

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO ENTRE LIGAS METÁLICAS E MATERIAIS COMPOSTOS PARA REVESTIMENTO ESTÉTICO: CERÔMERO E POLÍMERO DE VIDRO*

MARCOS KOITI ITINOCHE**, ESTEVÃO TOMOMITSU KIMPARA***, MARCO ANTONIO BOTTINO***, MAXIMILIANO PIERO NEISER***, DENISE KANASHIRO OYAFUSO**

RESUMO

O propósito deste trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento entre ligas metálicas (Au, NiCr e CoCr) e materiais estéticos indiretos (Artglass e Targis). Para tanto, utilizaram-se vinte estruturas metálicas de cada tipo de liga, cuja superfície a ser aplicada os materiais estéticos, receberam jateamento com óxido de alumínio de granulação de 250µm, antes da aplicação do sistema adesivo do correspondente polímero. Em seguida, o material estético foi aplicado no metal condicionado e polimerizado conforme as recomendações do fabricante. Os corpos-de-prova foram armazenadas em água destilada a 37°C, por 24 horas, e submetidos à ciclagem térmica. Após o ensaio mecânico observou-se que o tipo de liga utilizada não influenciou os resultados e que o cerômero Targis apresentou maior resistência ao cisalhamento do que o polímero de vidro Artglass em todas as ligas testadas.

UNITERMOS

Polímero de vidro; cerômero; resina composta indireta.

ITINOCHE, M.K. et.al. *Study of the shear bond strength between metal alloys and composite materials for*

aesthetic veneer: ceromer and polyglass. Pós-Grad. Rev. Fac. Odontol. São José dos campos, v.2, n.2, p. , Jul./Dez. 1999.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the shear bond strength between metal alloys (Au, NiCr and CoCr) and indirect aesthetic materials (Artglass and Targis). Twenty metal structures of each alloy were used. The metal structure surfaces was air abraded with 250µm aluminum oxide before the application of the bond system for each polymer. After that, aesthetic materials were applied to the etched metal and cured according to the manufactures recommendations. The samples were stored in distilled water for 24 hours at 37°C and then thermocycled. After mechanical test the results indicated that the type of alloy used did not influence the shear bond strength and Targis ceromer showed a higher shear strength than Artglass (polyglass) in all tested alloys.

UNITERMS

Polyglass; ceromer; composite resin.

*Resumo da dissertação da tese de mestrado – Área de Prótese Parcial Fixa – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – 12245-000 – SP

**Alunos do Curso de Pós-Graduação – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP.

***Departamento de Materiais Odontológico e Prótese Dental – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

INTRODUÇÃO

Resinas acrílicas à base de polímeros de metacrilato vêm sendo utilizadas, há muitos anos, como material estético para restaurações unitárias ou próteses parciais fixas (Phillips¹⁰,1994). Na elaboração de uma prótese parcial fixa temos, na maioria das vezes, uma estrutura metálica fundida sobre a qual o material estético é aplicado. Potencialmente, a interface entre a resina e o metal constitui um ponto fraco nas restaurações. Isto pode direcionar ao insucesso clínico, devido à incompatibilidade entre os próprios materiais ou à ocorrência de fenômenos físico-químicos Simonetti¹³ (1997). Para Shue et al.¹² (1987) a união entre o metal e a resina pode ser obtida mecanicamente com a confecção de redes, gotas ou pérolas na superfície metálica, que, por vezes, podem gerar fendas entre os materiais devido às diferenças de coeficiente de expansão térmica linear entre os mesmos. Além disso, podem ser constatadas outras deficiências quanto às propriedades da resina, tais como: instabilidade de cor, baixa resistência ao desgaste e porosidade da superfície exposta ao meio bucal, citados por Staffanou et al.¹⁴ (1985) e Barzilay et al.¹(1988).

Em 1995 foi desenvolvido o primeiro material, classificado pelo fabricante como polímero de vidro, com o intuito de apresentar melhor desempenho, suprimindo as necessidades e deficiências inerentes aos materiais estéticos resinosos existentes. A partir desta data outros polímeros de vidro e cerâmicos foram introduzidos no comércio como alternativa de material para revestimento estético. Os fabricantes justificam a superioridade desses materiais em relação aos demais, por reunir as propriedades positivas das cerâmicas e das resinas. Para Gilbert⁶ (1997), Simonetti¹³ (1997) e Koczarski⁷ (1998), os novos materiais contêm um elevado teor de carga inorgânica, em forma de micro partículas de cerâmica, entremeadas por uma matriz orgânica de polímeros, que reforça a estrutura como um todo. Os polímeros de vidro e cerâmicos podem ser utilizados em reabilitações orais com prótese parcial fixa e restaurações unitárias, sendo estas portadoras ou não de estrutura metálica. Também podem ser indicados para restaurações parciais, facetas laminadas e trabalhos

sobre implantes, como relataram Feinman⁵ (1996), Bertolotti² (1997), Pensler et al.⁹ (1997) e Touati¹⁵ (1997).

