

ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO PORCELANA-METAL EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE OPACIFICAÇÃO

Stefan Fiuza de Carvalho DEKON*

Marcelo Coelho GOIATO*

Renato Salviato FAJARDO*

- **RESUMO:** O sucesso das restaurações metalocerâmicas depende da eficiência da união da porcelana ao metal. O tradicional sistema de opacificação tipo pó/líquido tem sido cada vez mais substituído pelo sistema de pasta pré-fabricada. Este trabalho objetivou avaliar a resistência de união metalocerâmica, comparando-se estes dois sistemas de opacificação, utilizando um teste de cisalhamento. Os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre os dois sistemas, no entanto pesquisas sobre outras propriedades inerentes aos sistemas metalocerâmicas deverão ser realizadas em um futuro próximo.
- **PALAVRAS-CHAVE:** Ligas dentárias; ligas metalocerâmicas; opacificação.

Introdução

As coroas metalocerâmicas têm sido sucesso há mais de trinta anos e, por conciliar a resistência do metal com a estética proporcionada pela porcelana, são as mais utilizadas pelos protésistas.

Isso justifica as inúmeras discussões em relação à natureza da união entre as diversas ligas metálicas e os vários sistemas cerâmicos encontrados no

* Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Faculdade de Odontologia – UNESP – 16015-050 – Araçatuba – SP.

mercado, uma vez que o sucesso de uma coroa metalocerâmica depende dessa união.

A grande maioria dos autores admite que a adesão entre o metal e a cerâmica, acontece em razão dos fatores físico-químicos e mecânicos. No entanto, o primeiro teste realizado a fim de mensurar essa união foi proposto por Shell & Nielsen.¹³ Esse teste utilizava tensões de cisalhamento para romper o conjunto.

Vários outros testes foram idealizados a partir deste, os quais utilizaram desde tensões de cisalhamento até tensões de tração. Na literatura nacional, encontramos o teste desenvolvido por Chiodi Netto⁴ que, por ser de fácil confecção, é utilizado com frequência em trabalhos de pesquisa.

Inicialmente por serem utilizadas somente ligas com alto teor de ouro para a confecção desse tipo de trabalho, muitos passos técnicos foram transferidos quando na utilização de ligas alternativas, que se tornaram muito populares a partir dos anos 70 por causa do crescente aumento do preço do ouro. Porém, vários desses passos técnicos são inerentes às ligas áureas, e, dependendo da liga que será utilizada, isso se torna completamente desnecessário. Um exemplo disso, é a fase de oxidação prévia que é extremamente necessária na utilização das ligas áureas,^{2,9} o que não acontece com algumas ligas alternativas.⁶

Para Jochen et al.,⁸ em 1990, a aplicação da camada de porcelana opaca é um passo crucial na prevenção de fraturas do tipo adesiva. Com o desenvolvimento de novos sistemas de opacificação em forma de pasta que substitui o sistema convencional tipo pó/líquido, uma nova questão relacionada ao sistema metalocerâmico diz respeito à espessura da primeira camada da porcelana de opacificação, a qual é considerada a mais importante para uma boa adesão entre os dois materiais. McLean,¹¹ em 1983, alertou para a necessidade de a primeira camada da porcelana opaca não exceder a 100 micrômetros, pois, dessa forma, tem-se maior controle da formação de óxidos na interface durante os procedimento de cocção.

Desse modo, é possível admitir que para cada tipo de liga e cada tipo de sistema cerâmico, com seus respectivos sistemas de porcelanas opacas, novas pesquisas são necessárias, em busca das melhores técnicas a serem empregadas, para obter os melhores resultados na união entre esses materiais. O objetivo deste trabalho é comparar a resistência de união metalocerâmica quando se utiliza o sistema de opacificação convencional tipo pó/líquido e quando se utiliza o sistema em pasta.

Material e método

Na literatura, encontramos vários métodos para fazer a mensuração da resistência de união entre porcelana e metal, e todos apresentam vantagens e desvantagens. Nesta investigação, utilizou-se o método proposto por Chiodi Netto,⁴ que é uma modificação do teste proposto por Shell & Nielsen.¹³

Os padrões metálicos para a confecção dos corpos-de-prova foram obtidos através de bastões de cera pré-fabricados de 5,0 mm de diâmetro (DCL, Campinas, São Paulo – Brasil) que, após serem seccionados em porções de 15,0 mm de altura, foram incluídos em revestimento fosfatado de modo que em cada anel ficassem 4 desses padrões de cera. Para fixação destes na base formadora de cadinho, utilizou-se cera em bastão espessura M (DCL, Campinas, São Paulo – Brasil), que funcionou como conduto de alimentação. Antes da inclusão, os padrões receberam uma camada de redutor de tensão superficial (Excelsior – SS White – Indústria Brasileira).

