

Avaliação da resistência à tração de reparos de restaurações de resina composta

Evaluation of bonding strength of composite resin restoration repairs

Neimar Sartori¹, Sylvio Monteiro Junior², Renata Gondo², Mirian Marly Backer²

RESUMO

Reparos de resina composta podem evitar a substituição de restaurações com desgaste superficial. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos na resistência de união entre resinas compostas envelhecidas e reparos. Trinta cubos de resina composta (A3) com 64mm³ foram confeccionados, envelhecidos artificialmente (5000 ciclos de termociclagem) e distribuídos em 3 grupos de acordo com o tratamento de superfície: G1 - condicionamento com ácido fosfórico; G2: asperização com uma ponta diamantada e condicionamento com ácido fosfórico; G3 - jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fosfórico. Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos de acordo com o sistema adesivo utilizado: adesivo do sistema *Adper Scotchbond MP*_(BO) ou *Adper Single Bond*_(SB). Todos os grupos experimentais receberam uma restauração de resina composta (WE) em 3 incrementos. Um grupo controle foi confeccionado, no qual esses incrementos foram inseridos diretamente sobre o cubo de resina composta não envelhecida. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e então seccionados longitudinalmente no sentido X e Y para obtenção dos corpos-de-prova com 0,64mm² de área de adesão. Uma amostra de cada grupo foi confeccionada para avaliar as alterações superficiais provocadas pelos diferentes tratamentos no microscópio eletrônico de varredura. Os dados de resistência de união foram analisados por meio do teste de ANOVA com dois fatores e o detalhamento foi realizado pelos testes de *Tukey HSD* e *Dunnnett* ($\alpha=5\%$). Os valores de resistência de união e desvios-padrão em MPa foram: G1_(BO):60,1±9,2, G1_(SB):48,8±21,7, G2_(BO):64,4±13,5, G2_(SB):64,5±9,0, G3_(BO):76,9±14,5, G3_(SB):72,6±13,9 e controle 75,6±13,1. Independentemente do agente de união utilizado, o tratamento mecânico da superfície a ser reparada é essencial para o sucesso do procedimento.

Descritores: Dentística operatória. Adesivos dentinários. Resinas compostas.

INTRODUÇÃO

Quando uma restauração direta ou indireta de resina composta apresenta desgaste superficial é necessário selecionar a melhor opção de tratamento: substituí-la ou repará-la¹. Como a remoção total da restauração implica em desgaste adicional da estrutura dental sadia remanescente e, conseqüentemente, aumento no tamanho do preparo cavitário² uma alternativa mais conservadora é o reparo da restauração com resina composta³. Essa alternativa de tratamento é simples, preserva estrutura dental sadia e prolonga a longevidade da restauração antiga⁴. Contudo, alguns critérios devem ser observados antes de decidir qual é a melhor abordagem, dentre eles destacam-se: presença

de cárie secundária, presença de microinfiltração na interface adesiva e compatibilidade da cor da restauração com a estrutura dental, principalmente em áreas estéticas⁵.

Quando se opta pelo reparo da restauração cria-se uma nova interface adesiva entre as duas resinas compostas e alterações nas propriedades do compósito antigo (absorção de água, degradação química dos monômeros e perda de partículas de carga) podem influenciar negativamente na adesão⁶. Porém, se a superfície da restauração for adequadamente tratada o reparo torna-se a opção de tratamento elegível⁷. Várias técnicas para aumentar a força de união entre a resina composta envelhecida e o reparo são propostas na literatura, dentre os vários

¹Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil

²Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil

Contato: neimarsartori@gmail.com, sylviomj@gmail.com, gondorenata@hotmail.com, mirianmarlybecker@yahoo.com.br

métodos, o que se mostra mais efetivo é o tratamento mecânico da superfície da restauração seguido pelo tratamento químico⁸.

