

# Avaliação da resistência de união de reparos de resina composta, utilizando-se diferentes tratamentos de superfície

## Evaluation of microtensile bond strength of composite resin repair using different surface treatments

Rodrigo Richard da Silveira<sup>1</sup>, Maria Elisa de Souza e Silva<sup>1</sup>, Eduardo Lemos de Souza<sup>1</sup>, José Flávio Batista Gabrich Giovannini<sup>2</sup>, Paulo Afonso Silveira Francisconi<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a resistência de união de reparos de restaurações em resina composta utilizando-se diferentes tratamentos de superfície. **Materiais e Métodos:** Foram utilizadas 180 amostras de resina composta Tetric Ceram<sup>®</sup> (Ivoclar/Vivadent), distribuídas em 9 grupos (n=20/grupo). No momento do reparo, cada grupo recebeu tratamento de superfície específico: ácido fosfórico a 37% (Ivoclar/Vivadent); ácido hidrófluorídrico a 10% (Dentsply) ou microjateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm (Micro Jato VH<sup>®</sup>). Em seguida, aplicou-se o sistema adesivo Heliobond<sup>®</sup> (Ivoclar/Vivadent), associado ou não ao agente silanizador Monobond-S<sup>®</sup> (Ivoclar/Vivadent). Foram também confeccionados espécimes que não sofreram nenhum tipo de reparo (grupo controle). Os espécimes ficaram armazenados em água deionizada por 18 meses. Posteriormente cada amostra foi submetida ao teste de resistência de união à microtração em máquina de ensaio universal (EMIC DL500BF), a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Os dados obtidos em MPa foram submetidos a avaliação da normalidade da variável microtração por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. Considerando que a variável não apresentou distribuição normal (p<0,001) foram realizados os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. O valor de p considerado foi menor que 0,05, exceto, quando se utilizou da correção de Bonferroni (p<0,00138). **Resultados:** Os espécimes do grupo controle apresentaram resistência à tração estatisticamente superior em relação aos demais grupos. O emprego do ácido fosfórico e posterior inserção do sistema adesivo apresentou resultados estatisticamente significante em relação aos demais grupos reparados. **Conclusões:** A resistência coesiva da resina composta foi superior às outras técnicas de reparo utilizadas. O emprego do ácido fosfórico e posterior inserção do sistema adesivo demonstrou ser o tratamento ideal para o reparo de restaurações em resina composta.

**Descritores:** Resinas compostas. Adesivos dentinários. Manutenção corretiva. Abrasão dentária. Resistência a tração.

### INTRODUÇÃO

Avanços obtidos na área das restaurações estéticas desde o final do século passado contribuíram para o uso de resinas compostas como material restaurador não somente em dentes anteriores, mas também em áreas de incidência de esforços oclusais. As resinas compostas, porém, ainda apresentam limitações em relação à sua capacidade de manter uma união duradoura com a estrutura dentária. Além disso, descoloração marginal, manchas, perda de contorno anatômico e pequenas fraturas são aspectos comumente encontrados nas restaurações de resina composta<sup>1-5</sup>.

Invariavelmente quando se realiza a substituição de uma restauração, maiores se tornam as dimensões originais da cavidade preparada anteriormente, além de maior risco de injúria ao complexo dentina polpa<sup>6</sup>. O procedimento de reparo de uma restauração deve ser levado em consideração não somente pelos aspectos biológicos, mas também pelo baixo custo que tal procedimento apresenta quando comparado à substituição total. Obviamente aspectos importantes devem nortear tal decisão, como a presença ou não de lesão cariada sob a restauração, a extensão do procedimento reparador, o padrão oclusal do elemento dentário envolvido e o risco em relação à

<sup>1</sup>Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>2</sup>Curso de Odontologia, Centro Universitário Newton Paiva, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB), Universidade de São Paulo (USP), Bauru, SP, Brasil

Contato: rodrigorsilveira@hotmail.com, elisa@ufmg.br, edulemosodonto@terra.com.br, jfgabrich@gmail.com, pasf@fob.usp.br

cárie dentária apresentado pelo paciente<sup>2,7-8</sup>.

Uma das grandes dúvidas sobre o emprego da técnica de reparo é se após o emprego da mesma é possível obter uma boa integridade e longevidade da restauração envolvida<sup>9</sup>. Isso acontece porque a superfície de uma restauração em resina composta fraturada é formada por uma matriz orgânica já polimerizada, sendo desta forma menos reativa<sup>10-11</sup>. Além disso, uma restauração de resina composta fraturada invariavelmente possui uma fase inorgânica com a presença de partículas de carga que muitas vezes podem estar sem a cobertura de silano, o que impede a formação de ligações químicas com a nova camada de resina composta<sup>10-11</sup>.

