

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DOS REPAROS COM RESINA COMPOSTA EM CERÂMICA.

Evaluation of the Influence at Superficial Treatment in the Union Repair Resistance with Compositive Resin in Ceramic.

Darlon Martins Lima*
Adriano Augusto Melo de Mendonça**
Luiz Rafael Calixto Lima**
Fernando Ahid***
Maria Salete de Machado Candido****

RESUMO

Esse estudo teve o objetivo de avaliar o comportamento de união da cerâmica à resina composta através da confecção de reparos mediante diferentes tratamentos de superfície e aplicação do silano. Foram confeccionados 120 corpos-de-prova de cerâmica Noritake (Shofu), divididos em seis grupos: T1C (ponta diamantada); T1S (ponta diamantada e silano); T2C (jato abrasivo); T2S (jato abrasivo e silano); T3C (ácido hidrofluorídrico a 9,5%) e T3S (ácido hidrofluorídrico a 9,5% e silano). Os corpos-de-prova foram tratados com sistema adesivo Scotchbond Multi Uso Plus e confeccionados os reparos com resina composta. O conjunto foi submetido à ciclagem térmica e ensaio de cisalhamento na máquina de ensaios mecânicos MTS-810 e em seguida observadas na lupa estereoscópica, em aumento de 60x, verificando os tipos das falhas. Aplicou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de 5% significância, constatando-se que houve diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva dos reparos entre os tipos de tratamentos mecânicos da superfície, onde $T3C > T2C > T1C$, sendo o silano eficiente para aumentar a resistência adesiva para os grupos T1C e T2C, exceto para o grupo tratado com ácido hidrofluorídrico a 9,5% (T3C), ocorrendo 100% de fratura coesiva na cerâmica.

UNITERMOS

Cerâmica, Resistência de união, Reparo, Resina composta

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O desenvolvimento dos materiais cerâmicos na Odontologia, tem se aprimorado cada vez mais, fato que viabiliza o uso cada vez mais freqüente desta classe de materiais no consultório odontológico. Com o aumento da utilização da cerâmica na clínica odontológica, aumentou também a probabilidade de ocorrerem falhas, defeitos e fraturas, visto que estes materiais possuem técnica altamente sensível, grande fragilidade e baixa resistência à tração. Pelo alto custo e por exigirem muito tempo clínico para serem confeccionadas, há uma relutância, principalmente, por parte do paciente, em refazê-las, exigindo do profissional uma solução na reconstrução da área perdida, por meio de técnicas alternativas. Nesse sentido, a utilização da resina composta como material de reparo, é uma alternativa, desde que, o reparo seja feito apenas com objetivo de devolver harmonia estética, e não comprometer a estrutura da peça protética (Shahverdi *et al*¹⁵ 1998; Franbenberger *et al*³ 2000).

Todavia, a qualidade e a durabilidade deste procedimento são influenciadas pela efetividade da adesão (Thurmond *et al*¹⁶ 1994; Kupiece *et al*⁵ 1996; Zavanelli *et al*¹⁹ 2004), e vários fatores podem influenciar este processo: preparo da superfície, viscosidade da resina, porosidade das superfícies, sistema adesivo, tempo que a

restauração foi confeccionada, material restaurador e a presença do silano. Na literatura tem sido encontrada a concordância que o tratamento dado à superfície do material restaurador fraturado, envolve a criação de rugosidades com a finalidade de promover a retenção mecânica do sistema adesivo e material reparador (Ainda Hayakawa & Mizukawa¹ 1995; Vasconcelos & Cardoso¹⁸ 2004; Zavanelli *et al*¹⁹ 2004). Também é relatado que a união química do material restaurador ao substrato é buscada por meio da aplicação do silano (Kumbuloglu *et al*⁷ 2003; Neppelenbroek *et al*⁷ 2003; Varjão *et al*¹⁷ 2004).

Frete à atualidade e importância do assunto, e também às dificuldades inerentes aos procedimentos de reparos, o presente estudo teve por objetivo avaliar o comportamento de união da cerâmica à resina composta, de acordo com diferentes tratamentos de superfície e uso do silano.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram confeccionados 120 corpos-de-prova de cerâmica utilizando uma matriz circular de aço inoxidável nas dimensões de 10mm de diâmetro com 4mm de altura, que possui um orifício central medindo 6mm de diâmetro por 4mm de altura, um êmbolo centralizado e um anel intermediário bipartido. A cerâmica Noritake (Shofu) foi aplicada, em pequenas porções até o seu preenchimento

