

EFEITO DO TRATAMENTO SUPERFICIAL E SISTEMA ADESIVO NA RESISTÊNCIA DA UNIÃO DE REPAROS DE CERÂMICA*

Wirley Gonçalves ASSUNÇÃO**
Maria Auxiliadora Junho de ARAÚJO***
Elizabeth Godoi Cesar SALGADO****
Rodolfo Queiroz PADILHA****
Ivan BALDUCCI*****

- **RESUMO:** O objetivo do estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento da união resina composta/cerâmica ante dois diferentes tratamentos superficiais e dois sistemas adesivos. Foram confeccionados quarenta corpos-de-prova cerâmicos divididos em dois grupos de tratamento: Grupo I – abrasão com ponta diamantada, Grupo II – jateamento com óxido de alumínio, seguidos do condicionamento com ácido fluorídrico a 10%. Esses dois grupos foram divididos em dois subgrupos para tratamento com diferentes sistemas adesivos: A-Optibond-Kerr e B-Scotchbond Multi-Usado Plus-3M e posterior aplicação da resina composta (Z-100). As amostras foram estocadas em água destilada por 24 horas a uma temperatura de 37°C, em seguida submetidas à ciclagem térmica e rearmazenadas no mesmo ambiente por mais 24 horas.

* Projeto financiado pela Fapesp, Processos nº 94/3952-0, 95/03574-8 – Resumo da Dissertação de Mestrado – Área de Prótese Fixa – Faculdade de Odontologia – UNESP – 12245-000 – São José dos Campos – SP.

** Departamento de Prótese – Faculdade de Odontologia – UNESP – 16015-050 – Araçatuba – SP.

*** Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Faculdade de Odontologia – UNESP – 12245-000 – São José dos Campos – SP.

**** Centro Técnico Aeroespacial – CTA-IAE-AMR – São José dos Campos – SP.

***** Departamento de Odontologia Social – Faculdade de Odontologia – UNESP – 12245-000 – São José dos Campos – SP.

Em seguida, foram levadas ao ensaio mecânico a uma velocidade de 0,25 mm/min até a fratura, depois da qual as amostras foram avaliadas a olho nu e ao microscópio eletrônico de varredura para análise dos sítios de fratura. As médias de resistência ao cisalhamento (MPa) da união cerâmica/resina composta foram: Grupo IA = 37,89; Grupo IB = 40,14; Grupo IIA = 41,80; Grupo IIB = 39,86. Esses resultados foram submetidos à análise de variância no nível de 5%, e não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Pode-se concluir que os diferentes tratamentos superficiais e sistemas adesivos utilizados não influenciaram na resistência ao cisalhamento da união cerâmica/resina composta. As falhas coesivas superaram em muito as adesivas e ocorreram predominantemente na cerâmica.

- PALAVRAS-CHAVE: Restauração dentária; reparos; materiais dentários; adesivos; cerâmica; resinas compostas.

Introdução

De acordo com Phillips,¹⁶ a cerâmica odontológica ou porcelana é considerada o material restaurador estético mais durável e sua elevada qualidade estética é possível de ser obtida graças à imitação da estrutura dentária adjacente. Associada à estética, outras propriedades justificam seu emprego: biocompatibilidade, insolubilidade nos fluidos bucais, boa resistência à abrasão, compressão e estabilidade dimensional.

A década passada foi marcada pelo desenvolvimento de cerâmicas vítreas e fusíveis, de facetas de porcelana, de cerâmicas condicionadas por ácidos para restaurações indiretas *Inlays* e *Onlays*, além de outros avanços relacionados aos materiais cerâmicos e técnicas de aplicação. Entretanto, apesar de toda evolução, as cerâmicas odontológicas continuam sendo materiais friáveis em razão de sua alta dureza, o que as tornam suscetíveis a fraturas. Outros fatores como preparos incorretos, procedimentos laboratoriais impróprios e sobrecarga oclusal, dentre outros, podem levar a fraturas das restaurações cerâmicas.^{2,5,17,20,26} Essas fraturas são muito freqüentes; levando ao fracasso que é frustrante tanto para o profissional como para o paciente.

