

EFEITO DO PRÉ-TRATAMENTO DA DENTINA BOVINA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO RESINA MODIFICADO*

Symone Cristina TEIXEIRA**

Maria Amélia Máximo de ARAÚJO***

Rodolfo de Queiróz PADILHA****

- RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do pré-tratamento dentinário na resistência adesiva de um cimento de ionômero de vidro resina modificado, ante o teste de cisalhamento. Foram utilizados quarenta incisivos bovinos, armazenados em *freezer*. As superfícies dentárias foram desgastadas até exposição da dentina; e os dentes, divididos em quatro grupos: I – controle, com aplicação do *primer* previamente à inserção do cimento, de acordo com as instruções do fabricante; e os demais receberam os seguintes tratamentos antes da aplicação do *primer* e cimento: II – ácido poliacrílico; III – ácido maléico; IV – *laser*. Os corpos-de-prova foram mantidos em água destilada a 37°C por 24 horas até serem submetidos aos esforços de cisalhamento em máquina Instron. Baseado na análise de variância e no teste de Duncan, conclui-se que os pré-tratamentos empregados propiciaram efeitos diferentes e estatisticamente significantes; o grupo controle e o ácido

* Resumo de Dissertação de Mestrado – Área de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – 12245-000 – São José dos Campos – SP.

** Aluna do Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia – UNESP – 12245-000 – São José dos Campos.

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

**** Divisão de Materiais do Instituto de Ensinos Avançados (IEAV) – Laboratórios de Ensaios Mecânicos – 12228-904 – São José dos Campos – SP.

maléico propiciaram iguais resistências médias aos esforços de cisalhamento e superiores a dos grupos do ácido poliacrílico e do *laser*; o uso apenas do *primer* mostrou ser o pré-tratamento mais adequado para o Vitremer.

- PALAVRAS-CHAVE: Cimento de ionômero de vidro resina modificado; dentina; pré-tratamento; *laser*; teste de resistência.

Introdução

Embora algumas propriedades físicas dos cimentos de ionômero de vidro (CIV) necessitem de melhorias quando comparadas às resinas compostas, principalmente quando submetidas aos esforços de deslocamento, sua capacidade de adesão à dentina permanece como uma de suas principais vantagens na prática clínica.

Essa adesão é determinada pela união química do cimento com os íons cálcio da estrutura dental, formando uma camada intermediária de união.^{9, 13, 21, 33} Dessa forma, barreiras presentes na superfície dental, que impeçam o íntimo contato interfacial, devem ser removidas. Alguns trabalhos têm sugerido que um pré-tratamento da dentina para a remoção da *smear layer*, que se forma durante o preparo cavitário e diminui a energia e reatividade superficial dentinária, aumentaria o potencial de adesão do CIV.^{3, 20, 23, 25}

Muitas substâncias foram avaliadas, buscando um tratamento adequado da *smear layer*, no intuito de melhorar a adesão do CIV à dentina. Aquela que se mostrou mais efetiva foi o ácido poliacrílico de baixa concentração (10% a 25%), o qual foi aplicado por um curto período de tempo (10 a 20 segundos).^{1, 2, 14, 19}

Numa tentativa de aprimoramento das propriedades dos CIVs, Mathis & Ferracane¹⁷ incorporaram uma pequena porcentagem de componentes resinosos ao líquido do CIV convencional, levando à formação de um material híbrido: o cimento de ionômero de vidro resina modificado (CIV-RM).

Embora tenha-se observado uma tendência da resistência adesiva dos CIVs-RM à estrutura dentária ser superior a dos CIVs convencionais,^{4, 8, 12, 30} pouca informação tem sido dada sobre qual o mecanismo dessa adesão, e se a remoção ou não da *smear layer* poderia afetá-la. A adesão dos CIVs-RM à dentina pode ser o resultado de uma associação

dos mecanismos básicos de adesão química com a formação da camada intermediária, somada a uma retenção micromecânica obtida pela penetração dos componentes resinosos do material nos canalículos dentinários.^{8, 16} Se com o CIV-RM pode haver a adesão química à estrutura dentária, como ocorre com os CIVs convencionais, o ácido poliacrílico continuou sendo avaliado como pré-tratamento; porém, os resultados foram contraditórios.^{6, 11, 26}