Metais e materiais de revestimento estético formam complexos sistemas que possuem diferentes interfaces. A tentativa de se estabelecer uma união estável entre as facetas estéticas e o metal deve considerar fatores como a compensação das tensões que envolvem a contração volumétrica da resina durante a polimerização, o coeficiente de expansão térmica dos materiais envolvidos, a retenção mecânica e a ligação química que, quando presentes, podem influenciar isolada ou conjuntamente.

Devido às vantagens e propriedades favoráveis citadas por alguns autores e pelos fabricantes de compostos de resina com partículas cerâmicas, criaram-se expectativas quanto a sua veracidade, tornando de grande valia o estudo do comportamento desses materiais unidos às ligas odontológicas, rotineiramente utilizadas como estrutura metálica para próteses parciais fixas.

MATERIAL E MÉTODO

Para a execução deste trabalho, foram utilizados seis padrões de cera em forma de bastões, com as dimensões aproximadas de 6cm de comprimento por 0,5cm de diâmetro. Estes foram incluídos em de silicone para fundição permitindo livre expansão do revestimento Cristobalite (Kerr), que foi utilizado para a liga de ouro, revestimento Termocast (Polidental) para as ligas de níquel-cromio (NiCr) e revestimento Taladium (Microfine) para a liga de cobalto-cromio (CoCr). A proporção pó/líquido e a manipulação dos revestimentos foram realizadas de acordo com as recomendações dos fabricante.

Os padrões de cera incluídos em revestimento sofreram o processo de fundição pelo método da cera perdida, descrita por Phillips¹⁰ (1994). As ligas áuricas foram fundidas com maçarico gás/ar e as demais com gás/O₂.

Após a eliminação dos condutos de alimentação, foram obtidas duas barras para cada tipo de liga que foram torneadas para a confecção de cilindros menores,

tendo como medidas 5mm de comprimento por 4mm de diâmetro, sendo que numa das extremidades um maior

diâmetro de 5mm por 1mm de altura (Figura 1).



FIGURA 1 – Estrutura metálica do corpo-de-prova.

As peças metálicas num total de sessenta, foram divididas em três grupos de vinte amostras para cada liga. Os grupos foram ainda subdivididos aleatoriamente em outros dois de dez amostras para cada material estético. As superfícies da base dos cilindros metálicos de 4mm receberam um jateamento com óxido de alumínio de granulação de $250\mu\text{m}$, com pressão de 2 Bar, durante 20 segundos numa distância de 3cm, após o que, foram aplicados os sistemas adesivos correspondentes ao material a ser incorporado para a finalização da confecção dos corpos-de-prova.

Os materiais estéticos utilizados foram os sistemas Artglass (Heraeus/Kulzer) e Targis (Ivoclar), executadas de acordo com as recomendações dos fabricantes.

As amostras contaram com o auxílio de um dispositivo metálico contendo dez sítios para a justaposição das estruturas metálicas. Este dispositivo metálico possui uma forma de ajuste manual, para permitir a aplicação do material em duas camadas de 2mm (Figura 2).

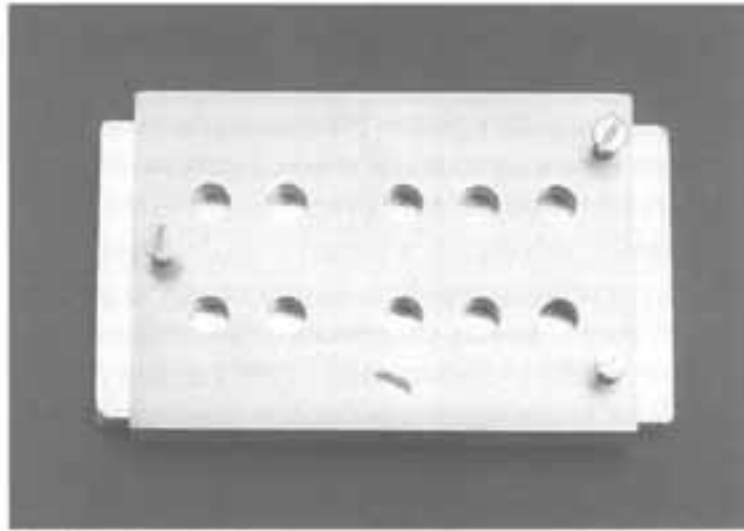


FIGURA 2 – Dispositivo metálico utilizado como matriz dos polímeros.