Vários métodos têm sido sugerido para possibilitar o reparo das restaurações cerâmicas, entre eles teríamos: o uso de agente silano, a utilização de instrumentos cortantes rotatórios especiais;²⁷ bem como o processo de tornar áspera a superfície da cerâmica com pontas diamantadas ou jateamento de óxido de alumínio e condicionamento dessa

com ácido fluorídrico (HF) ou flúor fosfato acidulado (APF), métodos esses que têm demonstrado aumentar a resistência da união cerâmica/resina composta.^{4,6,8,11,12,13,15,18,21,22,24,25}

Associado a esses métodos de preparo e condicionamento da superfície da cerâmica, também o uso de novos sistemas adesivos poderiam atuar satisfatoriamente no reparo direto de restaurações cerâmicas com resina composta. Nosso propósito foi verificar a resistência dessa associação, bem como analisar os sítios de fratura após ensaios mecânicos de cisalhamento.

Material e método

Quarenta cilindros de cerâmica Colorlogic (Ceranco Inc. Burlington, NJ) com 4 mm de altura e 5,5 mm de diâmetro foram obtidos por meio da prensagem de 220 mg do pó no interior de uma matriz de aço, sob pressão de 40 MPa durante 10 segundos. Após a prensagem, os cilindros foram levados ao forno para sinterização a uma temperatura inicial de 650°C, elevada sob vácuo até 920°C. Os quarenta corpos-de-prova foram designados aleatoriamente para um dos dois grupos de tratamento superficial da cerâmica, sendo vinte corpos-de-prova para cada grupo (I e II). Em seguida, foi feita a profilaxia da superfície utilizando-se taça de borracha e uma mistura de pedra-pomes e água, seguido de lavagem e secagem, sendo os grupos tratados como segue:

- grupo I – Os corpos-de-prova tiveram a superfície da cerâmica abradida com uma ponta diamantada nº 3.098 em alta rotação. Em seguida, essa mesma superfície foi condicionada com ácido fluorídrico a 10% durante 4 minutos, lavada e secada.
- grupo II – Os corpos-de-prova tiveram a superfície da cerâmica abradida com jato de óxido de alumínio (Microetcher – Danville Engineering, Inc.) com partículas de 50 µm durante 15 segundos. Em seguida, a mesma superfície foi condicionada com ácido fluorídrico a 10% durante 4 minutos, lavada e secada.

Cada grupo principal (I e II) foi dividido aleatoriamente em dois subgrupos de dez corpos-de-prova, para tratamento com diferentes sistemas adesivos, formando assim, os quatro grupos a serem estudados (IA, IB, IIA e IIB):

- subgrupo A – Tratamento com o sistema adesivo Optibond (Kerr Manufacturing Company), utilizado de acordo com as instruções do fabricante: aplicação do agente silano (Kerr Manufacturing e Co.), seguido de secagem com suaves jatos de ar e logo após a aplicação de uma fina camada do Optibond Light Cure Adhesive (frasco 2) que por sua vez, foi fotoativado durante 30 segundos com o auxílio de um aparelho fotopolimerizador Translux CL (Heraeus Kulzer GmbH) com intensidade de 380 mw/cm².
- subgrupo B – Tratamento com o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus (3M Dental Products), utilizado de acordo com as recomendações do fabricante: aplicação do agente silano (3M Dental Products) e secagem do mesmo como foi feito para o subgrupo anterior. Em seguida, foi aplicado o adesivo (frasco 3) e fotoativado durante 10 segundos com o aparelho Translux CL.

Após preparo da superfície e aplicação do sistema adesivo, cada corpo-de-prova cerâmico foi colocado em uma matriz plástica, seguido da aplicação da resina composta Z-100 (3M Dental Products) sobre a superfície preparada, em dois incrementos uniformes de 2 mm, e cada incremento fotoativado com o aparelho Translux CL durante 20 segundos em três diferentes direções, perfazendo um total de 120 segundos. Essa metodologia permitiu a obtenção de cilindros padronizados, com 5,5 mm de diâmetro por 8 mm de altura, 4 mm correspondiam à cerâmica e o restante à resina composta. As amostras foram então armazenadas em água destilada a 37°C durante 24 horas e, em seguida, submetidas à termociclagem com banhos alternados de 5, 37 e 55°C por 30 segundos em cada banho durante 1 hora e 30 minutos.

