

Resistência de União Metalocerâmica entre uma Liga Seminobre de Pd-Ag e três Sistemas Cerâmicos

Stefan Fiuza de Carvalho DEKON^a, Lucimar Falavinha VIEIRA^b,
Gerson BONFANTE^b, Cristina do Amparo RESENDE^c

^aDepartamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia - UNESP
16015-050 Araçatuba - SP

^bDepartamento de Prótese, Faculdade de Odontologia - USP
17012-901 Bauru - SP

^cMestranda do Curso de Clínica Odontológica, Dentística, Faculdade de Odontologia - UNICAMP
13414-903 Piracicaba - SP

Dekon SFC, Vieira LF, Bonfante G, Resende CA. Shear bond strength of a semi noble Pd-Ag alloy to three ceramic systems. Rev Odontol UNESP. 2004; 33 (2): 95-9.

Resumo: Este estudo teve por objetivo avaliar a resistência de união metalocerâmica entre uma liga seminobre de paládio/prata, ante diferentes tempos de oxidação prévia à aplicação de três sistemas cerâmicos. Foi utilizado um teste de cisalhamento e, diante dos resultados analisados estatisticamente pelo teste ANOVA e, posteriormente, pelo TUKEY a 5%, foi possível concluir que: para a cerâmica Duceram, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os tempos de oxidação prévia da liga; para a cerâmica da Williams, o grupo em que não houve oxidação prévia apresentou os menores valores (58,04), e a oxidação por 5 minutos proporcionou a maior média de valores entre os grupos estudados (88,25); para a cerâmica da Noritake, não houve diferenças de resultados em relação aos tratamentos, porém, a mesma apresentou as menores médias de todos os grupos.

Palavras-chave: Resistência de união; metal/cerâmica; oxidação prévia.

Abstract: The aim of this work was to evaluate the bond strength of three ceramics systems to a semi noble Palladium/Silver alloy, under different periods of previous oxidation. Cylindrical specimens were submitted to shear test and results were analyzed by ANOVA. It was concluded that: for Duceram ceramic, there were no statistically significant different among the times of pre-oxidation of the alloy; for Williams ceramic, the group with no pre-oxidation, showed the lowest values (58.04) and the five minute oxidation, reached the highest values among all groups (88.25); for Noritake ceramic, there were no differences among treatments, and its results were the worst results of all the groups ($p < 0.05$).

Keywords: Bond strength; metalceramic-alloys; pre-oxidation.

Introdução

A compatibilidade entre metal/cerâmica está diretamente relacionada à combinação das propriedades tanto da liga metálica como do sistema cerâmico utilizado e, desse modo, um material não pode ser estudado de maneira isolada. No entanto, um fato que precisa ser abordado é a falta de padronização dos métodos de ensaios, o que dificulta a determinação correta da resistência de união metalocerâmica¹⁰.

As ligas seminobres possuem como principais representantes, entre outras, as de Paládio/Prata (Pd-Ag), que se

tornaram populares devido às suas condições favoráveis de manuseio¹² e, também, devido ao seu ponto de fusão ser compatível com os componentes protéticos de próteses implanto-suportadas. No entanto, informações técnicas do seu comportamento são raras na literatura⁸.

Neste trabalho, estudou-se o efeito das variações no tempo de oxidação prévia à aplicação da cerâmica na resistência da união metalocerâmica, quando utilizada uma marca comercial desse tipo de liga Pors-On IV (Degussa Dental

AG - Alemanha), com três sistemas cerâmicos: Duceram (MetallKeramic – Alemanha), Super Porcelain EX-3 (Noritake – USA) e Will-Ceram (Williams - USA), todos com grande aceitação no mercado odontológico brasileiro.

Material e método

Os fatores em estudo foram o tempo de oxidação prévia em três níveis experimentais: 5, 10 e 15 minutos; um nível controle: sem oxidação prévia; e o sistema cerâmico utilizado: Duceram, Noritake, Williams (será utilizada a denominação mais comumente utilizada para os sistemas). A variável resposta foi a resistência ao cisalhamento em quilograma-força (kgf), medida em 120 unidades experimentais, num delineamento inteiramente ao acaso.

Na presente investigação, utilizou-se o método proposto por Chiodi Netto⁵.

