

Eduardo Batitucci¹
Maria Hermenegilda Grasselli Batitucci²
Carolina Borges Martinelli³
Fernando Eler³
Izabela Pacheco Heringer³
Talita Pereira Nunes dos Santos³

Shear and tensile bond strength of ceramic crowns cemented with resinous cement after the resin coating technique

Resistência de união ao cisalhamento e à tração de uma cerâmica fixada com cimento resinoso a dentina tratada pela técnica do resin-coating

ABSTRACT | The resin coating technique consists in adhesive system and flow resin composite application immediately after cavity preparation, yielding a hybrid layer and protecting the subjacent pulpal complex. The aim of this study was to evaluate the tensile and shear bond strength of ceramic crowns cemented with resinous cement after the resin coating technique. Two self etching adhesive systems (ED Primer, one step and (Clearfil Protect Bond, two steps) were compared as also different temporary cement removing techniques. One hundred and sixty specimens were divided in groups as followed: G1) non-resin coating/ no temporary cementation, G2) resin coating/ no temporary cementation, G3) resin coating/ temporary cement removed with dentin spoon/ ethanol soaked cotton pellet, G4) resin coating/ temporary cement removed with bicarbonate air abrasion/ ethanol soaked cotton pellet. Data were submitted to non-parametrical statistical test (Mann-Whitney). There were no different statistical significance between the resin coating and the non-resin coating groups when submitted to the shear test. The resin coating groups showed higher tensile bond strength than the others groups. The two steps self etching adhesive system seemed to improve the bond strength results. There were no differences among the temporary cement removing techniques used.

Keywords:: Resin-coating; Resinous cement; Flow resin; Adhesive systems.

RESUMO | A técnica *resin-coating* consiste na aplicação de sistema adesivo e resina de baixa viscosidade *flow* imediatamente após o preparo cavitário, produzindo uma camada híbrida protegendo dentina e tecido pulpar subjacente. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resistência de união ao cisalhamento e à tração quando uma restauração foi fixada com cimento resinoso de cura dual à dentina com *resin-coating*. Foram comparados os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único (ED Primer) e dois passos (Clearfil Protect Bond) e a técnica de limpeza do cimento temporário na resistência adesiva. Foram confeccionadas 160 amostras. Os grupos foram divididos, para cada sistema adesivo e para cada tipo de teste, da seguinte forma: Grupo 1 – *non-resin-coating*, sem cimentação temporária; Grupo 2 – *resin-coating*, sem cimentação temporária; Grupo 3 – *resin-coating*, cimentação temporária, remoção do cimento com colher de dentina e bolinha de algodão embebida em etanol; Grupo 4 – *resin-coating*, cimentação temporária, remoção do cimento com jato de bicarbonato e bolinha de algodão embebida em etanol. A análise estatística utilizou o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Nos resultados obtidos, não houve significância estatística entre o grupo *non-resin-coating* e o *resin-coating* submetidos ao teste de cisalhamento, ao contrário do teste de tração em que o *resin-coating* aumentou a adesão. O sistema adesivo de dois passos mostrou-se mais eficiente que o de passo único. Observou-se, também, que não houve diferença entre as técnicas de limpeza.

Palavras-chave | Resin-coating; Sistema adesivo; Cimento resinoso.

¹ Doutor - UERJ; professor associado I - Departamento de Prótese Dentária - CCS/UFES.

² Doutora - UERJ; professora associada I do Departamento de Prótese Dentária - CCS/UFES.

³ Acadêmico do Curso de Odontologia - PIBIC/UFES.

Introdução |

Com os avanços da tecnologia adesiva, a Odontologia moderna vive uma constante busca por soluções diversas para pacientes e profissionais. Graças às melhorias dos compósitos quanto às suas propriedades físicas, baseadas na similaridade do seu módulo elástico e devido ao seu elevado potencial de ligar-se com estruturas dentárias e materiais indiretos (plásticos, cerâmicos e metálicos), os compósitos são os materiais de escolha para cimentação adesiva^{11,13}. No entanto os cimentos resinosos atuais nem sempre conseguem uma boa performance de união, quando comparados com os sistemas adesivos das restaurações diretas¹². Uma união relativamente fraca do cimento resinoso pode levar a uma pobre adaptação e formação de *gaps* ao redor da restauração indireta, podendo resultar em falha prematura da restauração⁵. A contaminação com umidade, saliva, sangue e cimentos temporários também tem sido apontada como fator clínico que influencia a união dentária de restaurações indiretas^{3,8}.