A seguir, as amostras foram submetidas ao ensaio mecânico de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal Instron 4301 com capacidade de 500 kg. O dispositivo para o ensaio mecânico era composto por dois cilindros ociosos de metal, sendo um externo (de maior diâmetro) e outro interno que acoplado na máquina de ensaio, deslizava livremente dentro do cilindro externo, o qual, possuía um orifício de 5,5 mm de diâmetro onde era encaixada a amostra. A porção correspondente à resina composta ficava exposta na parte interna do cilindro, e a da cerâmica embutida no cilindro externo, ficando a interface cerâmica/resina composta exposta à ação da carga (Figura 1).

A carga (kgf) sobre o corpo-de-prova foi aplicada gradualmente com uma velocidade constante de 0,25 mm/min até a fratura. De posse desses valores e da área dos corpos-de-prova, foi calculada a resistência

ao cisalhamento da união cerâmica/resina composta, em MPa. O tratamento estatístico dos dados foi realizado por meio de análise de variância dos dois critérios. A análise qualitativa dos sítios de fratura foi realizada visualmente e no MEV, com a finalidade de se analisar o tipo de falha ocorrida (adesiva, coesiva ou ambas).

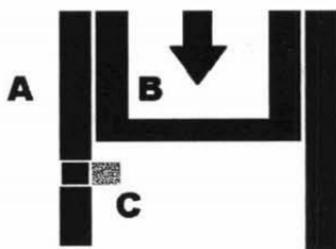


FIGURA 1 – Representação esquemática dos dispositivos metálicos utilizados nos ensaios de cisalhamento. A seta indica o sentido de aplicação da carga. A = cilindro externo, B = cilindro interno, C = corpo-de-prova.

Resultado

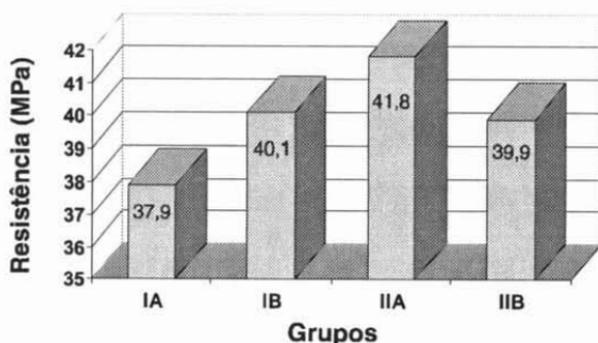
A partir das médias da resistência ao cisalhamento dos grupos, foi realizado o teste de análise de variância, no qual não foi encontrada diferença estatisticamente significativa, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise de variância da resistência ao cisalhamento de reparos de cerâmica com resina composta utilizando diferentes tratamentos superficiais e sistemas adesivos

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Adesivos	0,247260	1	0,247260	0,001*
Tratamento superficial	32,906141	1	32,906141	0,091*
Adesivo x tratamento sup.	43,946204	1	43,946204	0,122
Resíduo	13018,160	36	361,61554	
Total	13095,259	39		

* ns.

A média da resistência ao cisalhamento dos diferentes grupos encontra-se na Figura 2.



- IA - Abrasão com ponta diamantada + HF + Optibond.
- IB - Abrasão com ponta diamantada + HF + Scotchbond Multi-Use Plus.
- IIA - Abrasão com jato de óxido de alumínio + HF + Optibond.
- IIB - Abrasão com jato de óxido de alumínio + HF + Scotchbond Multi-Use Plus.

FIGURA 2 - Demonstrativo gráfico da média de resistência ao cisalhamento.

Analisando os tipos de falhas ocorridas nos reparos, constatou-se que as falhas puramente adesivas corresponderam a 7,5% e só ocorreram no Grupo IA. As falhas coesivas corresponderam a 60%, sendo 30% somente na cerâmica e 30% na cerâmica e na resina composta. Falhas adesivas associadas a falhas coesivas totalizaram 32,5%, sendo 10% de falhas adesiva e coesiva da resina composta e 22,5% de falhas adesiva e coesiva da cerâmica. A relação entre o tipo de falha e o número de corpos-de-provas envolvidos em cada uma pode ser observada na Tabela 2.

Nas fotomicrografias demonstradas nas Figuras 3 e 4, verifica-se um exemplo de FACC. Na Figura 3, observa-se que a falha adesiva ocorreu nas bordas do corpo-de-prova e a falha coesiva da cerâmica no centro. Em maior aumento (Figura 3), observa-se a fratura coesiva da cerâmica (B) e a adesiva da resina composta (A).