Os corpos-de-prova concluídos foram armazenados em água destilada, durante 24 horas, à temperatura de 37°C e em seguida, submetidos à termociclagem, com ciclos de 5°C e 60°C, sendo que cada imersão teve 30 segundos de duração, totalizando quinhentos ciclos.

Os ensaios para verificar a resistência ao cisalhamento foram realizados em uma máquina de

ensaios universal (Instron 4301) com capacidade de 500Kg. Para este teste, foi utilizado um dispositivo cilíndrico com adaptação planificada em uma das paredes, contendo, no seu interior, outro cilindro de mesmo formato justaposto, possuindo, ainda, um orifício de quatro milímetros de diâmetro na superfície plana, onde foram posicionados os corpos-de-prova para o teste de cisalhamento (Figura 3).

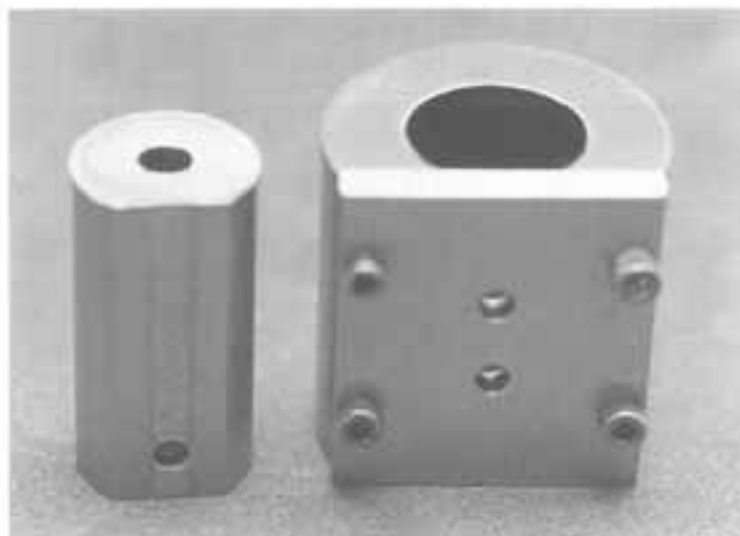


FIGURA 3 – Dispositivo metálico confeccionado para a realização dos ensaios mecânicos.

A superfície plana do dispositivo externo, com 4mm de espessura, apresenta a mesma medida da porção metálica dos corpos-de-prova, com 4mm de diâmetro; assim,

quando os corpos-de-prova eram introduzidos, a porção metálica situava-se no dispositivo externo e a porção do material estético, no dispositivo interno (Figura 4).

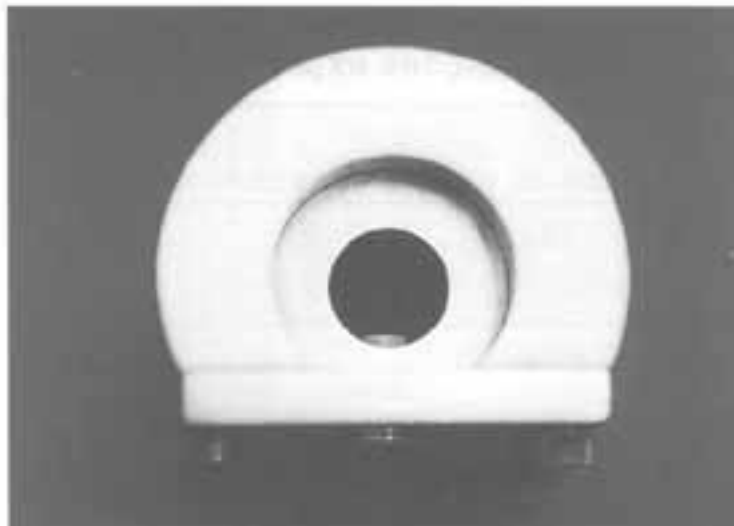


FIGURA 4 – Vista do corpo-de-prova posicionado no dispositivo de ensaios.

A interface, onde se aplicava a carga de cisalhamento entre os dispositivos, recebeu alívio de $100\mu\text{m}$ na superfície plana do cilindro menor, para evitar a ruptura adesiva da amostra.

A força exercida no cilindro interno ocorreu gradativamente, a uma velocidade constante de $0,5\text{cm}/\text{min}$, até a fratura das superfícies das amostra (Figura 5), obtendo, assim, o valor máximo de carga aplicada na interface metal/material de revestimento estético em MPa.