Para evitar a contaminação da superfície dentária, antes de procedimentos de cimentação de restaurações indiretas, foi proposta a técnica do *resin-coating* que consiste na aplicação de sistema adesivo dentinário e resina micro-híbrida de baixa viscosidade logo após o preparo dental, produzindo a hibridização da dentina e uma película de selamento em sua superfície^{7,10,12}. Portanto essa técnica tem o potencial de minimizar a irritação pulpar e a sensibilidade pós-operatória¹⁰.

Para a aplicação da técnica do *resin-coating*, o sistema adesivo de escolha é o autocondicionante, pois o uso de condicionamento ácido prévio pode causar grande irritação pulpar, prejudicando a vitalidade do dente³. Os sistemas adesivos autocondicionantes podem ser classificados com o número de passos operatórios, compreendendo o de dois passos (*primer* autocondicionante) e passo único (adesivo autocondicionante)³.

Objetivo |

A proposta deste estudo foi avaliar a resistência de união à tração e ao cisalhamento de uma restauração cerâmica fixada com cimento resinoso tratada pela técnica do *resin-coating*, verificando se a técnica de remoção do cimento temporário influencia na resistência de união, utilizando sistema adesivo autocondicionante de passo único e dois passos.

As seguintes hipóteses foram testadas quanto à cimentação de uma restauração cerâmica:

- a técnica do *resin-coating* influencia na resistência de união;
- a cimentação provisória e a técnica de remoção do cimento provisório influenciam na resistência de união;
- o sistema adesivo utilizado altera a resistência de união.

Material e método |

Quadro 1. Materiais utilizados

MATERIAIS	FABRICANTE
Clearfil Protect Bond	Kuraray Medical, Japão
ED Primer	Kuraray Medical, Japão
Protect Liner F	Kuraray Medical, Japão
Hydro C	Dentispaly
Panavia 21	Kuraray Medical, Japão

Preparo do dente

Foram coletados 80 terceiros molares humanos não cariados extraídos em clínicas particulares e nas disciplinas de Cirurgia Bucomaxilofacial I e II da UFES. Esses dentes foram doados por pacientes mediante o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo o projeto apresentado e aprovado no Conselho de Ética da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP), sob n.º. 081/06. Os dentes foram limpos mecanicamente, lavados e armazenados em água destilada à temperatura de 4º C, substituindo-se a água a cada 15 dias a fim de minimizar a deteriorização. Os dentes foram cortados transversalmente na região da união cimento/esmalte, separando a raiz da coroa dental, com disco diamantado. Essas coroas foram seccionadas longitudinalmente no sentido mesiodistal, com o objetivo de obter duas faces de esmalte dental (vestibular e lingual), duplicando, assim, o número de amostras.

Matrizes cilíndricas foram confeccionadas utilizando-se tubos de PVC de uma polegada, nos quais o fragmento dental foi incluído em resina epóxi. Secções do tubo de 1cm de altura e 2,5cm de diâmetro foram obtidas e adaptadas sobre uma lâmina de cera rosa número sete. O fragmento dental vestibular ou lingual, com a face de esmalte voltada para o fundo, foi posicionado no centro do cilindro. Sobre este, verteu-se resina epóxi, de acordo com as instruções do fabricante. Para obtenção de uma superfície lisa e plana, procedeu-se ao desgaste do conjunto dente/resina/tubo. Para tanto, utilizaram-se lixas de carbetto de silício de abrasividade decrescente, iniciando-se na granulação 320 até a de granulação 1.000, obtendo-se, assim, uma superfície uniforme de dentina. Esse procedimento é realizado em uma politriz horizontal, sob irrigação copiosa.