Já na fotomicrografia da Figura 5 verifica-se FCRC, ou seja, parte da resina composta permaneceu aderida à cerâmica (A) e vice-versa (B). Na Figura 6, observa-se o mesmo corpo-de-prova em maior aumento (A - cerâmica, B - resina composta).

Tabela 2 – Número de falhas adesivas (FA), falhas coesivas da cerâmica (FCC), falhas coesivas da resina composta e da cerâmica (FCRCC), falhas adesiva e coesiva da resina composta (FACRC), e falhas adesiva e coesiva da cerâmica (FACC) observadas visualmente

Grupos	IA	IB	IIA	IIB	% de falhas
Tipo de falha					
FA	3				7,5
FCC	2	3	4	3	30
FCRCC	1	4	3	4	30
FACRC	2	1		1	10
FACC	2	2	3	2	22,5

Discussão

De acordo com os resultados obtidos e analisados, os diferentes tipos de tratamentos superficiais e sistemas adesivos utilizados não apresentaram diferenças significantes com relação à resistência ao cisalhamento da união dos reparos.

Todos os quatro grupos apresentaram médias de resistência ao cisalhamento da união resina composta/cerâmica consideravelmente elevadas, entre 37,9 MPa e 41,8MPa, superiores aos 27,8 MPa obtidos por Matsumura et al.,¹³ que utilizaram inclusive adesivos à base de 4-META/MMATBB, considerados mais potentes. Da mesma forma, Russel & Meiers,²¹ utilizando jato de óxido de alumínio como tratamento da superfície da cerâmica, embora os materiais (cerâmica e adesivos) fossem diferentes, obtiveram valores de 21,2 MPa. Thurmond et al.²⁵ obtiveram valores entre 10 e 25 MPa após 24 horas de estocagem em água e 0,1 a 17,4 MPa após três meses de termociclagem. Consideraram, ainda, que as características de fratura dos reparos mudam de falhas coesivas na cerâmica a falhas adesivas, quando os valores da resistência de união são menores ou iguais a 13 MPa, sugerindo este valor como o limite mínimo necessário para o sucesso clínico dos reparos.

Provavelmente os valores de resistência adesiva obtidos nesse trabalho seriam suficientes para suportar os esforços da mastigação, pois sistemas adesivos atualmente existentes no mercado odontológico, que atingem valores próximos de 30 MPa, são considerados satisfatórios.

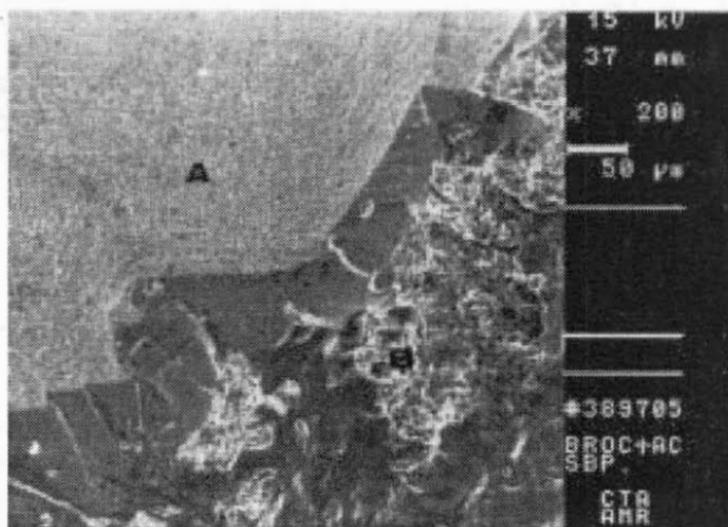
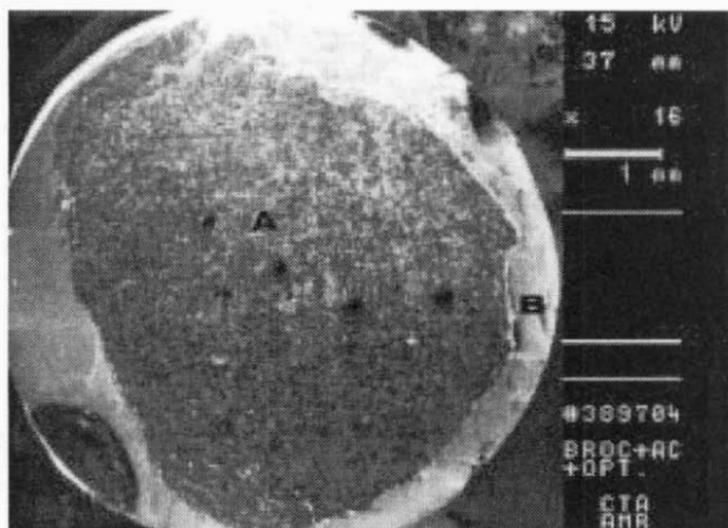