Vários estudos avaliaram a resistência de união entre resina composta envelhecida e reparo por meio do teste de cisalhamento. Porém esse método apresenta desvantagens que podem influenciar nos resultados, tais como: as tensões de tração geradas no momento em que a carga é aplicada podem ser responsáveis por iniciar a fratura, a distribuição das tensões não é uniforme concentrando-se no substrato e os valores mensurados subestimam o verdadeiro valor de resistência de união^{9,10}. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a resistência de união de reparos de resina composta por meio do teste de microtração, com diferentes agentes de união e tratamentos de superfície. A hipótese nula a ser testada é que o tratamento de superfície e o sistema adesivo não influenciam na resistência de união de reparos de resina composta.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparo dos blocos de resina composta

Foram confeccionados 30 cubos de resina composta nanoparticulada (Filtek Supreme, 3M ESPE, St Paul, EUA) em uma matriz de silicone de adição especialmente confeccionada para esse estudo. Todos os cubos foram confeccionados com a resina composta de cor A3 com 4mm de aresta e armazenados em água destilada por 24 horas a uma temperatura de 37°C. Após esse período, os cubos foram envelhecidos artificialmente (LTC:LAM Technologies, Sesto Fiorentino, Italia) por meio de 5000 ciclos de termociclagem a uma temperatura de 5°C e 55°C com 30 segundos por banho e 5 segundos de transferência.

Tratamento de superfície e restauração dos grupos experimentais

Os trinta corpos-de-prova foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos de acordo com o tratamento de superfície: (G1) nenhum tratamento mecânico de superfície; (G2) asperizados com uma ponta diamantada de granulação extrafina (3131, KG Sorensen, Rio de Janeiro, Brasil); (G3) jateados com óxido de alumínio (50 µm) por 10 segundos (Microjato, Bioart, São Carlos, Brasil) a uma distância de 5mm. Os grupos foram divididos em dois subgrupos (N=5) de acordo com o sistema adesivo utilizado: adesivo do sistema *Adper Scotchbond Multi Uso* (3M ESPE, St Paul, EUA) e o adesivo de frasco único *Adper Single Bond 2* (3M ESPE, St Paul, EUA).

O condicionamento da superfície com ácido fosfórico 35% (*Scotchbond Etching*, 3M ESPE, St

Paul, EUA) foi realizado por 15 segundos, seguido da lavagem com spray água/ar pelo mesmo tempo e secagem com jatos de ar. Os adesivos foram aplicados em duas camadas com auxílio de um aplicador descartável e um spray de ar foi utilizado por 5 segundos para volatilização do solvente e remoção dos excessos de adesivo. O sistema adesivo foi fotoativado com um aparelho fotopolimerizador diodo emissor de luz (*Elipar Freelight 2*, 3M ESPE, St. Paul, EUA) com intensidade de 800 mW/cm² por 10 segundos.

O reparo foi construído com três incrementos com uma resina composta para dentes clareados WE (*Filtek Supreme*, 3M ESPE, St Paul, EUA) deixando a linha de união entre as resinas compostas visível. Cada incremento foi fotoativado por 20 segundos, de acordo com as instruções do fabricante. Ao final, obteve-se um bloco de resina/adesivo/resina com aproximadamente 8mm de comprimento por 4mm de largura.

Confecção blocos de resina composta do grupo controle

Diferentemente dos grupos experimentais, as amostras do grupo controle não foram envelhecidas artificialmente. Os cubos de resina composta foram confeccionados da mesma forma que os grupos experimentais, contudo, a segunda resina foi aplicada sobre a primeira imediatamente após a polimerização, sem aplicação de nenhum sistema adesivo, simulando uma restauração direta de resina composta policromática. Ao final, obteve-se 5 blocos de resina composta com as mesmas dimensões dos grupos experimentais.

Preparo dos corpos-de-prova para o teste de microtração

Todos os grupos foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h após os procedimentos adesivos ou confecção do grupo controle. Após esse período, os blocos foram seccionados longitudinalmente através das interfaces adesivas no sentido “X” e “Y” com um disco diamantado em baixa rotação (*Diamond Wafering Blades*, Buehler LTD, Lake Bluff, IL, USA) numa máquina de corte (*Isomet*, Buchler). Ao final dos cortes foram obtidos 9 filetes de resina composta com uma área de adesão de aproximadamente 0,64±0,1mm² por bloco (n=45).

