

Análise da resistência adesiva empregando diferentes fontes polimerizadoras e sistemas adesivos com e sem carga

Analysis of the tensile bond strength using different light-curing sources and filled adhesives systems

Simone Beatriz Alberton da Silva*

Cristiano Magagnin**

Humberto Thomazi Gassen***

Michele Sirena****

Resumo

Este trabalho testou a influência da presença de carga em sistemas adesivos e do tipo de fotopolimerizador na resistência adesiva entre dentina e resina, utilizando os sistemas adesivos Single Bond®, Optibond Solo Plus® e Prime Bond NT®. Para tal, foram utilizados trinta dentes, os quais foram divididos ao meio no sentido mesiodistal. Utilizaram-se as porções vestibular e lingual, nas quais a dentina hígida foi exposta por meio de desgaste. Foram testadas duas fontes fotopolimerizadoras (halógena e LED – diodo emissor de luz). Cones de resina foram confeccionados através do assembly apparatus e o ensaio de tração foi realizado com uma velocidade de carregamento de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos foram: Single Bond®/halógena – 9,9 Mpa; Single Bond®/LED – 10,5 Mpa; Prime Bond NT®/halógena – 9,7 Mpa; Prime Bond®/LED – 8,7 Mpa; Opti Bond Solo Plus®/halógena – 12,2 Mpa e Opti Bond Solo Plus®/LED – 5,9 Mpa. O teste estatístico Anova two way mostrou não haver diferença significativa entre os grupos estudados. Assim, dentro das limitações do estudo, pode-se concluir que o tipo de luz polimerizadora e a presença de carga em sistemas adesivos não

influenciaram os valores de resistência adesiva entre dentina e resina composta.

Palavras-chave: materiais dentários, sistemas adesivos, LED (diodo emissor de luz), halógena

Introdução

As resinas e as cerâmicas têm sido responsáveis pelo avanço da estética na odontologia. O maior progresso pode ser atribuído a Buonocore¹ (1955), que introduziu a técnica de condicionamento ácido em esmalte, permitindo preparos cavitários conservadores e a utilização de restaurações adesivas. O desenvolvimento das resinas compostas, introduzidas por Bowen² (1962), e o aprimoramento das técnicas restauradoras têm permitido atuar no conceito da odontologia estética. Além disso, sabe-se que o sucesso da adesão aos tecidos duros é essencial para a restauração dental com materiais estéticos. O fato tem levado à realização de inúmeras pesquisas na área da adesividade, que revolucionaram a odontologia, chegando-se a afirmar que hoje se vive a

* Doutora em Dentística pela USP; professora coordenadora do curso de especialização em Dentística – Centro de Estudos Odontológicos Meridional.

** Mestre em Dentística pela Ulbra; professor do curso de especialização em Dentística – Centro de Estudos Odontológicos Meridional.

*** Aluno do curso de mestrado em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial pela Ulbra.

**** Cirurgiã-dentista – UPF.

Recebido: 22.08.2005 Aceito: 31.07.2006

era da “odontologia adesiva”^{3,4}. Assim, nota-se uma série de benefícios, dentre os quais a substituição dos princípios dos preparos cavitários preconizados por Black no início do século XX, por preparos mais conservadores, que possibilitam a prática do conceito de “restaurar preservando”.

No entanto, a variabilidade do substrato dental deve ser considerada para que se tenha uma maior efetividade clínica dos sistemas adesivos. Em virtude das diferenças estruturais entre esmalte, cimento e dentina, a união tem sido significativamente problemática, o que torna a retenção menos efetiva. Os autores justificam o fato da dificuldade de adesão ao cimento e à dentina por estas serem superfícies menos calcificadas do que o esmalte⁵.

A partir dos trabalhos de Fuzayama⁶ (1980), que sugeriram a técnica do condicionamento ácido também em dentina, iniciou-se uma nova era no desenvolvimento e utilização dos sistemas adesivos.