FIGURA 3 - Fotomicrografia de um corpo-de-prova do Grupo IA após fratura do tipo FACC, A - resina composta; B - cerâmica. (16x).

FIGURA 4 - Fotomicrografia de um corpo-de-prova do grupo IB ilustrando do tipo FACC, A - resina composta; B - cerâmica. (200x).

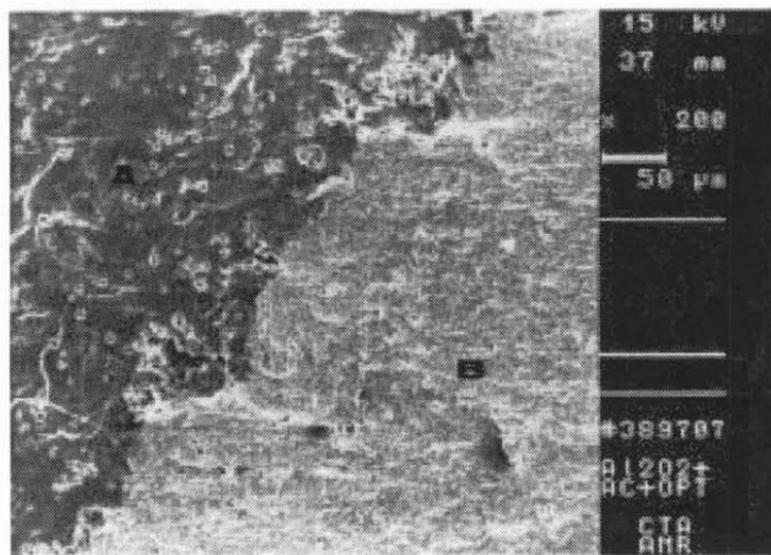
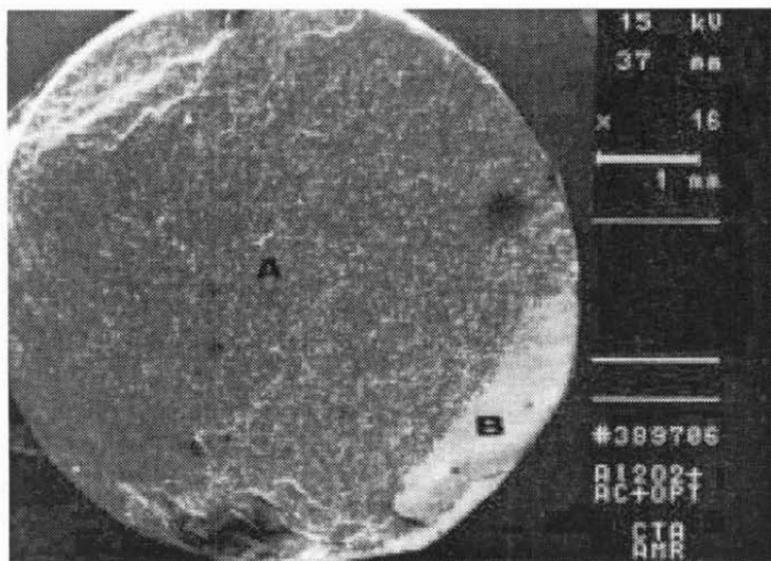


FIGURA 5 - Fotomicrografia de um corpo-de-prova do Grupo IIA após fratura do tipo FCRCC, A - cerâmica, B - resina composta. (16x).

FIGURA 6 - Fotomicrografia de um corpo-de-prova do Grupo IIA mostrando do tipo FCRCC, A - cerâmica, B - resina composta. (200x).