Em seguida, os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 16 grupos (n=10), de acordo com o tratamento dentinário e técnica de limpeza do cimento temporário a serem realizados.

Confecção dos corpos-de-prova em cerâmica

Os corpos-de-prova foram obtidos por meio de uma matriz de poliacetato de forma cônico de duas bases, uma de três milímetros e outra de cinco milímetros.

Cento e sessenta cilindros de cerâmica vítrea reforçada por leucita (IPS Empress I) foram preparados pela técnica de cera perdida. Os padrões de cera foram revestidos em revestimento apropriado (marca/fabricante), seguindo-se o ciclo de queima e prensagem a quente conforme instruções do fabricante.

As superfícies de união dos cilindros de cerâmica foram tratadas pela aplicação de gel de ácido hidrófluorídrico a 9,6%, por um minuto, seguida por lavagem com água por 60 segundos e secagem a ar livre de óleo. Em seguida, foi aplicado um agente de união silano para porcelana de acordo com as instruções do fabricante. Após secagem do agente de união silano, o sistema adesivo utilizado (ED Primer) foi aplicado sobre a superfície de união do cilindro cerâmico previamente à sua cimentação.

Confecção das amostras para o teste de cisalhamento e tração

Os grupos foram divididos da seguinte forma, sendo um grupo de dez amostras para cada teste, utilizando os materiais que se encontram no Quadro 1:

Grupo 1 – não houve tratamento dentinário prévio (*non-resin-coating*), sem cimentação temporária e uso do sistema adesivo de passo único;

Grupo 2 – *resin-coating*, sem cimentação temporária, uso do sistema adesivo de passo único;

Grupo 3 – *resin-coating*, cimentação de uma restauração provisória (cilindro de resina) com cimento de hidróxido de cálcio, temporização por sete dias em saliva artificial, remoção mecânica do cimento temporário utilizando colher de dentina e bolinha de algodão embebida em etanol por dez segundos, uso do sistema adesivo de passo único;

Grupo 4 – *resin-coating*, cimentação de uma restauração provisória (cilindro de resina) com cimento de hidróxido de cálcio, temporização por sete dias em saliva artificial, remoção mecânica do cimento temporário com colher de dentina, jateamento com bicarbonato de sódio por dez segundos, limpeza com bolinha de algodão embebida em etanol por dez segundos, uso do sistema adesivo de passo único;

Grupo 5 – *non-resin-coating*, sem cimentação temporária, uso do sistema adesivo de dois passos;

Grupo 6 – *resin-coating*, sem cimentação temporária, uso do sistema adesivo de dois passos;

Grupo 7 – *resin-coating*, cimentação de uma restauração provisória (cilindro de resina) com cimento de hidróxido de cálcio, temporização por sete dias em saliva artificial, remoção mecânica do cimento temporário utilizando colher de dentina e bolinha de algodão embebida em etanol por dez segundos; uso do sistema adesivo de dois passos;

Grupo 8 – *resin-coating*, cimentação de uma restauração provisória (cilindro de resina) com cimento de hidróxido de cálcio, temporização por sete dias em saliva artificial, remoção mecânica do cimento temporário utilizando colher de dentina, jateamento com bicarbonato de sódio por dez segundos, limpeza com bolinha de algodão embebida em etanol por dez segundos, uso do sistema adesivo de dois passos.

Todas as amostras foram estocadas durante 14 dias em saliva artificial.

Na cimentação do cone cerâmico, as amostras sofreram uma polimerização inicial de dez segundos, sob carga de 1,0kg e, então, foi feita uma nova fotoativação de 30 segundos, totalizando 40 segundos.

Teste de Cisalhamento e Tração

Para o ensaio mecânico de resistência de união ao cisalhamento e tração, foi utilizada uma máquina de testes Universal (EMIC DL 500 MF célula Trd 23) ajustada para aplicar uma carga sobre o corpo de prova com a velocidade de 0,5mm/min. Durante os testes, a máquina estava interligada ao computador, monitorando o teste por meio de um *software* (Tesc versão 1.08) para tratamento de ensaios. No monitor, era representada a relação da carga aplicada em função do deslocamento no momento da fratura em MPa e representado graficamente pela curva força máxima de tensão na abscissa e deformação em milímetros na ordenada. O movimento era automaticamente cessado, quando ocorria ruptura e os dados eram processados para análise.