A adesão dentinária se dá por meio da hibridização ou criação da camada híbrida. Essa é uma zona de interdifusão dentina/resina, formada pela polimerização do adesivo na superfície dentinária previamente condicionada por ácido e tratada por um *primer*. Como a fotopolimerização da camada superficial do adesivo é inibida pelo oxigênio, uma película de aproximadamente 15 µm, rica em grupos metacrilato, permite a copolimerização e, conseqüentemente, a união com a resina composta restauradora³.

Recentemente, foram introduzidos no mercado sistemas adesivos como o Prime Bond NT[®] (Dentsply) e o Adper Single Bond 2[®] (3M ESPE). Esses utilizam partículas inorgânicas nanométricas, que, além de propiciarem altos níveis de adesão, reforçam a estrutura da camada híbrida, tornando-a mais resistente às forças de contração dos materiais restauradores e às forças resultantes da mastigação. Alcançam-se, com isso, restaurações de maior durabilidade, integridade marginal e menores índices de sensibilidade pós-operatória.

???

Nunes et al.⁷ (2001) avaliaram o papel da composição dos sistemas adesivos (solvente e presença de carga) na resistência adesiva à microtração. Foram testados os adesivos Single Bond[®] (sem carga), Single Bond experimental[®] (com carga), Prime Bond NT[®] (com carga), Prime Bond NT experimental[®] (sem carga) e One Coat Bond[®] (com carga). As seguintes médias de resistência adesiva a microtração foram obtidas: Single Bond experimental[®] (com carga) – 57,9 Mpa; Prime Bond NT[®] (com carga) – 48,2 Mpa; Single Bond[®] (sem carga) – 75,9 Mpa; Prime Bond NT experimental[®] (sem carga) – 38,7. Assim, os sistemas adesivos com carga apresentaram médias de resistência adesiva significativamente menores em relação aos adesivos sem carga.

Can Say et al.⁸ (2005) avaliaram o efeito da presença de carga em adesivos por meio de testes de microtração. Para tal, utilizaram os adesivos One Step[®] (Bisco) sem carga e One Step Plus[®] (Bisco) com carga, utilizando a técnica de condicionamento total e de autocondicionamento. Os resultados obtidos, quando a técnica de condicionamento total foi utilizada, mostraram não haver diferenças significativas na resistência adesiva à microtração de adesivos com e sem carga. Assim, os autores concluíram não haver qualquer benefício na utilização de adesivos com carga em relação aos que não possuem carga.

Um dos grandes problemas inerentes às resinas compostas é a sua contração de polimerização⁹⁻¹⁰. Nesse sentido, têm sido preconizadas diversas formas de controlar esse inconveniente, como a utilização da técnica incremental, de diferentes formas de ativação pela luz e a formulação de resinas com menor potencial de contração (por exemplo, as resinas condensáveis).

Choi et al.¹¹ (2000) concluíram que, aumentando a espessura do adesivo, por meio de sua adição em camadas, há um melhoramento da integridade marginal, prolongando a vida da restauração.

Segundo Vieira et al.¹² (1997), a profundidade de polimerização

pode ser afetada pelo tipo de resina e da fonte fotopolimerizadora.

Amaral et al.¹³ (2006) investigaram o efeito de diferentes técnicas de fotopolimerização na resistência adesiva à microtração de resinas híbridas e resinas condensáveis. No estudo foram utilizadas as resinas Z250[®] – 3M ESPE (microhíbrida) e Solitaire 2[®] – Hareaus Kulzer (condensável), associadas ao adesivo Single Bond[®] – 3M ESPE. Os autores testaram, ainda, quatro técnicas de polimerização: lâmpada halógena *soft start*, LED de baixa intensidade, arco de plasma e polimerização convencional (lâmpada halógena), concluindo que os métodos de polimerização não influenciaram na resistência adesiva à microtração. Porém, quando utilizada a resina condensável, os valores de resistência adesiva foram significativamente reduzidos, sugerindo que o material pode ser um fator mais crítico do que a fonte polimerizadora na resistência adesiva.