*Alunos do curso de Pós-graduação – nível doutorado - em Dentística Restauradora pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

**Aluno do curso de Especialização em Dentística Restauradora pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

***Professor Doutor da disciplina de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão.

****Professora Livre-docente da disciplina de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

total, e levada ao forno EDG Vulcano para a queima da cerâmica, para o processo de sinterização, conforme as instruções do fabricante. Após a queima final, as superfícies irregulares foram desgastadas com lixas de carbureto de silício de granulagem 100, 320 e 600 (3M) montada em uma polítrix modelo DP-10 (Struners), na velocidade de 600rpm, sob refrigeração abundante à água, em seguida, realizada a limpeza dos corpos-de-prova em ultra-som por 10 segundos e uma das superfícies recebeu a aplicação do glaze, feita no mesmo forno.

Os corpos-de-prova foram fixados em resina acrílica autopolimerizável, utilizando uma matriz bipartida de aço inoxidável em forma circular com um orifício centralizado nas dimensões 10 mm de diâmetro por 12 mm de altura, com um anel estabilizador, de tal forma que 1mm do corpo de prova ficasse exposto. No grupo que utilizou a ponta diamantada (T1C), as superfícies foram desgastadas com uma ponta diamantada de forma esférica e corte regular, nº 1014 (KG Sorensen), utilizando o aparelho de preparo desenvolvido por Sá e Gabrielli (1979). No grupo do jato abrasivo (T2C), o tratamento das superfícies foi feito com o equipamento KREATIV MACH 4.1, com pressão de 60 psi, partículas de óxido de alumínio de diâmetro 27,5 µm (Gama Pure™ – Kreativ Inc.), utilizando a ponta ativa de maior calibre com angulação de 45°, a uma distância de 10 mm, auxiliado pelo aparelho de Sá & Gabrielli¹³ (1979), por 10 segundos com jato contínuo. Para o grupo do ácido (T3C), utilizou-se o ácido hidrofluorídrico a 9,5%, com auxílio de uma seringa e ponta de aplicação, por 5 minutos, sendo lavadas com ar e água pelo tempo de 30 segundos. Para os demais grupos, foram realizados os mesmos tratamentos mecânicos e aplicado o silano (T1S, T2S, T3S), para ponta diamantada, jato abrasivo e ácido fluorídrico, respectivamente, sendo as superfícies secas com jato de ar, dispensado em partes iguais, manipulado por 15 segundos e aguardado 5 minutos para posterior aplicação com auxílio de um pincel, e após um minuto seco com jato de ar. A área de adesão foi padronizada usando uma fita adesiva com um orifício central de 5mm de diâmetro e uma camada de adesivo foi aplicada sobre a superfície com pincel, e aplicado um leve jato de ar por 3 segundos, fotopolimerizada por 20 segundos, com o auxílio do aparelho fotopolimerizador (Modelo 200R - K & M

Ind. Com. de Eq.).

Os reparos foram feitos com resina composta utilizando uma matriz circular bipartida de aço inoxidável com dois orifícios centralizados, um nas dimensões de 13 mm de profundidade e 5 mm de diâmetro, onde a resina composta foi inserida e fotopolimerizada. Em seguida, os excessos de material foram removidos, a matriz desmontada e o reparo de resina composta liberado do seu interior. Os corpos-de-prova foram identificados e armazenados em água destilada e levados à estufa de cultura à temperatura de 37° C por 24 horas. Após, submetidos à ciclagem térmica (Mod. 521.4-série95) à 5°C ± 2°C e 55°C ± 2°C em água, com tempo de permanência de 30 segundos em cada temperatura num total de 500 ciclos e novamente armazenados na estufa por 24 horas. Os ensaios mecânicos de resistência adesiva às tensões de cisalhamento foram realizados na Máquina "Material Test System-MTS 810", com velocidade do atuador de 0,5mm/min. A análise dos dados foi feita por um programa específico Test Work, do sistema Test Star II, o valor da carga expressos em N e os valores finais de resistência calculados e expressos em Mpa. Com o intuito de obter subsídios para compreender o que aconteceu na interface cerâmica/adesivo, após a realização dos testes de cisalhamento, as

superfícies da cerâmica correspondentes ao local da área de adesão foram observadas na lupa estereoscópica (Zeiss: West Germany – mod. 475200/9901), em aumento de 60x, verificando os tipos de fratura: adesiva, coesiva do adesivo, coesiva do substrato, coesiva da resina composta mista.