Para o teste de cisalhamento, foi utilizado um sistema para fixação do cilindro que continha o corpo-de-prova aderido ao dente e uma ponta de latão, na forma de um cinzel monoangulado, que foi direcionada perpendicularmente à linha de união entre o corpo-de-prova e o dente pela aplicação da carga.

No teste de tração, os corpos-de-prova (dente/cilindro IPS) foram fixados a um dispositivo de teste, o qual foi acoplado a uma máquina de teste Universal (EMIC DL500-MF célula Drd23).

Esses testes foram realizados na UERJ.

Resultados |

A comparação das médias foi feita utilizando o Teste Não-Paramétrico de Mann-Whitney, por não sofrer influência dos desvios de normalidade, servindo para validar os resultados.

Análise Geral – Tensão Máxima de ruptura (MPa)

Tabela 1. Passo único – cisalhamento

Grupo	Corpos	Média	Desvio	Mediana	CV
Grupo 1	09	15,28	5,31	14,55	0,35
Grupo 2	10	16,90	7,97	17,25	0,47
Grupo 3	08	10,83	5,26	10,30	0,49
Grupo 4	08	11,16	4,10	10,50	0,37

Tabela 2. Dois passos – cisalhamento

Grupo	Corpos	Média	Desvio	Mediana	CV
Grupo 5	10	23,35	5,46	25,00	0,23
Grupo 6	10	19,73	6,48	19,90	0,33
Grupo 7	10	16,08	4,12	15,50	0,26
Grupo 8	10	18,42	3,34	17,90	0,18

Tabela 3. P-valores entre os grupos de passo único e teste de cisalhamento

Cruzamentos	P-valor
Grupo 1 x Grupo 2	0,820
Grupo 1 x Grupo 3	0,104
Grupo 1 x Grupo 4	0,070
Grupo 2 x Grupo 3	0,082
Grupo 2 x Grupo 4	0,131
Grupo 3 x Grupo 4	0,940

Tabela 4. P-valores entre os grupos de dois passos e teste de cisalhamento

Cruzamentos	P-valor
Grupo 5 x Grupo 6	0,290
Grupo 5 x Grupo 7	0,008
Grupo 5 x Grupo 8	0,045
Grupo 6 x Grupo 7	0,054
Grupo 6 x Grupo 8	0,427
Grupo 7 x Grupo 8	0,059

Tabela 5. Passo único – tração

Grupo	Corpos	Média	Desvio-Padrão	Mediana	CV
Grupo 1	10	8,31	2,03	8,45	0,24
Grupo 2	10	12,40	2,79	12,55	0,23
Grupo 3	10	11,09	2,06	10,85	0,19
Grupo 4	10	13,48	2,72	13,90	0,20

Tabela 6. Dois passos – tração

Grupo	Corpos	Média	Desvio-padrão	Mediana	CV
Grupo 5	10	10,63	3,37	10,95	0,32
Grupo 6	10	24,56	4,92	25,85	0,20
Grupo 7	10	20,57	4,43	21,05	0,22
Grupo 8	10	24,06	6,08	22,70	0,25

Tabela 7. P-valores entre os grupos de passo único

Cruzamentos	P-valor
Grupo 1 x Grupo 2	0,005
Grupo 1 x Grupo 3	0,006
Grupo 1 x Grupo 4	0,001
Grupo 2 x Grupo 3	0,241
Grupo 2 x Grupo 4	0,427
Grupo 3 x Grupo 4	0,064

Tabela 8. P-valores entre os grupos de dois passos

Cruzamentos	P-valor
Grupo 5 x Grupo 6	0,000
Grupo 5 x Grupo 7	0,000
Grupo 5 x Grupo 8	0,000
Grupo 6 x Grupo 7	0,059
Grupo 6 x Grupo 8	0,762
Grupo 7 x Grupo 8	0,257