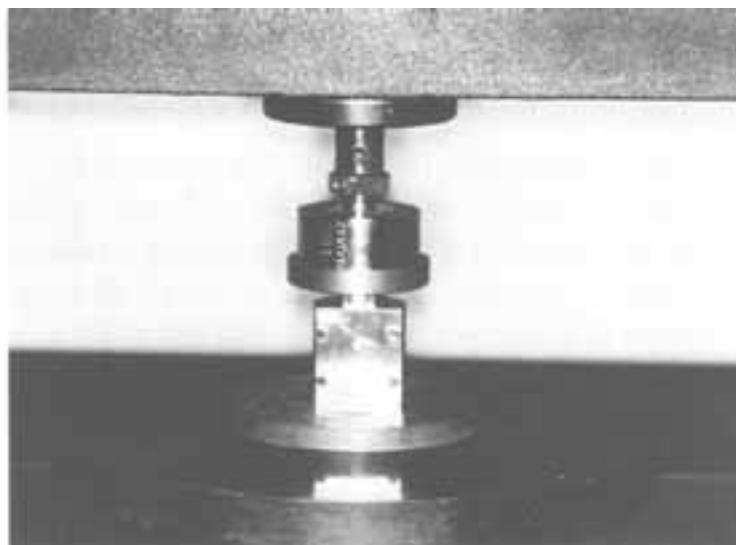


FIGURA 5- Dispositivo acoplado na máquina de ensaio universal Instron.

RESULTADOS

Na Tabela 1, estão relacionados os valores da média e do desvio padrão correspondente a cada uma das condições experimentais

Tabela 1 - Média (m) e desvio padrão (DP) dos dados (em MPa) referentes às seis condições experimentais

CoCr		NiCr		Au	
Targis	Artglass	Targis	Artglass	Targis	Artglass
m = 29,30	m = 13,82	m = 25,61	m = 14,80	m = 21,57	m = 15,30
DP = 6,51	DP = 2,71	DP = 7,48	DP = 4,29	DP = 3,81	DP = 4,79

Os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico da ANOVA, mediante o programa

computacional *statistic for windows* (versão 4.3 B, 1993), apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - ANOVA dos dados obtidos, segundo as condições experimentais

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Razão F	Probabilidade P
-------------------	--------------------	-------------------	----------------	---------	-----------------

Ligas	2	98,2	49,1	1,82	0,171
Materiais estéticos	1	1767,7	1767,7	65,58	0,000*
Interação	2	211,6	105,8	3,93	0,025*
Resíduo	54	1455,6	27,0		
Total	59	3533,1			

* Significante

Não se verificaram diferenças estatisticamente significantes em relação ao tipo de liga. Obtivemos valores (média \pm desvio padrão) de $21,56 \pm 9,30$ MPa para a liga CoCr, um valor médio de $20,20 \pm 8,13$ MPa

para a liga NiCr e um valor médio de $18,44 \pm 5,30$ MPa para a liga Au. Podemos visualizar essas médias, referentes às ligas, por meio do gráfico abaixo (Figura 6).

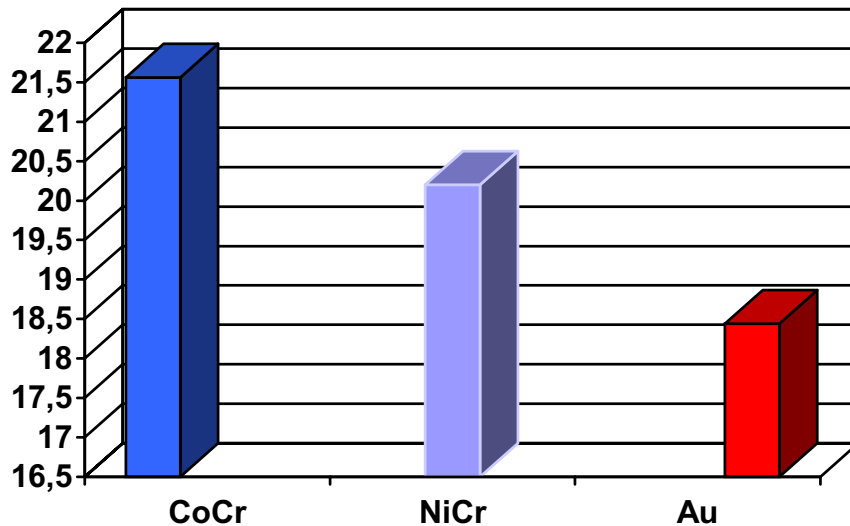


FIGURA 6- Gráfico das médias dos dados referentes ao fator principal: ligas metálicas, independente do material estético.