De outro modo, por apresentarem componentes resinosos, o pré-tratamento dos CIVs-RM pode aproximar-se daquele dispensado aos sistemas adesivos com a utilização de ácidos e *primers*.^{16, 22}

Com a evolução do *laser* na Odontologia restauradora e sua aplicabilidade sobre a dentina, com capacidade de alterar a natureza química e estrutural da superfície dentinária,^{5, 15, 28} alguns trabalhos foram realizados para avaliar o efeito da irradiação *laser* na resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos. Para Cooper et al.,⁷ a resistência adesiva do Scotchbond (3M) aumentou em até 300%, quando aplicado sobre a superfície dentinária irradiada pelo *laser*. Para Gonçalves,¹⁰ a resistência ao cisalhamento foi maior no grupo em que o *laser* foi aplicado sobre a dentina já coberta pelo sistema adesivo.

Assim, procuramos agrupar os pré-tratamentos dentinários, químicos e físicos, observados na literatura, e avaliar a resistência adesiva ao cisalhamento de um cimento de ionômero de vidro resina-modificado para a dentina bovina.

Material e método

Foram utilizados quarenta incisivos bovinos, extraídos imediatamente após o abate, limpos, armazenados em água destilada e congelados em *freezer*.

Os dentes foram incluídos em blocos de resina acrílica incolor de rápida polimerização, com o auxílio de um molde confeccionado em sílica pesada, mantendo-se a face vestibular na superfície do bloco (Figura 1).

A seguir, as superfícies dentárias foram desgastadas por meio de lixa d'água de carvão de silício, de granulação 80, adaptada à máquina

recortadora de gesso, sob refrigeração com água, para completa remoção do esmalte e exposição de uma área da dentina, superior a 6 mm de diâmetro (Figura 2). As superfícies dentinárias expostas foram regularizadas com lixas d'água, de granulação 600 (3M do Brasil).

A área de atuação do pré-tratamento foi delimitada por uma fita adesiva (3M), com perfuração padronizada em 6 mm de diâmetro, fixada sobre a região da dentina exposta de cada corpo-de-prova (CP) (Figura 3).

O cimento de ionômero de vidro resina modificado (CIV-RM) utilizado foi o Vitremer (3M Dental Products), de tripla ativação, composto de um pó, um líquido para misturar com o pó e um *primer* para dentina e esmalte.

Os CPs foram divididos em quatro grupos, conforme o pré-tratamento dentinário:

a) grupo I (controle): a dentina recebeu o tratamento preconizado pelo fabricante, ou seja, aplicação do *primer* com um pincel, por 30 segundos, seco com ar e fotopolimerizado por 20 segundos;

b) grupo II: pré-tratamento dentinário com ácido poliacrílico a 11,5% por 20 segundos, lavagem com jato de ar-água; breve secagem; e aplicação do *primer* como especifica o fabricante;

c) grupo III: os procedimentos empregados foram os mesmos do grupo anterior, variando-se apenas a solução ácida: ácido maléico a 10% por 15 segundos;

d) grupo IV: os CPs foram protegidos com uma matriz de alumínio, com perfuração central de 6 mm de diâmetro, com a finalidade de delimitar a área dentinária de atuação do *laser*. Em seguida, aplicaram-se dez pulsos de irradiação do *laser* Nd:YLF (Neodymium: Yttrium Lithium Fluor), com potência de 250 mJ/pulso e frequência de 0,3 Hz. Em seguida, aplicou-se o *primer* como no grupo I.

Na seqüência, uma matriz bipartida de teflon, com perfuração central de 5 mm de diâmetro por 4 mm de altura, foi sobreposta aos CPs e imobilizada exatamente sobre aquela área limitada pela fita adesiva para os pré-tratamentos dentinários, onde então o CIV foi inserido (Figura 4).

Os CPs foram colocados em cubas umidificadoras, devidamente identificados e mantidos a 37°C por 24 horas (Figura 5); sendo em seguida submetidos ao teste de cisalhamento em máquina Instron (Figura 6).