4.2 Análise dos tipos de adesivos dentinários utilizados

Tabela 9. P-valores entre os grupos submetidos ao teste de cisalhamento

Cruzamentos Passo Único x Dois Passos	P-valor
Grupo 1 x Grupo 5	0,008
Grupo 2 x Grupo 6	0,496
Grupo 3 x Grupo 7	0,034
Grupo 4 x Grupo 8	0,003

Tabela 10. P-valores entre os grupos submetidos ao teste de tração

Cruzamentos Passo Único x Dois Passos	P-valor
Grupo 1 x Grupo 5	0,011
Grupo 2 x Grupo 6	0,000
Grupo 3 x Grupo 7	0,000
Grupo 4 x Grupo 8	0,001

Assim, aplicado o teste de Mann-Whitney, foi observada significância estatística em sete dos oito cruzamentos entre os grupos de passo único e dois passos em ambos os testes mecânicos.

Discussão |

As restaurações indiretas são usualmente recomendadas quando um elemento dentário requer grandes reconstruções, sendo necessário um cimento para serem fixadas ao local. Como já é sabido, os cimentos resinosos são a escolha preferível, pois oferecem diversas vantagens, como a habilidade de adesão micromecânica à estrutura dentária, baixa solubilidade e melhor resistência que os cimentos convencionais^{7,8}. Contudo estudos laboratoriais concluíram que os cimentos resinosos existentes nem sempre promovem um bom desempenho de união adesiva à dentina, quando comparados com sistemas adesivos em restaurações diretas¹².

Restaurações provisórias são necessárias antes da cimentação da restauração indireta definitiva, que podem permitir a infiltração de fluidos bucais, levando à contaminação da superfície dentinária subjacente preparada. Superfícies desprotegidas permitem que as bactérias invadam os túbulos dentinários, enquanto aquelas que são seladas com sistemas adesivos previnem a infecção bacteriana nos túbulos¹. Uma adesão ineficiente pode levar a uma pobre adaptação marginal e formação de *gap*, resultando em sensibilidade pós-operatória e redução da longevidade da restauração¹².

A técnica de *resin-coating* possibilita cobertura e proteção da dentina preparada após o preparo cavitário, promovendo uma alta resistência de união do cimento resinoso e uma boa adaptação interna da restauração⁸. Segundo Carvalho², em todos os quesitos (resistência adesiva, infiltração marginal e desempenho clínico) os sistemas autocondicionantes de passo único sempre respondem pelo desempenho menos favorável, ainda que existam grandes variações de performance entre os diferentes estudos².

Amostras submetidas ao teste de cisalhamento

A análise estatística não encontrou significância (p -valor $<0,05$) entre os Grupos 1 e 2 (Tabela 3) e Grupos 5 e 6 (Tabela 4), o que vai de encontro ao que se espera, segundo a literatura apresentada. Logo, não há melhora na resistência de união ao cisalhamento nas amostras tratadas pelo *resin-coating*.

De acordo com Kaneshima⁹, as propriedades de um adesivo resinoso podem ser diminuídas por variados fatores intra-orais, entre eles a presença de cimento temporário ou restos de selante nas áreas adesivas. Jayasooriya⁷ reiteram essa análise, dizendo que a contaminação por materiais restauradores temporários, sangue e saliva pode contribuir para a redução da resistência de união e isso pode afetar a

longevidade das restaurações.

Contudo não houve significância também entre os Grupos 3 e 4 (Tabela 3) e Grupos 7 e 8 (Tabela 4), demonstrando que a técnica de remoção do cimento temporário não influenciou na resistência de união.

Neste estudo, a presença da cimentação temporária não influenciou na resistência de união do cimento definitivo, pois esse fator não foi comprovado estatisticamente em relação aos grupos sem a cimentação temporária (Tabelas 3 e 4).

Amostras submetidas ao teste de tração

A análise estatística encontrou significância entre os Grupos 1 e 2 (Tabela 7) e 5 e 6 (Tabela 8), demonstrando aumento de resistência de união nos grupos tratados pela técnica *resin-coating*. Esses resultados estão de acordo os da literatura apresentada.