Padrões metálicos de forma cilíndrica foram fundidos com a liga de Pd-Ag (Pors-On IV), os quais, após uma usinagem superficial com pedras de óxido de alumínio, foram lavados com escova e água corrente e posteriormente jateados com óxido de alumínio (50 micrômetros), por cerca de 30 segundos, a fim de se obter uma textura superficial adequada. Procedeu-se, em seguida, um tratamento térmico de oxidação, cujo ciclo consistiu de uma temperatura inicial de 650 °C sob vácuo, elevada à temperatura final de 1.010 °C a uma velocidade de 70 °C por minuto. As amostras foram aleatoriamente distribuídas nos grupos experimentais de acordo com o tempo permanência na temperatura final – 5, 10 e 15 minutos – e um grupo controle que não recebeu tratamento térmico.

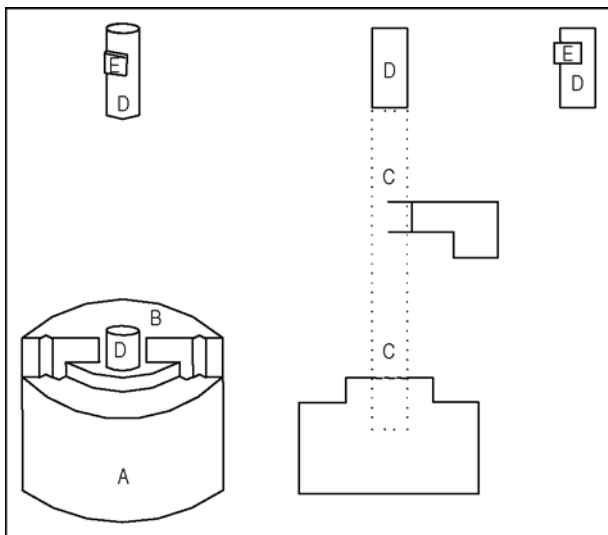


Figura 1. Esquema da matriz de aço utilizada para a aplicação do sistema cerâmico: A) porção inferior; B) porção superior; C) perfuração cilíndrica central; D) padrão metálico e E) porcelana aplicada.*

Os sistemas cerâmicos utilizados foram: Duceram, Williams e Noritake, utilizados com seus respectivos líquidos para aglutinação de acordo com as instruções do fabricante. Dessa maneira, foram formados os seguintes grupos experimentais: **Grupo I** – Duceram – sem oxidação prévia; **Grupo II** – Duceram – oxidação prévia por 5 minutos; **Grupo III** – Duceram – oxidação prévia por 10 minutos; **Grupo IV** – Duceram – oxidação prévia por 15 minutos; **Grupo V** – Williams – sem oxidação prévia; **Grupo VI** – Williams – oxidação prévia por 5 minutos; **Grupo VII** – Williams – oxidação prévia por 10 minutos; **Grupo VIII** – Williams – oxidação prévia por 15 minutos; **Grupo IX** – Noritake – sem oxidação prévia; **Grupo X** – Noritake – oxidação prévia por 5 minutos; **Grupo XI** – Noritake – oxidação prévia por 10 minutos; **Grupo XII** – Noritake – oxidação prévia por 15 minutos.

A quantidade de material cerâmico aplicado foi padronizada por meio de uma matriz especial com porções superiores móveis, em formas semicirculares de 3,0 mm de altura e apresentando um orifício de 6,0 mm ou 7,0 mm de diâmetro, usadas para aplicação da cerâmica opaca ou da cerâmica de corpo respectivamente (Figura 1). A área dos padrões metálicos que receberam aplicação da cerâmica foi de 0,36 cm².

Para a realização do teste de cisalhamento, a matriz, conjuntamente com o corpo-de-prova, foi levada à máquina de tração e compressão Kratos (Dinamômetro Kratos Ltda., modelo K500-2000), usando-se a escala de 200 kgf, com precisão de 500 g e velocidade de 0,5 mm por minuto (Figura 2).

