

Artigo Original de Pesquisa

Avaliação da resistência de união ao microcissalhamento entre compósitos restauradores e cimentos resinosos

Microshear bond strength between restorative composites and resin cements

Rubens Nazareno GARCIA*
Mário Fernando de GÓES**
Marcelo GIANNINI***

Endereço para correspondência:

Rubens Nazareno Garcia
Universidade do Vale do Itajaí – Curso de Odontologia
Rua Uruguai, 458 – Centro – Itajaí – SC – CEP 88302-202
E-mail: rubensgarcia@univali.br

* Professor dos cursos de Odontologia da Univali e da Univille (área de Materiais Dentários). Mestre e Doutor em Materiais Dentários.

** Professor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Unicamp (área de Materiais Dentários). Mestre em Biologia/Patologia Bucodental e Doutor em Materiais Dentários.

*** Professor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Unicamp (área de Dentística). Mestre e Doutor em Clínica Odontológica.

Recebido em 18/2/08. Aceito em 27/3/08.

Palavras-chave:

compósitos restauradores;
cimentos resinosos;
resistência de união ao
cissalhamento.

Resumo

Introdução e objetivo: As técnicas de cimentação adesiva têm sido largamente utilizadas nas restaurações dentárias. O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união ao microcissalhamento entre compósitos restauradores e cimentos resinosos. **Material e métodos:** Vinte blocos de compósitos foram preparados até a obtenção de superfícies planas, que foram abrasionadas com lixa de carbetto de silício n.º 600. As amostras foram aleatoriamente divididas em quatro grupos (n=15), de acordo com os grupos experimentais: 1) bloco de Z250 + Single Bond + cilindro de RelyX ARC; 2) bloco de Z250 + Single Bond + cilindro de Panavia F; 3) bloco de Clearfil AP-X + adesivo do Clearfil SE Bond + cilindro de RelyX ARC; 4) bloco de Clearfil AP-X + adesivo do Clearfil SE Bond + cilindro de Panavia F. Os sistemas adesivos e os cimentos resinosos foram aplicados de acordo com os grupos experimentais, usando uma matriz do tipo Tygon. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada $37 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 h. A resistência de união foi determinada por meio da máquina

universal de ensaios Instron, a uma velocidade de 0,5 mm/min. **Resultados:** Os resultados obtidos em MPa (DP) foram analisados estatisticamente (ANOVA e teste de Tukey – $p < 0,05$) e mostraram os seguintes resultados: 1) 39,76 (5,34); 2) 45,01 (8,53); 3) 46,39 (9,22); 4) 45,78 (9,06). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 2 e entre os grupos 3 e 4. Todavia houve diferença estatística entre os grupos 1 e 3. **Conclusão:** Quando a base de Clearfil AP-X foi utilizada com o adesivo do Clearfil SE Bond ou o cimento resinoso RelyX ARC, os valores médios de resistência de união ao microcissalhamento foram maiores. Os resultados sugerem que em reconstruções morfológicas dentárias, quando for aplicado o cimento resinoso, o uso de um adesivo hidrófobo sobre o compósito restaurador é necessário.

Keywords:

restorative composites; resin cements; shear bond strength.

Abstract

Introduction and objective: The techniques of adhesive cementation have been widely used in dental restoration. The purpose of this study was to evaluate the microshear bond strength between restorative composites and resin cements. **Materials and methods:** Twenty composites blocks were prepared in order to obtain a flat surface, using 600-grid sandpaper. The samples were randomly divided in four groups ($n=15$) according to the experimental groups: [1] Z250 block + Single Bond + cylinder of RelyX ARC; [2] Z250 block + Single Bond + cylinder of Panavia F; [3] Clearfil AP-X block + Clearfil SE Bond adhesive + cylinder of RelyX ARC; [4] Clearfil AP-X block + Clearfil SE Bond adhesive + cylinder of Panavia F. The adhesive systems and the resin cements were applied according to the experimental groups, using a Tygon matrix. The samples were stored in distilled water at $37 \pm 2^\circ\text{C}$ for 24 hours. Microshear bond strengths were determined using an apparatus attached to an Instron universal testing machine at a crosshead speed of 0.5 mm/minute. **Results:** The results obtained in MPa (SD) were statistically analyzed (ANOVA and Tukey test, $p < 0.05$), and showed the following results: [1] 39.76 (5.34); [2] 45.01 (8.53); [3] 46.39 (9.22); [4] 45.78 (9.06). There was no statistically significant difference between groups [1] and [2]; and between groups [3] and [4]. However, there was statistically significant difference between groups [1] and [3]. **Conclusion:** When Clearfil AP-X block was used with Clearfil SE Bond adhesive or RelyX resin cement, the microshear bond strength values were higher. The results suggest that in the union of the resin cements to the restorative composites, hydrophobic adhesives are necessary.