Outro aspecto a ser salientado é que, muitas vezes, o cirurgião-dentista não possui conhecimento a respeito da composição da resina composta que foi empregada na confecção da restauração original. Este dado é importante, pois pode influenciar no aspecto estético da restauração devido à diferença de cor, textura e brilho, bem como na resistência final da restauração reparada<sup>12</sup>.

Diante de tais evidências, uma série de estudos foram realizados no sentido de elucidar as dúvidas citadas, bem como para estabelecer um protocolo de execução de reparo de restaurações que envolvam resinas compostas, procurando estabelecer uma restauração reparada que apresente boa durabilidade, resistência, funcionabilidade e estética<sup>2-19</sup>.

Este estudo objetivou comparar, *in vitro*, a eficácia dos diferentes tratamentos superficiais de restaurações em resinas compostas que são passíveis de reparo, levando-se em consideração o uso contínuo e rotineiro dos compósitos como materiais

restauradores em odontologia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais empregados, lotes e respectivas composições foram listados no Quadro 1.

A resina composta microhíbrida de partículas pequenas Tetric Ceram<sup>®</sup> foi utilizada tanto para a obtenção da restauração a ser reparada, quanto para o procedimento reparador.

O dispositivo empregado para obtenção dos espécimes envolvidos neste estudo foi confeccionado em Teflon. O referido dispositivo é uma matriz de Teflon bipartida e quadrangular de 16,0mm X 16,0mm, possuindo em sua metade (8,0mm) uma demarcação. A presença dessa demarcação permitiu padronizar as dimensões dos espécimes a serem reparados com a porção de resina composta a ser inserida posteriormente aos tratamentos superficiais.

A partir do emprego da matriz de Teflon bipartida foram confeccionados 9 blocos de resina composta da cor A1, com 8,0mm de altura (metade da altura do dispositivo). Com o auxílio de uma espátula para inserção de resina composta, Tactile Tone GTX<sup>®</sup> (Thompson Dental Mfg Co.), foram inseridos incrementos do compósito de encontro às paredes do dispositivo, não ultrapassando 2,0mm de espessura. A unidade fotoativadora (Optilux<sup>®</sup> Demetron VCL 403, Demetron Research Corp.), foi regularmente monitorada utilizando-se um aparelho radiômetro (Demetron 100<sup>®</sup>, Demetron Research Corp.) com potência de 490mW/cm<sup>2</sup>, foi colocada em duas regiões distintas de cada incremento, nas duas extremidades, e acionada durante 40 segundos em cada localidade.

**Quadro 1** - Materiais utilizados no estudo, composições e números dos lotes

Marca comercial	Fabricante	Composição	Número de lote
Resina Composta Tetric Ceram <sup>®</sup>	Ivoclar/ Vivadent	Bis-GMA*, EGDMA**, UEDMA***, vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluorsilicato de alumínio e bário, dióxido de silício altamente dispersa, óxidos mistos esferoidais, catalisadores, estabilizadores e pigmentos	C32630 (Cor A1) C32080 (Cor C3)
Sistema Adesivo Heliobond <sup>®</sup>	Ivoclar/ Vivadent	Bis-GMA e TEGDMA	C09716
Agente Silanizador Monobond-S <sup>®</sup>	Ivoclar/ Vivadent	3-Metacriloxipropil-trimetoxisilano, solução de água/etanol com ácido acético (pH=4)	C12012
Ácido Fosfórico	Ivoclar/ Vivadent	Ácido Fosfórico a 37%, álcool polivinílico, pigmentos	C08347
Condicionador de Porcelanas	Dentsply	Ácido Hidrofluorídrico a 10%	32889

\*Bisfenol A Glicidil Dimetacrilato / \*\*Trietilenoglicol Dimetacrilato / \*\*\*Uretano Dimetacrilato

Uma vez confeccionadas, as amostras foram removidas da matriz de Teflon e o fotoativador novamente acionado por 60 segundos. Deste modo, as áreas mais afastadas da luz do fotoativador, como as laterais e inferior do espécime, tiveram sua polimerização assegurada. Os espécimes assim

obtidos permaneceram armazenados em água deionizada a temperatura de 37°C por 7 dias, antes de receberem o tratamento superficial.

Um grupo específico, formado por corpos de prova que não sofreram nenhum tipo de reparo, foi elaborado como controle (Grupo IX), seguindo-se os

mesmos passos descritos anteriormente. Este grupo teve como finalidade determinar a resistência coesiva da resina composta empregada neste estudo, depois de decorrido o mesmo tempo de armazenamento dos demais grupos envolvidos nesta pesquisa.

