

## RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA UNIÃO ENTRE REVESTIMENTOS ESTÉTICOS E Ni-Cr UTILIZANDO DOIS CONDICIONADORES DE METAL

Hercules Jorge Almilhatti<sup>1</sup>

Gelson Luis Adabo<sup>2</sup>

Eunice Teresinha Giampaolo<sup>3</sup>

Adriana Márcia Beloti<sup>4</sup>

Karin Hermana Neppelenbroek<sup>5</sup>

**RESUMO:** O estudo avaliou o efeito de dois condicionadores de metal na resistência da união de materiais utilizados como revestimento estético de próteses fixas a uma liga de Ni-Cr (Vera Bond II). Foram construídas 20 estruturas metálicas circulares, polidas metalograficamente com lixas seqüenciais (320 e 600), jateadas com alumina (100 µm) por 10 segundos a uma distância de 20 mm e divididas em 2 grupos iguais. Grupo 1: as superfícies de união foram condicionadas com o Metal Photo Primer e, no Grupo 2, com o material Agente de União (EPO. Brasil) e polimerizado no aparelho Ultrasystem contendo lâmpada de vapor metálico (EPO. Brasil) por 4 minutos. As resinas (opaco e dentina Solidex) foram aplicadas de acordo com as instruções dos fabricantes. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e submetidos aos ensaios mecânicos de cisalhamento com velocidade de 0,5 mm/min. após a ciclagem térmica (250 ciclos alternados a 4° C e 55° C, com tempo de 15 segundos em cada banho). Os tipos de falhas foram avaliados por lupa estereoscópica com aumento de 40 vezes e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste t de Student ( $P < 0,001\%$ ) e mostraram que a força de união para o Grupo 2 (11,7 MPa) foi superior ao Grupo 1 (7,6 MPa). A análise das superfícies fraturadas indicou que as falhas foram predominantemente mistas para o Grupo 2 e adesivas para o Grupo 1. Concluiu-se que o material Agente de União (EPO) propiciou resistência de união maior que a do grupo Metal Photo Primer.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prótese parcial fixa; ligas dentárias; resinas compostas; condicionadores de metal.

## SHEAR BOND STRENGTH OF RESIN COMPOSITE VENEERING MATERIAL TO Ni-Cr ALLOY WITH TWO METAL CONDITIONERS

**ABSTRACT:** This study evaluated the effects of two metal conditioners on the bond strength of resin composite with a base metal alloy. Twenty alloy discs were cast with Ni-Cr alloy (Vera Bond II), ground with 320, and 600 grit sandpaper, respectively and sandblasted with 100 µm alumine during 10 seconds at distance of 20 mm and divided into 2 groups of 10 specimens: In group I, the bonding surfaces of the metal were treated with Metal Photo Primer. In group II, the Agente União (EPO, Brazil) was applied on the metal surface and then light-

---

<sup>1</sup>Doutor em Reabilitação Oral pela FOAr/UNESP e Professor de Prótese do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR

<sup>2</sup>Professor Adjunto de Materiais Dentários da FOAr/UNESP.

<sup>3</sup>Professor Adjunto de Prótese Parcial Removível da FOAr/UNESP.

<sup>4</sup>Doutora em Reabilitação Oral pela FOAr/UNESP e Professora de Prótese do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR

<sup>5</sup>Mestre e Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral da FOAr/UNESP.

polymerized with a metallic steam bulb unit for 4 min. (Ultrasystem, Brazil). Solidex opaque and dentin composites were placed onto the treated metal surface and then light-polymerized according to manufacturer's instructions. All specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. Additionally specimens were thermocycled (4°C and 55°C, 15 sec each, 250 cycles). A universal testing machine was used to measure the shear strength of the bonded specimens at crosshead speed of 0.5 mm/min. The failure types were analyzed by using both optical stereomicroscope at 40X and scanning electron microscope. Data were analyzed by Student's test ( $P < .001$ ). The results showed that the shear bond strengths of group II (11.7 MPa) was significantly more than group I (7.6 MPa). For group II, all failures were a mixture of both cohesive and adhesive patterns, and mainly adhesive in nature for group II. This in vitro study indicated that the new metal conditioners showed significantly higher shear bond strength than the Metal Photo Primer