Carvalho e Turbino¹⁴ (2005) avaliaram a resistência adesiva de dois sistemas adesivos, um convencional (Scotch Bond Multipurpose Plus[®] – 3M ESPE) e outro autocondicionante (Clearfil SE Bond[®] – Kuraray), polimerizados por sistema halógeno e por aparelho LED. Após os ensaios de microtração, os autores chegaram aos seguintes resultados: Scotch Bond Multipurpose Plus[®] polimerizado por sistema halógeno – 39,9 ± 7,07 Mpa e por LED – 22,28 ± 2,63; Clearfil SE Bond[®] polimerizado por sistema halógeno – 27,82 ± 2,63 e por LED – 22,89 ± 5,09. Assim, segundo os autores, embora os grupos polimerizados por sistema halógeno tenham obtido os maiores resultados de resistência adesiva à microtração, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas de fotopolimerização.

Dentro da filosofia de confeccionar uma união mais resistente entre resina e dentina, este trabalho tem o objetivo de avaliar a influência da presença de carga inorgânica nos sistemas adesivos e da fonte polimerizadora na resistência adesiva entre dentina e resina.

Materiais e método

Inicialmente, foram coletados trinta molares humanos extraídos por razões terapêuticas, os quais só foram utilizados após o paciente ter lido e assinado um termo de consentimento livre e esclarecido. Num primeiro momento, os molares foram armazenados em solução de formol a 10% por sete dias, para desinfecção. Posteriormente, foram raspados com curetas periodontais, limpos com jato de bicarbonato de sódio e armazenados em água destilada à temperatura ambiente. Para serem incluídos neste estudo, os dentes deveriam se apresentar isentos de cárie, restaurações, fraturas ou trincas, condições essas verificadas por meio de um microscópio óptico sob magnificação de 10X.

Os elementos dentários tiveram suas raízes removidas ao nível da junção amelo-cementária com o auxílio de um disco diamantado de dupla face, sob refrigeração ar/água. Após esse procedimento, obtiveram-se duas metades da coroa, uma vestibular e outra lingual, resultantes do seccionamento de cada dente no sentido do longo eixo, o que resultou num total de sessenta espécimes. Estes foram incluídos em tubos de polícloreto de vinila (PVC) de 21 mm de diâmetro, utilizando-se resina acrílica autopolimerizável (JET®, Artigos Odontológicos Clássico, São Paulo, SP, Brasil). Os espécimes foram incluídos com a face vestibular ou lingual voltada para cima.

Uma vez incluídos, os espécimes tiveram a superfície dental desgastada até se expor a dentina. A superfície dentinária foi então polida com lixas de óxido de alumínio (lixa Acqua Flex®, Norton Abrasivos - SP) de granulação 400 e 600 em uma Politriz (Abramin® - Struers, Ballerup, Dinamarca) para simular a *smear layer*.

Sobre as superfícies dentinárias foram utilizados três sistemas adesivos monocomponentes, descritos na Tabela 1 e após, uma resina composta microhíbrida (Z250® - 3MESPE).

Tabela 1 - Sistemas adesivos dentinários utilizados

Marca Comercial	Fabricante	Composição	nº de série/lote
Single Bond®	3M Espe Dental Products St. Paul - Minn - EUA	água, etanol, BIS-GMA, HEMA, dimetacrilatos, fotoiniciador, ácido poliacrílico e politacônico	4CC
Prime & Bond NT®	Dentsply De Trey GmbH D - 78467 Konstanz	resinas de di e trimetacrilato metacrilatos, sílica coloidal nanométrica silanizada PENTA, fotoiniciadores, estabilizadores, hidrofluoreto de cetilamina, acetona	304142
Opti Bond Solo Plus®	Kerr Corporation - Orange - CA - EUA	resinas de dimetacrilato, vidro de alumínio-boro-silicato, dióxido de sílica, hexafluorsilicato de sódio	71932

Para a fotopolimerização, utilizou-se um fotopolimerizador de lâmpada halógena (Optilight Digital® - Gnatus) e um fotopolimerizador de diodo emissor de luz (Ultraled® - Dabi Atlante).