A distribuição dos grupos e respectivos tratamentos de superfície foram listados no Quadro 2. As restaurações em resina composta reparadas, após permanecerem armazenadas durante 7 dias nas condições anteriormente mencionadas, tiveram as suas superfícies planificadas em uma polítrix (Panambra DP92, Panambra Industrial e Técnica S.A., Brasil), respectivamente, com lixas de carboeto de silício (3M do Brasil, São Paulo, Brasil) e

granulação decrescente, com as numerações de 400 e 600. Para tal procedimento, a polítrix desenvolveu uma velocidade de 300 rotações por minuto, sob refrigeração abundante de água. Depois de lavagem com jatos de ar/água, provenientes de uma seringa tríplice durante 60 segundos, as restaurações que passariam pelo procedimento de reparo foram secas com jatos de ar por 60 segundos, para serem então divididas aleatoriamente em 8 grupos.

As restaurações de resina composta dos Grupos I e II tiveram suas superfícies polidas tratadas com ácido fosfórico em gel a 37% durante 30 segundos, seguido de lavagem com jatos de água por 60 segundos e secagem com cones de papel absorvente.

**Quadro 2** - Distribuição dos grupos com seus respectivos tratamentos e materiais utilizados

r	Resina da restauração original	Preparo da superfície	Tratamento da superfície após preparo	Resina utilizada no reparo
I		Ácido Fosfórico a 37%	Silano + Adesivo	
II		Ácido Fosfórico a 37%	Adesivo	
III		Ácido Hidrofluorídrico a 10%	Silano + Adesivo	
IV	Tetric Ceram®	Ácido Hidrofluorídrico a 10%	Adesivo	Tetric Ceram®
V	Cor A1	Jateamento com Óxido de Alumínio	Silano + Adesivo	Cor C3
VI		Jateamento com Óxido de Alumínio	Adesivo	
VII		-----	Silano + Adesivo	
VIII		-----	Adesivo	
IX	Tetric Ceram® Cor A1	-----	-----	-----

As restaurações dos Grupos III e IV foram tratadas com ácido hidrofluorídrico a 10% na forma de gel durante 60 segundos, seguido de lavagem por 2 minutos e secagem com cones de papel absorvente. As superfícies dos Grupos V e VI foram tratadas com um jato de óxido de alumínio de 50µm durante 10 segundos, com uma pressão de 80psi, a uma distância aproximada de 2,0cm da superfície da restauração a ser reparada. Em seguida, as superfícies foram lavadas por 20 segundos e também secadas com cones de papel absorvente.

Após os referidos tratamentos de superfície e antes da execução dos reparos, cada grupo recebeu diferentes tratamentos químicos para adesão. A superfície da restauração de resina composta do Grupo I teve a sua superfície pincelada com uma demão do agente silanizador Monobond-S®, mantido por 60 segundos sobre a mesma. Decorrido esse tempo, foram utilizados cones de papel absorvente para secar a superfície. Em seguida, uma fina demão do sistema adesivo Heliobond® foi aplicada, com auxílio de um

pincel, e fotoativada por 10 segundos. O Grupo II, após o condicionamento com ácido fosfórico, recebeu apenas a aplicação direta do sistema adesivo, nos moldes do Grupo I. Já a superfície da restauração do Grupo III, após a utilização do ácido hidrofluorídrico, recebeu a aplicação do agente silanizador, seguida da aplicação do sistema adesivo, de acordo com o que foi descrito no Grupo I.

A restauração do Grupo IV, depois de aplicação e lavagem do ácido hidrofluorídrico e secagem da sua superfície, recebeu a aplicação do sistema adesivo, conforme mencionado no Grupo I. Posteriormente a utilização do jateamento, a superfície da restauração de resina composta do Grupo V recebeu a aplicação do agente silanizador e do sistema adesivo, de acordo com as normas do fabricante dos mesmos. Para o Grupo VI, posteriormente ao jateamento, pincelou-se o sistema adesivo Heliobond® que foi fotoativado por 10 segundos. Os grupos VII e VIII não passaram por nenhum tipo de condicionamento ácido ou jateamento prévio. A superfície da restauração em

resina composta do Grupo VII recebeu uma demão do agente silanizador, seguida da aplicação do sistema adesivo e fotoativação por 10 segundos. Já o Grupo VIII recebeu somente a inserção do sistema adesivo, sendo o mesmo também fotoativado por 10 segundos.

As restaurações originais, após receberem os respectivos tratamentos superficiais, retornaram à matriz bipartida de Teflon. A resina correspondente ao reparo foi inserida em incrementos de 1,5mm a 2,0mm de espessura no espaço restante da matriz (8,0mm), sendo cada incremento fotoativado por 40 segundos. As amostras depois de confeccionadas foram removidas da matriz de Teflon e o fotoativador novamente acionado por mais 60 segundos. Para facilitar a visualização da interface, utilizou-se outra cor (cor C3) para a resina composta de reparo. Os corpos de prova obtidos permaneceram armazenados em água deionizada a 37°C, por 18 meses.

