

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA UNIÃO METAL-RESINA USANDO SISTEMAS DE RETENÇÃO MECÂNICO E QUÍMICO

EVALUATION OF THE RESISTANCE OF METAL-RESIN BOND USING MECHANICAL AND CHEMICAL RETENTION SYSTEMS

Luciana Silva Andrade TAROZZO*
Maria da Glória Chiarello de MATTOS**
Ricardo Faria RIBEIRO***
Osvaldo Luiz BEZZON****
Marisa SEMPRINI****

TAROZZO, L. S. A.; MATTOS, M. G. C.; RIBEIRO, R. F.; BEZZON, O. L.; SEMPRINI, M. Avaliação da resistência metal-resina usando sistemas de retenção mecânico e químico. *Rev Odontol Univ São Paulo*, v. 13, n. 4, p. 349-355, out./dez. 1999.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento da união metal-resina empregando-se cinco tipos de retenção na estrutura metálica, em três ligas comerciais de Ni-Cr: Duceranium U, Wiron 99 e Wirocer. Um total de 90 corpos-de-prova foi submetido ao ensaio de cisalhamento e os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, o que permitiu concluir que a interação retenção *versus* ligas foi estatisticamente significativa em nível de 1% de probabilidade, sendo que o maior valor médio de resistência foi obtido com a liga Wirocer com retenção mecânica 0,6 mm, e o menor foi obtido com a liga Wiron 99 com retenção química.

UNITERMOS: Resinas; Metais; Prótese dentária; Retenção em dentadura.

INTRODUÇÃO

A retenção das resinas para prótese fixa e co-rosas para mascarar a estrutura metálica é executada através de retenção mecânica ou de um agente de união intermediário. O uso de pérolas retentivas ou alças tem sido sugerido desde a introdução das resinas acrílicas para facetas estéticas no início dos anos 40. Deve haver retenção mecânica suficiente sem que a estrutura metálica seja sacrificada em sua resistência ou na estética. Uma camada de material opaco é aplicada de maneira a não obstruir totalmente os padrões retentivos, apenas deixando a camada opaca como único material retido. As falhas por falta de união têm acontecido na interface resina-opaco⁸.

De acordo com YAP; STOKES¹⁹ (1995) há diversas formas de promover retenção da resina sobre superfície metálica: micromecânicas (jateamento,

ataque eletrolítico, cobertura por poros), macro-mecânicas (malha, esferas, superfície rugosa com partículas), química (resinas com 4-META, resinas fosfatadas) e, camada adesiva (eletro galvanização com estanho, silanização).

O uso de agentes de união adesivos, para a retenção em prótese fixa, é relativamente novo. O sistema químico que será abordado neste estudo se baseia no princípio da queima da sílica sobre a liga metálica, tendo este sistema demonstrado força de união comparável àqueles obtidos com os métodos tradicionais. O sistema Silicoater[®] MD foi desenvolvido em 1984, na Alemanha, pela Kulzer a partir do Sistema Silicoater[®] tradicional, para prover meio de colagem de próteses metálicas a dentes, e de resinas a superfícies metálicas.

O sucesso obtido tem sido de tal sorte que outros setores da Odontologia são beneficiados. É o caso da Ortodontia, onde se pode obter uma cola-

* Pós-Graduanda; ** Professor Associado; *** Professor Doutor; **** Professores Titulares - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP.

gem de “brackets” mais efetiva. Quanto à Prótese Dentária, esta parece ser mais favorecida nas próteses adesivas, coroas e pontes fixas metaloplásticas, coroas telescópicas, e próteses parciais removíveis. Como vantagem este sistema pode ser usado em ligas preciosas ou alternativas.

O uso da técnica da silanização é preconizado por diversos autores, os quais julgam-na superior às técnicas convencionais no que diz respeito à resistência da união metal-resina^{13,14}. Entretanto, o sistema de retenção mecânica (pérolas retentivas) associado ao sistema de retenção química é recomendado para fazer a união entre ligas metálicas e resina^{4,18}.

PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento da união metal-resina empregando-se cinco tipos de retenção na estrutura metálica, em três ligas comerciais de níquel-cromo.