Por outro lado, verificou-se a possibilidade de rejeitarmos a hipótese de igualdade de efeito em relação ao tipo de polímero, sendo que os valores obtidos (média \pm desvio padrão) foram de: $25,49 \pm 6,73$ MPa para o

Targis e de $14,64 \pm 3,94$ MPa para o Artglass (Figura 7).

Podem se observar, também, diferenças estatisticamente significantes quanto ao tipo de resina independente do tipo de liga testada (Figura 8)

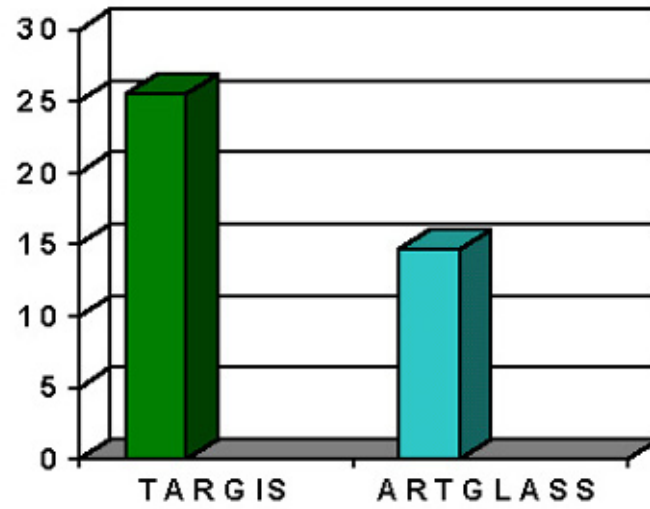


FIGURA 7 - Gráfico das médias dos dados referentes ao fator principal: polímeros, independentemente do tipo de liga.

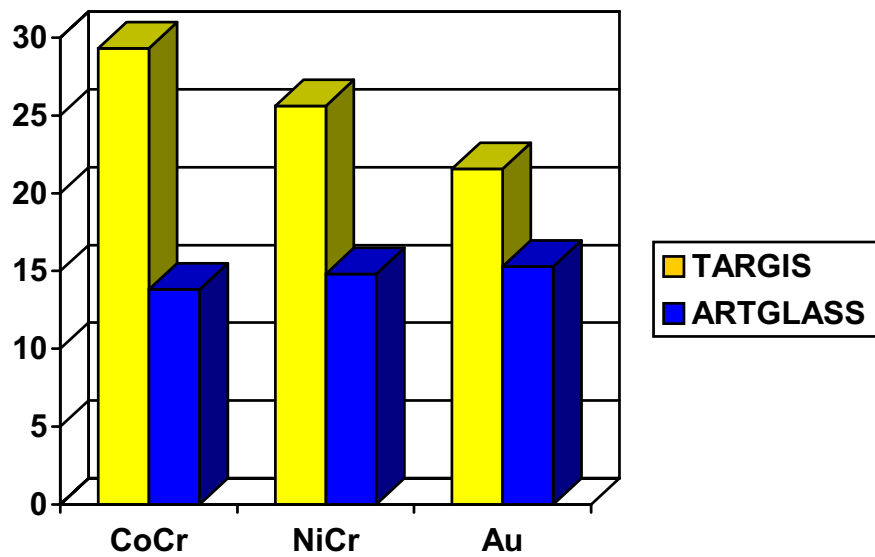


FIGURA 8 - Gráfico das médias dos dados referentes ao fator interação: ligas x polímeros.

Para verificarmos quais condições experimentais diferem estatisticamente, efetuamos o teste de Tukey ao

nível de 5%. O resultado do teste é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1-Resultado do teste de comparação múltipla de Tukey (5%) entre as seis condições experimentais.

Comparações	CoCr /Targis n=29,30	CoCr/Artglass N=13,82	Ni-Cr/Targis n=25,61	NiCr/Artglass n=14,80	Au /Targis n=21,57
CoCr /Artglass n=13,82	S	-----	-----	-----	-----
Ni-Cr /Targis n=25,61	NS	S	-----	-----	-----
Ni-Cr /Artglass n=14,80	S	NS	S	-----	-----
Au /Targis n=21,57	S	S	NS	NS	-----
Au / Artglass N=15,30	S	NS	S	NS	NS

S...diferença estatisticamente significativa

NS ... diferença estatisticamente não significativa

DISCUSSÃO

Com análise estatística dos resultados obtidos, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas entre os materiais de revestimento estético e a interação entre as ligas metálicas e os materiais estéticos. Alguns fatores parecem ser responsáveis por esses dados, uma vez que podem influenciar na adesão dos materiais de revestimentos estéticos aos metais.