Após o armazenamento, os espécimes foram fixados com godiva, paralelamente ao longo eixo em um suporte metálico, para serem adaptados à máquina de cortes seriados (Isomet Buehler, EUA). Utilizando um disco de diamante (Isomet 1000, Buehler, EUA) girando em baixa velocidade com constante irrigação, foram confeccionados cortes seriados paralelos ao longo eixo dos espécimes, em espessuras de aproximadamente 0,6mm. No final, a base dos espécimes foi seccionada perpendicularmente ao seu longo eixo, obtendo vários corpos de prova.

Os corpos de prova, antes de serem submetidos à carga de tração (microtração), foram avaliados sob a luz de um microscópio com 7 vezes de aumento (Stereo Zoom 7, Bausch & Lomb Inc., EUA) para verificar se na área de adesão havia falhas no processo adesivo (presença de bolhas). Em seguida, foram individualmente fixados ao dispositivo de microtração (EMIC DL500BF) com um adesivo a base de cianoacrilato (Zapit, DVA, EUA) pelas suas extremidades, de modo a posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da força de tração.

Após o teste, as duas porções fraturadas foram removidas e a área transversal correspondente à fratura foi medida, utilizando-se um paquímetro universal com leitura digital eletrônica (Sylvae Ultra Cal II, Fowler Co., EUA), com precisão de 0,1mm. O valor da área foi transformado em cm<sup>2</sup> e o valor da carga em Kg. Os valores finais de resistência adesiva foram calculados e expressos em MPa.

O modo de fratura da interface adesiva foi avaliado em microscopia ótica (Stereo Zoom 4, Bausch & Lomb Inc., EUA), com quarenta vezes de aumento e classificada em três tipos: adesiva (na interface compósito e compósito); coesiva (no corpo do compósito) ou mista (adesiva e coesiva simultaneamente).

Para visualizar a morfologia da superfície

da resina composta, após cada um dos tratamentos de superfície empregados no presente estudo, foram realizadas fotomicrografias em um microscópio eletrônico de varredura (JSM-6301F, Jeol Instruments, Japão), sendo os espécimes previamente recobertos por uma camada de 13 nm de ouro/paládio (80/20), com 15kV e uma ampliação de 2.000 vezes.

Foi realizada avaliação da normalidade da variável microtração por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. Considerando que a variável não apresenta distribuição normal ( $p < 0,001$ ) foram realizados os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. O valor de  $p$  considerado foi menor que 0,05, exceto, quando se utilizou da correção de Bonferroni.

## RESULTADOS

Todas as amostras apresentaram fraturas adesivas, excetuando-se o grupo controle (Grupo IX) em que foi observada a fratura coesiva da resina composta empregada no presente trabalho. O grupo controle apresentou resultados estatisticamente superiores em relação aos grupos experimentais (Tabela 1). Observa-se que o Grupo II (ácido fosfórico + adesivo) apresentou significativamente os valores mais altos de resistência a tração, em relação aos demais grupos reparados.

O Grupo VII (silano + adesivo) apesar de apresentar resultados estatisticamente inferiores ao Grupo II, apresentou resultados estatisticamente superiores aos Grupos I, V, VI e VIII. Não houve diferença estatística significativa entre os Grupos I, V, VI e VIII.

Os reparos obtidos com o preparo da superfície utilizando o ácido hidrófluorídrico e aplicação de silano e adesivo (Grupo III) e ácido hidrófluorídrico, seguida da aplicação de adesivo (Grupo IV) resultaram nos mais baixos valores estatisticamente significantes de resistência à tração (microtração) em relação aos demais grupos.