RESULTADO

Na Tabela 1, estão as medidas de resistência correspondentes. No Gráfico 1 são apresentados os valores de resistência ao cisalhamento dos reparos no material cerâmico, submetidos a três tratamentos mecânicos de superfície: T1= Diamante, T2= Jato abrasivo e T3= ácido, cada qual associado (S) e não associado (C= controle) ao tratamento químico de superfície pela aplicação de silano.

O sumário da análise de variância relativa aos reparos em cerâmica pode ser observado na Tabela 2, há evidência estatística de que algumas médias são diferentes das outras. Como a interação foi significativa (valor-p<0,0001), as médias de resistência dos seis grupos experimentais, onde se empregaram reparos de cerâmica, devem ser comparadas entre si. Para isso foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. (Tabela 3).

O resultado está na Tabela 3.

Tabela 1: Medidas de resistência ao cisalhamento relativo aos reparos de material cerâmico.

Reparo	Cerâmica					
	T1(C)	T1(S)	T2(C)	T2(S)	T3(C)	T3(S)
Mínimo	13,3	22,7	14,8	28,5	32,4	34,1
Máximo	37,1	54,2	42,5	61	61,9	56,6
Mediana	17,6	38,9	28,1	36,3	44,1	45,9
Média	19,8	38,2	28,9	38,5	44,7	46,4
Desvio padrão	6,2	6,8	7,9	8,1	7,7	5,3

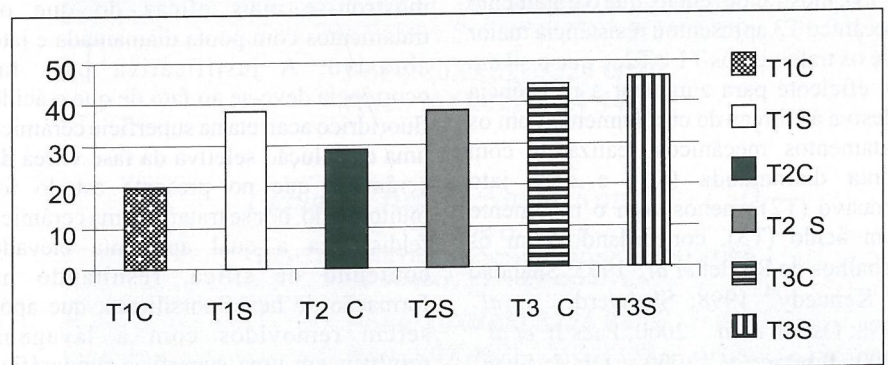


Gráfico 1: Representação gráfica das médias de resistência ao cisalhamento e os intervalos de 95% de confiança para a média populacional (barra vertical).

Tabela 2: Sumário da análise de variância para a comparação de médias de resistência ao cisalhamento relativo aos reparos de material cerâmico, submetidos aos tratamentos mecânico e químico.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	Valor-p
Trat. Mecânico	2	2925,58	59,94	<0,0001
Trat. Químico	1	2933,97	60,11	<0,0001
Interação	2	701,26	14,37	<0,0001
Resíduo	114	48,81		

Tabela 3: Comparação das médias de resistência ao cisalhamento duas a duas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Trat. Mecânico	Trat. Químico	Grupo	Média	Grupo				
				{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
T1	C	{1}	19,75					
T1	S	{2}	38,2	*				
T2	C	{3}	28,95	*	*			
T2	S	{4}	38,46	*	ns	*		
T3	C	{5}	44,72	*	**	*	**	
T3	S	{6}	46,43	*	*	*	*	ns

* significativo a um nível menor do que 1%

** significativo a um nível entre 1% e 5%

ns: não significativo

DISCUSSÃO

No presente estudo, pode-se observar que há evidência estatística de que algumas médias são diferentes das outras, apresentando os valores do preparo de superfície com a ponta diamantada sem o silano (T1C) igual a 19,8 e com o silano (T1S), 38,2, para o jato abrasivo os valores foram de 28,9 para o grupo sem o silano (T2C) e 38,5, para o grupo com o silano (T2S) e finalmente, para os grupos que usaram o ácido fluorídrico os resultados foram 44,7, quando não foi aplicado o silano (T3C), e 46,4, quando aplicado o silano (T3S), mostrando, então, que o tratamento mecânico T3 apresentou resistência maior que os tratamentos T1 e T2, e que o silano foi eficiente para aumentar a resistência adesiva às forças de cisalhamento com os tratamentos mecânicos realizados com ponta diamantada (T1) e com jato abrasivo (T2), menos com o tratamento com ácido (T3), concordando com os trabalhos de Roulet *et al*¹² 1995; Shahdad & Kennedy¹⁴ 1998; Shahverdi *et al*¹⁵ 1998; Osório *et al*⁹ 2000; Paes Jr. *et al*¹⁰ 2000; Pires *et al*¹¹ 2000 e Oh & Shen⁸, 2003. Como pôde ser visto, o emprego de um tratamento de superfície mecânico