O revestimento utilizado foi de alta temperatura (Termocast, Polidental, São Paulo), usando a relação de 15,00 cc de líquido para 100 g de pó, que, depois de espatulado mecanicamente a vácuo por 30 segundos, foi vertido dentro do anel de inclusão confeccionado de PVC (Tigre, São Paulo, Brasil).

Assim que a reação exotérmica de presa começava a aquecer o anel, o bloco de revestimento era removido para que ocorresse a expansão livre do revestimento, sem que isso se traduzisse em trincas no bloco, o que comprometeria a fundição. Decorridos 45 minutos, o bloco de revestimento era levado ao interior do forno elétrico para fundição EDG-FA IV (Equipamento e Controles Ltda., São Carlos, SP, Brasil). Nessa fase, um aquecimento lento foi processado até 300°C, com a extremidade do bloco em forma de cadinho voltada para baixo, e mantido nesta temperatura por mais 30 minutos.

Decorrido esse tempo, a posição do bloco foi invertida, e o pirômetro graduado a uma temperatura de 930°C permanecendo nessa temperatura por um intervalo de 60 minutos. Utilizando-se em média de 9 gramas da liga nacional de Ni-Cr (Durabond MS II) para cada bloco, a fundição foi realizada por meio de um maçarico de furos múltiplos (marca Draeger).

Após o resfriamento do bloco de revestimento ser realizado em bancada, processaram a desinclusão e limpeza da fundição com a utilização de jatos abrasivos de mistura de óxido de alumínio com esfera de vidro, através do aparelho Tri-jato (Labor Dental, São Paulo, Brasil), a pressão de 80 lb/pol.²

Tratamento superficial dos padrões metálicos

Os condutos de alimentação foram seccionados com discos de óxido de alumínio, que realizaram também o torneamento das extremidades dos padrões metálicos a fim de que ficassem paralelas entre si. Realizou-se em seguida a usinagem superficial dos padrões utilizando pedras de óxido de alumínio de três granulações: grossa, média e fina, aplicadas nessa ordem para conseguir adaptação total do padrão dentro de uma matriz de aço (n^o 1) inoxidável com 15,0 mm de altura; 32,0 mm de diâmetro e com uma perfuração de 5,0 mm de diâmetro localizada no centro da matriz. Para que os padrões metálicos tivessem correta textura superficial para receber a porcelana opaca, eles foram jateados com partículas de óxido de alumínio (50 micrômetros) a pressão de 80 lb/pol,² por cerca de 30 segundos.

Seguindo-se as instruções do fabricante, os padrões metálicos foram limpos em água corrente, e desengordurados em vapor de água pressurizada no aparelho Vapor-Jet (EDG Equipamento e Controles Ltda., São Carlos, SP), por um período de 1 minuto. Em seguida, os padrões foram colocados em água destilada no aparelho de ultra-som (Mini Sono-Cleaner CA-1470, Kaijo Denki Co Ltda., Tokyo, Japan), por um período de 5 minutos. Após serem retirados da água destilada com o auxílio de uma pinça, os corpos-de-prova não foram mais tocados com as mãos e estavam prontos para receber as porcelanas opacas (Figura 1).

Aplicação da porcelana

Os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos.

No Grupo 1 foi aplicado o sistema cerâmico Vita-VMK, com a sua porcelana opaca com sistema pó/líquido Paint-On 88 (Vita Zahnfabrik Sackingen – Alemanha), utilizado de acordo com as instruções do fabricante. O Grupo 2 recebeu o sistema cerâmico Ceramco II (Dentsply), com sua porcelana de opacificação em pasta Ultra-Pake (Dentsply).

Todos os corpos-de-prova receberam a mesma quantidade de material cerâmico, que foi padronizado pela utilização de uma matriz especial (n^o 2) confeccionada em aço inoxidável e que possui suas porções superiores móveis em formas semicirculares de 3,0 mm de altura e apresentando um orifício de 6,0 e 7,0 mm de diâmetro, usadas para a aplicação da porcelana opaca e da porcelana de corpo, respectivamente (Figura 2).