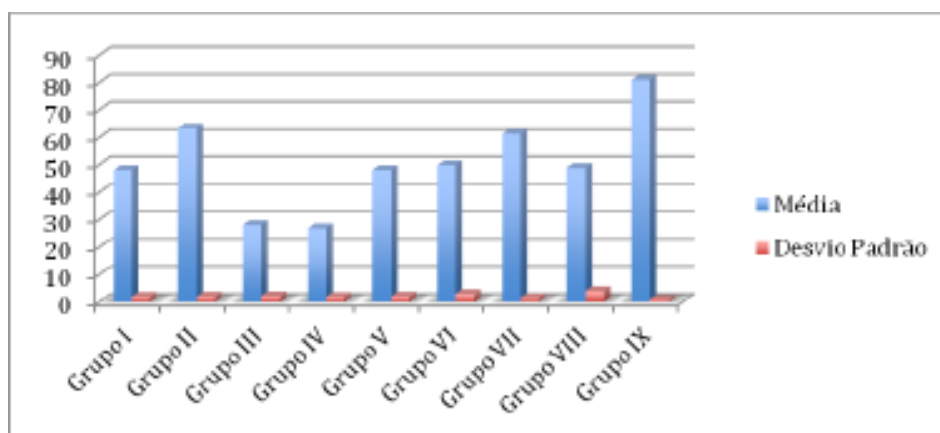
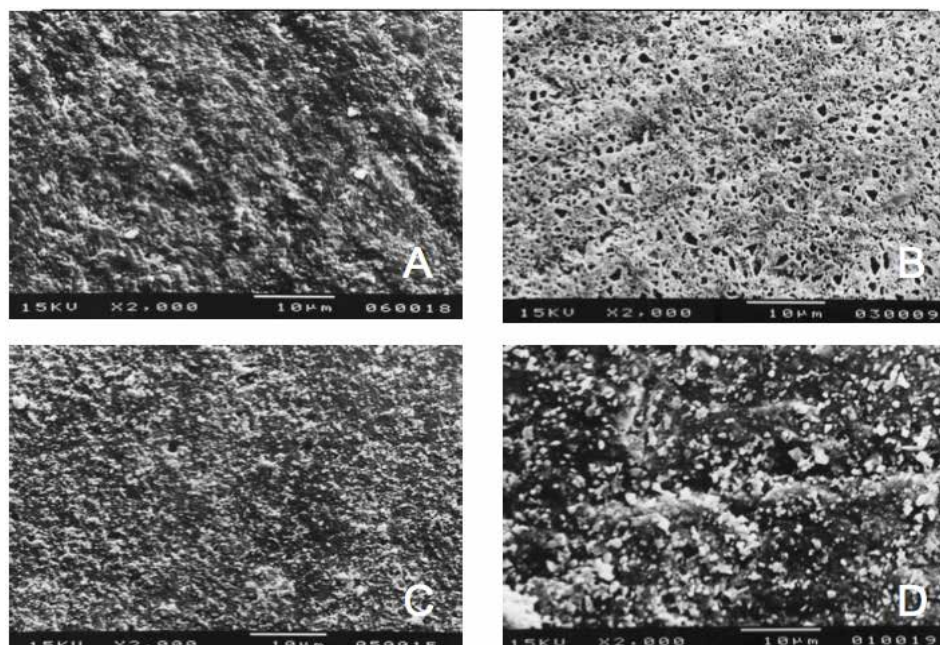
A Figura 1 mostra a distribuição das médias de resistência a tração e o desvio padrão de todos os grupos desta pesquisa.

Na Figura 2 observa-se a presença de quatro fotomicrografias da resina composta utilizada após os respectivos tratamentos de superfície. Na letra A percebe-se a presença de uma imagem sugestiva da manutenção tanto da matriz orgânica quanto da fase inorgânica do compósito. Pela observação da fotomicrografia B nota-se, possivelmente, a dissolução da fase inorgânica do composto resinoso. A fotomicrografia C sugere a presença de uma superfície limpa, livre de partículas de carga que porventura não apresentavam união estável com a matriz orgânica resinosa. Em relação a letra D observa-se a possível presença de partículas de óxido de alumínio sobre a superfície da resina composta.

**Tabela 1** - Descrição dos grupos e médias de resistência à tração dos espécimes após período de 18 meses (teste Kruskal-Wallis).

Grupos	Tratamentos	Nº amostras	Média $\pm$ DP (MPa)
IX	Fratura Coesiva da Resina Composta	20	80,90 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
II	Ácido Fosfórico + Adesivo	20	63,45 $\pm$ 2,07 <sup>b</sup>
VII	Silano + Adesivo	20	61,31 $\pm$ 1,50 <sup>c</sup>
VI	Óxido de Alumínio + Adesivo	20	49,75 $\pm$ 2,94 <sup>d</sup>
VIII	Adesivo	20	48,83 $\pm$ 4,10 <sup>d</sup>
I	Ácido Fosfórico + Silano + Adesivo	20	48,04 $\pm$ 1,96 <sup>d</sup>
V	Óxido de Alumínio + Silano + Adesivo	20	48,02 $\pm$ 2,12 <sup>d</sup>
III	Ácido Hidrofluorídrico + Silano + Adesivo	20	28,07 $\pm$ 2,24 <sup>e</sup>
IV	Ácido Hidrofluorídrico + Adesivo	20	26,92 $\pm$ 1,94 <sup>e</sup>

Os valores representados por letras iguais são estatisticamente semelhantes entre si ( $p < 0,001$ ).

