

EFEITO DE DOIS TRATAMENTOS MECÂNICOS DE SUPERFÍCIE NA INTERFACE - NiCr

Ana Paula Nunes Morais

Mario João

Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de dois tratamentos mecânicos de superfície em uma liga de níquel-cromo (Vera Bond II), comparando o tratamento de jateamento com a usinagem. Os corpos de prova foram divididos em dois grupos de dez corpos cada, ambos foram oxidados e posteriormente receberam os tratamentos, sendo um usinado com pedra de óxido de alumínio e outro jateado com óxido de alumínio. Após tratamento receberam aplicação da porcelana. Em seguida, foram submetidos ao teste de cisalhamento, em uma máquina universal EMIC, modelo DL 10000. Os resultados, após análise estatística, demonstraram não haver diferença estatística significativa entre os dois grupos. PALAVRAS-CHAVE: porcelana-metal, adesão, rugosidade

INTRODUÇÃO

As coroas metalocerâmicas têm sido cada vez menos utilizadas nas restaurações protéticas unitárias, sendo substituídas por restaurações de materiais estéticos sem infra-estrutura metálica. No entanto, nas reabilitações de ausências dentárias, sejam elas de um elemento ou de maior extensão, é inegável a grande utilização desse sistema restaurador metalocerâmico; tal como citam em seu trabalho, Gardner *et al.* (1997), que consideram este tipo de restauração, estética, com aparência natural fornecida pela porcelana, e forte, devido à infra-estrutura metálica. Nota-se com isso, uma constante preocupação dos pesquisadores no tocante a esses trabalhos protéticos que necessitam da união entre porcelana e metal, pelo fato de existir no mercado uma grande variedade de ligas que podem ser utilizadas, e ao mesmo tempo, a necessidade de minimizar o custo do trabalho mantendo sua qualidade.

A união da porcelana ao metal é primeiramente de natureza química, e essa união se dá mesmo quando a superfície do metal é polida, ou seja, o embricamento mecânico não é um fator primordial nesta adesão (SHELL; NIELSEN, 1962). Entretanto, em alguns sistemas o embricamento mecânico pode influenciar de maneira positiva este meio de união, sendo importante definir então qual é o melhor tipo de tratamento da superfície metálica que vai ser utilizado de acordo com a liga escolhida (LAVINE; CUSTER, 1966; LUBOVICH; GOODKIND, 1977; CARPENTER; GOODKIND, 1979; MURAKAMI; SCHULMAN, 1987).

Existem no mercado muitas ligas para porcelana, porém a maioria exige muito equipamento para fundilhas, apresentando inúmeras dificuldades operacionais tais como: alta fusão, pouco escoamento, retirada do revestimento, difícil decapagem química e física e outras dificuldades (MUMFORD, 1964; McLEAN, 1983; ANUSAVICE, 1985; PHILLIPS, 1991; SCHENKEL, 1999). As ligas mais utilizadas atualmente são as de níquel-cromo e as de paládio-prata, em que a primeira é uma liga de metal básico e a segunda uma liga semi-nobre.

Uma vez que o cisalhamento é a força exercida nas metalocerâmicas, de maior importância clínica, desenvolveu-se esta pesquisa a fim de conferir e comparar os resultados entre dois tipos diferentes de tratamento de superfície que podem ser utilizados na liga de níquel-cromo. Os tratamentos escolhidos foram o jateamento com óxido de alumínio, empregado em grande escala nos laboratórios e a usinagem da liga com pedra de óxido de alumínio.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados vinte corpos de prova da seguinte maneira: lâmina de acrílico, com 1 mm de espessura foi recortada em vinte retângulos de 2,6 cm por 5mm; cada retângulo foi preso com cera, que serviu como canal de alimentação, em uma base. Cada base recebeu 5 retângulos; deste modo, obtiveram-se os padrões para fundição que foram montados na base formadora de cadinho, como mostra a figura 1; seguindo à devida inclusão

em anel de silicone de expansão livre; o revestimento foi manipulado conforme a orientação do fabricante, sob vácuo, bem como vertido nos anéis na mesma condição; a desidratação e a expansão do revestimento, assim como a eliminação do padrão foram conseguidas, utilizando-se forno elétrico EDG FA IV, seguindo-se as recomendações do fabricante da liga usada Vera Bond II. Após resfriamento espontâneo dos anéis, os padrões foram retirados do revestimento e limpos com jatos de areia durante 5 segundos.

Os corpos de prova fundidos foram divididos em dois grupos de dez amostras cada, o que receberia jateamento de óxido de alumínio (grupo 1) e o que seria usinado (grupo 2), depois de oxidados. Cada grupo foi levado ao forno para oxidação (forno Phoenix- Ceramco inc.), oxidação em 600 a 950°C, numa velocidade de 55°C por minuto com vácuo.

Após oxidação, o grupo 1 foi jateado com óxido de alumínio de 50 mm durante trinta segundos cada corpo de prova, verificando-se que a superfície do metal se tornou fosca. O grupo 2 foi usinado com pedra de óxido de alumínio para criar as retenções mecânicas, a usinagem foi feita em direção vertical, totalizando três passagens com a pedra, verificando-se que a superfície do metal tornou-se brilhosa e irregular, como se verifica na figura 2. Tomou-se o cuidado de não se tocar nessas áreas que receberiam a porcelana.

Aplicou-se o opaco da porcelana sob a estrutura metálica preparada. A primeira camada de opaco foi ao forno de porcelana para sua queima, de acordo com a programação indicada pelo fabricante da porcelana. Após, retirada do forno e resfriamento natural, colocou-se em um copo com água limpa no ultra-som por 3 minutos, secou-se com secador de ar quente e aplicou-se a segunda camada, levando-a para queima nas mesmas condições, modificando apenas a temperatura final que é o indicado para o procedimento.