MATERIAL E MÉTODO

Para a realização deste trabalho foram utilizadas três ligas comerciais à base de Ni-Cr: Duceranium U (Degussa – Germany), Wiron 99 (Bego – Germany), e Wirocer (Bego – Germany), uma resina para faceta: Dentacolor® XS (Heraeus Kulzer – Germany) e cinco tipos de retenções: mecânica com esferas 0,4 mm ou mecânica com esferas 0,6 mm (Renfert – Germany), retenção química: Sistema Silicoater® MD (Heraeus Kulzer – Germany), e associação química (Silicoater)/mecânica com esferas 0,4 mm ou 0,6 mm (Renfert – Germany).

Hastes para retenção química

As ligas foram fundidas em forma de hastes, obtidas a partir de cilindros de latão medindo aproximadamente 3,0 mm de diâmetro e 65,0 mm de comprimento, que foram incluídos em revestimento à base de fosfato (Precise - Dentsply Ind. e Com. Ltda.), manipulado seguindo-se a orientação do fabricante. Após a presa do revestimento, os cilindros de latão foram removidos do molde refratário por meio de um alicate. Em seguida, os anéis de fundição foram levados ao forno (EDG 7000 3P – EDG Equipamentos e Controles Ltda.) e submetidos ao ciclo térmico preconizado pelo fabricante. A fusão da liga foi realizada por meio de chama direta empregando-se mistura combustível oxigênio e

gás butano, sendo a liga injetada no interior do molde por centrifugação.

Após a fundição, as hastes metálicas obtidas foram separadas do pino do canal de alimentação, cortada as sobras, e os comprimentos padronizados em 60,0 mm e limpos com brocas carbide e de óxido de alumínio, jateadas com óxido de alumínio com partículas de aproximadamente 250 µm de tamanho durante 20 segundos, com pressão de 90 psi. Após o jateamento as hastes metálicas foram imersas em álcool isopropílico durante 10 minutos, em um aparelho de ultra-som (Thornton – Inpec Eletrônica S/A).

Foram construídos 18 corpos-de-prova para a realização do ensaio para avaliar a retenção química, sendo 6 corpos-de-prova para cada liga utilizada.

Hastes para retenção mecânica e química/mecânica

Para a confecção dos corpos-de-prova com retenção mecânica, utilizou-se hastes de latão, sendo que em uma das extremidades (Figura 1), foi restringida uma área determinada por meio de

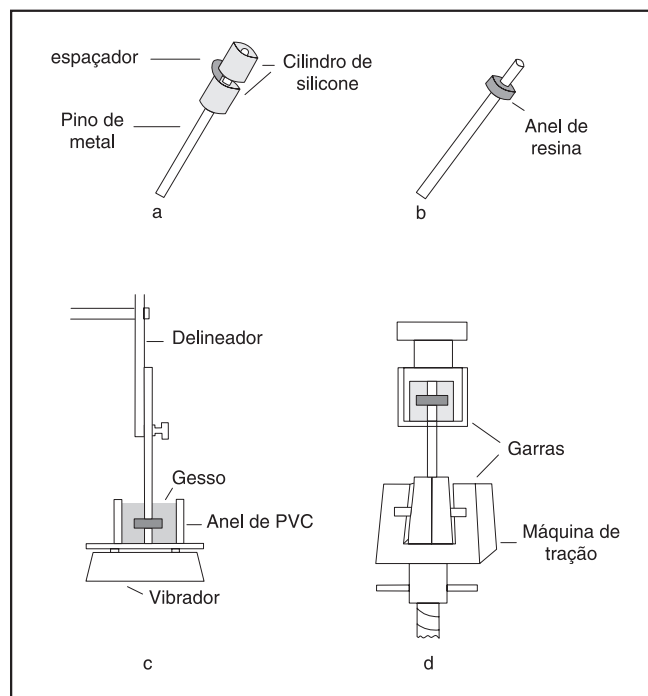


FIGURA 1 – Representação esquemática do teste de resistência da união metaloplástica: (a) dispositivo montado para aplicação do opaco e da resina; (b) anel de resina construído ao redor do pino; (c) dispositivo montado para inclusão do anel de resina em gesso; (d) dispositivo montado para aplicação da carga de tração.

dois cursores de silicona de condensação (Optosil – Bayer) separados entre si por um espaçador de poliéster de 2,0 mm de espessura³.