Introdução

Atualmente as restaurações diretas são preferíveis às indiretas porque requerem uma mínima intervenção e um preparo cavitário conservador de estrutura dental. Para os compósitos restauradores, ainda é possível a realização de reparos que promovam uma excelente resistência de união [17]. No entanto as restaurações indiretas são usualmente recomendadas quando os dentes

precisam de restaurações extensas; como estas necessitam de materiais para fixação, o resultado depende de uma correta seleção deles. Os cimentos resinosos são os preferidos por oferecerem muitas vantagens, como a capacidade de união micromecânica à estrutura dental, baixa solubilidade e maior resistência ao desgaste em relação aos cimentos convencionais [6]. Além disso, é clinicamente relevante a aplicação de técnicas e materiais corretos, no sentido de melhorar a união entre cimentos resinosos, substratos dentais e

materiais restauradores, uma vez que essa união é parâmetro para o aumento da resistência à fratura de restaurações indiretas [3].

Os compósitos e os cimentos fotoativados têm sido largamente utilizados em comparação aos quimicamente ativados. Eles oferecem várias vantagens, como estabilidade de armazenamento, tempo de trabalho estendido, maior grau de conversão, reduzidas porosidades que incorporam ar pela manipulação e melhores propriedades físicas. Porém os compósitos e os cimentos quimicamente ativados ainda têm algumas aplicações na Odontologia restauradora contemporânea, especialmente para restaurações em dentes posteriores. Eles são utilizados, por exemplo, em áreas que não podem ser facilmente alcançadas pela luz [30].

A polimerização química de resinas com radical vinílico por mecanismo de liberação de radicais livres em temperatura ambiente é tradicionalmente realizada por meio de um sistema binário do tipo redox, que emprega um peróxido e uma amina terciária aromática [1, 8]. Por outro lado, a fotopolimerização ocorre pela geração de radicais livres da ativação de um fotoiniciador, geralmente uma diquetona, em seu estado *triplet* de excitação. Isso é seguido pela redução de um fotoiniciador ativado por uma amina aceleradora para formar um complexo de excitação intermediário (exciplex), que libera os radicais livres por dissociação [19, 29].

Técnicas restauradoras que utilizam ambos os compósitos de presa química ou fotoativados não têm relatado nenhuma incompatibilidade entre esses dois modos de polimerização [2, 5, 18]. Contudo evidências sugerem que a resistência de união dos cimentos resinosos à dentina é influenciada pelos modos de polimerização e pelos sistemas adesivos empregados [15, 23, 25].

Com exceção dos cimentos resinosos auto-adesivos, que não demandam pré-tratamento das estruturas do dente, tradicionalmente todos os cimentos requerem o uso conjugado aos sistemas adesivos, que podem ser os convencionais ou os autocondicionantes [10]. A sensibilidade da técnica e a dificuldade de obter um selamento hermético associado aos adesivos convencionais provavelmente levaram a uma maior incidência de sensibilidade pós-operatória relacionada à cimentação de restaurações indiretas [4].

Atualmente é aceito que os cimentos resinosos ativados quimicamente ou de dupla ativação que empregam aminas básicas como parte de um sistema catalisador redox são incompatíveis com a aumentada concentração de monômeros resinosos mais ácidos utilizados nos adesivos de passos

simplificados. A interação entre monômeros mais ácidos e as aminas terciárias básicas dos compósitos resulta no consumo das aminas nas reações ácido-base, privando-as de sua capacidade de gerar radicais livres nas subseqüentes reações redox [27]. Para solucionar esse problema, os *primers* autocondicionantes recomendados para uso com os cimentos resinosos contêm sistemas iniciadores redox ternários, como os sais de sulfinato, o ácido ascórbico ou os sais de ácido barbitúrico; o mais comumente utilizado é o co-iniciador ácido aril sulfínico do sal de sódio. Este reage com os monômeros ácidos para produzir radicais livres fenil ou benzeno-sulfonil, que inicia a polimerização dos compósitos quimicamente polimerizados. Dessa forma, também uma ótima polimerização dos cimentos resinosos ocorre quando eles são usados nos modos quimicamente polimerizável ou de dupla ativação [24].