**KEYWORDS:** Denture partial fixed; dental alloys; composite resins; metal primers.

## INTRODUÇÃO

A resina acrílica foi introduzida na odontologia, no final da década de 1930, para a confecção de bases de dentaduras em substituição ao vulcanite. A partir de 1940, começou a ser utilizada em conjunto com metal na confecção de próteses parciais fixas, entretanto com pouco sucesso, principalmente devido à incompatibilidade entre os coeficientes de expansão térmica dos dois materiais, baixa resistência ao desgaste e estética insatisfatória (KOURTIS, 1997).

Visualizado como um material promissor em relação à estética sobre metal, os polímeros passaram a ser exaustivamente estudados na tentativa de melhorar suas propriedades físicas e mecânicas. Porém, foi com a incorporação de partículas de carga inorgânica à matriz orgânica que as pesquisas progrediram até o surgimento das modernas resinas compostas (ANUSAVICE, 1996).

Na tentativa de otimizar o processo de união resina/metal, TANAKA et al. (1981) propuseram a incorporação de um monômero contendo um grupo funcional denominado de 4-META (4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride), capaz de se unir quimicamente aos óxidos na superfície de metais como o Ni-Cr. Os resultados foram promissores visto que os valores de força de união foram superiores aos obtidos em estudo realizado anteriormente utilizando retenção mecânica (TANAKA, 1979).

Os modernos sistemas de união utilizam resinas contendo monômeros quimicamente ativos, ou seja, moléculas caracterizadas por apresentarem radicais com propriedades específicas, podendo se ligar quimicamente à camada de óxidos na superfície de ligas básicas ou aos elementos metálicos nobres (ALMILHATTI et al., 2003; MATSUMURA et al., 1998; YOSHIDA et al., 1993; YOSHIDA, KAMADA & ATSUTA, 1999). As características químicas desses condicionadores facilitam seu emprego, uma vez que são efetivos quando aplicados diretamente na superfície de ligas

básicas após jateamento com partículas de óxido de alumínio (ASMUSSEN & PEUTZFELDT, 1998; KERN & THOMPSON, 1994; MATSUMURA et al., 1991; MOULIN et al., 1999; YOSHIDA et al., 1999).

Assim, tendo em vista os benefícios que a união entre resina/metal representam para o avanço da confecção de revestimentos estéticos e o sucesso em reabilitações orais, esse estudo tem como objetivo avaliar a resistência da união de uma resina composta laboratorial a uma liga metálica (Ni-Cr) utilizando diferentes condicionadores de metal.

## MATERIAL E MÉTODO

Inicialmente foi confeccionado um modelo padrão de aço inoxidável em torno mecânico com as seguintes características e dimensões: área circular de 8,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura com uma projeção perpendicular partindo do seu centro em forma cilíndrica com 3,0 mm de diâmetro e 17,0 mm de comprimento. A partir desse modelo padrão, foi obtida uma matriz em silicóna de adição laboratorial (Elite Double 32 Shore-A, Zermarch, Itália) para a obtenção de padrões de cera que foram incluídos em revestimento fosfatado (Micro-Fine 1700-Talladium, INC-USA). Em seguida, a liga de Ni-Cr (Vera Bond II, Aalbadent, USA) foi fundida por meio de maçarico com chama direta de gás (GLP)/oxigênio e injetada por centrifugação.

Após a remoção dos excessos de revestimento, as estruturas metálicas foram separadas dos condutos de alimentação com discos de carburundum e, em seguida, foi finalizada a limpeza com jato de óxido de alumínio com partículas de 110 mm em aparelho Mult Jet -III (EDG Equipamentos e Controles Ltda). De modo idêntico foram obtidas 20 estruturas metálicas.

Em seguida, as superfícies circulares foram polidas metalograficamente com lixas seqüenciais (#320 e #600),

jateadas com óxido de alumínio (100 µm) por 10 segundos a uma distância de 20 mm e divididas aleatoriamente em 2 grupos iguais.