e/ou químico na superfície da cerâmica é de suma importância para que ocorra uma efetiva união entre o material de reparo, no caso a resina composta, e a superfície cerâmica, principalmente por se tratarem de materiais de diferentes naturezas. No que diz respeito ao tratamento mecânico, observou-se que a utilização de ponta diamantada e jato abrasivo faz com que sejam criadas irregularidades na superfície cerâmica, fazendo com que haja um embricamento micromecânico entre esta e a resina composta, diferentemente do tratamento com ácido fluorídrico, que apesar de também promover embricamento micromecânico, mostrou-se mais eficaz do que os tratamentos com ponta diamantada e jato abrasivo. A justificativa para tal ocorrência deve-se ao fato de que o ácido fluorídrico acarreta na superfície cerâmica uma dissolução seletiva da fase vítrea da cerâmica, que no presente estudo foi muito nítido, por se tratar de uma cerâmica feldispática a qual apresenta elevado conteúdo de sílica, resultando na formação de hexafluorsilicato, que após serem removidos com a lavagem, resultam em uma superfície topográfica similar à colméia de abelha (Borges *et al*² 2003), ideal para retenção

micromecânica.

Não obstante, a efetiva união obtida com o tratamento mecânico sobre a superfície cerâmica, principalmente com o ácido fluorídrico, é importante destacar o papel que a utilização do silano desempenha no procedimento do tratamento superficial para execução do reparo com resina composta. Independente do tratamento mecânico empregado, o silano foi capaz de aumentar significativamente os valores de resistência de união da cerâmica à resina composta para a ponta diamantada e jato abrasivo, e numericamente para o ácido fluorídrico, mostrando-se efetivo no seu emprego. O motivo para tal acontecimento é plenamente justificável. O silano desempenha a função de ligação entre a sílica existente na superfície cerâmica tratada e a matriz orgânica da resina composta, formando ligações siloxanas, além de aumentar o molhamento da superfície pelos agentes de união, através do aumento da energia superficial (Michida *et al*⁶ 2003). Entretanto, vale salientar que a silanização não é um substituto à união micromecânica da resina à superfície condicionada da cerâmica, mas um modo de fortalecer esta com uma união química adicional. Em relação à viabilidade da técnica de reparo, necessário se faz comentar que o procedimento de execução do reparo com resina composta é plenamente utilizável, dado os resultados encontrados, sendo ratificado pelos achados do exame da interface substrato/adesivo, onde os tipos de falhas foram de 100% coesivas no substrato, indicando viabilidade da execução da técnica, de tal maneira que há a necessidade de algum tratamento superficial para o embricamento cerâmica/resina composta.

CONCLUSÃO

Com base na metodologia desenvolvida e nos resultados desta pesquisa, podemos concluir que:

- Os tratamentos superficiais da cerâmica por ácido, jato de ar abrasivo e ponta diamantada aumentaram a resistência de união dos reparos, sendo o ácido o mais efetivo, o jato e a ponta diamantada iguais entre si;
- O agente silano tem ação efetiva no aumento da resistência de união dos

reparos no substrato cerâmico quando preparado com ponta diamantada e jato abrasivo e não foi efetivo com o ácido;

- A associação entre o tratamento superficial e agente silano é a melhor técnica de reparo, sendo o condicionamento ácido e silano a técnica de escolha.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the union behavior between ceramic and composite resin through the repair prepare with different surface treatment and silane application. 120 ceramic test-body Noritake (Shofu), shared in six groups: T1C (diamond point); T1S (diamond point and silane); T2C (abrasive blast); T2S (abrasive blast and silane); T3C (hydrofluoric acid at 9,5%) and T3S (hydrofluoric acid at 9,5% and silan). The test-body were treated with adhesive system "Scotchbond Multi Uso Plus" and prepared the composite resin repair all of them were submitted to shear bond strength in the mechanic trial machine MTS-810 and then observed in the estereoscopic loup, at 60x increased, verifying the flaw way and the kinds of fracture. It was applied the ANOVA and Tukey test at 5% of significance level. It was proved there were statistically significant differences in the adhesive resistance of repairs between the surface mechanic treatment, where T3C>T2C>T1C, the silane was efficient to increase the adhesive resistance related to tension of shear between the T1C and

T2C groups, except for the hydrofluoric acid treated group at 9,5% (T3C) and there were 100% of cohesive fracture in the ceramic.