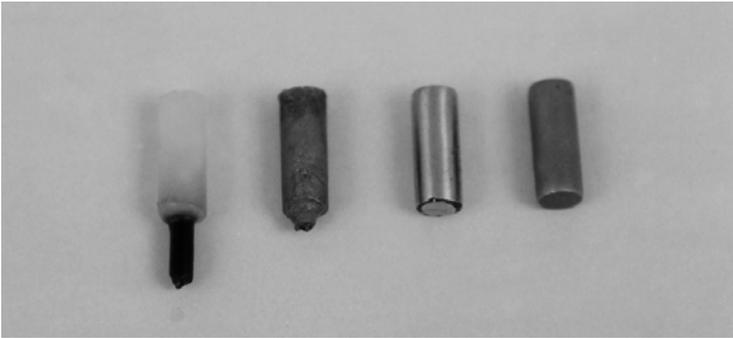


FIGURA 1 – Sequência da obtenção do padrão metálico: a) em cera, b) após fundição, c) após tratamento com pedras de óxido de alumínio e d) após tratamento com jatos de óxido de alumínio.

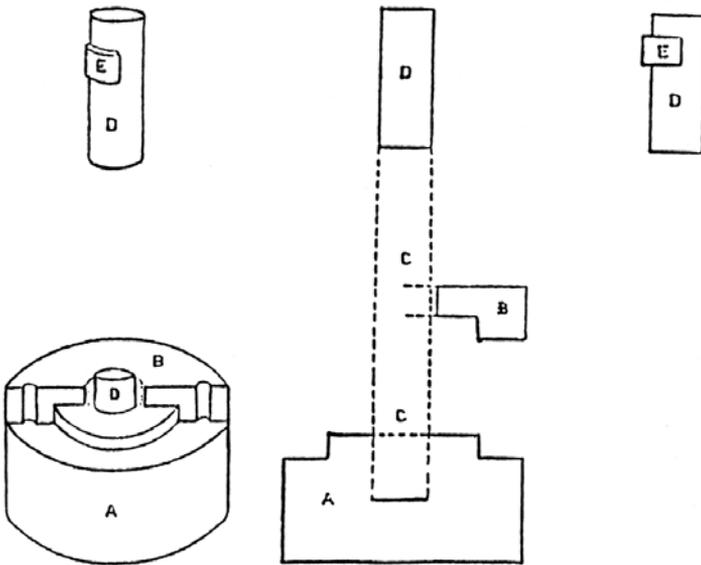


FIGURA 2 – Esquema da matriz de aço (n^o 2) utilizada para a aplicação do sistema cerâmico: a) porção inferior, b) porção superior, c) perfuração cilíndrica central, d) padrão metálico, e) porcelana aplicada.

Teste de resistência ao cisalhamento

O corpo-de-prova constituído do padrão metálico com a porcelana aplicada foi posicionado sobre a matriz nº 1, e o conjunto levado à máquina de tração e compressão Kratos (Dinamômetro Kratos Ltda., modelo K500-2000, São Paulo, Brasil), usando-se a escala de 200 kgf, com precisão de 500 g e velocidade de 0,5 mm por minuto. Desse modo, o conjunto foi submetido a uma força de compressão, e a tensão produzida na interface, que estava apoiada na superfície da matriz, gerou uma força de resistência ao cisalhamento (Figura 3). Quando ocorria a fratura ou deslocamento da porcelana, o valor de pico era registrado no visor da máquina, e os valores foram anotados e organizados em tabelas.

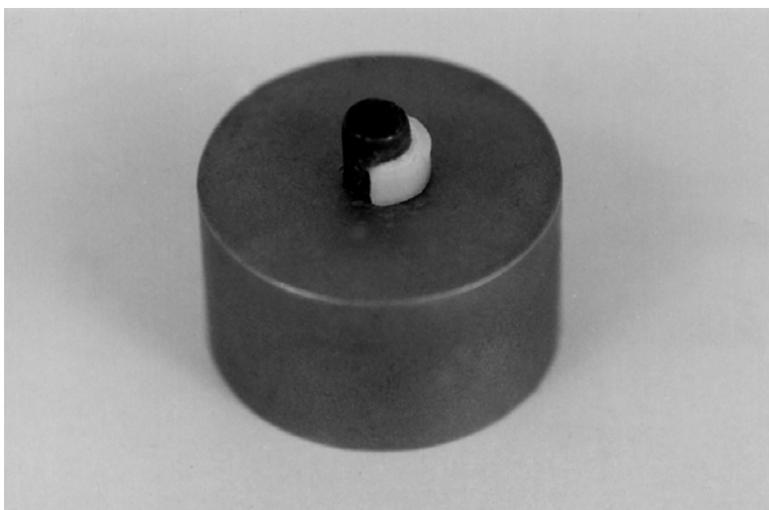


FIGURA 3 – Corpo-de-prova posicionado na matriz nº 1 para a realização do teste de cisalhamento.

Resultado

Na Tabela 1, podem-se ver os resultados de resistência de união em kgf, médias aritméticas.