A utilização do jateamento com óxido de alumínio com granulometria de 50 μm não proporcionou melhora na resistência da união, quando comparado com a abrasão feita com ponta diamantada, ambos os tratamentos seguidos do condicionamento com ácido fluorídrico a 10%, aplicação do agente silano, adesivo e resina composta.

O uso do agente silano tem sido efetivo no estabelecimento da união entre a resina composta e a cerâmica, quando associado ao condicionamento da superfície cerâmica com ácido fluorídrico, podendo criar uma união mais forte que a resistência coesiva da mesma.^{4,12} Suliman et al.²⁴ observaram que o tratamento superficial mais efetivo foi a associação da abrasão com ponta diamantada e o condicionamento com ácido fluorídrico, entretanto não foi significativamente melhor que os outros métodos utilizados.

Vários autores^{2,18,19,20,24,27} utilizaram o silano e relataram aumento da resistência da união nos grupos em que a cerâmica recebeu esse tratamento. Entretanto, Sorensen et al.²³ concluíram que o agente silano não teve efeito significativo para a união e apontam-no até como provável responsável pela queda da resistência da união após armazenagem em água e termociclagem. Bertolotti et al.⁴ também relataram que o silano frequentemente leva horas para maturar e algumas vezes tem poder de união insuficiente.

Matsumura et al.¹³ relatam que o desgaste grosseiro promovido pelo instrumento cortante rotatório facilita a penetração do adesivo com relação aos desgastes suaves proporcionado por lixas, além de aumentar a resistência à penetração de água na interface resina composta/cerâmica. Fan⁸ concluiu que a abrasão da superfície da cerâmica com instrumentos rotatórios associado ao condicionamento com ácido fluorídrico ou flúor fosfato acidulado aumentou a resistência da união. Assim, parece que a criação de microrretenções mecânicas na superfície da cerâmica através do jateamento com óxido de alumínio ou abrasão com ponta diamantada, seguido do condicionamento com ácido fluorídrico a 10% durante 4 minutos, associado a agentes silanos, sistemas adesivos e resina composta são suficientes para proporcionar ao reparo resistência de união satisfatória.

Rada¹⁸ relatou alto número de reparos executados clinicamente utilizando ácido fluorídrico e silano, com grande sucesso. Trabalhos *in vitro*^{23,28} têm demonstrado ser o ácido fluorídrico o responsável pelo aumento da resistência adesiva entre cerâmica/resina composta. Entretanto, as retenções micromecânicas na superfície da cerâmica parecem

importantes para a manutenção do reparo²¹ e por vezes é considerada mais importante do que os agentes de união química.²⁵ A associação da microabrasão com o condicionamento com ácido fluorídrico tem sido considerado como o melhor tratamento da superfície cerâmica para reparo com resina composta.

Há também controvérsias com relação ao uso do ácido fluorídrico ou flúor fosfato acidulado no condicionamento da superfície da cerâmica a ser reparada. O ácido fluorídrico poderia ser substituído pelo gel do flúor fosfato acidulado a 1,23% no condicionamento da superfície da cerâmica, porém com um tempo de aplicação bem maior.^{7,18} Entretanto, Senda et al.²² concluíram que o flúor fosfato acidulado afetou a superfície da cerâmica, mas não o suficiente para promover união satisfatória com a resina composta.

Com o desenvolvimento de adesivos mais eficientes, alguns autores passaram a obter resultados satisfatórios com relação à resistência da união de reparos de cerâmica com resina composta, mesmo após armazenagem em água e termociclagem. Appeldoorn et al.,¹ utilizando sistemas adesivos de última geração indicados para reparo de cerâmica odontológica, observaram que três dos oito sistemas avaliados não exibiram variação da resistência da união em relação ao armazenamento por 24 horas e ciclagem térmica. Também Berksun & Saglan³ concluíram que embora a resistência da união seja satisfatória, a média da resistência é inversamente proporcional ao tempo de armazenagem das amostras em água. Pameijer et al.¹⁵ e Thurmond et al.²⁵ também concluíram que a resistência de união do reparo diminuiu com o armazenamento em água e termociclagem.