Evidências obtidas por microscopia eletrônica de varredura de incompatibilidade podem ser observadas em análise fractográfica de corpos-de-prova que foram submetidos à fratura em ensaios de microtração. As falhas foram adesivas para as amostras restauradas com os compósitos quimicamente ativados. Elas ocorreram predominantemente ao longo da interface adesivo-compósito e parcialmente ao longo da interface adesivo-dentina. A interface fraturada adesivo-compósito foi caracterizada por espaços vazios acima de 30 μm , e estes se tornaram maiores ao longo da junção entre o adesivo e o compósito fraturado. Para as amostras restauradas com compósitos fotoativados, não houve evidência da presença de falhas ou microporos entre o compósito e a camada adesiva. Falhas coesivas foram observadas; parte da camada híbrida foi puxada e estava retida no adesivo, e extensões de resina polimerizada estavam aderidas à base da camada híbrida [20].

Similarmente aos adesivos autocondicionantes comercializados para procedimentos restauradores diretos, os *primers* autocondicionantes, que são fabricados exclusivamente para uso com os cimentos resinosos, podem ser classificados em sistemas de um ou dois passos. Panavia F (Kuraray) é um exemplo de sistema de um passo em que o cimento resinoso é aplicado ao esmalte e à dentina previamente preparados pelo *primer*, sem uma camada adicional de *resin coating* [9]. Já o Bistite II DC (Tokuyama) é um exemplo de sistema de dois passos em que uma camada adicional de resina é aplicada sobre os substratos dentais previamente preparados pelo *primer*, antes da aplicação do cimento de dupla ativação [3].

Os sistemas adesivos autocondicionantes de um passo, em função de suas maiores concentrações de monômeros resinosos iônicos e hidrófilos e pela falta da subsequente aplicação de uma cobertura de resina hidrófoba, comportam-se como membranas permeáveis após a polimerização [28]. Isso permite difusão de água da dentina através do adesivo polimerizado, permanecendo ao longo da interface adesivo-compósito. O aumento da permeabilidade adesiva então determina uma segunda causa para a incompatibilidade adesivo-compósito [24]. Essa situação é usualmente mascarada pelas interações adversas decorrentes da reação ácido-base. Somente quando tais interações são eliminadas pelo uso de co-iniciadores químicos é que os aspectos físicos do transporte osmótico de água são revelados [26]. Os dados mencionados podem ser a razão para a baixa resistência de união observada para o Panavia F quando utilizado em dentina hidratada [16]. Para solucionar esse problema, a técnica do *resin coating* tem sido preconizada [7, 11, 12, 13, 14].

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união entre compósitos restauradores e cimentos resinosos utilizando ensaio de microcisalhamento.

Metodologia

Foram utilizados vinte blocos (60 mm² – 12 mm de altura X 5 mm de largura X 1 mm de espessura) de compósito restaurador que foram preparados com o auxílio de uma matriz do componente denso do silicone de condensação para moldagem (Silon, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). Uma superfície de cada bloco foi abrasionada sob refrigeração com lixa de carvão de silício n.º 600 (Carborundum, Vinhedo, SP, Brasil), e os blocos foram aleatoriamente divididos em quatro grupos (n=15).

Os materiais utilizados e os procedimentos de união estão descritos no quadro I. Dois compósitos restauradores (Z250 e Clearfil AP-X), dois sistemas adesivos (Single Bond e o adesivo do Clearfil SE Bond) e dois cimentos resinosos (RelyX ARC e Panavia F) foram avaliados.