Tabela 1 – Valores obtidos em kgf nos testes de resistência ao cisalhamento da união entre a liga de Ni-Cr (Durabond), com dois sistemas cerâmicos com porcelanas de opacificação tipo pó/líquido e tipo pasta

Corpo-de-prova	Grupo I	Grupo II
1	45,30	42,50
2	41,10	31,10
3	24,00	23,30
4	33,50	20,60
5	41,20	31,00
6	21,30	38,30
7	38,00	40,80
8	37,20	32,10
9	26,40	40,10
10	40,10	29,60
X	34,81	32,94

Grupo 1: Durabond + Paint-On 88 + Vita-VMK.

Grupo 2: Durabond + Ultra-Pake + Ceramco.

Na Tabela 2, encontram-se os valores transformados em kgf/cm², visto que as porcelanas aplicadas sobre os cilindros metálicos apresentavam uma área média de 0,36 cm².

Tabela 2 – Valores obtidos em kgf/cm² nos testes de resistência ao cisalhamento da união porcelana metal

Corpo-de-prova	Grupo 1	Grupo 2
1	125,84	118,05
2	114,17	86,39
3	66,67	64,72
4	93,05	57,22
5	114,44	86,11
6	59,16	106,39
7	105,55	113,34
8	103,34	89,16
9	73,34	111,39
10	111,38	82,23
X	96,72	91,50

Análise estatística

Tabela 3 – Quadro da análise de variância

Causas da variação	GL	SQ	QM	Valor F	Prob. > F
Tratamento	1	17,4870502	17,4870502	0,2852	0,60552
Resíduo	18	1103,5104022	61,3061335		
Total	19	1120,9974524			

Média Geral = 33,875000

Coefficiente de variação = 23,114%

GL = graus de liberdade

SQ = soma dos quadrados

QM = quadrado médio

Tabela 4 – Teste de Tukey para médias de tratamento

Num. ordem	Num. trat.	Nome	Num. repet.	Médias	Médias originais	5%	1%
1	1	DUR - VITA	10	34,810001	34,810001	a	A
2	2	DUR - CERA	10	32,940002	32,940002	a	A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no nível de significância indicado.

DMS 5% = 7,35374 – DMS 1% = 10,07735.

Discussão

Há consenso na literatura de que não existe um teste universal que seja totalmente confiável para fazer a mensuração da resistência da união metalocerâmica. Os testes disponíveis podem usar tensões de cisalhamento, tensões de tração ou de deflexão, que foram preconizados por diversos autores, como Shell & Nielsen,¹³ Anthony et al.,¹ Civjan et al.,⁵ Lavine & Custer,¹⁰ Caputo et al.³ Na literatura nacional, encontra-se o teste preconizado por Chiodi Netto,⁴ que é uma modificação do teste de cisalhamento proposto por Shell & Nielsen.¹³ É um teste de fácil confecção e, por aplicar a porcelana somente em uma metade da circunferência do padrão metálico, evita a formação de tensões residuais intensas a qual colocaria em risco a adesão entre esses dois materiais, o que implicaria resultados poucos confiáveis.

As falhas adesivas nas restaurações metalocerâmicas ocorrem quando a união entre esses dois materiais é inadequada. Em razão de seu íntimo contato com o metal, Hurzeler et al.⁷ salientavam a importância da técnica utilizada para a aplicação de porcelana de opacificação na prevenção desse tipo de falha.

O sistema de opacificação tradicional consiste da mistura de um pó com um líquido que pode ser água destilada, álcool ou glicerina. Normalmente a aplicação se faz em 2 fases, e, para McLean,¹¹ a primeira camada da porcelana opaca, que mantém íntimo contato com o metal, não deve exceder a 100 µm, pois, desse modo, têm-se menor formação de óxidos e, conseqüentemente, risco menor de fraturas adesivas.

Com o surgimento das porcelanas de opacificação em forma de pasta, que é aplicada diretamente na superfície do metal sem mistura ou condensação, o controle da espessura da primeira camada de aplicação se tornou mais difícil. Diante desse fato, julgou-se conveniente a realização desse experimento a fim de verificar a resistência da união metalocerâmica com a utilização desse tipo de porcelana opaca.

De acordo com os resultados, verificou-se que, no Grupo 1, tivemos uma média de 35,41 kgf com a utilização do sistema de opacificação convencional, e, no Grupo 2, com a utilização do opaco em forma de pasta, uma média de 32,94 kgf, e a análise estatística mostrou que essa diferença não é estatisticamente significativa.