Em seguida, foi aplicado com pincel, sobre a superfície metálica, determinada, uma camada de verniz (Colorama) e, em seguida pulverizava-se esferas 0,4 mm ou 0,6 mm de diâmetro, sobre a camada de verniz.

As hastes assim elaboradas foram incluídas nas mesmas condições anteriormente descritas, sendo confeccionadas 72 hastes, sendo 36 com esferas 0,4 mm e 36 com esferas 0,6 mm que foram subdivididos em 2 grupos: 18 para a realização do ensaio com a retenção mecânica e 18 para o ensaio com a retenção química/mecânica.

O ensaio para avaliação da resistência da união metaloplástica (RUMP) fundamentou-se no método preconizado por SHELL; NIELSEN¹⁷ (1962) modificado por ANTONY *et al.*¹ (1970).

Para a confecção dos anéis de resina dos corpos-de-prova com retenção química e retenção química/mecânica foram utilizadas seis hastes de cada liga comercial utilizada, obtidas como descrito anteriormente. Primeiramente, as hastes foram limpas com Siliclean® (Kulzer Co.) para remover partículas ou resíduos que pudessem estar na superfície metálica das hastes, ficando imersos nesta solução por cinco minutos. As peças metálicas foram fixadas no suporte do Silicoater® MD, receberam a aplicação de uma solução de silicato, o Sililink® (Kulzer Co.), eram levadas até o interior da unidade Silicoater MD e aquecidas a 300°C, durante 6 minutos.

Para restringir a área a receber a aplicação da resina foram utilizados dois cursores, confeccionados em silicona de condensação. Em seguida, foi aplicado nesta superfície metálica, um composto à base de silano orgânico, o Siliseal® (Kulzer Co.). Este composto silano une-se, quimicamente, à camada cerâmica Sililink® (Kulzer Co.), que é a ponte de união entre a camada SiOx-C e a resina¹¹. Após o tempo de espera de 5 minutos para que ocorresse a ionização, foi então, pincelada uma camada fina de opaco e os corpos-de-prova foram levados até a unidade Dentacolor® XS (Kulzer Co.) para a fotopolimerização, por 90 segundos. Em seguida, a resina foi colocada com o auxílio de uma espátula e aplicada com pincel uma camada fina de líquido modelador para ajudar na conformação externa da resina. As peças foram novamente levadas para a unidade Dentacolor® XS para a fotopolimerização por 90 segundos.

Para a realização do ensaio que avaliou a RUMP para a retenção mecânica, o anel de resina Dentacolor® XS foi confeccionado sem aplicação da retenção química.

A despeito de todo o esforço para a padronização da técnica, foi necessária a calibração individual dos corpos-de-prova, em função das alterações inerentes ao processo de fundição por cera perdida e da polimerização da resina. Obtendo-se duas medidas, perpendiculares entre si, do diâmetro da haste imediatamente acima e abaixo do anel, e quatro medidas eqüidistantes da espessura do anel de resina. A média desses quatro valores passou a representar, respectivamente, o diâmetro da haste e a espessura do anel de resina. Esses valores médios foram usados para o cálculo da área da união metaloplástica pela fórmula:

$S = \pi \cdot \phi \cdot e$, onde: (S = área de união metaloplástica; ϕ = diâmetro da haste; e = espessura do anel de resina).

Para a determinação da RUMP, os anéis de resina foram embutidos em cilindros de gesso e após a presa os anéis de PVC foram removidos e os corpos-de-prova tracionados numa máquina de ensaio universal Emic-Mem 2000, através da instalação de garras opostas de tração, uma autotravante, e a outra especialmente projetada para a acomodação dos cilindros de gesso. O ensaio foi realizado de forma padronizada com um deslocamento constante das garras de 2,0 mm/min.

Na Figura 1 representamos esquematicamente a confecção dos corpos-de-prova e o teste da resistência da união metaloplástica.

Em seguida à ruptura, o pico de carga registrado foi utilizado para o cálculo da tensão de ruptura, indicador da resistência da união metaloplástica, pela fórmula:

$T = F/S$, onde: (T = tensão de ruptura; F = carga crítica de ruptura; S = área de união metaloplástica).