Material/Fabricante	Lote	Composição	Procedimentos de união
Single Bond 3M ESPE	2GK	Bis-GMA, HEMA, PAA, etanol e água	Condicionalmento – aplicar 15 s, lavar 10 s, secar
Condicionador ácido 3M ESPE	2YR	Ácido fosfórico 35%	Adesivo – aplicar 2 camadas, ar 2/5 s, fotoativar 10 s
Clearfil SE Bond KURARAY	61238	Adesivo: MDP, HEMA, Bis -GMA, dimetacrilatos hidrófilos, micropartículas	Adesivo – aplicar, leve jato de ar, fotoativar 10 s
RelyX ARC 3M ESPE	CJCJ	Bis-GMA, TEGDMA, monômeros dimetacrilato, partículas inorgânicas de zircônia e sílica	Misturar 10 s, aplicar e fotoativar 40 s
Panavia F KURARAY	51136	Pasta A: vidro de quartzo, micropartículas, MDP, metacrilatos, fotoiniciador Pasta B: vidro de bário, fluoreto de sódio, metacrilatos, iniciador químico	Misturar 20 s, aplicar e fotoativar 20 s
Filtek Z250 3M ESPE	1LB	Bis-GMA, UEDMA, Bis-EMA, partículas de zircônia e sílica	Aplicar e fotoativar 20 s
Clearfil AP-X KURARAY	401B	Bis-GMA, TEGDMA, fotoiniciador, vidro de bário silanizado, sílica coloidal	Aplicar e fotoativar 20 s
Abreviações: Bis-GMA = bisfenol-glicidil-metacrilato; HEMA = 2-hidroxietilmetacrilato; PAA = co-polímero de ácido polialcenoico; MDP = 10-metacrilatoilodecilo diidrogênio fosfato; CQ = canforquinona; TEGDMA = trietilenoglicol dimetacrilato; UEDMA = uretanoetil dimetacrilato; Bis-EMA = bisfenol-polietileno glicol dimetacrilato			

Quadro I – Materiais utilizados, fabricantes, lotes, composições e procedimentos de união

Os compósitos restauradores, os sistemas adesivos e os cimentos resinosos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os grupos experimentais avaliados foram: grupo [1] bloco de Z250 – aplicação do ácido fosfórico, aplicação de 2 camadas do Single Bond, confecção do cilindro de RelyX ARC; grupo [2] bloco de Z250 – aplicação do ácido fosfórico, aplicação de 2 camadas do Single Bond, confecção do cilindro de Panavia F; grupo [3] bloco de Clearfil AP-X – aplicação do ácido fosfórico, aplicação do adesivo do Clearfil SE Bond, confecção do cilindro de RelyX ARC; grupo [4] bloco de Clearfil AP-X – aplicação do ácido fosfórico, aplicação do adesivo do Clearfil SE Bond, confecção do cilindro de Panavia F.

A metodologia desenvolvida por Shimada *et al.* (2002) [21, 22] foi utilizada para preparar os corpos-de-prova para o ensaio de microcisalhamento. Três matrizes transparentes cilíndricas (Tygon tubing, TYG-030, Saint-Gobain Performance Plastic, Maime Lakes, FL, USA – 0,7 mm de diâmetro interno por 1,0 mm de altura) foram posicionadas sobre os blocos previamente tratados com o sistema adesivo Single Bond, de característica hidrófila, e com o adesivo do Clearfil SE Bond, de característica hidrófoba. Os cimentos resinosos foram aplicados com o auxílio de uma sonda exploradora n.º 5 (SSWhite/Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para preencher o volume interno do tubo. Todos os procedimentos de fotoativação foram realizados com o aparelho fotopolimerizador XL 3000 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), com potência de 500 mW/cm². Após 10 min, as matrizes foram removidas com o auxílio de lâminas afiadas (Gillette do Brasil, São Paulo, SP, Brasil) para expor os pequenos cilindros de cimento resinoso (0,7 mm de diâmetro por 1,0 mm de altura) com área de união de 0,38 mm² pela fórmula πR^2 , unidos ao bloco de compósito. Em seguida, três cilindros de cimento resinoso foram fixados em cada bloco de compósito restaurador.

Os cilindros de cimento resinoso foram checados em microscópio óptico (30 X) e armazenados em água destilada a 37±2°C por 24 h. Decorrido esse período,

cada bloco contendo os corpos-de-prova foi unido ao dispositivo de teste com cola de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite, Itapevi, SP, Brasil), e os cilindros de cimento resinoso foram testados em uma máquina universal de ensaios (4411, Instron Corp, Canton, MA, USA). O carregamento de cisalhamento foi aplicado na base dos cilindros com um fio de aço (0,2 mm de diâmetro) a uma velocidade de 0,5 mm/min até o rompimento da união. A resistência de união ao microcisalhamento foi calculada e expressa em MPa. Os resultados foram analisados estatisticamente pela Análise de Variância (ANOVA 2 fatores: “blocos de compósitos + adesivos” – 2 níveis X cimentos resinosos – 2 níveis) e teste de Tukey no nível de 5% de significância.