Após o corte, os espécimes foram fixados a dispositivos de microtração de *Geraldeli* com cola a base de cianoacrilato (*Super Bonder*, Loctite Ltda, São Paulo, Brasil) e levados a uma máquina de teste *Instron* (Model 4444, Instron Corp., Canton, MA, USA) com uma célula de carga de 100N a uma velocidade de 0,5mm/min para avaliar a resistência

de união ao teste de microtração. Após a fratura, a dimensão da área em que a fratura ocorreu foi mensurada utilizando-se um paquímetro digital

(Alfa Ferramentas, São Paulo, Brasil) e a força de adesão em MPa foi calculada, dividindo-se a força necessária para fraturar o filete (em Newton) pela área (em milímetros). A Figura 1 apresenta a metodologia empregada neste estudo de forma esquemática.

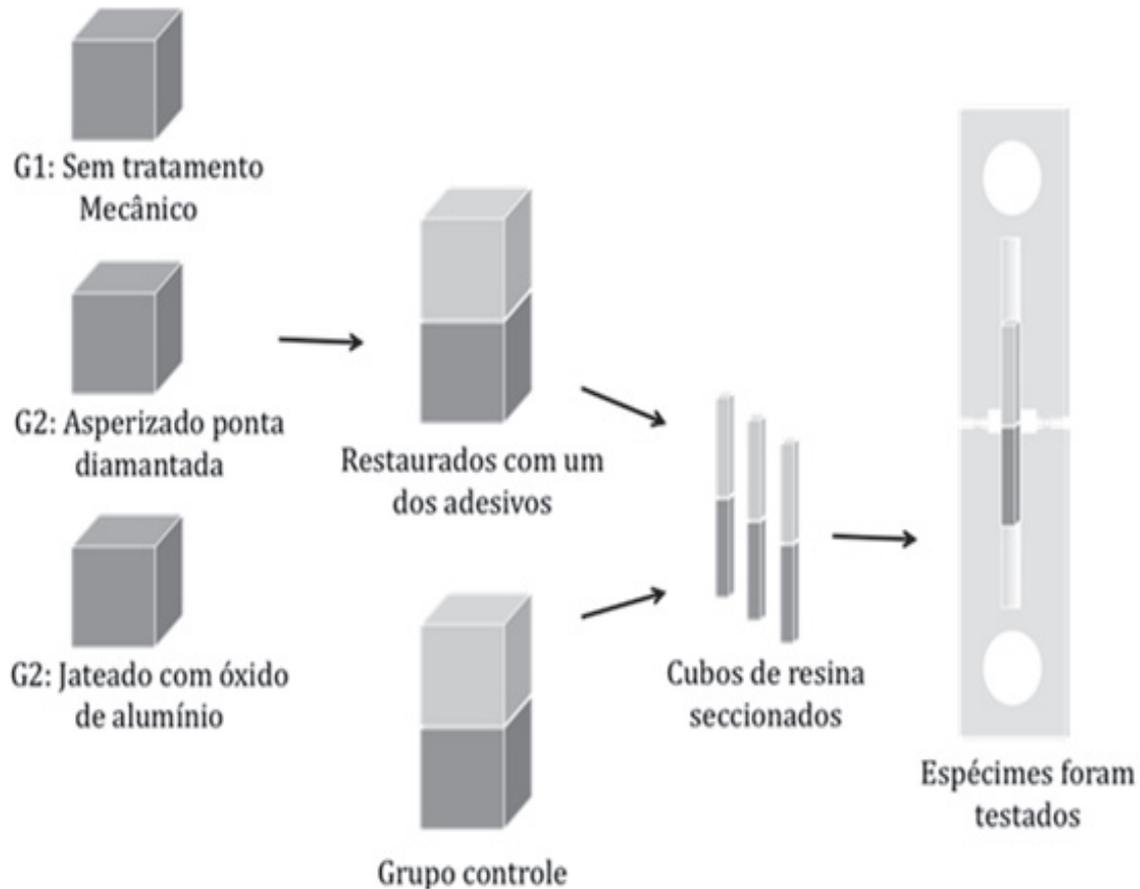


Figura 1 – Desenho esquemático da metodologia empregada neste estudo

Análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV) do efeito de tratamento de superfície

Para avaliar os efeitos dos diferentes tratamentos de superfície utilizados neste estudo amostras foram preparadas conforme descrito previamente. Após os tratamentos de superfície as amostras foram lavadas com água destilada por 10 minutos para completa eliminação dos resíduos, recobertas com liga ouro-paládio e observadas no MEV (JSM-6701F, JEOL Ltd., Tokyo, Japan).

Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da Análise de Variância (ANOVA) com dois fatores (tratamento de superfície e sistema adesivo) e o detalhamento da análise através de comparação das médias dos grupos experimentais aos pares foi realizado pelo teste de Tukey HSD. Além disso, comparação dos grupos experimentais com o controle foi realizada pelo teste de Dunnett. Consideraram-se significativos os valores de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A análise de variância com dois fatores revelou que não houve interação significativa entre as variáveis analisadas ($p=0,309$), tampouco entre os sistemas adesivos ($p=0,094$), porém houve diferença estatística para o critério tratamento de superfície para grupos experimentais ($p < 0,001$). O detalhamento da análise (Tabela 1) mostra, por meio das letras minúsculas, que os grupos que não receberam nenhum tratamento mecânicos apresentaram menores médias de resistência da união. Nota-se, nos grupos restaurados com o adesivo *Adper Single Bond 2*, que o grupos G1 (sem tratamento de superfície) diferiu estatisticamente dos demais. Já, nos grupos restaurados com o adesivo do sistema *Adper Scotchbond Multi Uso*, o grupo G2 foi estatisticamente igual aos outros dois grupos, porém os grupos G1 e G3 foram estatisticamente diferentes.

Na comparação dos grupos experimentais com o grupo controle, o teste de Dunnett revelou que os grupos reparados sem nenhum tratamento

mecânico de superfície diferiram estatisticamente do grupo controle ($p < 0,001$ para o adesivo *Adper Single Bond 2* e $p = 0,05$ para o adesivo *Adper Scotchbond Multi Uso*).

Tabela 1 – Médias, desvios-padrão e significância estatística pelos testes de Tukey HSD e Dunnett

ADESIVO	TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE			CONTROLE
	G1	G2	G3	
Adper Scotchbond	60,1±9,2bA*	64,4±13,5abA	76,9±14,5aA	75,6±13,1
Adper Single Bond 2	48,8±21,1bA*	64,5±9,0aA	72,6±13,9aA	

Médias seguidas por letras MINÚSCULAS iguais, nas linhas (para cada adesivo utilizado), não diferiram entre si pelo teste *Tukey HSD*, com nível de significância de 5%.

Médias seguidas por letras MAIÚSCULAS iguais, nas colunas (para cada tratamento de superfície), não diferem entre si pelo teste *Tukey HSD*, com nível de significância de 5%.

Médias seguidas por asterisco diferem do grupo controle pelo teste *Dunnett*, com nível de significância de 5%.

A Figura 2 apresenta as microscopias dos diferentes tratamentos de superfície. Observa-se, na imagem B, que o condicionamento da superfície com ácido fosfórico não promoveu alteração visível na superfície da resina composta quando comparados com microscopia A (controle). Já as imagens C e D apresentam considerável alteração da superfície em comparação com a imagem A. Nota-se que a superfície da resina composta jateada com óxido de alumínio (imagem D) apresenta-se mais irregular e rugosa que aquela asperizada com ponta diamantada (imagem C).