UNITERMS

Repair; Ceramic; Bond strength, Composite resin

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ainda M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent* 1995; 73(5):464-70.
2. Borges GA, Sophr AM, Goes MF, Correr Sobrinho L, Chan DCN. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent* 2003 may; 89(5):479-88.
3. Frankenberger N et al. Repair strength of etched vs silica-coated metal-ceramic and all-ceramic restorations. *Oper Dent* 2000 may/june; 25(3):209-15.
4. Kumbuloglu O, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Intra-oral adhesive systems for ceramic repairs: a comparison. *Acta Odontol Scand* 2003 oct; 61(5):268-72.
5. Kupiece KA, Barkmeier WW. Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. *Oper Dent* 1996 aug; 21(2):59-62.
6. Michida SMA, Valandro LF, Yoshiga S, Andreata Filho OD, Balducci I et al. Efeito do tratamento de superfície de uma cerâmica aluminizada de vidro sobre a resistência à microtração. *J Appl Oral Sci* 2003; 11(4):361-6.
7. Neppelenbroek KH, Mendonça MJ, Fonseca RG, Cruz CAS. Reparo em próteses parciais fixas metalo-cerâmicas. Uma revisão de literatura. *Robrac* 2003; 12(34):25-9.
8. Oh WS, Shen C. Effect of surface topography on the bond strength of a composite to three different types of ceramic. *J Prosthet Dent* 2003 sep; 90(3):241-6.
9. Osório AB et al. Efeito de tratamentos superficiais na porcelana sobre a resistência de união ao esmalte. *Brazilian Oral Research* 2000;

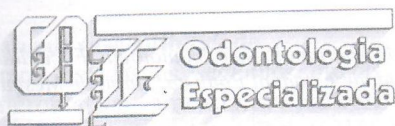
10. Paes Jr. TJA et al. Condicionamento da superfície de materiais restauradores indiretos: análise comparativa ao MEV. *Brazilian Oral Research* 2000; 14:121.
11. Pires M et al. Avaliação da micromorfologia de Empress II condicionada por diferentes métodos e por diferentes tempos. *Brazilian Oral Research* 2000; 14:115.
12. Roulet JF, Soderholm KJ, Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. *J Dent Res* 1995 jan; 74(1):381-7.
13. Sá DN, Gabrielli F. Estudo da infiltração marginal em restaurações com amálgama. Efeito da liga, verniz e brunidura. *Rev Fac Farm Odontol* 1979; 16:53-62.
14. Shahdad SA, Kennedy JG. Bond strength of repaired anterior composite resin: an in vitro study. *J Dent* 1998 nov; 26(8):685-94.
15. Shahverdi S. et al. Effects of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. *J Oral Rehabil* 1998 sep; 25(9):699-95.
16. Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerrding TM. Effect of porcelain surface treatment on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent* 1994; 72(4):355-9.
17. Varjão FM, Schalh MV, Fonseca RG, Adabo GL. Tratamento de superfície de restaurações estéticas indiretas para restauração adesiva. *RGO* 2004; 52(3):145-9.
18. Vasconcelos DK, Cardoso AC. Reparo de fraturas da porcelana em próteses fixas: uma abordagem alternativa. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2004 mar/abr; 58(2):124-6.
19. Zavanelli AC, Zavanelli RA, Dekon SFC, Mazaro JVQ. Técnica de reparo em porcelana. *JBC - J Bras Clin Odontol Integ* 2004; 8(44):135-9.

AUTOR RESPONSÁVEL

Darlon Martins Lima

Rua Humaitá 1760 - Centro - Araraquara
São Paulo - CEP - 14801-385
e-mail: darlonmartins@yahoo.com.br

Recebido para publicação: 27/04/2006
Aceito para Publicação: 22/06/2006



Gilzele Nascimento Melazo Ribeiro - C.D.

CRO-GO 2661
ESP. ENDODONTIA E
ESP. DENTÍSTICA RESTAURADORA E ESTÉTICA

Fone: (0XX62) 3321 0010
Res.: (0XX62) 3324 4471

Cláudia Cristina Naves Karklin - C.D.

CRO-GO 2665
ESP. DENTÍSTICA RESTAURADORA E ESTÉTICA
E APERF. EM PERIODONTIA

Fone: (0XX62) 3324 0839
Res.: (0XX62) 3313 2849

Rua Floriano Peixoto, 520 - Centro - Anápolis - Goiás