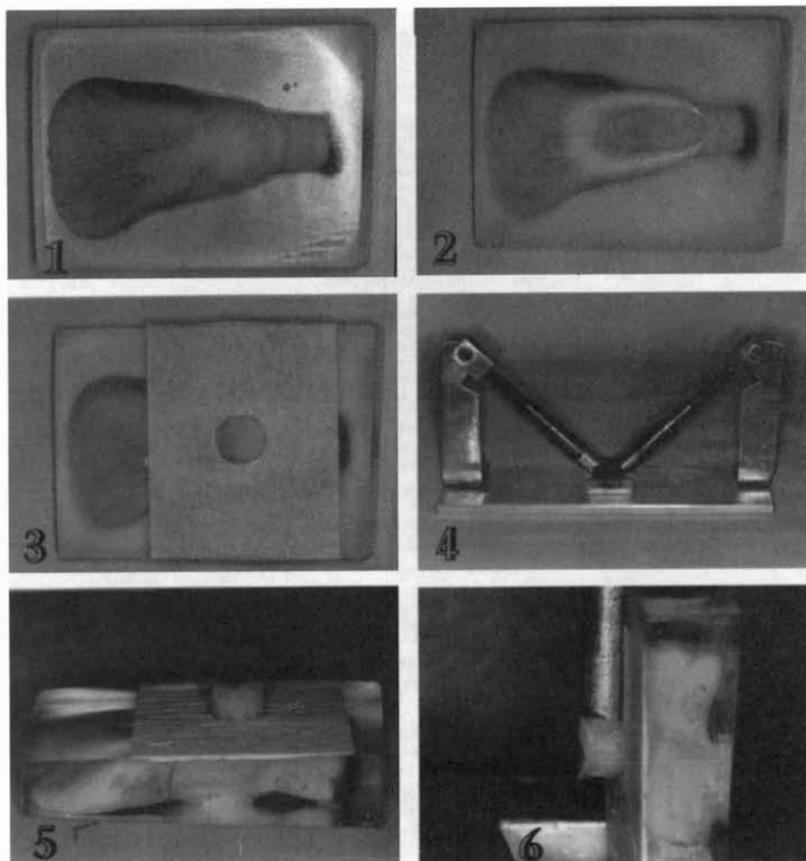


FIGURA 1 - Dente incluído em resina.

FIGURA 2 - Superfície vestibular desgastada até a exposição dentinária.

FIGURA 3 - Delimitação da área de dentina que receberá pré-tratamento.

FIGURA 4 - Matriz de teflon bipartida posicionada e imobilizada.

FIGURA 5 - Corpo-de-prova concluído.

FIGURA 6 - Teste de cisalhamento.

Resultados

Os valores obtidos nas mensurações dos esforços de cisalhamento encontram-se representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores obtidos nas mensurações dos esforços de cisalhamento (MPa)

CP \ Grupos	I	II	III	IV
1	3,92	3,58	4,66	2,44
2	3,88	3,64	4,63	2,46
3	3,45	2,56	3,13	3,02
4	6,35	2,54	5,68	3,46
5	4,66	2,73	5,82	3,86
6	5,62	3,16	2,91	4,74
7	6,33	2,77	5,38	3,10
8	5,08	2,99	4,46	2,63
9	4,52	3,84	4,01	4,36
10	4,66	2,20	4,38	3,40

Análise estatística

A aplicação do modelo estatístico de análise de variância paramétrica aos dados da Tabela 1 originou a Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de variância

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Fo	p
Pré-tratamento	3	23,755	7,918	11,036 s	0,000
Resíduo	36	25,831	0,717		

s = valor signficante

Verificou-se, na Tabela 2, que o valor observado Fo foi signficante para o fator pré-tratamento pois $p < 0,05$. Na Tabela 3 encontram-se os

efeitos propiciados pelos pré-tratamentos, em relação as médias, nas quais notou-se, a partir da diferença mínima de significância (dms) igual a 0,766 MPa, dada pelo teste de Duncan, que nos grupos controle e com aplicação de ácido maléico propiciaram iguais resistências médias aos esforços de cisalhamento (4,847 MPa e 4,506 MPa, respectivamente), e maiores do que as propiciadas pelos grupos com aplicação de ácido poliacrílico e com aplicação de *laser* que também foram estatisticamente iguais entre si (3,001 MPa e 3,347 MPa, respectivamente).