A retenção química utilizada neste experimento mostrou bons resultados quanto à resistência ao cisalhamento, sugerindo ser uma alternativa viável, eficaz e de fácil manuseio.

O processo químico adesivo utilizado neste trabalho, segundo os fabricantes, tem como pré-requisito a necessidade de um jateamento de partículas de óxido de alumínio (50µm a 250µm) na superfície do metal a receber o material estético, que antecede o preparo químico. Desta forma, as micropartículas, que saem do jato em alta velocidade, entram em colisão com o metal, fazendo com que a energia cinética se transforme em energia térmica, a qual pode alcançar o ponto de fusão da liga, de aproximadamente 2000°C, promovendo a oxidação da superfície metálica. Para o sistema adesivo

do cerômero Targis, o Targis Link, o grupo carboxílico polar da substância se orienta no sentido da superfície metálica, transformando-se no mediador da interação entre a liga metálica e o adesivo. O grupo metacrilato do adesivo copolimeriza com os monômeros do opaco que serão aplicados a seguir, e que serão polimerizados, como foi descrito por Zanghellini & Simonetti¹⁹ (1998). O sistema adesivo Siloc, recomendado para o emprego do polímero de vidro Artglass, baseia-se na deposição de sílica na superfície metálica jateada, juntamente com o silano, que atuará como mediador adesivo.

Por outro lado, a retenção mecânica tem sido o método mais tradicional para unir resinas à superfície de metais. Para Bertolotti & Napolitano³ (1983) as técnicas mais comuns para a obtenção de retenção consistem na confecção de pérolas, redes, gotas ou ranhuras na porção metálica, sem invadir a região que configura o término do preparo, pois poderia gerar sobre-contorno ou comprometimento da estética. Em relação aos tipos de liga, os resultados alcançados neste trabalho apontam para uma maior dificuldade em preparar superfícies de ligas áuricas para receber um recobrimento de material estético Artglass, assim como os testes realizados por Twesme et al.¹⁶ (1986) e Twesme et al.¹⁷ (1987), que observaram significantes diferenças na união

resina/metal, dependendo do tipo de liga utilizada. Neste contexto, a liga áurica testada neste experimento obteve médias em MPa para resistência ao cisalhamento de 21,57MPa (Targis) e 15,30MPa (Artglass). Para as liga de níquel-cromio e cobalto-cromio registrou-se 25,61 MPa e 29,30 MPa (Targis) e 14,80 MPa e 13,82 MPa (Artglass), respectivamente. Estes valores concordam com aqueles encontrados por Erdrich⁴ (1996), Ramirez¹¹ (1996) e Zanghellini & Simonetti¹⁹ (1998) em experimentos similares.

As amostras da presente pesquisa apresentaram, na maioria, falhas adesivas associadas aos corpos-de-prova fundidos em ouro. Para as ligas de NiCr e CoCr, tanto as falhas adesivas como as coesivas estiveram presentes, o que comprova que o tratamento

recomendado pelo fabricante pode ser considerado eficiente, por promover uma resistência adesiva entre os materiais superior às próprias forças coesivas dos mesmos concordando com o trabalho de Kolodney et al.⁸ (1992) e Yoshida et al.¹⁸ (1993).

Quanto ao tipo de fratura que foi observado na interface das amostras, após o ensaio mecânico, podemos verificar na Figura 9 e em maior aumento (16X) na Figura 10. Para as combinações CoCr/Targis e NiCr/Targis, houve remanescentes de polímeros na superfície das ligas em quase todas as amostras, indicando a ocorrência de falhas coesivas/adesivas. Este comportamento revelou que o tratamento realizado no metal, recomendado pelo fabricante, foi satisfatório para promover uma boa adesão.