Os sessenta espécimes foram divididos em seis grupos de dez espécimes cada. No Grupo A foi empregado o sistema adesivo Single Bond® e, para fotopolimerização, uma fonte de lâmpada halógena (Optilight Digital® - Gnatus); no Grupo B foi empregado o mesmo sistema adesivo do Grupo A, porém a fotopolimerização foi realizada por meio de um diodo emissor de luz (LED) - (Ultraled® - Dabi Atlante); no Grupo C foi utilizado o sistema adesivo Prime & Bond NT® (Dentsply) e fotopolimerização por fonte halógena; no Grupo D usou-se o mesmo sistema adesivo que o Grupo C e fotopolimerização por LED; no Grupo E foi testado o sistema adesivo Opti Bond Solo Plus® (Kerr), fotoativado por fonte de lâmpada halógena e, no Grupo F, também se utilizou o sistema adesivo Opti Bond Solo Plus® (Kerr), que foi fotoativado por meio de LED. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes. Imediatamente após, procedeu-se à confecção dos cones de resina composta Z-250® para cada corpo-de-prova.

Para a confecção dos corpos-de-prova foi utilizado o *assembly apparatus* (aparelho de montagem), idealizado por Retief⁵ (1991), com o intuito de padronizar os testes laboratoriais de adesão e possibilitar a comparação de diferentes pesquisas.

O aparelho consta de uma base de granito, uma haste metálica e uma mesa. Esta mesa possui uma perfuração cilíndrica central de 19 mm de diâmetro, onde se prendem cilindros de PVC.

Cada espécime foi levado ao aparelho de montagem, onde se executou a inserção da resina composta microhíbrida de uso universal (Z250® - 3MESPE) em dois incrementos de 2 mm, com o auxílio de um cilindro de teflon com diâmetro inferior de 3 mm, superior de 5 mm e altura de 4 mm (Fig. 1). Cada incremento foi polimerizado por um tempo de 30s, tanto para os grupos em que se utilizou fonte halógena quanto naqueles em que se utilizou LED. Posteriormente, os corpos-de-prova permaneceram por sete dias em água destilada à temperatura ambiente.

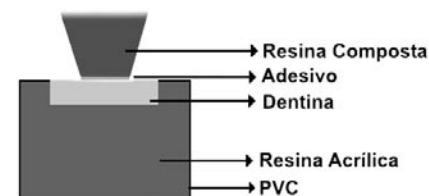


Figura 1 - Esquema do corpo-de-prova

O teste de tração foi executado numa máquina de ensaios universais Emic DL 2000® a uma velocidade de 0,5 mm/min, com uma célula de carga de 200 kgf. Para isso, o corpo-de-prova foi fixado verticalmente e um mordente possibilitou a tração do cone retentivo de resina até a sua ruptura.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística pelo teste Anova *two way* (análise de variância) para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Resultados

A média dos resultados obtidos aparece na Tabela 2.

Tabela 2 - Média dos valores obtidos no teste de tração e os respectivos desvios-padrão

Grupos	Resultados	Desvios-padrão
Grupo A	9,9 Mpa	4,4
Grupo B	10,2 Mpa	4,0
Grupo C	9,7 Mpa	2,9
Grupo D	8,7 Mpa	2,1
Grupo E	12,2 Mpa	3,7
Grupo F	5,9 Mpa	1,5

O teste Anova demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre a fotopolimerização por LED ou fonte halógena. Também não foi notada diferença entre os três sistemas adesivos utilizados (Single Bond®, Prime & Bond NT® e Optibond Solo Plus®), ou seja, a presença de carga nos sistemas adesivos Prime & Bond NT® e Opti Bond Solo Plus® não influenciou significativamente os resultados. Finalmente, não houve diferença entre as combinações fotopolimerizador/sistema adesivo testadas.

Discussão

Neste estudo foi avaliada a resistência de união em função do tipo de adesivo utilizado, sem carga inorgânica (Single Bond®, grupo de controle) e com carga inorgânica (Prime & Bond NT® e Opti Bond Solo Plus®), e da fonte polimerizadora, LED ou lâmpada halógena.