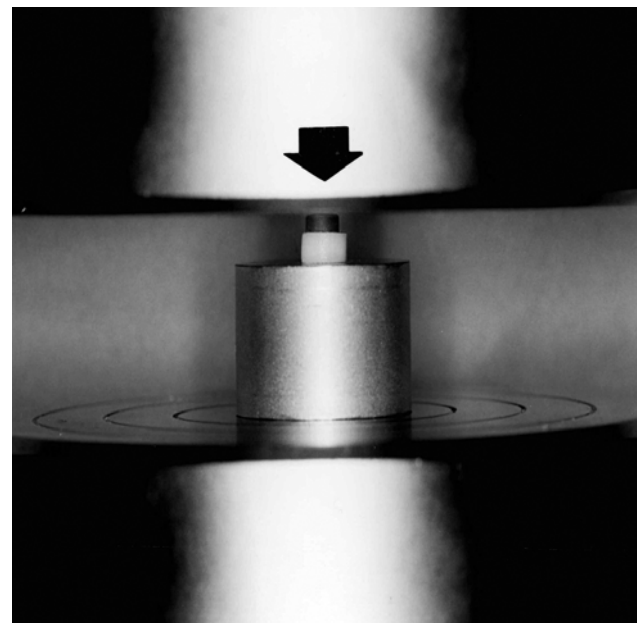


Figura 2. Corpo-de-prova submetido ao teste de cisalhamento (a seta indica a direção do carregamento).

*Esquema retirado de: Dekon SFC, Vieira LF, Bonfante G. Avaliação da resistência de união metalocerâmica em função de diferentes tempos de oxidação prévia. Rev Odontol Univ São Paulo. 1999; 13:58

Resultado

Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos ao teste de análise de variância (ANOVA), pelo qual se encontrou interação entre os fatores analisados (tempo de oxidação x tipo de cerâmica) (Tabela 1).

Posteriormente foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância com o objetivo de se localizar as diferenças entre os grupos estudados (Tabela 2).

Na Figura 3, estão registrados os valores médios do teste de cisalhamento de acordo com o tipo de cerâmica utilizada, em que é possível observar que, apenas para o sistema cerâmico Williams, o tempo de oxidação prévia de 5 minutos aumentou os valores de resistência ao cisalhamento. Para os demais sistemas cerâmicos, o tempo de oxidação não teve influência nos valores encontrados.

A Figura 4 mostra os valores médios do teste de

Tabela 2. Médias do teste de cisalhamento com diferentes tempos de oxidação*

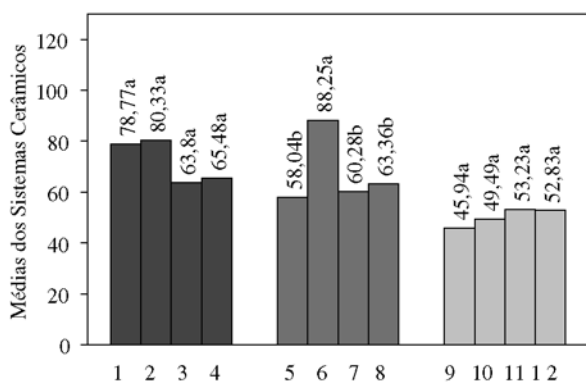
Grupos	Médias	Desvio Padrão	Tukey (5%)
GI	78,77	14,33	A
GII	80,33	9,89	A
GIII	63,80	14,75	A
GIV	65,48	12,35	A
GV	58,04	12,46	B
GVI	88,25	27,96	A
GVII	60,28	14,76	B
GVIII	63,36	14,43	B
GIX	45,94	11,69	C
GX	49,49	18,65	C
GXI	53,23	16,08	C
GXII	52,83	14,48	C

Tabela 1. Quadro da análise de variância

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	PROB. >F
Cerâmica	2	10478,5741271	5239,2870636	21,0217	0,00001
Tempo	3	3569,6634927	1189,8878309	4,7742	0,00400
Cer*Tem	6	4919,2131232	819,8688539	3,2896	0,00545
Resíduo	108	26917,1155345	249,2325512		
Total		119,0000000	45884,5662775		

Média geral = 63,316666

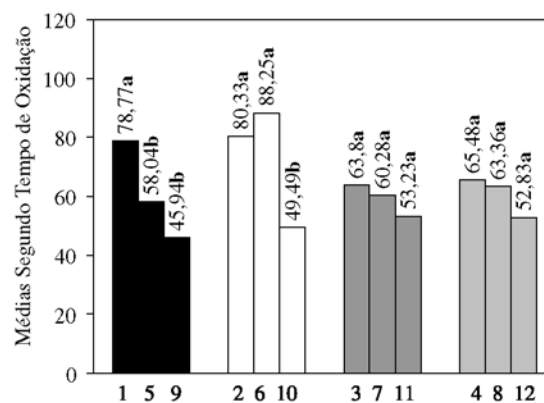
Coefficiente de Variação = 24,934%



Legenda

■	Duceram
■	Williams
■	Noritake

Figura 3. Médias do teste de cisalhamento para os diferentes sistemas cerâmicos (kgf).