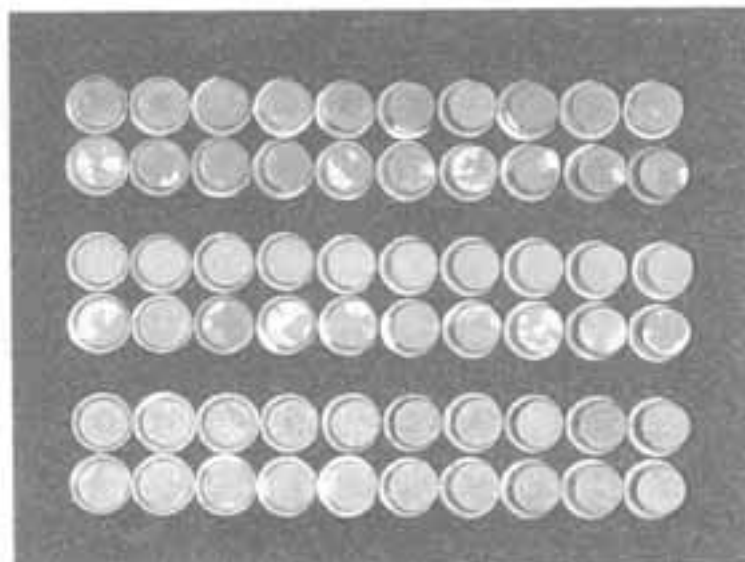


FIGURA 9- Estruturas metálicas das amostras após a fratura: a) CoCr/Artglass; b) CoCr/Targis; c) NiCr/Artglass; d) NiCr/Targis; e) Au/Artglass; f) Au/Targis.



FIGURA 10- Amostra em liga de CoCr com Targis (16X)

Com relação às amostras confeccionadas em liga áurica, NiCr e CoCr associada ao material estético Artglass e na grande maioria da liga áurica com o Targis, foram observadas falhas adesivas nesta interface, como podemos conferir pela ausência de vestígios resinosos

nas Figuras 9 e 11, denotando que as forças coesivas dos materiais superaram as adesivas. Talvez a explicação seria o fato da liga áurica ser um metal nobre, possuindo assim uma maior estabilidade química.

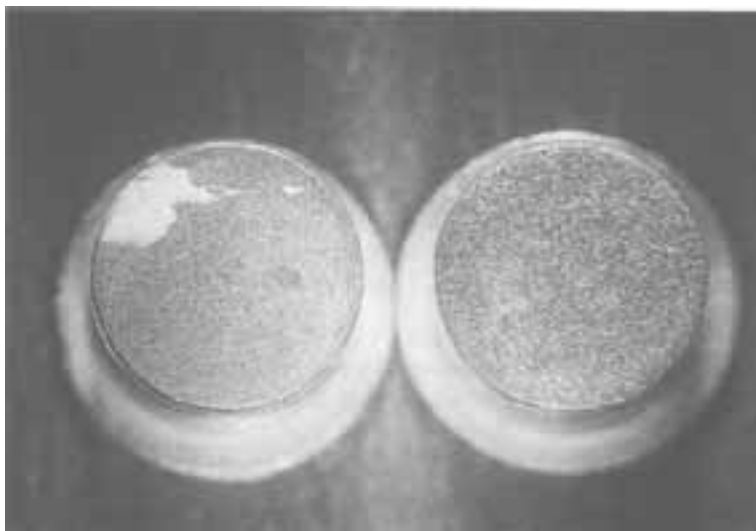


FIGURA 11- Amostras fraturadas em liga áurica com Targis e Artglass (4X).

De um modo geral, observa-se que o material Targis, independente da liga, obteve maior resistência ao cisalhamento do que o Artglass, apesar de não encontrar diferenças significantes entre os valores dentre uma mesma classe de metais: $21,56 \pm 9,30$ MPa para a liga CoCr, $20,20 \pm 8,13$ MPa para NiCr e $18,44 \pm 5,30$ MPa para a liga de ouro. Ou seja, o tipo de material de revestimento estético aplicado foi mais importante quando comparado às distintas ligas empregadas, pois as médias obtidas ($25,49 \pm 6,73$ MPa para o Targis e $14,64 \pm 3,94$ MPa para o Artglass) permitiram a rejeição da hipótese de igualdade no tocante aos polímeros.

Os cerômeros e os polímeros de vidro, até a presente data, possuem poucos estudos quanto a sua longevidade clínica para que se possa avaliar sua efetividade, assim como Feinman⁵ (1996), Ramirez¹¹ (1996) e Touati¹⁵ (1997) relataram em seus trabalhos.

De acordo com a proposição deste trabalho, ressaltou-se a necessidade de avaliar outras propriedades dessa nova geração de materiais estéticos indiretos, bem como seu comportamento com as ligas metálicas e os métodos para promover a adesão na interface resina/metal. Desta forma, tem-se uma contribuição para o desenvolvimento científico odontológico, permitindo indicar os materiais com uma maior segurança e constatar a longevidade clínica dos trabalhos realizados.