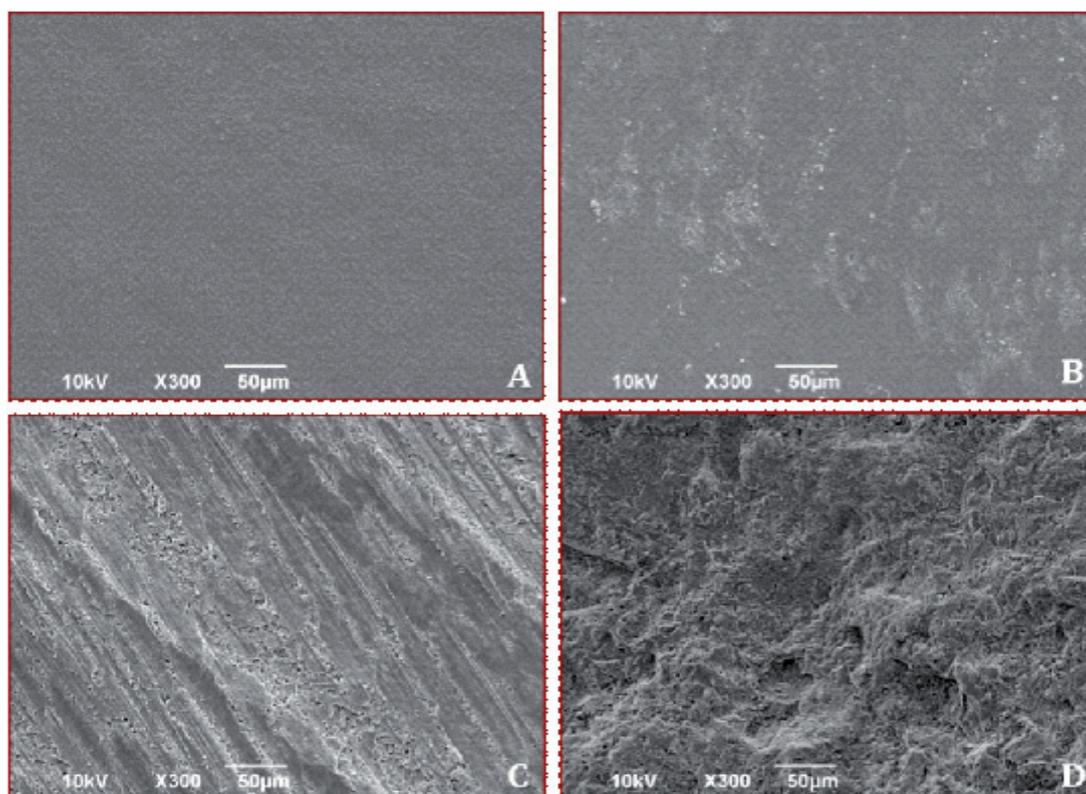


Figura 2 – Microscopia dos diferentes tratamentos de superfícies da resina composta envelhecida. A - sem tratamento de superfície (controle); B - condicionamento com ácido fosfórico 35% (G1); C - asperização com ponta diamantada e condicionamento com ácido fosfórico 35% (G2); D - jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fosfórico 35% (G3).

DISCUSSÃO

Como o teste de cisalhamento é influenciado pela variabilidade geométrica dos espécimes, condições em que a carga é aplicada e propriedades do material¹¹⁻¹³, Sano *et al.*¹⁴ propuseram a utilização do método de microtração para reduzir a influência dessas variáveis na resistência de união. As principais

vantagens do teste de microtração são: a facilidade em se obter amostras padronizadas, a possibilidade de comparar diferentes variáveis no mesmo substrato e maior uniformidade na distribuição das tensões sobre a interface adesiva^{15,16}. A maioria dos estudos que avaliou a resistência de união entre reparos de resina composta e restaurações envelhecidas utilizou

o teste de cisalhamento. Assim, estudos que avaliam a resistência de união entre a resina composta envelhecida e reparo por meio do teste de microtração são necessários para confirmar os resultados dos testes de cisalhamento. Como é necessário visualizar a interface adesiva dos corpos-de-prova durante os testes de microtração, foram utilizadas resinas de duas cores, uma cor para a resina envelhecida e outra para o reparo. Dessa forma, foi possível posicionar os filetes corretamente no dispositivo de Geraldeli, deixando a interface adesiva livre de cola.

No presente estudo, ambos os tratamentos mecânicos da superfície aumentaram a resistência de união entre as resinas compostas. Os maiores valores de união ocorreram dos grupos jateados com óxido de alumínio, seguidos pelos grupos asperizados com ponta diamantada, independentemente do sistema adesivo utilizado. Esse dado corrobora com Costa *et al.*¹⁷. Segundo esses autores a maior força de união ocorreu quando a superfície da resina antiga foi jateada com óxido de alumínio de 50µm previamente à aplicação do ácido fosfórico. Porém, quando o cirurgião-dentista não dispuser de um jateador intra-oral poderá utilizar pontas diamantadas para remover a camada de resina superficial e aumentar a rugosidade da superfície a ser restaurada, pois ambos os tratamentos propiciaram uma força de união estatisticamente igual a do grupo controle.