Tabela 3 – Resultado do teste de Duncan

Pré-tratamento	Média	Duncan $D_k = z_{5\%} \square (QMR/r)$
Controle	4,847 Mpa	
Ácido maléico	4,506 Mpa	$D_2 = 0,766^*$
Laser	3,347 Mpa	$D_3 = 0,808^{**}$
Ácido poliacrílico	3,001 Mpa	

* $D_2 = 2,870 \square (0,717/10) = 0,766$.

** $D_3 = 3,017 \square (0,717/10) = 0,808$.

Os resultados podem ser melhor visualizados na representação gráfica tipo BOX and WHISKER PLOT (Figura 7). Neste desenho esquemático são representadas cinco estatísticas descritivas de uma distribuição: os valores mínimo e máximo, o primeiro quartil, a mediana (ou segundo quartil) e o terceiro quartil (Tabela 4).

Tabela 4 – Cinco estatísticas descritivas dos dados de cisalhamento (MPa) da Tabela 1

Pré-tratamento	Controle	Ácido	Ácido	<i>Laser</i>
Estatística poliacrílico	maléico			
Mínimo	3,450	2,200	2,910	2,440
1º Quartil	3,880	2,540	3,130	2,460
Mediana	4,660	2,880	4,545	3,250
3º Quartil	5,350	3,370	5,020	3,660
Máximo	6,350	3,840	5,820	4,740

É geralmente nesta parte central (faixa *interquartis*: 25% a 75%) onde se encontram os dados mais estáveis e mais importantes.

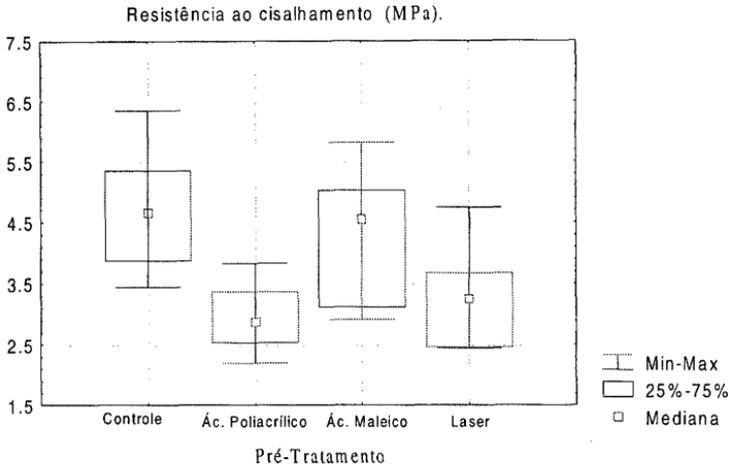


FIGURA 7 – Desenho esquemático tipo *BOX and WHISKER PLOT* dos dados de resistência ao cisalhamento, segundo os níveis de pré-tratamento.

Avaliação em microscopia eletrônica de varredura

Foram selecionados CPs para as fotomicrografias que se encontram representadas nas Figuras 8 e 9.

Nas Figura 8 a e b pôde-se observar a remoção parcial da camada de *smear layer*, permanecendo obliterados os túbulos dentinários. Na Figura 8 c foram verificadas a remoção da *smear layer*, a desobstrução de túbulos dentinários e exposição destes ao ambiente externo. A Figura 8 d exibiu um aspecto crateriforme, que sugere uma fusão parcial da dentina, resultando em alguns túbulos abertos e outros fechados.

Na Figura 9 foram observadas as superfícies fraturadas após o teste de cisalhamento. Nas Figuras 9 a e c, as superfícies dos CPs apresentaram-se irregulares, com depósitos de CIV-RM. Nas Figuras 9 b e d verificaram-se superfícies com poucas irregularidades, sugerindo a ausência de CIV-RM aderido.