**Figura 1** - Distribuição das médias de resistência a tração (micro-tração) e desvio padrão dos grupos controle e de espécimes reparados após 18 meses de armazenamento (MPa)**Figura 2** - Fotomicrografias das superfícies de resina composta após tratamento com: A - lixas abrasivas; B - ácido hidrofluorídrico; C - ácido fosfórico; D - jateamento com partículas de óxido de alumínio

## DISCUSSÃO

Vários fatores são determinantes no processo de desgaste e/ou fratura das restaurações em resinas compostas. Dentre elas destacam-se os seguintes:

tamanho e distribuição das partículas; dureza das partículas; degradação química; rugosidade da superfície da restauração; localização do dente na arcada; localização e dimensão dos contatos oclusais;

amplitude da restauração no sentido vestibulo-lingual; técnica de acabamento e polimento empregada; grau de polimerização da resina composta e ocorrência de porosidade no interior do material restaurador<sup>9-12,17</sup>.

Uma das alternativas de tratamento, quando ocorre o desgaste e/ou fratura de uma restauração de resina composta é a realização do reparo da mesma. O reparo caracteriza-se pela troca parcial da restauração, permitindo a preservação da porção que não apresenta ocorrência de recidiva de cárie dentária ou qualquer tipo de falha evidenciada clinicamente e/ou radiograficamente<sup>4,7</sup>.

Dentre as vantagens do procedimento de reparo, quando comparado à substituição total das restaurações, pode-se citar o menor desgaste de estrutura dentária sadia, por isto menor enfraquecimento do remanescente dentário e menores riscos de danos pulpares. Além disso, a realização do reparo poderá propiciar uma maior longevidade da restauração, demandando um tempo clínico menor e um custo mais baixo<sup>3,18</sup>.

Uma forte aderência de um substrato ao outro pode ser obtida por intermédio de adesão mecânica ou retenção em vez de atração molecular. A adesão mecânica pode envolver mecanismos sutis, como a penetração do adesivo em irregularidades microscópicas na superfície do substrato<sup>9</sup>.

Outros fatores a serem salientados são a energia de superfície e a capacidade de molhamento do adesivo sobre o substrato. Para a ocorrência da adesão, as superfícies devem-se atrair uma à outra na sua interface. O aumento de energia por unidade de área de superfície é referido como energia de superfície para as substâncias sólidas ou de tensão superficial para as substâncias líquidas. Quanto maior a energia de superfície, maior a capacidade de molhamento do substrato pelo adesivo. Desta forma, se outros fatores associados assim permitirem, espera-se maior potencial de adesão.

Sobre a capacidade de molhamento diz-se que um líquido é capaz de “molhar” um sólido quando o ângulo formado entre eles é menor que 90°. O molhamento ideal é conseguido quando a tensão superficial do líquido é igual ou ligeiramente menor que a energia livre do substrato sólido.

Observando os resultados obtidos no presente estudo nota-se que a resistência de união de todos os reparos foi significativamente menor que a resistência coesiva do material restaurador. Uma série de trabalhos na literatura está em consonância com estes resultados<sup>9-10,16,18-20</sup>.

O tratamento de superfície que demonstrou significativamente menor eficiência foi o condicionamento com ácido hidrofluorídrico. Alguns estudos apontam o ácido hidrofluorídrico como um agente ineficaz para os procedimentos de reparo

em resina composta<sup>18-19</sup>. A utilização do ácido hidrofluorídrico reduz significativamente a resistência dos espécimes reparados, mesmo quando precedido de abrasionamento com óxido de alumínio, seguido de silanização. O referido ácido ataca as partículas de vidro dos compósitos, resultando muitas vezes na dissolução total de todas as partículas expostas<sup>18-19</sup>.

Os resultados obtidos pelos espécimes tratados com ácido hidrofluorídrico no presente estudo parecem estar associados justamente à dissolução total ou em grandes proporções da fase inorgânica da resina composta, que afeta de maneira substancial a adesão entre os substratos. Pela observação e comparação das letras A e B da Figura 2 nota-se claramente as consequências desta dissolução na superfície do compósito em estudo.

Os grupos tratados com jateamento de partículas de óxido de alumínio não resultaram em maior resistência à tração dentre todos os tratamentos executados, divergindo de alguns trabalhos encontrados na literatura<sup>18-19</sup>. Alguns autores, após o jateamento, visualizaram ao microscópio a presença de porosidades na superfície jateada. Segundo os mesmos, estas porosidades em grande número seriam responsáveis pela principal resistência de união apresentada pelos espécimes<sup>18-19</sup>.

Comparando as letras A e D da Figura 2 nota-se, na imagem D, a presença de uma série de partículas na superfície do compósito. Tal imagem sugere que sejam partículas de óxido de alumínio que permaneceram sobre a referida superfície, mesmo depois do procedimento de lavagem. A presença de tais partículas causa a obliteração das porosidades produzidas, dificultando a atuação e penetração do agente silanizador e/ou do sistema adesivo e o íntimo contato entre a resina envelhecida e a resina de reparo, o que acarreta e justifica a menor resistência à tração encontrada neste trabalho.