As amostras foram montadas em uma base de alumínio, metalizadas com ouro (SCD 050, Baltec, Vaduz, Liechtenstein) e examinadas em microscópio eletrônico de varredura (JSM-5600LV, Jeol, Tokyo, Japan). Fotomicrografias de áreas representativas foram tiradas para avaliação do padrão de fratura, sendo classificadas como adesivas (na interface bloco-cimento), coesivas (no bloco ou no cimento) ou mistas (combinação de adesivas e coesivas).

Resultados

Os resultados da ANOVA mostraram pelo menos uma diferença significativa entre os “blocos de compósitos + adesivos” ($p = 0,08$), e não houve diferenças entre os cimentos resinosos. As médias da resistência de união ao microcisalhamento em função dos “blocos de compósitos + adesivos” e dos cimentos resinosos estão apresentadas na tabela I. O teste de Tukey mostrou diferenças significativas entre os “blocos de compósito + adesivos” para o cimento resinoso RelyX ARC (grupos 1 e 3), com maior média para o grupo 3 ($p < 0,05$). Além disso, não houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) quando da utilização dos blocos dos compósitos Z250/Clearfil AP-X com seus respectivos adesivos para ambos os cimentos resinosos.

Tabela I – Médias da resistência de união em MPa, com desvio-padrão e teste de Tukey

Blocos de compósitos + adesivos	Cimentos resinosos	
	RelyX ARC	Panavia F
Z250 + sistema adesivo Single Bond	[1] 39,76 ± 5,34 b A	[2] 45,01 ± 8,53 a A
Clearfil AP-X + adesivo do Clearfil SE Bond	[3] 46,39 ± 9,22 a A	[4] 45,78 ± 9,06 a A

Médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si na mesma coluna no nível de 5% de significância
Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si na mesma linha no nível de 5% de significância

Os corpos-de-prova testados nos grupos RelyX ARC [1 e 3] mostraram predominantemente fraturas mistas, entre coesivas no bloco de compósito, e falhas adesivas na interface compósito-adesivo e adesivo-cimento (figuras 1 e 3). O padrão de fratura predominante nos grupos Panavia F [2 e 4] foi misto, entre falhas adesivas na interface compósito-adesivo, coesivas no adesivo e coesivas no cimento resinoso (figuras 2 e 4).

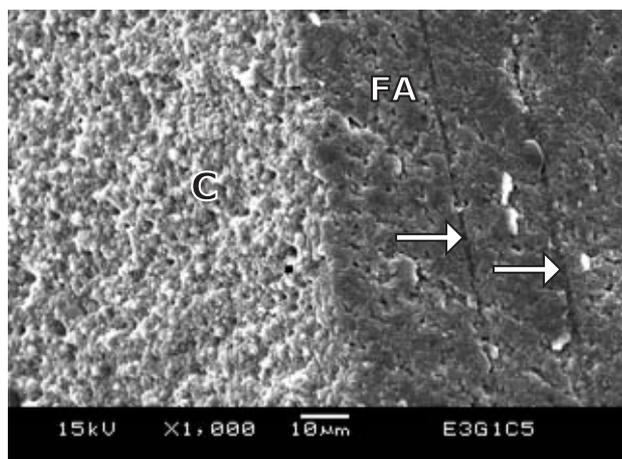


Figura 1 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura obtida após ensaio mecânico do bloco de compósito Z250 tratado com o sistema adesivo Single Bond mais aplicação do cimento resinoso RelyX ARC (grupo 1). As falhas foram predominantemente mistas: coesivas no bloco de compósito (C) e falhas adesivas na interface adesivo-cimento (FA). Notar as ranhuras deixadas pela ação da lixa n.º 600 na superfície do bloco de compósito (→)