CONCLUSÃO

A realização do teste mecânico para obtenção da resistência ao cisalhamento na interface compreendida pelos metais (CoCr, NiCr e liga áurica) e o polímero de vidro (Artglass) e o cerômero (Targis), permitiu-nos concluir que:

- a) os tipos de ligas empregadas não mostraram diferenças estatisticamente significantes;
- b) a interface do material Targis apresentou maior resistência de união às forças aplicadas em relação ao Artglass;
- c) na interação entre as ligas metálicas e os materiais estéticos, o cerômero Targis apresentou melhores resultados em todas as liga testada, em relação ao polímero de vidro Artglass;
- d) a liga de CoCr apresentou maior resistência ao cisalhamento, na interface entre a liga e materiais estéticos, seguido da liga de NiCr, sendo as diferenças estatisticamente significante;
- e) na interação liga/material estético, a liga áurica não mostrou significância estatística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 BARZILAY, I. et al. Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. *J. Prosthet. Dent.*, v.59, n.2, p.131-7, Feb. 1988.
- 2 BERTOLOTTI, R. L. A new polymer glass utilized for modification and repair of fixed partial dentures. *Quintessence Int.*, v.28, n.7, p.437-9, 1997.
- 3 BERTOLOTTI, R. L., NAPOLITANO, L. J. Bonding of isosit to eletrolytically etched nickel-chromium substrate. *J. Dent. Res.*, v.62, p.220, 1983. (Abstract 460).
- 4 ERDRICH, A. J. Artglass: a unique polyglass technology for prosthetic and restorative dentistry. *Laboratory Digest*, p.2-3, Summer 1996.
- 5 FEINMAN, R. A. Restoration of the maxillary arch: polyglass-bonded-to-metal prosthesis. *Laboratory Digest*, p.16-7, Summer 1996.
- 6 GILBERT, B. J. Full mouth reconstruction utilizing fiber-reinforced framework and Ceromer restorations in combination with pressed ceramic technology. *New México Dent. J.*, v.48, n.6, p.6-10, Oct. 1997.
- 7 KOCZARSKI, M. J. Utilization of ceromer inlay/onlay for replacement of amalgam restorations. *Pract. Periodont. Aesthet Dent.*, v.10, n.4, p.405-12. May 1998.
- 8 KOLODNEY, H., PUCKERTT, A. D., BROWN, K. Shear strength of laboratory-processed composite resin bonded to a silane-coated nickel-chromium-beryllium alloy. *J. Prosthet. Dent.*, v.67, n.3, p.419-22, Mar. 1992.
- 9 PENSLER, A.V., BERTOLOTTI, R. L., MILLER, D. Building laminate veneers and fixed bridges with polymer glass technology. *Compendium*, v.18, n.7, p.712-8, July 1997.
- 10 PHILLIPS, R. W. *Materiais dentários de Skinner*. Trad. J.J.D.Lossio. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. p.91-102.

- 11 RAMIREZ, R. The long-lasting potential of the Artglass polymer glass technology. *Laboratory Digest*, p.4-5, Summer 1996.
- 12 SHUE, S.L., NICHOLLS, J.I. TOWNSEND, J. D. The effect of metal retentive designs on resin veneer retention. *J. Prosthet. Dent.* v.58, n.3, p.297-305, Sept. 1987.
- 13 SIMONETTI, E. L. Sistema Targis-Vectris: aspectos estruturais e clínicos. *Guia de Compras Dental Gaucho*, p.1-5, jul./dez.. 1997. (Collection 1).
- 14 STAFFANOU, R. S. et al. Abrasion resistance of three types of esthetic veneering materials. *J. Prosthet. Dent.*, v.53, n.3, p.309-11, Mar. 1985.
- 15 TOUATI, B. Excellence with simplicity in aesthetic dentistry. *Int. Aesthet. Chronic.* v.9, n.7, p.806-12, Sept. 1997.
- 16 TWESME, D. A., LACEFIELD, W. R., O'NEAL, S. J. Effect of silicoating and etching on alloy composite bonding. *J. Dent. Res.*, v.65, p.314, 1986. (Abstract 1304).
- 17 TWESME, D. A., LACEFIELD, W. R., O'NEAL, S. J. Effect of termocycling, silicoating and etching on composite bonding to Cu, Au and Ni base alloys. *J. Dent. Res.* , v.66, p.206, 1987. (Abstract 799).
- 18 YOSHIDA, K. et al. Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. *J. Prosthet. Dent.*, v.69, n.4, p.357-62, Apr. 1993.
- 19 ZANGHELLINI, G., SIMONETTI, E. L. Targis sobre Duracrom G. *Guia de Compras Dental Gaucho*, p.1-5, jan./mar. 1998 (collection 3).