Quanto ao tipo de fratura observada nas amostras após o ensaio mecânico, pode-se verificar na Tabela 2 que as falhas coesivas superaram as adesivas, observadas apenas no Grupo IA, o qual apresentou a menor média numérica de resistência de união. Esse comportamento sugere que os tratamentos na superfície da cerâmica foram satisfatórios e os sistemas adesivos efetivos, mesmo após armazenagem em água e termociclagem. A associação de falhas adesivas e coesivas também foi observada no presente trabalho, podendo ser verificada nas Figuras 3 e 4 (FACC). Appeldoorn et al.,¹ Suliman et al.,²⁴ Wolf et al.²⁸ constataram que as falhas coesivas da cerâmica, e/ou da resina composta foram predominantes às falhas adesivas, dados esses coincidentes com os dessa pesquisa e exemplificados nas fotomicrografias das Figuras 5 e 6. Já, por outro lado, Eames & Rogers,⁶ Gregory et al.,⁹ Gregory & Moss,¹⁰ e

Nowlin et al.¹⁴ observaram maior porcentagem de falhas adesivas na interface resina composta/cerâmica, provavelmente por terem utilizado adesivos pouco eficientes para esse fim.

Acreditamos que o preparo adequado da superfície cerâmica, aplicação do agente silano, sistemas adesivos de última geração e resina composta proporcionam meios eficazes para que os reparos diretos em cerâmica com resina composta sejam uma realidade viável, existindo ainda a necessidade da realização de trabalhos clínicos, com acompanhamento a longo prazo a fim de se confirmar esse procedimento como um tratamento duradouro.

Conclusão

A associação do tratamento da superfície cerâmica através do jateamento de óxido de alumínio ou abrasão com ponta diamantada, condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação dos diferentes sistemas adesivos proporcionou valores de resistência ao cisalhamento da união cerâmica/resina composta sem diferenças estatisticamente significativas entre os quatro grupos estudados.

As falhas coesivas superaram as falhas adesivas e ocorreram predominantemente na cerâmica. Falhas coesivas somente na resina composta não foram observadas, e falhas puramente adesivas ocorreram em apenas três corpos-de-prova.

ASSUNÇÃO, W. G. et al. Effect of surface treatment and adhesive system on the resistance of the union in repairs of odontological ceramic with composite resin. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.26, n.2, p.533-547, 1997.

- **ABSTRACT:** *The object of this study was to evaluate the shear bond strength of the composite resin/ceramic in relation to two different treatments of the ceramic surface and to two adhesive systems. Forty ceramic samples were made and separated into two groups according to the treatment given to the ceramic surface: I – abrasion with a diamond point and II – air abrasion with 50 µm aluminium oxide, followed by acid etching with hidrofluoric acid gel at 10%. These two groups were subdivided into two more groups for the treatment with two different adhesive systems: A- Optibond-Kerr and B- Scotch-*

bond Multi-Purpose Plus-3M, followed by application of composite resin (Z-100). The samples were stored in distilled water for 24 hours at a constant temperature of 37°C and submitted to thermal cycling and stored again in the same environment for 24 hours. After wards they were tested at a constant speed of 0.25 mm/min until fracture occurred. They were examined by naked eye and with scanning electron microscopy in order to analyze fracture sites. The mean shear bond strengths for ceramic/composite bonds (MPa) ranged from: Group IA = 37.89; Group IB = 40.14; Group IIA = 41.80; Group IIB = 39.86. The data was analyzed utilizing a two-way ANOVA. The avareges among groups were not statistically significant ($p > 0.05$). This study indicates that the different treatments of the ceramic surfaces, as well as the different adhesive systems used, did not interfere on the shear bond strength of the ceramic repairs. The cohesive failures have intensively overcome the adhesive failures, and have mainly occurred on ceramic.

- **KEYWORDS:** Dental restoration; repair; dental materials; adhesives; ceramics; composite resins.