Os silanos são agentes anfóteros ou bi-funcionais que podem reagir com superfícies de diferentes naturezas, uma inorgânica e outra orgânica<sup>19</sup>. Deste modo, quando se propõe a utilização deste material em procedimentos de reparo de compósitos, espera-se que haja uma provável ligação química entre a fase inorgânica da resina envelhecida e a matriz orgânica da resina de reparo. A literatura mostra que reparos de restaurações em resina composta em que há emprego do silano apresentam resistência superior aos demais grupos em que não há emprego do referido material<sup>14-5,9,11,16</sup>. A alta resistência de união dos reparos promovidos com a utilização do silano é explicada pela sua capacidade de remoção da camada orgânica depositada na superfície, combinada com o tratamento químico do próprio silano sobre as partículas de carga expostas. Outro fator apontado pela literatura é que, de um modo geral, a resistência

ao cisalhamento de amostras reparadas, em que um agente silanizador foi empregado, aumenta com o transcorrer do tempo de armazenagem<sup>4-5,9,11</sup>.

O principal componente utilizado no agente silanizador empregado neste estudo é o 3-Metacriloxipropil-trimetoxissilano, que apresenta compatibilidade com os dimetacrilatos presentes na composição de grande parte das resinas compostas. A quebra da molécula do referido componente resulta na formação de silanóis, parte ativa dos silanos, os quais possuem grande afinidade, por ligações secundárias não específicas, às superfícies hidratadas, ou seja, são capazes de estabelecerem a formação de pontes de hidrogênio com moléculas de água absorvidas na superfície das resinas compostas armazenadas em água<sup>20</sup>.

Não há um consenso a respeito do mecanismo de adesão promovido pelos agentes silanizadores. A teoria mais aceita atualmente parece ser a do mecanismo de adesão hidrolítica reversível. Esta teoria baseia-se na quebra reversível e restabelecimento das ligações entre o silano e o substrato, sem a ruptura definitiva da ligação. Tal adesão é obtida na presença de água, a qual forma um equilíbrio dinâmico com os silanóis ativos. Portanto as ligações são simultaneamente quebradas e restabelecidas na interface<sup>17,20</sup>.

No presente estudo, os espécimes silanizados e seguidos da aplicação do sistema adesivo apresentaram valores estatisticamente superiores a todos os demais grupos reparados, exceto em relação aos espécimes condicionados com ácido fosfórico e com posterior aplicação do adesivo, que apresentaram, de maneira estatisticamente significativa, os maiores valores de resistência à tração em relação a todos os demais procedimentos reparadores.

Há relatos na literatura de que o ácido fosfórico que atua como agente de limpeza superficial da resina composta a ser reparada tem maior efetividade em superfícies desgastadas com procedimentos que não geram calor, como a planificação abundante em água com lixas de granulação 400 e 600 que foram empregadas no presente trabalho<sup>12,18-19</sup>.

Os resultados obtidos com a conjugação do ácido fosfórico e do sistema adesivo parecem estar pautados justamente pelo poder de limpeza superficial atribuído ao agente condicionante (Figura 2, Imagem C). Esta limpeza da superfície permitiria melhor escoamento e penetração do adesivo dentário, aumentando os valores de resistência a tração das restaurações reparadas.

Outro fator que pode ter contribuído para a obtenção de tais resultados deve-se ao aumento da energia livre de superfície que ocorre após o condicionamento com ácido fosfórico. O sistema adesivo, conseqüentemente a este aumento de energia livre de superfície, apresenta maior capacidade de

molhamento o que proporciona um processo de adesão mais eficaz<sup>5,10</sup>.

## CONCLUSÕES

A resistência coesiva da resina composta não reparada foi estatisticamente superior, independentemente de qualquer uma das técnicas de reparo utilizadas.

O emprego do ácido fosfórico e posterior inserção do sistema adesivo demonstrou ser um bom procedimento para o reparo de restauração de resina composta.