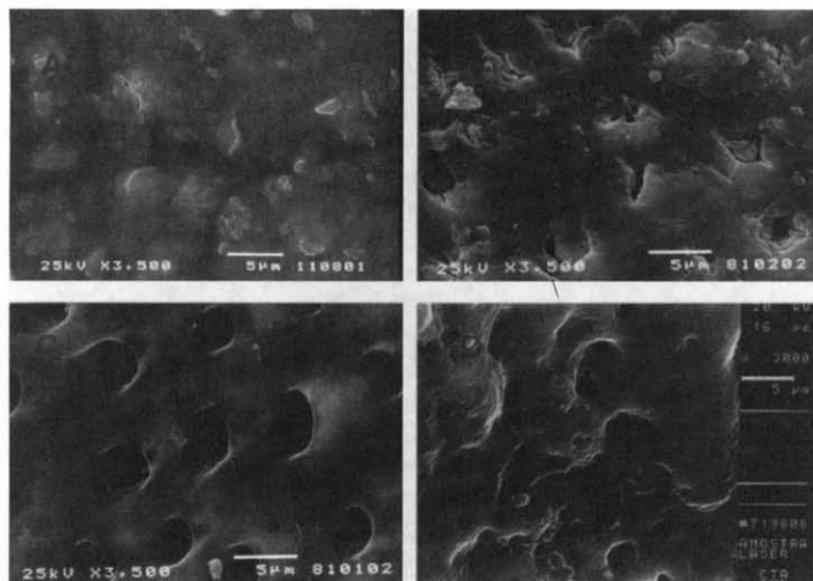


FIGURA 8 – Superfícies dentinárias pré-tratadas com: a) *primer*; b) ácido poliacrílico; c) ácido maléico; d) *laser*.

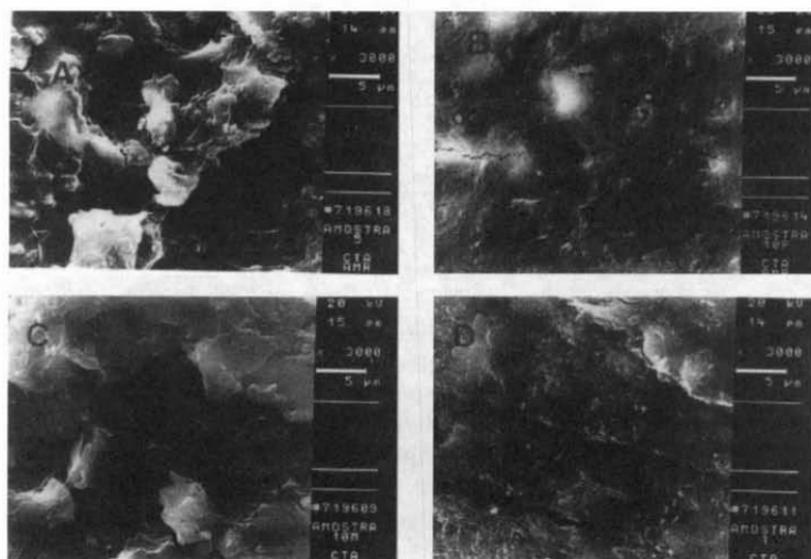


FIGURA 9 – Superfícies fraturadas após teste de cisalhamento: a) *primer*; b) ácido poliacrílico; c) ácido maléico; d) *laser*.

Discussão

Neste estudo procuramos utilizar substâncias que proporcionassem um contato íntimo do CIV-RM com o substrato dentinário, bem como as alterações morfológicas da estrutura dentinária pela aplicação do *laser*, para que pudéssemos avaliar os efeitos causados ante o teste de cisalhamento.

Recomenda-se utilizar o CIV-RM Vitremer associado a um *primer*.³¹ A função do *primer* é modificar a *smear layer* e umedecer adequadamente a superfície dentinária para facilitar a adesão do CIV-RM. O valor médio de resistência adesiva ao cisalhamento em dentina bovina, fornecido pelo fabricante em seu perfil técnico, é de 5,5 MPa. Neste estudo, quando empregou-se apenas o *primer* como pré-tratamento (grupo I), seguindo as especificações do fabricante, o valor médio de resistência ao cisalhamento foi de 4,847 MPa.