RESULTADOS

Os valores da RUMP estão ilustrados na Tabela 1 e os resultados da análise de variância para a RUMP estão representados nas Tabelas 2 e 3 e nos Gráficos 1 e 2.

A análise estatística acusou significância em nível de 1% de probabilidade para a hipótese de igualdade, mostrando haver diferença relevante entre os diferentes métodos de retenção utilizados. Utilizando o Teste de Tukey, as diferenças estão expressas na Tabela 3, mostrando que a retenção

TABELA 1 - Valores numéricos da tensão de ruptura: valores originais (MPa).

Ligas		U Q	U M 0,4 mm	U M 0,6 mm	U Q/M 0,4 mm	UQ/M 0,6 mm
Duceranium	\bar{X}	17,33	45,23	48,92	60,70	44,22
	SD	3,32	7,73	4,13	5,40	8,21
Wiron 99	\bar{X}	11,97	54,95	45,87	53,13	43,0
	SD	0,95	5,78	5,38	1,23	9,64
Wirocer	\bar{X}	15,30	53,05	61,85	43,52	49,20
	SD	2,48	9,46	10,67	7,87	11,68

TABELA 2 - Análise de variância dos dados originais.

Fonte de variação	Soma de Quad.	G.L.	Quad. Médios	(F)	Prob. (Ho)
Entre colunas	188666,2578	4	4666,5645	93,77	0,000%*
Entre linhas	117,8708	2	58,9354	1,18	31,163% ns
Interação CXL	2169,6213	8	271,2027	5,45	0,007%*
Resíduo	3732,6250	75	49,7683		
Varição total	24686,4750	89			

*estatisticamente significativa para $\alpha = 0,01$; ns = estatisticamente não significativa.

TABELA 3 - Teste de Tukey: entre tratamentos.

Tratamento	Médias	Valor crítico p (Ho) = 1%
Química/Mecânica com esferas 0,4	52,45000 ■	7,97
Mecânica com esferas 0,6	52,21111 ■	
Mecânica com esferas 0,4	51,07778 ■	
Química/Mecânica com esferas 0,6	45,52778 ■	
Química	14,86667 •	

Obs.: Símbolos iguais ao lado das médias indicam médias estatisticamente equivalentes.

química era estatisticamente inferior aos demais tipos de retenção.

Ao analisar o Gráfico 1, observa-se que qualquer que seja a liga utilizada, a resistência de união atingiu o seu menor valor apenas com a retenção química, e com a liga Wiron 99.

O Gráfico 2 é ainda mais elucidativo, porque focaliza o comportamento das ligas em função dos diferentes tipos de retenção. A significância esta-

tística dessa interação se traduz pelo não paralelismo entre as 3 linhas.

DISCUSSÃO

Desde 1984, com o aparecimento do Sistema Silicoater® MD, foi possível criar uma união química entre ligas metálicas e resinas compostas, semelhante à união metalocerâmica, sem que houvesse a necessidade de se criarem macrorretenções mecânicas na superfície metálica para a retenção da faceta plástica. Esse sistema surgiu com a proposta de reduzir a infiltração marginal, alteração de cor e deslocamento das facetas, além de permitir um menor desgaste da estrutura dental remanescente para receber uma prótese fixa. As inovações frequentes na ciência dos materiais odontológicos elevaram, sobremaneira, o custo final do trabalho reabilitador. Em vista disso, os técnicos dos laboratórios de prótese começaram a adaptar a técnica do sistema Silicoater® MD, substituindo o sistema químico de união, pelas retenções mecânicas, com a finalidade de baratear o custo dos trabalhos protéticos, uma vez que essa técnica é simples e de baixo custo.

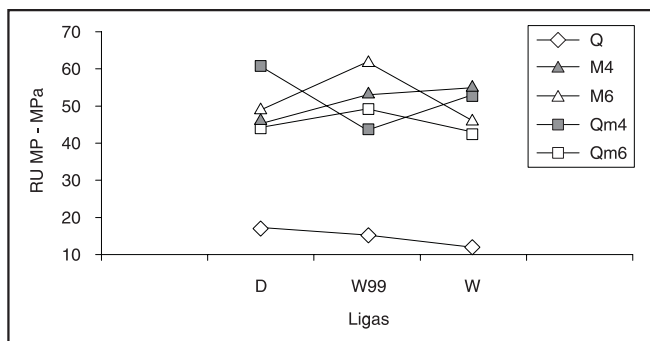


GRÁFICO 1 - Comportamentos das retenções em função das diferentes ligas.