## ABSTRACT

**Aim:** The purpose of this study was to simulate the repair of composite resin restorations by evaluating the composite-to-composite microtensile bond strength test, after applying different combinations of surface treatments. **Materials and Methods:** The present study analyzed 180 samples of Tetric Ceram® (Ivoclar/Vivadent) composite resin, distributed in 9 groups (n=20/grupo). At the time of repair, each group received specific surface treatment: 37% phosphoric acid (Ivoclar/Vivadent), 10% hydrofluoric acid (Dentsply), or microjet spraying with 50µm of aluminum oxide particles (Micro Jato VH®). Next, the Heliobond® (Ivoclar/Vivadent) adhesive system was applied, associated or not with the Monobond-S® (Ivoclar/Vivadent) silanizing agent. Specimens were also manufactured but did not undergo any form of repair (control group). These specimens were stored in deionized water for 18 months. After this time, each sample was submitted to microtensile bond strength testing using a universal testing machine (EMIC DL500BF) at a speed of 0.5 mm/minute. The data acquired in MPa was then submitted to a normality evaluation of the microtensile variable by applying the Kolmogorov-Smirnov test. Since the variable did not present normal distribution (p<0.001), the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were also performed. The p value was considered significant when less than 0.05, at which time the Bonferroni correction was applied (p<0.00138). **Results:** The control group exhibited significantly higher tensile strength values. Group 2 exhibited significantly higher bond strength than groups 1, 3, 4, 5, 6, 7, and 8. Groups 3 and 4 showed the lowest bond strength. **Conclusions:** The cohesive strength value of the composite resin was more effective than all the other tested repair techniques. The use of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> and subsequent applications of the adhesive system proved to be the ideal repair treatment for composite resin restorations.

**Uniterms:** Composite resins. Dentin- bonding agents. Corrective maintenance. Tooth abrasion. Tensile strength.

**REFERÊNCIAS**

1. Loomans BA, Vivan Cardoso M, Roeters FJ, Opdam NJ, De Munck J, Huysmans MC, et al. Is there one optimal repair technique for all composites? *Dent Mater.* 2011; 27:701-9.
2. Staxrud F, Dahl JE. Role of bonding agents in the repair of composite resin restorations. *Eur J Oral Sci.* 2011; 119:316-22.
3. Vivas J, Yaman P, Taylor G. Effect of different surface treatments on the shear and flexural re-bond strength of a micro-hybrid composite. *J Contemp Dent Pract.* 2009; 10:E001-8.
4. Cavalcanti AN, De Lima AF, Peris AR, Mitsui FH, Marchi GM. Effect of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19:90-8.
5. Rodrigues SA Jr, 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.
6. Hunter AR, Treasure ET, Hunter AJ. Increases in cavity volume associated with the removal of class 2 amalgam and composite restorations. *Oper Dent.* 1995; 20:2-6.
7. Papacchini F, Dall'Oca S, Chieffi N, Goracci C, Sadek FT, Suh BI, et al. Composite-to-composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: effect of surface treatment and oxygen inhibition. *J Adhes Dent.* 2007; 9:25-31.
8. Ozcan M, Barbosa SH, Melo RM, Galhano GA, Bottino MA. Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. *Dent Mater.* 2007; 23:1276-82.
9. Rinastiti M, Ozcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ, van der Mei HC. Effect of biofilm on the repair bond strengths of composites. *J Dent Res.* 2010; 89:1476-81.
10. Loomans BA, Cardoso MV, Opdam NJ, Roeters FJ, De Munck J, Huysmans MC, et al. Surface roughness of etched composite resin in light of composite repair. *J Dent.* 2011; 39:499-505.
11. Maneenut C, Sakoolnamarka R, Tyas MJ. The repair potential of resin composite materials. *Dent Mater.* 2011; 27:e20-7.
12. 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.
13. Rinastiti M, Ozcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ. Immediate repair bond strengths of microhybrid, nanohybrid and nanofilled composites after different surface treatments. *J Dent.* 2010; 38:29-38.
14. Fawzy AS, El-Askary FS, Amer MA. Strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent.* 2008; 36:969-76.
15. American Dental Association. Council on dental materials and devices. Specification n. 27 for direct filling resins. *J Amer Dent Ass.* 1977; 94:1191-5.
16. Rathke A, Tymina Y, Haller B. Effect of different surface treatments on the composite-composite repair bond strength. *Clin Oral Investig.* 2009; 13:317-23.
17. Soderholm K. Flexure strength of repaired dental composites. *Scan J Den Res.* 1986; 94:364-9.
18. Swith Junior EJ, Le Valley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for composite repair. *Dent Mater.* 1992; 8:362-5.
19. Swith Junior EJ. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent Mater.* 1992; 8:193-6.
20. Anagnostopoulos T, Eliades G, Palaghias G. Composition reactivity and surface interactions of three dental silane primers. *Dent Mater* 1993; 9:182-90.

Recebido em 29/06/2012 - Aceito em 27/09/2012

**Autor correspondente:**

Rodrigo Richard da Silveira  
Faculdade de Odontologia - Departamento de Odontologia Restauradora  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Avenida Antônio Carlos, 6627 - Pampulha  
Belo Horizonte - MG - Brasil  
CEP: 31270-901  
E-mail: rodrigorsilveira@hotmail.com