Os menores valores de resistência de união ocorreram nos grupos em que não foi realizado nenhum tratamento mecânico de superfície. A manutenção da camada superficial da resina envelhecida pode ter sido responsável para diminuição dos valores de adesão, haja vista que a superfície da resina envelhecida apresenta-se alterada devido à absorção de água, degradação química dos monômeros e perda de partículas de carga⁶. Outra hipótese é que o aumento da força de união está diretamente ligado à rugosidade da superfície da resina antiga. Segundo Rodrigues *et al.*¹⁸, os maiores valores de resistência de união são observados nos grupos com maior rugosidade superficial. Essa informação é comprovada pelas microscopias que mostram que o jateamento com óxido alumínio foi o tratamento mais efetivo para aumentar a rugosidade superficial das restaurações de resina composta seguido pela asperização com pontas diamantadas.

Contudo, mesmo quando se utiliza o tratamento mecânico de superfície é imprescindível utilizar um agente de limpeza antes de iniciar os procedimentos adesivos¹⁹. O condicionamento da superfície com ácido fosfórico remove a contaminação orgânica e os resíduos deixados pelo tratamento mecânico, por isso, torna-se indispensável quando se realiza um reparo de uma restauração de resina

composta. Segundo Turner & Meiers²⁰, amostras de compósitos contaminadas com saliva artificial tiveram um aumento de 40% na resistência de união após o condicionamento com ácido fosfórico.

Diante dos resultados apresentados conclui-se que, quando o tratamento mecânico é realizado, o reparo de restaurações de resina composta torna-se um procedimento seguro e efetivo para restaurar a forma e a função de restaurações antigas. A hipótese nula testada foi parcialmente aceita, ou seja, não há diferença entre os agentes de união utilizados, porém há diferença entre os tratamentos de superfície.

A principal limitação do estudo foi a ausência da análise do modo de falha dos espécimes avaliados. Essa análise descreve se as fraturas dos corpos de prova durante o teste mecânico ocorreram na interface adesiva, coesiva na resina composta ou mista. Esse dado é importante, pois auxilia na discussão dos resultados e suporta a conclusão do artigo. Dessa forma, a análise do modo de falha deve ser incluída em futuros estudos para avaliar a estabilidade da força de união de reparos de restauração resina composta ao longo do tempo, o uso de sistemas adesivos autocondicionantes e reparos de resina composta a base de silorano. Além disso, estudos utilizando o envelhecimento *in situ* possibilitariam avaliar se a alteração das propriedades da resina composta provocada pelas bactérias da cavidade bucal, alimentos e bebidas influenciaria a resistência de união entre o reparo e a resina envelhecida.

CONCLUSÃO

Independentemente do sistema adesivo utilizado, o tratamento mecânico da superfície é indispensável para reparar restaurações de resina composta.

ABSTRACT

Composite resin repairs can prevent the replacement of worn restorations. This study evaluated the influence of different surface treatments and bonding agents on the bonding strength between an aged composite resin restoration and its repairs. Thirty composite resin cubes (A3) with 64mm³ were constructed, artificially aged (5000 cycles of thermocycling), and randomly assigned into three groups: G1 - phosphoric acid etching; G2 - roughing with a diamond bur and phosphoric acid etching; G3 - sandblasting with aluminum oxide and phosphoric acid etching. Each group was subdivided into 2 subgroups according to the adhesive system applied: Adper Scotchbond MP_(BO) or Adper Single Bond 2_(SB). All experimental groups received a resin composite restoration in three increments (WE). Moreover, a control group was prepared in which