Ao pesquisar diferentes tipos de retenção entre metal-resina (química, mecânica e química/mecânica), utilizando o teste de cisalhamento, os dados estatísticos obtidos neste trabalho demonstram haver uma diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade para o fator tratamento (retenções) e para a interação tratamento *versus* ligas, e que não houve diferença significativa entre as ligas empregadas (Tabela 2). Ao se analisar a Tabela 3, verifica-se que o maior valor de resistência metal-resina foi produzido pela retenção mecânica com esferas 0,4 mm associada à retenção química (52,45 MPa).

Esse resultado está de acordo com os de JONES *et al.*⁹ (1991), que verificaram ter sido a retenção mecânica superior à química e com os de GIAMPAOLO⁴ (1997), que utilizando teste de tração também verificou que a associação retenção mecânica/sistema Silicoater[®] MD foi a que proporcionou os maiores valores de resistência de união metal-resina. Porém, nossos resultados mostram (Tabela 3) que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores médios de resistência para a retenção mecânica com esferas 0,6 mm (52,21 MPa), mecânica com esferas 0,4 mm (51,08 MPa), química/mecânica com esferas 0,6 mm (45,53 MPa), e que baixos resultados foram obtidos pela retenção química (14,87 MPa). Isto vai contra os resultados obtidos por ISHIJIMA *et al.*⁷ (1992) quando analisaram diferentes sistemas químicos de união e verificaram ser o sistema Silicoater[®] MD o que confere melhor resistência à união. Além disso, outros estudos foram realizados por LAUFER *et al.*¹¹ (1988); LOGES; RICHTER¹² (1989); LÜTHY *et al.*¹³ (1990), avaliando o efeito do jateamento, ataque ácido, ataque eletrolítico, e o sistema Silicoater[®] MD, na resistência da união

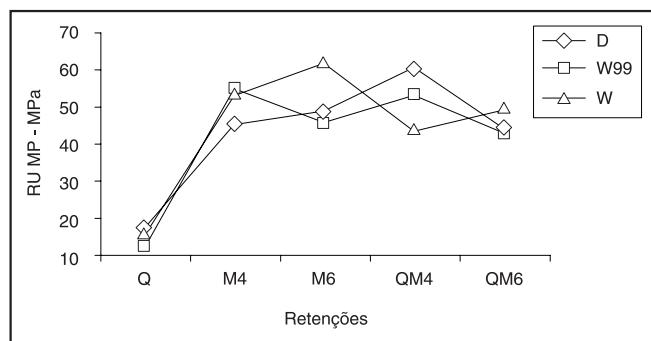


GRÁFICO 2 - Comportamento das ligas em função das diferentes retenções.

metal-resina, verificando ser o sistema Silicoater[®] MD o que proporcionava melhores resultados.

A fim de analisar o comportamento clínico do sistema Silicoater[®] MD, HANSSON⁵ (1989) verificou que adesão química da resina ao metal resistiu às forças mastigatórias, difusão de água e variações térmicas da cavidade bucal, de maneira superior às retenções mecânicas.

MUSIL *et al.*¹⁵ (1990), ao avaliarem clinicamente próteses após cinco anos, verificaram falhas de ruptura e concluíram que essas falhas eram influenciadas pela carga que recebiam, além de especificidades das ligas de que eram construídas.

Ao analisar o Gráfico 1, observa-se que para qualquer liga utilizada a retenção química teve o menor valor da resistência, sendo que para a retenção mecânica e mecânica associada à química, os valores de resistência foram bem maiores, formando dois grupos bem distintos. A análise do Gráfico 2 é mais elucidativa, verificando-se que o maior valor de resistência foi obtido com a liga Wirocer quando se utilizou retenção mecânica com esferas 0,6 mm; seguido da liga Duceranium U com retenção mecânica com esferas 0,4 mm associada à retenção química, indicando que os componentes das ligas de Ni-Cr não influenciaram os resultados de RUMP.