No Grupo 1 (n=10) as superfícies de união foram tratadas com o condicionador de metal Metal Photo Primer (Shofu, Japão) e, no Grupo 2 (n=10), com o material Agente de União (EPO, Brasil) que foi polimerizado por 4 minutos no aparelho Ultrasystem (EPO, Brasil) dispendo de lâmpada de vapor metálico. Em seguida todos as estruturas condicionadas receberam duas camadas de resina opaca (Opaco Solidex, Shofu) que foram polimerizadas no mesmo aparelho e, finalmente, duas camadas de resina (Dentina Solidex, Shofu) foram aplicadas com o auxílio de uma matriz bipartida de aço inoxidável (ALMILHATTI et al., 2003).

Finalizada essa fase, todos os 20 corpos-de-prova (figura 1) foram identificados e armazenados em frascos contendo água destilada, nos quais permaneceram por 24 horas a 37°C em estufa de cultura (modelo 002 CB, Fanem Ltda- São Paulo). Após esse período foram submetidos a ciclagem térmica (250 ciclos alternados a 4° C e 55° C, com tempo de 15 segundos em cada banho) e, em seguida, foram realizados os ensaios mecânicos de cisalhamento em uma máquina de ensaios (modelo 810 Material Test System – U.S.A.) com velocidade de carregamento do cinzel de 0,5 mm/min. Para o cálculo da tensão de cisalhamento (s), utilizou-se a seguinte expressão:  $s \text{ (MPa)} = F_{\text{máx}} \text{ (N)} / A_{\text{união}} \text{ (mm}^2\text{)}$ , onde  $F_{\text{máx}}$  representa a força máxima de rompimento e  $A_{\text{união}}$  representa a área de união entre a estrutura metálica e o material de revestimento estético, sendo constante e igual a  $\pi r^2$  ( $r = 3,84 \text{ mm}$  representando o diâmetro médio de todas as estruturas fundidas).

Após os testes de cisalhamento, a face de união da estrutura metálica foi observada em uma lupa estereoscópica (CARLZEISS-JENA, Alemanha) com um aumento de 40 X, e as falhas classificadas em adesivas, coesivas ou mistas. Adicionalmente, foram selecionadas algumas amostras de cada grupo para a realização de microscopia eletrônica de varredura - MEV- (modelo JEOL JSM – T33AO Scanning Microscope; 20,0 KV).



Figura 1: Corpo-de-prova finalizado.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste t de Student ( $P < 0,001$ ) e mostraram que a força de união para o Grupo 2 (11,7 MPa) foi estatisticamente superior ao Grupo 1 (7,6 MPa). Os valores das tensões de cisalhamento, na seqüência em que foram obtidos, são apresentados na figura 2. A análise das superfícies fraturadas indicou que as falhas foram predominantemente mistas para o Grupo 2 (figura 3) e adesivas para o Grupo 1 (figura 4).

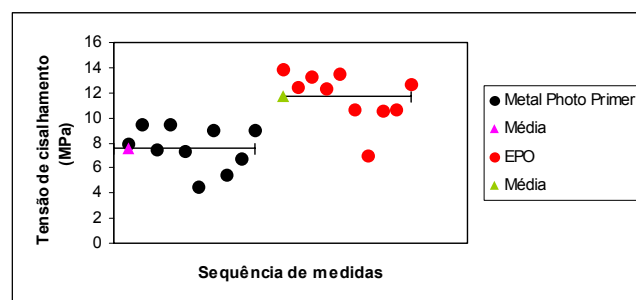


Figura 2: Medidas das tensões de cisalhamento

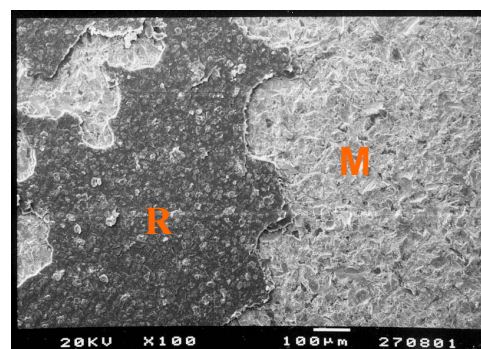


Figura 3: Falha mista (Agente de União).  
R, Resina; M, Metal.