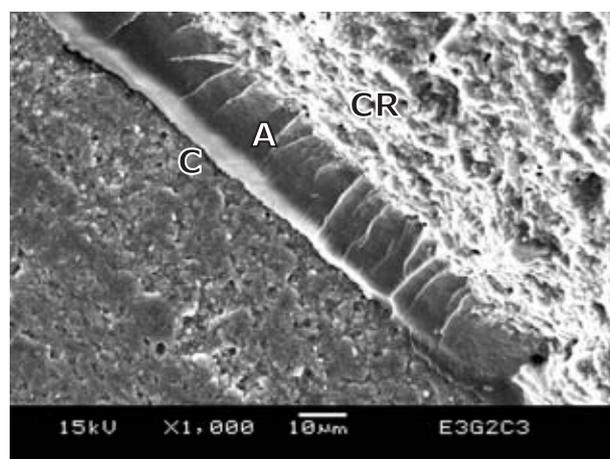


Figura 2 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura obtida após ensaio mecânico do bloco de compósito Z250 tratado com o sistema adesivo Single Bond mais aplicação do cimento resinoso Panavia F (grupo 2). As falhas foram predominantemente mistas: falhas adesivas na interface compósito-adesivo e coesivas no cimento resinoso. Notar a transição: bloco de compósito (C), adesivo (A) e cimento resinoso (CR)

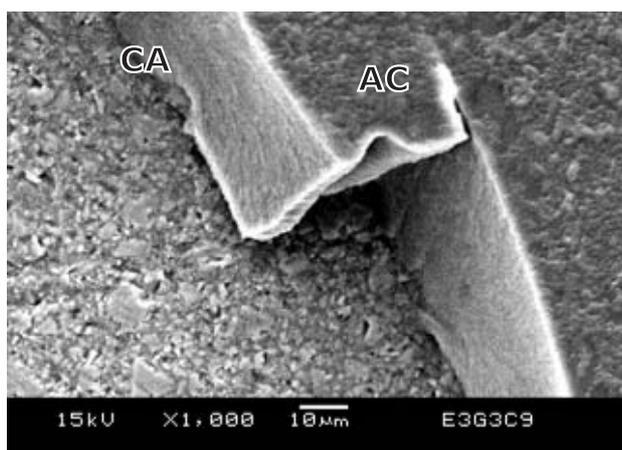


Figura 3 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura obtida após ensaio mecânico do bloco de compósito Clearfil AP-X tratado com o adesivo do sistema adesivo Clearfil SE Bond mais aplicação do cimento resinoso RelyX ARC (grupo 3). As falhas foram predominantemente adesivas na interface compósito-adesivo (CA) e na interface adesivo-cimento resinoso (AC)

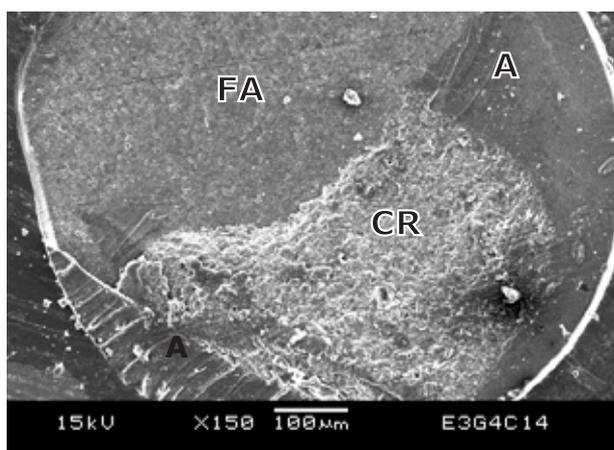


Figura 4 - Microscopia eletrônica de varredura ilustrativa do padrão de fratura obtida após ensaio mecânico do bloco de compósito Clearfil AP-X tratado com o adesivo do sistema adesivo Clearfil SE Bond mais aplicação do cimento resinoso Panavia F (grupo 4). As falhas foram predominantemente mistas: adesivas na interface compósito-adesivo (FA), coesivas no adesivo (A) e coesivas no cimento resinoso (CR)

Discussão

Neste estudo foi focado o uso dos compósitos restauradores como núcleos de preenchimento previamente à confecção e à cimentação de restaurações indiretas. Entre os compósitos restauradores e os cimentos resinosos existe a possibilidade da união micromecânica e da interação química. A união micromecânica do cimento resinoso na superfície rugosa de um compósito polimerizado é possível, embora alguns trabalhos menos recentes tenham demonstrado que o abrasionamento das amostras não resultou em diferenças significativas na resistência de união [2, 17, 18]. A razão para essa afirmação é que o abrasionamento poderia gerar fragmentos de compósito que seriam difíceis de remover e poderiam interferir na união. Atualmente é possível utilizar diferentes técnicas para tratar a superfície dos compósitos antes dos procedimentos restauradores, como a silanização ou o jateamento com óxido de alumínio. Apesar de essas técnicas poderem influenciar a resistência de união, tem sido estabelecido que o abrasionamento da superfície do compósito e o uso de um sistema adesivo produzem resistência de união aceitável para esses procedimentos [23]. Nesta pesquisa, as superfícies dos blocos foram abrasionadas com lixas de carbetto de silício n.º 600.