Com marcas comerciais diferentes da usada neste trabalho, e também utilizando tensão de cisalhamento, Schmitz & Schulmeyer,¹² não relataram haver diferenças entre os dois sistemas. Hurzeler et al.,⁷ ao utilizarem essa analogia, mas com o uso de uma liga à base de paládio, não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os dois sistemas.

Desse modo, parece claro afirmar que, na escolha de um determinado sistema de opacificação a ser utilizado, muitas são as propriedades que devemos observar, desde a facilidade de manuseio até a sua eficiência de opacificação. Porém, em relação à resistência de união ao metal, quando seguidas as recomendações do fabricante no preparo da estrutura metálica, não há diferenças entre o comportamento do sistema pó/líquido e o sistema em pasta.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que, em relação à propriedade resistência de união do metal com a porcelana, o desempenho dos dois sistemas de opacificação utilizados (pó/líquido e em pasta) foi semelhante.

Agradecimento

Ao professor de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp – Dr. Mario Coelho Sinhoretti, pela análise estatística.

DEKON, S. F. de C., GOIATO, M. C., FAJARDO, R. S. Comparative study of strength of metal bonded to porcelain in function of opacification systems. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.31, n.2, p.159-169, 2002.

- *ABSTRACT: The metal ceramic restoration success is deeply related to the metal porcelain bond. The traditional system of opacification (power/liquid), as been increasingly exchanged for the pre fabricated paste. The aim of this work was evaluating the metal-ceramic bond comparing these two systems of opacification, applied a shear strength test. The results have shown no statistical different between the systems. Furthermore other inherent properties will be analyzed in the future.*
- *KEYWORDS: Dental alloys; metal ceramic alloys; opacification.*

Referências bibliográficas

- 1 ANTHONY, D. H. et al. Shear test for measuring bonding in cast gold alloy-porcelain composite. *J. Dent. Res. (Washington)*, v.49, n.1, p.27-33, Jan.-Feb. 1970.
- 2 BRECKER, S. C. Porcelain baked to gold – a new medium in prosthodontics. *J. Prosthet. Dent. (St. Louis)*, v.6, n.6, p.801-10, Nov. 1956.
- 3 CAPUTO, A. A., DUNN, B., REISBICK, M. H. A flexural method for evaluation of metal-ceramic bond strength. *J. Dent. Res. (Washington)*, v.56, n.12, p.1501-06, Dec. 1977.
- 4 CHIODI NETTO, J. *Avaliação da resistência de união da porcelana aplicada sobre liga de Ni-Cr e sobre solda*. Bauru, 1981. 91p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 5 CIVJAN, E. F. et al. Determination of apparent bond strength of alloy-porcelain systems. *J. Dent. Res. (Washington)*, v.53, n.1, p.210, Jan.-Feb. 1974. (Abstract 742).

- 6 DEKON, S. F. C. *Avaliação da resistência de união entre uma liga nacional de Ni-Cr (Durabond II), e um sistema cerâmico importado frente a diferentes ciclos de oxidação prévia*. Bauru, 1994. 98p. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 7 HURZELER, M. B. et al. *In vitro* and *in vivo* evaluation of a new opaque system for metal ceramic restorations. *Int. J. Prosthodont. (Lombard)*, v.8, n.2, p.142-9, Mar.-Apr. 1995.
- 8 JOCHEN, D. G., CAPUTO, A. A., MATYAS, J. Effect of opaque porcelain application on strength of bond to silver-palladium alloys. *J. Prosthet Dent., (St. Louis)*, v.63, n.4, p.414-8, Apr. 1990.
- 9 JOHNSTON, J. F., DYKEMA, R. W., CUNNINGHAM, D. M. Porcelains veneers fused to cast gold crowns. *J. Am. Dent. Assoc. (Chicago)*, v.57, n.1, p.48-53, July 1958.
- 10 LAVINE, M. H., CUSTER, F. Variables affecting the strength of bond between porcelain and gold. *J. Dent. Res. (Washington)*, v.45, n.1, p.32-6, Jan.-Feb. 1966.
- 11 McLEAN, J. W. The metal ceramic restoration. *Dent. Clin. North Am. (Philadelphia)*, v.27, n.4, p.747-61, Oct. 1983.
- 12 SCHMITZ, K., SCHULMEYER, H. Bestimmung der Haftfestigkeit dentaler metalkeramischer Verbundsysteme. *Dent. Labor (Munch)*, v.23, n.12, p.1416-20, Dec. 1975.
- 13 SHELL, J. S., NIELSEN, J. P. Study of bond between gold alloys and porcelain. *J. Dent. Res. (Washington)*, v.41, n.6, p.1424-37, Nov.-Dec. 1962.