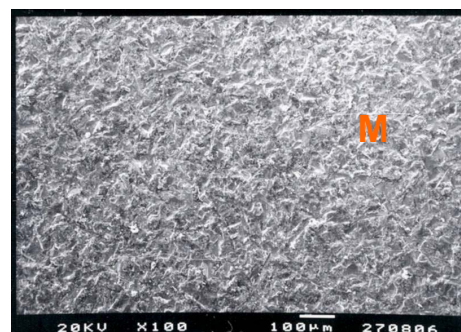


Figura 4: Falha Adesiva (Metal Photo Primer).  
M, Metal.

## DISCUSSÃO

VAN NOORT et al. (1989) relatam que os agentes promotores de união necessitam ser quimicamente fortes para se unirem a uma superfície e formar uma união estável e, para isso, requerem a presença de grupos reativos em ambas as superfícies. Com base nas informações sobre o mecanismo de união de adesivos à estrutura dentária proposto por esses autores, poderíamos extrapolar para o mecanismo de união de resinas ao metal pelo fato deste ser também realizado por um agente intermediário de ligação com a seguinte composição: grupo polimérico – grupo espaçador – grupo reativo ou funcional. O grupo polimérico tem a propriedade de se unir à resina composta por copolimerização por meio de fortes ligações covalentes. O grupo espaçador providencia flexibilidade para o agente de união, buscando um potencial aumento da união com os grupos reativos. Se uma molécula for excessivamente rígida, a capacidade do grupo reativo pode ser prejudicada.

De acordo com OHNO, ARAKI & SAGARA (1986) a adesão entre dois materiais depende da interação atômica entre eles e é determinada pela aproximação direta entre seus átomos desde que exista uma distância inferior a 10 Å. A força de união está na dependência direta da existência e dos tipos de ligações químicas específicas bem como da quantidade dessas ligações. Utilizando um agente de união contendo o monômero funcional 4-META (derivado carboxílico), os autores formularam possíveis mecanismos para sua união com o metal. O primeiro tem origem no resultado da interação direta entre átomos do grupo reativo do monômero funcional com átomos metálicos existentes na superfície do metal em uma camada com profundidade de 7 Å a 8 Å, graças à formação de ligações primárias (covalente, iônica ou metálica). A presença de moléculas de H<sub>2</sub>O e íons hidroxila (OH) na superfície oxidada do metal resulta na formação de ligações secundárias com os grupos reativos dos monômeros funcionais.

A união resina/metal pode ser influenciada pela hidrólise, pelas variações térmicas e pelo estresse mecânico causado pelas forças mastigatórias que, na região anterior, pode variar de 150 N a 200 N (F). Assim, considerando uma área (A) de aproximadamente 20 mm<sup>2</sup> para uma típica interface resina/metal, essas restaurações deveriam suportar, no mínimo, uma tensão em torno de 10 MPa (F/A) após ciclagem térmica ou longos períodos de armazenamento em água, independentemente do metal utilizado (BEHR et al., 2003). Assim, utilizando esse raciocínio e as limitações metodológicas desse trabalho, poderíamos supor que o material Agente de União teria um melhor desempenho clínico em relação ao Metal Photo Primer.

Embora neste estudo tenha sido utilizado somente 250 ciclos

térmicos, seu efeito é significativo pois, de acordo com os trabalhos de CRIM & GARCIA-GODOY (1987), em 100 ciclos, os efeitos da termociclagem podem ser evidenciados. De acordo com LAKATOS et al., (2003) embora não exista uma concordância geral quanto ao significado da termociclagem em relação às mudanças térmicas na cavidade bucal, seus efeitos aparecem após 100 ou 200 ciclos.