Estes resultados contradizem os de HERØ *et al.*⁶ (1987) que verificaram que a resistência de união metal-resina era maior para o sistema Silicoater[®] MD do que a obtida pela retenção mecânica com pérolas, quando testadas a seco, sendo que essa resistência diminuiu cerca de 30% quando os corpos-de-prova foram armazenados em meio aquoso à 37°C por 90 dias, e as retenções mecânicas mostraram ser ineficientes nessa condição.

Do mesmo modo, BARZILAY *et al.*² (1988) verificaram que os sistemas químicos de união me-

tal-resina (4-META e o Silicoater® MD) ofereceram os maiores valores de resistência quando comparados às retenções mecânicas, além de minimizar a formação de fendas na interface metal-resina.

Por outro lado, nossos resultados estão de acordo com os obtidos por KERN; THOMPSON¹⁰ (1994); VOJVODIC *et al.*¹⁸ (1995); GIAMPAOLO⁴ (1997) que verificaram que a retenção química pelo sistema Silicoater® MD associado à retenção mecânica com esferas apresentou maior resistência de união metal-resina.

Segundo SCOTT *et al.*¹⁶ (1991), a aplicação do silano associada à retenção mecânica aumentou significativamente a resistência de um dos cimentos resinosos por eles utilizados. O exato mecanismo é incerto para os autores. É provável que o silano atue como um agente de umedecimento, reduzindo a tensão superficial na interface metal-resina e favorecendo a penetração da resina nas retenções, além de promover maior área de contato superficial da resina na superfície metálica. Além disso, o silano tem a habilidade para se unir aos óxidos metálicos da liga, o que parece também aumentar a resistência, como observado neste estudo quando se associou o silano a retenções mecânicas em forma de esferas 0,4 mm.

Por outro lado, quando se utilizaram esferas 0,6 mm, a área de contato superficial entre metal-resina foi diminuída pelo tamanho das esferas, o que pode explicar o pior desempenho entre as condições de retenções mecânicas associadas ou não à química (Tabela 3), em que pese não haver diferença estatisticamente significativa entre elas.

Diante desses resultados, deve-se preservar os procedimentos de obtenção de retenções mecânicas para uso de facetas de resina, quando se refere

à resistência de união, em detrimento ao sistema químico. Por outro lado, pesquisas devem ser ainda realizadas com a finalidade de verificar a ação da retenção química, mecânica, e química/mecânica sobre a infiltração marginal e conseqüente alteração de cor da faceta estética.

CONCLUSÕES

A retenção química (Sistema Silicoater® MD) apresentou valores menores estatisticamente significantes que os da retenção mecânica com esferas 0,4 mm, mecânica com esferas 0,6 mm, química/mecânica com esferas 0,4 mm, e química/mecânica com esferas 0,6 mm. O maior valor médio de retenção foi produzido pela associação retenção química/mecânica com esferas 0,4 mm (média = 52,45 MPa). O menor valor médio de retenção foi produzido pela retenção química (14,87 MPa).

As médias correspondentes às ligas comerciais à base de Ni-Cr empregadas não foram estatisticamente significantes em nível de 1% de probabilidade.

A interação ligas *versus* retenções foi estatisticamente significativa em nível de 1% de probabilidade. O maior valor médio de resistência foi obtido com a liga Wirocer com retenção mecânica com esferas 0,6 mm. O menor valor médio de resistência foi obtido com a liga Wiron 99 com retenção química.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo e Pesquisas do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo nº 96/06760-0.

TAROZZO, L. S. A.; MATTOS, M. G. C.; RIBEIRO, R. F.; BEZZON, O. L.; SEMPRINI, M. Evaluation of the resistance of metal-resin bond using mechanical and chemical retention systems. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 13, n. 4, p. 349-355, out./dez. 1999.

The objective of the present investigation was to evaluate the resistance of metal-resin bonding using the Silicoater® MD system (Kulzer), five types of retention in the metal structure, and three commercial Ni-Cr alloys: Duceranium U, Wiron 99 and Wirocer. A total of 90 samples were submitted to the shearing test. Statistical analysis of the results permitted us to conclude that retention *versus* alloy interaction was statistically significant at a 1% level of probability, the highest mean value being obtained with the Wirocer alloy with mechanical retention with 0.6 mm spheres. The lowest mean values were observed with the Wiron 99 alloy with chemical retention.