these increments were inserted directly over the un-aged composite resin. All cubes were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and were then sectioned longitudinally along the X and Y axes to obtain sticks (0.64mm²) for micro tensile bond strength testing (mTBS). In addition, a sample of each group was prepared to evaluate surface alteration using a scanning electron microscope (SEM). The data of bond strength was analyzed by a two-way ANOVA followed by Tukey HSD and Dunnett post-hoc tests ($\alpha = 5\%$). The mean bond strength values and standard deviation in MPa were: G1_(BO):60.1±9.2; G1_(SB):48.8±21.7; G2_(BO):64.4±13.5; G2_(SB):64.5±9.0; G3_(BO):76.9±14.5; G3_(SB):72.6±13.9; and Control: 75.6±13.1. Regardless of the bonding agent, surface mechanical treatment is essential for the success of this procedure.

Uniterms: Operative dentistry. Dentin-bonding agents. Composites resins.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Lais Dalmagro Peruchi pela ajuda na execução da parte laboratorial desse estudo e na editoração do artigo, bem como a Corey S. Boyko e Elizabeth Weiss pela assistência editorial.

REFERÊNCIAS

1. Fawzy AS, El-Askary FS, Amer MA. Effect of surface treatments on the tensile bond strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent*. 2008;36:969-76.
2. Gordan VV. Clinical evaluation of replacement of class V resin based composite restorations. *J Dent*. 2001;29:485-8.
3. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo Jr J, Bush JP. Evaluation of varied repaired protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent*. 2005;7:41-9.
4. Kukrer D, Gemalmaz D, Kuybulu EO, Bozkurt FO. A prospective clinical study of ceromer inlays: results up to 53 months. *Int J Prosthodont*. 2004;17:17-23.
5. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo Jr J, Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent*. 2005;7:41-9.
6. Suzuki S, Ori T, Saimi Y. Effects of filler composition on flexibility of microfilled resin composite. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2005;74:547-52.
7. Van Kerckhoven H, Lambrechts P. Unreacted methacrylate groups on the surfaces of composite resins. *J Dent Res*. 1982;61:791-5.
8. Sobreira FMS, Acevedo CR, Freitas Filho LHS, Vidal APV, Barros LF, Ferreira MP. Methods of repair in composed resin: a revision. *Odontologia Clín-Científ*. 2008;7:123-8.
9. DeHoff PH, Anusavice KJ, Wang Z. Three-dimensional finite element analysis of the shear bond test. *Dent Mater*. 1995;11:126-31.
10. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res*. 1997;76:1298-307.
11. Van Noort R, Cardew GE, Howard IC, Noroozi S. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *J Dent Res*. 1991;70:889-93.
12. Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. A critique of bond strength measurements. *J Dent*. 1989;17:61-7.
13. Placido E, Meira JB, Lima RG, Muench A, Souza RM, Ballester RY. Shear versus micro-shear bond strength test: a finite element stress analysis. *Dent Mater*. 2007;23:1086-92.
14. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength: evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*. 1994;10:236-40.
15. Ferrari M, Goracci C, Sadek F, Eduardo P, Cardoso C. Microtensile bond strength tests: scanning electron microscopy evaluation of sample integrity before testing. *Eur J Oral Sci*. 2002;110:385-91.
16. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*. 1995;11:117-25.
17. Costa TR, Ferreira SQ, Klein-Júnior CA, Loguercio AD, Reis A. Durability of surface treatments and intermediate agents used for repair of a polished composite. *Oper Dent*. 2010;35:231-7.
18. Rodrigues Jr SA, Ferracane JL, Della Bona A. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. *Dent Mater*. 2009;25:442-51.
19. Franco EB, Pazim MSL, Francischone CE.

Avaliação in vitro da resistência de união de diferentes combinações entre adesivos e resinas compostas. Braz Oral Res. 2000;14: 225-31.

20. Turner CW, Meiers JC. Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible-light-cured composite resin. Oper Dent. 1993;18:187-94.

Recebido em 17/08/2010 – Aceito em 16/12/2010

Autor correspondente:

Neimar Sartori
Universidade Federal de Santa Catarina – USFC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima - Trindade
Departamento de Odontologia - Disciplina de Dentística
CEP: 88040-970 – Florianópolis – SC - Brasil
e-mail: neimarsartori@gmail.com