Legenda

■	S/ oxidação
□	5 minutos
■	10 minutos
■	15 minutos

Figura 4. Médias do teste de cisalhamento com diferentes tempos de oxidação (kgf).

*Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem ao nível de 5% de significância

cisalhamento de acordo com o tempo de oxidação prévia. Observa-se que, na ausência da oxidação prévia, o sistema cerâmico Duceram apresentou os melhores resultados. Quando realizados 5 minutos de oxidação prévia, o sistema cerâmico Noritake apresentou os piores resultados. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas cerâmicos quando realizada oxidação prévia de 10 ou 15 minutos para o ensaio de resistência ao cisalhamento.

Discussão

Devido à grande popularidade atingida pelas coroas metalocerâmicas, várias de suas propriedades passaram a ser estudadas com maior atenção pelos pesquisadores, visando a sua melhor preservação, para que os anseios dos pacientes usuários desse tipo de prótese fossem alcançados. Trabalhos como o de Yamamoto¹⁵ relataram que, de todas as falhas passíveis de ocorrerem com esse tipo de coroa, 7% incluem fraturas e/ou separação da porcelana da infra-estrutura metálica, as quais, em muitos casos, dependendo da sua extensão, tornam-se irreparáveis clinicamente, mesmo com o recurso da silanização, que permite a união da cerâmica com resina composta fotopolimerizável. Desse modo, a propriedade resistência de união entre o metal e a porcelana começou a ser alvo de inúmeras pesquisas.

Um diagnóstico preciso da causa da fratura nem sempre é possível, pois essa quebra pode ocorrer tanto por fatores clínicos como laboratoriais. Os fatores clínicos vão desde a não observação das distâncias mínimas do preparo dental, as quais possibilitam a execução da coroa metalocerâmica com as espessuras corretas, até aspectos oclusais como interferências e a presença de parafunções. Em relação à parte laboratorial da restauração, todas as fases podem resultar em fracasso na união metalocerâmica caso o trabalho não seja rigorosamente executado de acordo com a técnica proposta. As fases laboratoriais que são mais pesquisadas para a otimização da resistência da união metalocerâmica são: tempo e temperatura de cocção da cerâmica, textura da superfície do metal, utilização de agente de união, comportamento do óxido, atmosfera do forno e os processos de oxidação prévia à aplicação da porcelana.

No entanto, um dos maiores problemas encontrados nessa linha de pesquisa diz respeito à falta de padronização metodológica, tanto que relatos, como os de Riley¹³, chamam a atenção para o aspecto de que nenhum teste idealizado com a finalidade de mensurar a resistência dessa união foi ainda considerado como totalmente confiável e, portanto, aceito universalmente². Os testes com esse objetivo utilizam tensões do tipo cisalhamento, tensões de tração e deflexões, e, em muitos casos, os resultados são numericamente conflitantes. Além disso, como já reportado por Chong et al.⁶ (1980), é virtualmente impossível desenvolver um teste que simule todas as variáveis encontradas em

condições práticas e, dessa forma, torna-se difícil fazer uma extrapolação clínica dos achados laboratoriais¹⁴.

A união química entre o metal e a porcelana requer inicialmente a formação de um óxido aderente na superfície do metal, com posterior habilidade desse óxido em saturar a porcelana¹. Como relatado por Bowers et al.⁴ (1985), esse óxido deve compor uma camada monomolecular como se fosse parte do metal e da porcelana. O procedimento técnico executado para o desenvolvimento dessa camada de óxido é conhecido como pré-oxidação ou oxidação prévia à aplicação da porcelana. Em alguns artigos científicos, encontra-se a terminologia desgaseificação quando o processo é executado em ligas alternativas.

Bagby¹ (1990) relatou que cada liga possui seu próprio ciclo de oxidação prévia, e sendo assim, resultados obtidos com um determinado sistema metalocerâmico não podem ser extrapolados para um outro sistema.

Trabalhos como o de Dekon⁷ mostraram que, para uma determinada liga de metais básicos (Ni-Cr), a utilização da oxidação prévia não mostrou ser eficiente em relação à variável resistência de união, originando menores valores quando comparados aos do grupo controle (sem nenhum tipo de tratamento superficial prévio). Isto se deve ao fato de essas ligas possuírem um alto poder de oxidação e de os óxidos superficiais necessários para que ocorra a união química serem formados durante os processos de cocção.