O presente trabalho está de acordo com Namoto et al.¹⁶ (2004), que avaliaram dois tipos de fotopolimerização recentemente desenvolvidos (arco de plasma e LED) em comparação com a fotopolimerização convencional. No estudo citado, os autores chegaram à conclusão de que o LED possui a mesma capacidade de polimerização que a lâmpada halógena, desde que a polimerização por LED seja realizada por um tempo maior.

Obrholzer e Schunemann¹⁷ (2004) investigaram o efeito da polimerização pelo LED na microinfiltração e na microdureza de restaurações de classe V utilizando o adesivo Prime & Bond NT®. Houve significativa redução na microinfiltração em dentina quando utilizado o LED, ao passo que em esmalte não houve diferença significativa quanto à microinfiltração. A micro-

dureza foi maior quando a lâmpada halógena foi utilizada.

No presente estudo não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à tração entre LED e lâmpada halógena, corroborando o estudo de Jandt et al.¹⁸ (2000), que concluíram não haver diferença no quesito profundidade de polimerização, quando utilizado LED ou lâmpada halógena. No mesmo estudo, os autores ressaltam que o LED possui algumas vantagens, como potencial constante de luz, maior durabilidade do aparelho e redução na emissão de ruídos.

Amaral et al.¹³ (2006) e Carvalho e Turbino¹⁴ (2005) avaliaram a relação entre fonte polimerizadora e resistência adesiva à microtração. Ambos os estudos encontraram menores valores de resistência adesiva à microtração quando a fonte LED foi utilizada, porém essa redução não foi estatisticamente significativa. Assim, esses autores acreditam que a utilização clínica do LED deve ser indicada pelas vantagens que apresenta: maior durabilidade do aparelho, pouca ou nenhuma geração de calor e ausência de ruídos. Ainda se pode ressaltar que, com o surgimento de LEDs com maior potência, sua indicação pode ser ampliada nos consultórios odontológicos.

No presente estudo não foi notada diferença significativa entre adesivos com carga e sem carga; este resultado está de acordo com os estudos de Swift et al.¹⁹ (2001), que avaliaram adesivos com carga (OptiBond Solo Plus®) e sem carga (Prime & Bond 2.1®), não encontrando nenhuma melhora na resistência adesiva e na qualidade marginal de restaurações realizadas com adesivos que contêm carga.

Segundo os trabalhos de Can Say et al.⁸ (2005), Nunes et al.⁷ (2001) e o presente estudo, a adição de carga em sistemas adesivos não aumenta a resistência adesiva à tração. Dessa forma, parece não ser procedente a informação de que a presença de carga aumentaria a resistência da camada híbrida. Cabe ainda ressaltar que, embora não tenha ocorrido diferença significativa de resistência adesiva em adesivos com e sem carga nesse estudo, exceto para o sistema ade-

sivo Single Bond®, os valores de resistência adesiva foram menores em adesivos com carga. Deduz-se disso que adesivos que contenham carga podem fornecer valores de resistência adesiva inferiores aos adesivos sem carga, como mostra o estudo de Nunes et al.⁷ (2001).

Com a realização do presente estudo nota-se que não existem evidências para a indicação de sistemas adesivos que contêm em sua composição carga inorgânica, por não haver nenhum benefício em sua utilização.

Conclusões

O presente estudo permite concluir que:

- o tipo de fotopolimerizador (luz halógena ou LED) não influencia significativamente na resistência de união entre dentina e resina;
- não se constatou diferença estatisticamente significativa quanto à resistência à tração entre sistemas adesivos sem carga (Single Bond®) e com carga (Prime & Bond NT® e Optibond Solo Plus®).