Neste estudo, observou-se que a forma de limpeza do cimento temporário não influenciou estatisticamente os resultados (Tabelas 7 e 8).

Outro fator a considerar é que a presença da cimentação temporária não influenciou na resistência de união do cimento, pois esse fator não foi comprovado estatisticamente, em relação aos grupos sem a cimentação temporária (Tabelas 7 e 8).

Comparação da resistência de união entre os sistemas adesivos utilizados (dois passos e passo único)

De acordo com os dados de resistência de união à tração e cisalhamento, foi possível cruzar o sistema adesivo de passo único com o de dois passos, para avaliar, concomitantemente, a possível diferença entre essas duas técnicas.

Dessa forma, os grupos que utilizaram sistema adesivo de dois passos se mostraram mais eficientes (Tabelas 9 e 10). Contudo o cruzamento dos grupos 2 e 6 do teste de cisalhamento não esteve de acordo com os demais (Tabela 9).

No presente estudo, observou-se uma maior resistência de tensão de ruptura, quando se utilizou o teste mecânico de tração.

Segundo Hooshmand⁶, nas situações clínicas, ocorre uma complexa combinação de estresses de tração e cisalhamento, justificando a escolha dos testes para este estudo.

No entanto Della Bona e Van Noort⁴ questionaram a validade dos ensaios de cisalhamento em um estudo comparativo entre os ensaios de tração e cisalhamento e afirmaram que o teste de tração é mais apropriado para avaliação da capacidade adesiva de cimentos resinosos. Pela análise de elementos finitos, verificaram que o cisalhamento avaliou

a resistência do material e o teste de tração à resistência da interface cimentada (cimento).

Conclusão |

Dentro da proposta do estudo, pôde-se verificar que:

- a) a técnica do *resin-coating* obteve uma melhora de resistência de união, quando se utilizou o teste de tração, o que não foi observado no teste de cisalhamento;
- b) a cimentação provisória e o tipo de remoção desse cimento não influenciaram na resistência de união;
- c) o sistema adesivo de dois passos mostrou-se mais eficiente na resistência de união da cerâmica que o de passo único.

Referências |

- 1 Cagidiaco MC. et al. Dentin Contamination protection after mechanical preparation for veneering. *Am J Dent* 1996; 9:57-60.
- 2 Carvalho, R. M. et al. Effects of pre- and post-bonding hydration on bond strength to dentin. *J Adhes Dent* 2004; 6(1):13-17.
- 3 Carvalho RM. Sistemas adesivos: fundamentos para aplicação clínica. *Biodonto*, v. 2, n. 1, jan./fev. 2004.
- 4 Della Bona A, Van Noort R. Shear vs tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res* 1995; 74(9):1591-6.
- 5 Goes MF. Cimentos resinosos. In: Baratier LN, Chain M. *Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores*. São Paulo: Artes Médicas; 1998. p.169-176.
- 6 Hooshmand T, Van Noort R, Kehvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. *Dental Materials*. 2002; 18:179-88.
- 7 Jayasooriya PR et al. The effect of a “resin coating” on the Interfacial Adaptation of Composite Inlays. *Oper Dent* 2003; 28(1):28-35.
- 8 Jayasooriya PR et al. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15(2): 105-13.
- 10 Kaneshima T et al. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. *Operative Dentistry* 2000; 25:195-201.
- 11 Kitasako Y et al. Effect of resin-coating technique on dentin tensile bond strengths over 3 years. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14:115-122.

12 Nakabayashi N, Pashley, DH. *Hybridization of dental hard tissues*. Tokyo: Quintessence Publishing CO, 1998.

13 Nikaïdo, T et al. Effect of temporary filling materials on adhesion of dual cured resin cement to low viscosity resin. 2003; 12 (6): 665-1.

14 Rovlet JF, Degrange M. *Adhesion: the silent revolution in dentistry*. Chicago: Quintessence Publishing Co., 2000.

Correspondência para/ Reprint request to:

Eduardo Batitucci
edubatitucci@uol.com.br