Neste experimento utilizou-se uma liga seminobre de Paládio-Prata (Pors-On IV), tendo, Goodacre⁸ (1990) relatado que a literatura sobre o comportamento dessa liga é bastante escassa³. Na Tabela 1, pode-se observar, através dos valores médios (kgf) e desvio padrão, uma grande variedade nos resultados, fato este já salientado por Malhotra e Maickel¹¹ quando relatam parecer ser essa diversidade inevitável em testes de cisalhamento devido aos inúmeros passos técnicos que envolvem o processo de confecção dos corpos de prova.

Hautaneimi et al.⁹ reportaram bons resultados na utilização de uma liga de Pd-Ag quando realizaram uma oxidação prévia por 5 minutos. No presente estudo, utilizando esse mesmo tempo de oxidação, os sistemas Duceram e Williams exibiram seus melhores resultados, fato este não observado para a liga Noritake, que mostrou melhor desempenho quando se utilizou tempo de oxidação prévia de 10 e 15 minutos. Desse modo, fica mais uma vez ratificada a informação de que, para cada combinação metal/cerâmica, deve-se ter uma técnica específica de preparo prévio da superfície do metal que irá receber a porcelana.

Entretanto, faz-se importante salientar as observações feitas por Yamamoto¹⁵, em 1985, sobre serem os valores exibidos pela união metalocerâmica superiores aos necessários clinicamente. Porém, o sucesso de uma restauração metalocerâmica vai além da resistência de união, englobando aspectos estéticos e funcionais para os quais um pro-

fissional bem preparado deve estar atento a fim de que o êxito do trabalho seja completo.

Conclusão

- houve interação entre os tipos de cerâmica e os tempos de oxidação prévia;
- em relação à propriedade resistência de união metalocerâmica, para a cerâmica Duceram não houve diferenças estatisticamente significantes entre os tempos de oxidação prévia da liga;
- para a cerâmica Williams, o Grupo V, em que não houve oxidação prévia, foram observados os menores valores de resistência ao cisalhamento e a oxidação pelo tempo de 5 minutos proporcionou a maior média de valores entre os grupos estudados;
- a cerâmica Noritake não apresentou diferenças de resultados variando-se os tempos de oxidação prévia, porém apresentou os menores valores médios entre os grupos estudados.

Agradecimento

À Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano da Disciplina de Bioestatística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP pela análise estatística dos resultados.

Referências

1. Bagby M, Marshal SJ, Marshal Jr GW. Metal ceramic compatibility: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 1990; 63: 21-5.
2. Baran GR. Selection criteria for base metal alloys for use with porcelains. *Dent Clin North Am.* 1985; 29:779-87.
3. Boning K, Walter M. Palladium alloys in prosthodontics: select aspects. *Int J Dent.* 1990; 40: 289-97.
4. Bowers JE, Vermilyea SG, Griswold WH. Effect of metal conditioners on porcelain-alloys bond strength. *J Prosthet Dent.* 1985; 54:201-3.
5. Chiodi Netto J. Avaliação da resistência de união da porcelana aplicada sobre liga de Ni-Cr e sobre solda. [Tese Livre-Docência]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1981.
6. Chong MP, Beech DR, Chem C. A simple shear test to evaluate the bond strength of ceramic fused to metal. *Aust Dent J.* 1980; 25: 357-61.
7. Dekon SFC. Avaliação da resistência de união metalocerâmica em de diferentes ciclos de oxidação prévia [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1994.
8. Goodacre CJ. Palladium-silver alloys: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 1989; 62: 34-7.
9. Hautaniemi JA, Juhanoja JT, Suoninen EJ. Oxidation of four palladium-rich ceramic fusing alloys. *Biomaterials.* 1990; 11:62-72.
10. Kelly JR, Rose TC. Nonprecious alloys for use in fixed prosthodontis: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1983; 49:363-70.
11. Malhotra ML, Maickel LB. Shear bond strength of porcelain- fused-to-alloys of varying noble metal contents. *J Prosthet Dent.* 1980; 44: 405-12.
12. Mezger PR, Stols ALH, Vrijhoef MMA. Metallurgical aspects of palladium-silver porcelain-bonding alloys. *J Dent.* 1989; 17: 90-3.
13. Riley EJ. Ceramo-metal restoration state of the science. *Dent Clin North Am.* 1977; 21: 669-82.
14. Schaffer SP. An approach to determining the bond strength of ceramometal system. *J Prosthet Dent.* 1982; 48: 182-4.
15. Yamamoto M. Metal-ceramics principles and methods of Makoto Yamamoto. Chicago: Quintessence; 1985.