Abstract

This study tested the influence of the presence of filler in adhesives systems and of type of curing unit in the bond strength between dentin and resin, using Single Bond™, Optibond Solo Plus™ and Prime Bond NT™ adhesive systems. Thirty human teeth (molars) were selected and then cut in half in the mesio-distal's sense. The vestibula and lingual parts were used and the sound dentin was ground exposed. Two types of curing units were used (halogen and LED). Resin cylinders were produced using the assembly apparatus and the tensile bond strength test was performed at a cross-head speed of 0,5 mm/min. The mean values were: Single Bond™/Halogen – 9,9 Mpa; Single Bond™/LED – 10,5 Mpa; Prime Bond NT™/Halogen – 9,7Mpa; Prime Bond NT™/LED – 8,7 Mpa; Opti Bond Solo Plus™/Halogen – 12,2 Mpa; and Opti Bond Solo Plus™/LED – 5,9 Mpa. Two Way ANOVA statistical analysis showed no significantly difference between the groups tested. Within the limits of

this study can be concluded that neither the type of light and neither the presence of filler content influenced the mean bond strength values between dentin and composite resin.

Key words: dental materials, adhesive systems, LED (light-emitting diode), halogen

Referências

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesive of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1995; 34(6):849-53.
2. Bowen RL, Rodriguez M. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc* 1963; 66:57-64.
3. Conceição EN. *Dentística: saúde e estética*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul; 2000. 346p.
4. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Adhes Dent* 1998; 26(1):1-20.
5. Barnes DM, McDonald NJ, Thompson VP, Blank LW, Shires PJ. Microleakage in facial and lingual class 5 composite restoration: a comparison. *Oper Dent* 1994; 19(4):133-7.
6. Fusayama T. *New concepts in operative dentistry*. Chicago: Quintessence; 1980.
7. Nunes MF, Swift EL, Perdigão J. Effects of composition on microtensile bond strength to human dentin. *Am J Dent* 2001; 14(6):340-3.
8. Can Say E, Nakajima M, Senawongse P, Soyman M, Ozer F, Ogata M, Tagami J. Microtensile bond strength of a filled vs unfilled adhesive to dentin using self-etch and total-etch technique. *J Dent* 2006; 34(4):283-91.
9. Sakaguchi RL, Sasik CT, Bunczak MA, Douglas WH. Strain gauge method for measuring polymerization contraction of composite resin. *J Dent* 1991; 19(5):312-6.
10. Yap AUJ, Wang HB, Siow KS, Gan LM. Polymerization shrinkage of visible-light-cured composites. *Oper Dent* 2000; 25(2):98-103.
11. Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerisation contraction stress of composite. *J Dent Res* 2000; 79(3):812-7.
12. Vieira LF, Schuckar M, Franco EB, Navarri MFL. Depth of cure of composite resin: influence of visible-light source and type of resin. *J Dent Res* 1997; 76:73. [Resumo International Association for Dental Research, n. 479].
13. Amaral CM, Peris AR, Ambrosano GM, Swift EJ, Pimenta LA. The effect of light-curing and mode on microtensile bond strength to bovine dentin. *J Adhes Dent* 2006; 8(1):41-5.
14. Carvalho APMC, Turbino ML. Analysis of the microtensile bond strength to enamel of two adhesive systems polymerized by halogen light or LED. *Bras Oral Res* 2005; 19(4):307-11.
15. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent* 1991; 4(5):231-6.
16. Nomoto R, McCabe JF, Hirano S. Comparison of halogen, plasma and LED curing units. *Oper Dent* 2004; 29(3):287-94.
17. Oberholzer TG, Schünemann M. Effect of LED curing on microleakage and microhardness of Class V resin based composite restorations. *Int Dent J* 2004; 54(1):15-20.
18. Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater* 2000; 16(1): 41-7.
19. Swift EJ Jr, Perdigão J, Heymann HO, Wilder AD Jr, Bayne SC, May KN Jr. et al. Eighteen-month clinical evaluation of a filled and unfilled dentin adhesive. *J Dent* 2001; 29(1):1-6.

Endereço para correspondência

Simone Beatriz Alberton da Silva
Rua Fagundes dos Reis 428 – sala 403/404
CEP 99010-071 – Passo Fundo – RS
Fone: (54) 3313-4542
E-mail: alberton@tpo.com.br