirmando que, como essa é uma propriedade característica do material, seu valor deveria ser independente do modo de medida.

Os valores de adesividade dependem em muito da metodologia utilizada<sup>21</sup>. A literatura mostra-se divergente quanto à área, com estudos explorando áreas das superfícies de teste que vão desde 2,3mm<sup>3,17</sup> a 5mm<sup>4,5,16,22-24</sup>. Portanto, a área empregada no presente trabalho está de acordo com a literatura acima mencionada.

Quanto aos resultados obtidos (Tabela 1), verificou-se maior média em MPa no sistema adesivo *Single Bond*® (3M), enquanto o *Master Bond*® (Biodinâmica) apresentou a menor média. Com relação ao solvente presente nos sistemas adesivos, os produtos testados apresentavam o etanol ou a acetona em sua composição, substâncias estas altamente voláteis<sup>16</sup>, no entanto, não determinantes na retenção micromecânica ao esmalte, como verificado na análise estatística realizada entre os sistemas adesivos ( $p > 0,05$ ).

Quanto à ruptura dos espécimes (Tabela 2), as fraturas adesivas na interface compósito/adesivo foram as mais predominantes. Estes resultados estão em concordância com o estudo de Oliveira *et al.* (2001)<sup>4</sup> no qual fraturas no limite da interface compósito/adesivo ocorreram em maior número.

Os resultados obtidos demonstram que mais importante que a facilidade de aplicação e o acessível custo do material é a comprovação da qualidade destes produtos, podendo esta análise ser feita por intermédio da realização de estudos clínicos ou através de experimentos *in vitro*.

## CONCLUSÕES

Com base na amostra estudada e na metodologia empregada nesta pesquisa, conclui-se que:

- Na comparação entre os grupos, não se verificou significância estatística;
- Houve predominância de fraturas do tipo adesiva, na interface compósito/adesivo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to compare the shear bond strength of different adhesive systems to human enamel by analyzing the fracture mode. Forty human teeth half-crowns were placed in PVC tubes with acrylic resin, with one superficial plane of dental enamel exposed. All specimens were divided into four groups: G1 - Single Bond® (3M ESPE); G2 - Primer & Bond 2.1® (Dentsply); G3 - Magic Bond® (Vigodent); G4 - Master Bond® (Biodinâmica). Using a cylindrical plastic piece, a resin cylinder of 4.2mm in diameter was constructed, and its ungluing was performed using a Kratos Machine at a speed of 1mm/min. The data were submitted to the Kruskal-Wallis test ( $p < 0.05$ ) and showed no statistically significant differences among the groups. In the analysis of the fracture type, the adhesive fracture mode was most commonly found in the composite/adhesive interface.

**Uniterms:** Dentin-bonding agents. Dental enamel. Shear strength.

## REFERÊNCIAS

1. Carvalho RV, Lima FG, Demarco FF. Os adesivos simplificados reduzem efetivamente o tempo de trabalho? J Bras Dentist Estética. 2002;338-42.
2. Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. Crit Rev Oral Biol Med. 1997;306-35.
3. Aguilar LT, Rezende NP, Reis A. Tensile bond strength of adhesive systems: effects of primer and thermocycling. Pesqui Odontol Bras. 2002;16:37-42.
4. Oliveira WJ, Pagani C, Rodrigues JR. Comparação da adesividade de dois sistemas adesivos autocondicionantes em esmalte de dentes bovinos. Rev Fac Odontol São José dos Campos. 2001;43-50.

5. Lopes BN, Sinhoreti MAC, Sobrinho LC, Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17:171-5.
6. Reis A, Carrilho MRO, Loguercio AD, Grande RHM. Sistemas adesivos atuais. *JBC J Bras Clin Odontol Integr.* 2001;4:55-66.
7. Wilder Jr. AD, Swift Jr. EJ, May Jr. KN, Waddell SL. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. *Am J Dent.* 1998;114-7.
8. Barkmeier WW, Gwinnett AJ. A scanning electron microscopy study of dentin and enamel surfaces treated with three new resin adhesive systems. *Compend Contin Educ Dent.* 1989;14:5-53.
9. Hadavi F, Hey JH, Ambrose ER. The effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Oper Dent.* 1993;6:1-5.
10. Thoms LM, Nicholls JL, Brudvik JS, Kydd WL. The effect of dentin primer on the tensile bond strength to human enamel. *Int J Prosthodont.* 1994;4:3-9.
11. Woronko Jr GA, Saint Germain Jr HA, Meiers JC. Effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Oper Dent.* 1996;11:6-21.
12. Brosh T, Pilo R, Arcan M. Shear modulus – measurement methodology with application to light-cured resin composites. *Dent Mater.* 1996;5:2-7.
13. Bengtson AL, Guedes-Pinto AC, Turbino ML, Bengtson NG, Bengtson CRG. Contribuição na padronização de dentina para os ensaios de adesividade de materiais resinosos. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr.* 2003;21-8.
14. Sinhoreti MAC, Goes MF, Consani S, Sobrinho LC. Avaliação dos sistemas adesivos sobre esmalte. *RGO.* 2000;27-30.
15. Diegoli NM, Sinhoreti MA, Correr Sobrinho L, Consani S, Goes MF. Avaliação in vitro da resistência ao cisalhamento de sistemas de união à dentina. *Rev ABO Nac.* 2004;100-6.
16. Lopes GC, Cardoso PC, Vieira LC, Baratieri LN, Rampinelli K, Costa G. Shear bond strength of acetone-based one-bottle adhesive systems. *Braz Dent J.* 2006;39-43.
17. Nascimento ABL, Teixeira HM, Emerenciano M, Pérez-Simon LD, Colomo MR. Estudo da resistência adesiva à dentina contaminada por saliva. *JBC J Bras Clin Est Odontol.* 2003;59-63.
18. Pioch T, Staehle HJ. Experimental investigation of the shear strengths of teeth in the region of the dentin enamel junction. *Quintessence Int.* 1996;7:11-4.
19. Perdigão J, Swift Jr ES. Adhesion of a total etch phosphate ester bonding agent. *Am J Dent.* 1994;14:9-52.
20. Fujishima A, Ferracane JL. Comparison of four modes of fracture toughness testing for dental composites. *Dent Mater.* 1996;38-43.
21. Anusavice KJ. *Phillips materiais dentários.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
22. Giannini M, Martins LRM, Pimenta LAF, Dias CTS. Comparação da resistência de união entre adesivos dentinários convencionais e de frasco único. *Rev ABO Nac.* 2003;23-7.
23. Russo EMA, Garone Netto N, Carvalho RCR, Santos MG. Influência do “primer” sobre o esmalte na resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1998;26:1-5.
24. Konno ANK, Sinhoreti MAC, Consani S, Sobrinho LC, Consani RLX. Storage effect on the shear bond strength of adhesive systems. *Braz Dent J.* 2003;17:42-7.