Três mecanismos de interação química são possíveis para a união dos cimentos resinosos aos blocos de compósitos [29]: 1) adesão entre sistemas adesivos e matrizes poliméricas, tanto dos compósitos como dos cimentos resinosos; 2) adesão entre sistemas adesivos e superfícies de partículas expostas de ambos; 3) formação de um microemaranhado das cadeias poliméricas dos sistemas adesivos com as matrizes poliméricas de ambos. Esse último mecanismo provavelmente dominaria e poderia produzir a maior contribuição no que se refere a uma aceitável resistência de união.

Uma vez feita a fotoativação dos adesivos sobre os blocos de compósitos, novas matrizes poliméricas formadas poderiam tornar-se emaranhadas com as matrizes poliméricas dos cimentos resinosos. No entanto a habilidade dos monômeros e solventes de penetrar nas irregularidades das superfícies dos blocos de compósitos depende da afinidade química dos materiais e do grau de hidratação dos blocos [5]. Muitos compósitos são hidrófobos por natureza, mas podem conter alguma água absorvida que seria capaz de aumentar a penetração dos sistemas adesivos hidrófilos.

Neste estudo, os blocos de compósitos foram preparados sob refrigeração, mas posteriormente conservados secos. Esse detalhe pode ter resultado

no menor valor médio de resistência de união apresentado pelo grupo 1 em relação ao grupo 3, com diferença estatisticamente significativa. Para o grupo 1, os componentes hidrófilos da composição do adesivo (Single Bond) podem ter resultado em união menos efetiva do bloco com o cimento resinoso RelyX ARC (figura 1) quando comparado ao grupo 3, em que foi utilizado o adesivo do Clearfil SE Bond (figura 3). Este último também apresenta componentes hidrófilos em sua composição, mas predominam as suas características hidrófobas. Outro fator que justifica o maior valor médio de resistência de união para o grupo 3 é que os adesivos de baixa viscosidade têm sido demonstrados como produtos com alta capacidade de molhamento das superfícies, favorecendo assim melhor interação com a matriz orgânica dos compósitos [15]. Entretanto isso não ocorreu em relação aos grupos que utilizaram o cimento resinoso Panavia F (grupos 2 e 4), os quais não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Provavelmente a composição do cimento Panavia F apresentou maior afinidade química com ambos os adesivos utilizados (figuras 2 e 4).

Nem todos os compósitos são iguais em sua habilidade de se unir a outros materiais. Matrizes altamente hidrófobas, avançadas conversões de monômeros a polímeros e formulações que contenham grande proporção de partículas de carga em peso nos compósitos podem desencorajar oportunidades para a penetração dos sistemas adesivos nos substratos (compósitos), e normalmente ocorre somente uma interação superficial com a matriz exposta [29]. Embora tenha sido mostrado que diferentes monômeros ou misturas de monômeros sejam responsáveis pelo grau de conversão nos materiais resinosos, a maioria dos produtos utilizados atualmente apresenta composição de monômeros similares, com a presença do Bis-GMA [8].

Dessa forma, é difícil determinar quanto a composição dos materiais é capaz de interferir nos resultados deste estudo. Porém especula-se que os efeitos do emaranhado micromecânico entre as matrizes dos compósitos e dos cimentos resinosos com os adesivos podem ser a razão mais aceitável para os valores de resistência de união encontrados. Em concordância com os achados de Frankenberger *et al.* (2008) [10], os sistemas adesivos que são aplicados em passos separados (com componentes hidrófilos e hidrófobos em frascos diferentes) têm apresentado maior resistência de união em dentina. Seguindo essa mesma linha de entendimento, deveria ser dada preferência a adesivos de característica hidrófoba quando o substrato dentina não estivesse envolvido previamente por procedimentos de cimentação adesiva.

Conclusão

De acordo com os dados obtidos e com a análise estatística aplicada aos resultados, conclui-se que, em reconstruções morfológicas dentárias, é necessário o uso de adesivos hidrófobos sobre compósitos restauradores quando forem aplicados cimentos resinosos.