Infelizmente, devido à falta de informações na literatura sobre os materiais utilizados neste estudo e mais precisamente sobre os mecanismos responsáveis pelo processo de união resina-metal para o material Agente de União, a realização de uma análise mais profunda ficou limitada.

Por fim, mesmo não se sabendo qual o valor mínimo de força de união que a interface resina-metal tenha que suportar para ter um bom desempenho clínico, a certeza é que existe a necessidade de ela se aproximar dos valores de união porcelana-metal (42,9 MPa) (ALMILHATTI et al., 2003).

## CONCLUSÃO

À vista dos resultados obtidos e de acordo com a metodologia empregada, foi possível concluir que a resistência ao cisalhamento da união resina-metal para o Agente de União (11,7 MPa) foi estatisticamente superior ao Metal Photo Primer (7,6 MPa) após a termociclagem ( $p < 0,001$ );

A análise das superfícies fraturadas indicou que as falhas foram predominantemente mistas para o Agente de União e adesivas para o Metal Photo Primer;

## REFERÊNCIAS

- ALMILHATTI, H. J., et al. Shear bond strength of esthetic materials bonded to Ni-Cr alloy. *J. Dent.*, v. 31, p. 205-11, 2003.
- ANUSAVICE, K. J. **Philips' science of dental materials**. 10. ed. Philadelphia: Saunders, 1996. 709 p.
- ASMUSSEN, E., PEUTZFELDT, A. Surface energy characteristics of adhesive monomers. *Dent. Mater.*, v. 14, p. 21-8, 1998.
- BEHR, M. et al. Adhesive bond of veneering composite on various metal surfaces using silicoating, titanium-coating or functional monomers. *J. Dent.*, v. 31, p. 33-42, 2003.
- CRIM, G. A., GARCIA-GODOY, F. Microleakage: The effect of storage and cycling duration. *J. Prosthet. Dent.*, v.57, p. 574-6, 1987.

KERN, M., THOMPSON, V. P. Influence of prolonged thermal cycling and water storage on the bond strength of composite to NiCr alloy. **Dent. Mater.**, v.9, p. 19-25, 1994.

KOURTIS, S. G. Bond strengths of resin-to-metal bonding systems. **J. Prosthet. Dent.**, v.78, p. 136-45, 1997.

LAKATOS, S. et al. The microleakage between alloy and polymeric materials in veneer crowns. **Quintessence Int.**, v.34, p. 295-300, 2003.

MATSUMURA, H. et al. Effect of noble metal conditioners on bonding between prosthetic composite material and silver- palladium- copper-gold alloy. **J. Prosthet. Dent.**, v.81, p. 710-4, 1998.

MATSUMURA, H. et al. Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. **J. Prosthet. Dent.**, v.66, p.10-5, 1991.

MOULIN, P. et al. Water resistance of resin-bonded joints with time related to alloy surface treatment. **J. Dent.**, v. 27, p. 79-87, 1999.

MUKAI, M., FUKUI, H., HASEGAWA, J. Relationship between sandblasting and composite resin-alloy bond strength by a silica coating. **J. Prosthet. Dent.**, v.74, p. 151-5, 1995.

OHNO, H., ARAKI, Y., SAGARA, M. The adhesion mechanism of dental adhesive resin to the alloy- relationship between Co-Cr alloy surface structure analyzed by ESCA and bonding strength of adhesive resin. **Dent. Mater.**, v. 5, p. 46-65, 1986.

TANAKA, T. et al. 4-META opaque resin- a new resin strongly adhesive to nickel- chromium alloy. **J. Dent. Res.**, v. 60, p. 1697-706, 1981.

TANAKA, T. et al. Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. **J. Prosthet. Dent.**, v.42, p. 282-91, 1979.

VAN NOORT, R. et al. A critique of bond strength measurements. **J. Dent.**, v. 17, p. 61-7, 1989.

YOSHIDA, K. et al. Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. **J. Prosthet. Dent.**, v.69, p. 357-62, 1993.

YOSHIDA, K., KAMADA, K., ATSUTA, M. Adhesive primers for bonding cobalt-chromium alloy to resin. **J. Oral Rehabil.**, v.26, p. 475-8, 1999.