A aplicação do ácido poliacrílico a 10% por 20 segundos, preconizado como pré-tratamento dentinário antes da inserção dos CIVs convencionais, foi utilizada por Hinoura et al.,¹¹ em 1991, para avaliar o efeito deste na resistência adesiva de três CIVs-RM: Vitrebond, XR Ionomer e Fuji Lining. Eles observaram que este pré-tratamento deu o menor valor de resistência adesiva para todos os CIVs-RM, inclusive inferior ao grupo controle no qual a *smear layer* permaneceu intacta. Pimenta et al.,²⁴ em 1992, utilizando o Vitrebond, observaram também que não houve melhora na resistência ao cisalhamento com o uso do pré-tratamento com ácido poliacrílico. Esses resultados corroboram com nossos achados, já que os valores de resistência ao cisalhamento do Vitremer para a dentina bovina, quando empregado o pré-tratamento com ácido poliacrílico a 11,5% por 20 segundos (grupo II), foram inferiores àqueles obtidos com aplicação do *primer* (grupo I) e do ácido maléico (grupo III); e a composição química do *primer* e do líquido do Vitremer é similar ao líquido do Vitrebond, diferindo apenas nas concentrações dos componentes.

Entretanto, Charlton & Haveman,⁶ em 1994, utilizando o mesmo pré-tratamento, com ácido poliacrílico a 10% por 20 segundos, previamente à inserção do Fuji II LC, obtiveram o maior valor de resistência adesiva ao cisalhamento.

A resistência adesiva obtida no grupo III, ou seja, com a utilização do ácido maléico como pré-tratamento, foi similar àquela do grupo I (somente *primer*). A aparência da dentina bovina após o pré-tratamento com o ácido maléico a 10% por 15 segundos, pode ser vista na Figura

8 c. Podemos observar a remoção total da *smear layer*, inclusive a abertura dos túbulos dentinários, mostrando um bom padrão de condicionamento ácido, como observado por Matos et al.¹⁸ em 1995. A desmineralização da superfície dentinária pode proporcionar um melhor molhamento superficial e facilidade de penetração do HEMA, contribuindo para um imbricamento mecânico entre as superfícies dentina/CIV. Watson³² e Hinoura et al.¹¹ observaram que o tratamento prévio da dentina com Scotchprep, em cuja composição encontra-se o ácido maléico, produziu a melhor adaptação do Vitrebond à estrutura dental.

Outro pré-tratamento dentinário utilizado neste estudo foi a irradiação a *laser*, como um meio de alterar a natureza química e estrutural da superfície dentinária; e dependendo da potência, frequência e do tipo de *laser* utilizado, a dentina intertubular pode apresentar-se com uma aparência derretida, fundida, com túbulos dentinários evidentes ou não.^{5, 7, 10, 15, 28}

A recristalização da hidroxiapatita pode ter dificultado as trocas iônicas entre CIV/dentina, prejudicando o processo de adesão química do material. Parece-nos que a mudança morfológica da dentina, com aumento das irregularidades superficiais, não proporcionou, como esperado, um imbricamento mecânico entre CIV/substrato.

Os resultados comprovam que a aplicação apenas do *primer* foi tão efetiva quanto o emprego do ácido maléico, tornando esse resultado interessante, uma vez que se pode, desta forma, eliminar um passo operatório, sem prejuízo da retenção. Do ponto de vista biológico, a eliminação do condicionamento ácido também é benéfica, uma vez que substâncias ácidas não são inertes e causam aumento da permeabilidade dentinária e, conseqüentemente, do potencial de irritação pulpar. Entretanto, o *primer* também não é inerte, possuindo em sua composição componentes resinosos (HEMA) que podem causar algum grau de irritação pulpar (Ratanasathien et al.,²⁷ Schuster et al.²⁹). Desta forma, o somatório de fatores irritantes poderá levar a conseqüências indesejáveis.