UNITERMS: Resins; Metals; Dental prosthesis; Denture retention.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTONY, D. H.; BURNETT, A. P.; SMITH, D. L. *et al.* Shear test for measuring bonding in cast gold alloy-porcelain composites. **J Dent Res**, v. 49, n. 1, p. 27-33, 1970.
2. BARZILAY, I.; MYERS, M. L.; COOPER, L. B. *et al.* Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. **J Prosthet Dent**, v. 59, n. 2, p. 131-137, 1988.
3. BEZZON, O. L. **Efeito do berílio, nióbio e carbono em propriedades fundamentais das ligas de níquel cromo para restaurações metalocerâmicas.** Ribeirão Preto, 1995. 173 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
4. GIAMPAOLO, E. T. **Estudo da resistência de união e do alongamento de resinas para facetas estéticas em função da utilização ou não do sistema Silicoater.** Araraquara, 1997. 182 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
5. HANSSON, O. The silicoater technique for resin-bonded prostheses: clinical and laboratory procedures. **Quintessence Int**, v. 20, n. 2, p. 85-99, 1989.
6. HERØ, H.; RUYTER, L. E.; WAARLI, M. L. *et al.* Adhesion of resins to Ag-Pd alloys by means of silicoating technique. **J Dent Res**, v. 66, n. 8, p. 1380-1385, 1987.
7. ISHIJIMA, T.; CAPUTO, A. A.; MITO, R. Adhesion of resin to casting alloys. **J Prosthet Dent**, v. 67, n. 4, p. 445-449, 1992.
8. JONES, R. M.; GOODACRE, C. J.; MOORE, B. K. *et al.* A comparison of the physical properties of four prosthetic veneering materials. **J Prosthet Dent**, v. 61, n. 1, p. 38-44, 1989.
9. JONES, R. M.; MOORE, B. K.; GOODACRE, C. J. *et al.* Microleakage and shear bond strength of resin and porcelain veneers bonded to cast alloys. **J Prosthet Dent**, v. 65, n. 2, p. 221-228, 1991.
10. KERN, M.; THOMPSON, V. P. Influence of prolonged thermal cycling and water storage on the tensile bond strength of composite to NiCr alloy. **Dent Mater**, v. 1, n. 1, p. 19-25, 1994.
11. LAUFER, B.-Z.; NICHOLLS, J. I.; TOWNSEND, J. D. SiO₂-C coating: a composite-to-metal bonding mechanism. **J Prosthet Dent**, v. 60, n. 3, p. 320-327, 1988.
12. LOGES, V.; RICHTER, G. Bonding strength of adhesive resins with non-precious metal alloys in relation to conditioning methods. **Zahn. Mund Kieferheilkd**, v. 77, n. 5, p. 438-445, 1989. (Abstract).
13. LÜTHY, H.; MARINELLO, C. P.; SCHÄRER, P. Factors influencing metal-resin tensile bond strength to filled composites. **Dent Mater**, v. 67, p. 73-77, 1990.
14. MAGNEVILLE, B.; DEJOU, J. A comparison of two methods of adhering composite to metal. **J Prosthet Dent**, v. 76, n. 1, p. 97-101, 1996.
15. MUSIL, R.; MIEK, A.; BEER, M. *et al.* **Avaliação clínica:** dois anos de experimento com a técnica Silicoater[®] MD. Dental Labor, 1990. Ed. Especial.
16. SCOTT, J. A.; STTRANG, R.; McCROSSON, J. Silane effects on luting resin bond to a Ni-Cr alloy. **J Dent**, v. 19, n. 6, p. 373-376, 1991.
17. SHELL, J. S.; NIELSEN, J. P. Study of the bond between gold alloys and porcelain. **J Dent Res**, v. 41, n. 6, p. 1424-1437, 1962.
18. VOJVODIC, D.; PREDANIC-GASPARAC, H.; BRKIC, H. *et al.* The bond strength of polymers and metal surfaces using the "silicoater" technique. **J Oral Rehabil**, v. 22, p. 493-499, 1995.
19. YAP, A. J.; STOKES, N. S. Resin-bonded prostheses. **Quintessence Int**, v. 26, n. 8, p. 521-530, 1995.

Recebido para publicação em 15/03/99
Enviado para reformulação 09/09/99
Aceito para publicação em 09/11/99