Referências bibliográficas

- 1 APPELDOORN, R. E., WILWERDING, T. M., BARKMEIER, W. W. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair systems. *J. Prosthet. Dent.*, v.70, p.6-11, 1993.
- 2 BARRETO, M. T., BOTTARO, B. F. A practical approach to porcelain repair. *J. Prosthet. Dent.*, v.48, p.349-51, 1982.
- 3 BERKSUN, S., SAGLAN, S. Shear strength of composite bonded porcelain-to-porcelain in a new repair system. *J. Prosthet. Dent.*, v.71, p.423-8, 1994.
- 4 BERTOLOTTI, R. L., LACY, A. M., WATANABE, L. G. Adhesive monomers for porcelain repair. *Int. J. Prosthodont.*, v.2, p.483-9, 1989.
- 5 BURKE, F. J. T., GREY, N. J. A. Repair of fractured porcelain units: alterative approaches. *Br. Dent. J.*, v.176, p.251-6, 1994.
- 6 EAMES, W. B., ROGERS, L. B. Porcelain repairs: retention after one year. *Oper. Dent.*, v.4, p.75-7, 1979.
- 7 EAMES, W. B. et al. Bonding agents for repairing porcelain and gold: an evaluation. *Oper. Dent.*, v.2, p.118-24, 1977.
- 8 FAN, P. L. Porcelain repair materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.122, p.124-30, 1991.

- 9 GREGORY, W. A., HAGEN, C. A., POWERS, J. M. Composite resin repair of porcelain using different bonding materials. *Oper. Dent.*, v.13, p.114-8, 1988.
- 10 GREGORY, W. A., MOSS, S. M. Effects of heterogeneous layers of composite and time on composite repair of porcelain. *Oper. Dent.*, v.15, p.18-22, 1990.
- 11 LACY, A. M. Clinical techniques for intraoral repair of fractured porcelain when metal is exposed. *Quintessence Int.*, v.20, p.595-8, 1989.
- 12 LACY, A. M. et al. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. *J. Prosthet. Dent.*, v.60, p.288-91, 1988.
- 13 MATSUMURA, H. et al. A new porcelain repair system with a silane coupler, ferric chloride, and adhesive opaque resin. *J. Dent. Res.*, v.68, p.813-8, 1989.
- 14 NOWLIN, T. P., BARGHI, N., NORLING, B. K. Evaluation of the bonding of three porcelain repair systems. *J. Prosthet. Dent.*, v.46, p.516-8, 1981.
- 15 PAMEIJER, C. H., LOUW, N. P., FISCHER, D. Repairing fractured porcelain: how surface preparation affects shear force resistance. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.127, p.203-9, 1996.
- 16 PHILLIPS, R. W. *Materiais dentários de Skinner*. Trad. J. J. D. Lossio. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p.291-304.
- 17 PRATT, R. C. et al. Evaluation of bond strength of six porcelain repair systems. *J. Prosthet. Dent.*, v.62, p.11-3, 1989.
- 18 RADA, R. E. Intraoral repair of metal ceramic restorations. *J. Prosthet. Dent.*, v.65, p.348-50, 1991.
- 19 REHANY, A., ZALKIND, M., REVAH, A. Repair of fractured porcelain jacket crowns with a composite resin. *J. Prosthet. Dent.*, v.45, p.455, 1981.
- 20 ROSEN, H. Chairside repair of ceramo-metallic restorations. *J. Can. Dent. Assoc.*, v.56, p.1029-33, 1990.
- 21 RUSSEL, D. A., MEIERS, J. C. Shear bond strength of resin composite to Dicor treated with 4-META. *Int. J. Prosthodont.*, v.7, p.7-12, 1994.
- 22 SENDA, A., SUZUKI, M., JORDAN, R. E. The effect of fluorides and hydrofluoric acids on porcelain surfaces. *J. Dent. Res.*, v.68, p.236, 1989. (Abstract 436).
- 23 SORENSEN, J. A. et al. Shear bond strength of composite resin to porcelain. *Int. J. Prosthodont.*, v.4, p.17-23, 1991.
- 24 SULIMAN, A. A., SWIFT JUNIOR, E. J., PERDIGAO, J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. *J. Prosthet. Dent.*, v.70, p.118-20, 1993.

- 25 THURMOND, J. W., BARKMEIER, W. W., WILWERDING, T. M. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J. Prosthet. Dent.*, v.72, p.355-9, 1994.
- 26 TRUSHKOWSKY, R. Porcelain fracture: causes, prevention and repair techniques. *J. Mass. Dent. Soc.*, v.41, p.29-34, 1992.
- 27 _____. Reduction of the fragmental layer to achieve a more durable porcelain repair. *Compendium*, v.13, p.24-8, 1992.
- 28 WOLF, D. M., POWERS, J. M., O'KEEFE, K. L. Bond strength of composite to etched and porcelain. *Am. J. Sandblasted Dent.*, v.6, p.155-8, 1993.