Conclusões

Nas condições experimentais empregadas neste estudo e baseado-se na análise estatística aplicada sobre os resultados obtidos, é possível concluir que:

- os pré-tratamentos empregados propiciaram efeitos diferentes e estatisticamente significantes sobre a resistência aos esforços de cisalhamento;

- o uso apenas do *primer* (grupo controle) mostrou um dos maiores valores de resistência aos esforços de cisalhamento, sendo este, portanto, o tratamento mais adequado para o Vitremer.

Agradecimentos

Aos Prof^{os}. Dr^{os}. Edna F. Haapalainen e Flávio Paulo de Faria do Centro de Microscopia Eletrônica (CEME) da Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, pela grande colaboração e atenção dispensadas.

Ao Físico Álvaro Damião, da Divisão de Laser do IEAv, pela colaboração na utilização do laser neste trabalho.

TEIXEIRA, S. C., ARAÚJO, M. A. M. de, PADILHA, R. de Q. Pre-treatment of bovine dentine's effect on shear bond strength of the resin-modified glass ionomer. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.27, n.2, p.349-362, 1998.

- **ABSTRACT:** *This study had as objective to evaluate the effects of the pre-treatment of dentin in the bond strength of a resin-modified glass ionomer before a shear bond strength test. Forty bovine's incisors, stored in freezer for not longer than 28 days, were employed. Dental surfaces were abraded so that a dentine area larger than 6 mm of diameter was exposed. The specimens were divided in four groups: I – control, with primer application previously cement insertion, in agreement with the maker's instructions; and the other received the following treatments before the application of the primer and cement: II – polyacrylic acid; III – maleic acid; IV – laser. Specimens were maintained in distilled water at 37°C for 24 hours, until they be submitted to Instron machine's shear bond strength. Based on the variance analysis and on Duncan's test, the following conclusions were obtained: the pre-treatments propitiated different effects and significant statistically on the shear bond strength; the group control and the maleic acid propitiated the same medium resistances to the shear bond strength and the best than the polyacrylic acid and the laser; the use just of the primer it showed one of the largest resistance values to the shear bond strength, being, therefore, the choice pre treatment for Vitremer.*
- **KEYWORDS:** *Glass ionomer, resin modified; dentin; pre-treatment; shear bond strength; laser.*

Referências bibliográficas

- 1 BARAKAT, M. M., POWERS, J. M., YAMAGUCHI, R. Parameters that affect in vitro bonding of glass-ionomer liners to dentin. *J. Dent. Res.*, v.67, p.1161-3, 1988.
- 2 BERRY III, E. A., POWERS, J. M. Bond strength of glass ionomers to coronal and radicular dentin. *Oper. Dent.*, v.19, p.122-6, 1994.
- 3 BRÄNNSTRÖM, M., JOHNSON, G. Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: a scanning electron microscopic investigation. *J. Prosthet. Dent.*, v.31, p.422-30, 1974.
- 4 BURGESS, J. O. et al. A comparative study of three glass ionomer base materials. *Am. J. Dent.*, v.6, p.137-41, 1993.
- 5 CERNAVIN, I. A comparison of the effects of Nd:YAG and Ho:YAG laser irradiation on dentine and enamel. *Aust. Dent. J.*, v.40, p.79-84, 1995.
- 6 CHARLTON, D. G., HAVEMAN, C. W. Dentin surface treatment and bond strength of glass ionomers. *Am. J. Dent.*, v.7, p.47-9, 1994.
- 7 COOPER, L. F. et al. Shear strength of composite bonded to laser-pretreated dentin. *J. Prosthet. Dent.*, v.60, p.45-9, 1988.
- 8 FRIEDL, K. H., POWERS, J. M., HILLER, K.-A. Influence of different factors on bond strength of hybrid ionomers. *Oper. Dent.*, v.20, p.74-80, 1995.
- 9 GEIGER, S. B., WEINER, S. Fluoridated carbonatoapatite in the intermediate layer between glass ionomer and dentin. *Dent. Mater.*, v.9, p.33-6, 1993.
- 10 GONÇALVES, S. E. P. *Pré-tratamento dentinário – efeito do condicionamento ácido, irradiação laser e hipermineralização na resistência ao cisalhamento de sistema adesivo Multiuso*. São José dos Campos, 1997. 209p. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista .
- 11 HINOURA, K., MIYAZAKI, M., ONOSE, H. Dentin bond strength of light-cured glass-ionomer cements. *J. Dent. Res.*, v.70, p.1542-4, 1991.
- 12 HOLTAN, J. R. et al. Bond strength of a light-cured and two auto-cured glass-ionomer liners. *J. Dent.*, v.18, p.271-5, 1990.
- 13 HOTZ, P. et al. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br. Dent. J.*, v.142, p.41-7, 1977.
- 14 JOYNT, R. B. et al. Effect of dentinal pretreatment on bond strength between glass-ionomer cement and dentin. *Oper. Dent.*, v.15, p.173-7, 1990.
- 15 KINNEY, J. H. et al. The threshold effects of Nd and Ho:YAG laser-induced surface modification on demineralization of dentin surfaces. *J. Dent. Res.*, v.75, p.1388-95, 1996.
- 16 LIN, A., MCINTYRE, N. S., DAVIDSON, R. D. Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *J. Dent. Res.*, v.71, p.1836-41, 1992.
- 17 MATHIS, R. S., FERRACANE, J. L. Properties of a glass-ionomer/resin-composite hybrid material. *Dent. Mater.*, v.5, p.355-8, 1989.
- 18 MATOS, A. B. et al. Estudo *in vitro* de diversos agentes utilizados para limpeza de superfície dentinária. *RPG*, v.2, p.37-44, 1995.