Referências

1. Asmussen E. Quantitative analysis of peroxides in restorative resins. *Acta Odontol Scand.* 1980;38(5):269-72.
2. Boyer DB, Chan KC, Reinhardt JW. Build-up and repair of light-cured composites: bond strength. *J Dent Res.* 1984 Oct;63(10):1241-4.
3. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. *J Dent.* 2004 Jan;32(1):55-65.
4. Christensen GF. Resin cements and postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc.* 2000 Aug;131(8):1197-9.
5. Crumpler DC, Bayne SC, Sockwell S, Brunson D, Roberson TM. Bonding to resurfaced posterior composites. *Dent Mater.* 1989 Nov;5(6):417-24.
6. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 1999 Feb;81(2):135-41.
7. Duarte RM, De Goes MF, Montes MA. Effect of time on tensile bond strength of resin cement bonded to dentine and low-viscosity composite. *J Dent.* 2006 Jan;34(1): 52-61.
8. Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kotha SP, Kostoryz EL, Chappelow CC. Photopolymerization of developmental monomers for dental cationically initiated matrix resins. *Dent Mater.* 2005 Apr;21(4):384-90.
9. El Zohairy AA, De Gee AJ, Mohsen MM, Feilzer AJ. Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. *Dent Mater.* 2005 Feb;21(2):83-93.
10. Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko SA, Naumann M. Luting of ceramic inlay in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. *Dent Mater.* 2008;24:185-91.
11. Giannini M, De Goes MF, Nikaido T, Shimada Y, Tagami J. Influence of activation mode of dual-cured resin composite cores and low-viscosity composite liners on bond strength to dentin treated with self-etching adhesives. *J Adhes Dent.* 2004 Winter;6(4): 301-6.
12. Jayasooriya PR, Pereira PN, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. The effect of a "resin coating" on the interfacial adaptation of composite inlays. *Oper Dent.* 2003 Jan-Feb;28(1):28-35.
13. Jayasooriya PR, Pereira PN, Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. *J Esthet Rest Dent.* 2003;15(2):105-13.
14. Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, Tagami J. Effect of a resin coating technique on dentin tensile bond strengths over 3 years. *J Esthet Rest Dent.* 2002;14(2):115-22.
15. Lucena-Martin C, Gonzalez-Lopez S, Navajas-Rodriguez de Mondelo JM. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent.* 2001 Nov;86(5):481-8.
16. Mak YF, Lai SC, Cheung GS, Chan AW, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. *Dent Mater.* 2002 Dec;18(8):609-21.
17. 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.
18. Pounder B, Gregory WA, Powers JM. Bond strengths of repaired composite resins. *Oper Dent.* 1987 Summer;12(3):127-31.
19. Ruyter IE. Monomer systems and polymerization. In: Vanherle G, Smith DC. *Posterior composite resin dental restorative materials.* St Paul: 3M; 1985. p. 109-35.

20. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater.* 2001 Nov;17(6):542-56.
21. Shimada Y, Senawongse P, Harnirattisai C, Burrow MF, Nakaoki Y, Tagami J. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent.* 2002 Jul-Aug;27(4):403-9.
22. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater.* 2002 Jul;18(5):380-8.
23. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(4):224-35.
24. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent.* 2003 Winter;5(4):267-82.
25. Swift EJ Jr, May KN Jr, Wilder AD Jr. Effect of polymerization mode on bond strengths of resin adhesive/cement systems. *J Prosthodont.* 1998 Dec;7(4):256-60.
26. Tay FR, Hashimoto M, Pashley DH, Peters MC, Lai SC, Yiu CK. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. *J Dent Res.* 2003 Jul;82(7):537-41.
27. Tay FR, Pashley DH. Water treeing – a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent.* 2003 Feb;16(1):6-12.
28. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent.* 2002 Sep-Nov;30(7-8):371-82.
29. Teixeira EC, Bayne SC, Thompson JY, Ritter AV, Swift EJ. Shear bond strength of self-etching bonding systems in combination with various composites used for repairing aged composites. *J Adhes Dent.* 2005 Summer;7(2):159-64.
30. Van Dijken JW, Horstedt P, Waern R. Directed polymerization shrinkage versus a horizontal incremental filling technique: interfacial adaptation in vivo in Class II cavities. *Am J Dent.* 1998 Aug;11(4):165-72.