- 19 MAURO, S. J. *Influência do ácido poliacrílico na resistência de união do cimento de ionômero de vidro à dentina*. Bauru, 1992. 125p. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 20 MERYON, S. D., TOBIAS, R. S., JAKEMAN, K. J. Smear removal agents: a quantitative study in vivo and in vitro. *J. Prosthet. Dent.*, v.57, p.174-9, 1987.
- 21 MOUNT, G. J. Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment. *Oper. Dent.*, v.16, p.141-8, 1991.
- 22 PACHUTA, S. M., MEIERS, J. C. Dentin surface treatments and glass ionomer microleakage. *Am. J. Dent.*, v.8, p.187-90, 1995.
- 23 PASHLEY, D. H. Smear layer: physiological considerations. *Oper. Dent.*, suppl. 3, p.13-29, 1984.
- 24 PIMENTA, L. A. F., MAURO, S. J., FONTANA, U. F. Resistência ao cisalhamento de um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável: efeito do tratamento da dentina com ácido poliacrílico. *Rev. Odontol. Br.*, v.2, p.13-6, 1992.
- 25 POWIS, D. R. et al. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J. Dent. Res.*, v.61, p.1416-22, 1982.
- 26 PRATI, C. et al. Effects of dentin surface treatments on the shear bond strength of Vitrabond. *Dent. Mater.*, v.8, p.21-6, 1992.
- 27 RATANASATHIEN, S. et al. Cytotoxic interactive effects of dentin bonding components on mouse fibroblasts. *J. Dent. Res.*, v.74, p.1602-6, 1995.
- 28 SCHALLER, H. G., WEIHING, T., STRUB, J. R. Permeability of dentine after Nd:YAG laser treatment: an in vitro study. *J. Oral Rehabil.*, v.24, p.274-81, 1997.
- 29 SCHUSTER, G. S. et al. Biocompatibility of posterior restorative materials. *J. Can. Dent. Assoc.*, v.24, p.17-31, 1996.
- 30 SWIFT JUNIOR, E. J., PAWLUS, M. A., VARGAS, M. A. Shear bond strengths of resin-modified glass-ionomer restorative materials. *Oper. Dent.*, v.20, p.138-43, 1995.
- 31 3M. Produtos Dentários. *3M Vitremer*. Ionômero de vidro de ativação tripla: perfil técnico do produto. Campinas: 3M do Brasil, 1994. 34p.
- 32 WATSON, T. F. A confocal microscopic study of some factors affecting the adaptation of a light-cured glass-ionomer to tooth tissue. *J. Dent. Res.*, v.69, p.1531-8, 1990.
- 33 WILSON, A. D., PROSSER, H. J., POWIS, D. M. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *J. Dent. Res.*, v.62, p.590-2, 1983.