Para a confecção do cilindro de porcelana, confeccionou-se uma matriz de silicone com orifício de 3mm de diâmetro. Essa matriz foi conseguida utilizando-se duas placas de vidro, lâminas de cera de 4mm e um cilindro de 3mm de diâmetro confeccionado com matriz de aço. Manipulou-se uma silicona de condensação de acordo com o fabricante, sobre uma das placas, mergulhou-se o cilindro ao centro. Adaptaram-se as lâminas de cera à extremidade da placa de vidro, perfazendo 4mm de espessura, usadas à guisa de gabarito, e outra placa foi prensada contra ela. Após a polimerização da silicona, a placa de vidro e o cilindro metálico foram removidos e a matriz recortada com bisturi. Esta matriz recebeu um corte em sua circunferência de forma que podia ser aberta e reutilizada posteriormente.

Adaptou-se a matriz de silicone à superfície da placa metálica, de forma que o orifício permanecesse na parte central dela; a porcelana foi inserida no orifício da matriz com auxílio de um pincel, preenchendo o orifício; a matriz foi aberta e removida cuidadosamente para levar a porcelana ao forno.

Devido à contração sofrida pela porcelana durante a queima, para se atingir os tamanhos definidos do experimento, houve a necessidade de se fazer uma segunda queima e, posteriormente, acertar por meio de broca diamantada os pequenos excessos que ficaram, até atingir o diâmetro e espessura determinados. Todos os corpos de prova foram queimados juntos nas duas queimas.

Para confeccionar-se a base dos corpos de prova, foram cortados vinte anéis de 2 cm cada, de um cano de PVC de $\frac{3}{4}$ de polegada; manipulou-se gesso do tipo IV de acordo com as especificações do fabricante, inseriu-se o corpo de prova utilizando o esquadro para que o mesmo ficasse perpendicular ao plano e assim permanecesse até a presa total do gesso, deixando-se exposta a área de 6mm por 5mm tendo o cilindro de porcelana ocupado o centro desta área. As bases receberam uma numeração diferenciada para posterior identificação.

Os corpos de prova foram fixados pela base à máquina Emic DL10000 e submetidos ao teste de cisalhamento, com velocidade de deformação de carga de 0,5mm/min. Teve-se o cuidado de deixar a ponta ativa da máquina, pela qual a força é aplicada, colocada no cilindro de porcelana bem próximo à superfície metálica, como demonstrado na figura 3.

RESULTADOS

Os dados obtidos após realização do ensaio de cisalhamento são expressos nas tabelas 1, 2 e 3 a seguir:

Tabela 1 – Valores obtidos no teste de resistência ao cisalhamento para cada um dos corpos de prova dos dois tipos de tratamento de superfície tratados em kgf/cm²

Amostra	Força Máxima Grupo I	Força Máxima Grupo II
1	201,35	284,82
2	230,00	249,83
3	281,51	239,37
4	249,01	135,93
5	281,23	232,48
6	282,61	296,94
7	258,37	276,00
8	231,93	214,30
9	285,92	337,15
10	244,88	315,67

Tabela 2 - Valores obtidos no teste de resistência ao cisalhamento para cada um dos corpos de prova dos dois tipos de tratamento de superfície fornecendo Tensão Máxima (MPa)

Amostra	Tensão Máxima	
	Grupo 1	Grupo 2
1	28,49	40,29
2	32,54	35,34
3	39,83	33,86
4	35,23	19,23
5	39,79	32,89
6	39,98	42,01
7	36,55	39,05
8	32,81	30,32
9	40,45	47,70
10	34,64	44,66

Tabela 3 – Médias aritméticas e desvios-padrões dos limites de resistência ao cisalhamento em kgf/cm²

GRUPO	Grupo 1	Grupo 2
	MEDIDAS	
Média	254,7	258,2
Desvio-Padrão	28,47	57,76

Aplicada a análise de variância com emprego do teste ANOVA, este não se apresentou significativo quanto à Força Máxima ($F = 0.035$; $P = 0.856$). Assim como não apresentou significância em relação à Tensão Máxima ($F = 0.035$; $P = 0.856$).

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

As porcelanas são, sem dúvida alguma, dos materiais estéticos os que são mais biocompatíveis; isto porque não sofrem uma propriedade que a maioria dos materiais não metálicos sofrem, que é a sorção, pois a porcelana é impermeável. Dentre muitas propriedades positivas, a única negativa é a sua friabilidade, o que leva ainda a necessidade de algo que possa servir como “arcabouço” da porcelana, possibilitando sua utilização, principalmente em próteses mais extensas. Este “arcabouço” é a infra-estrutura metálica.

As ligas utilizadas nas restaurações metalocerâmicas necessitam ter propriedades específicas para garantir o sucesso da restauração, tais como: alto módulo de elasticidade, coeficiente de dilatação térmica próximo ao da porcelana, fácil fundição, biocompatibilidade, capacidade de formação de óxidos, resistência ao manchamento (MUMFORD, 1964; MOFFA, 1973; McLEAN, 1983; ANUSAVICE, 1985; MURAKAMI; SCHULMAN, 1987; PHILLIPS, 1991; WU *et al.* 1991; O’CONNOR, 1996). No que tange a essas propriedades, as ligas alternativas de níquel-cromo, apesar de apresentarem algumas desvantagens como: dificuldade de fundição, dificuldade de acabamento e dificuldade no controle da produção de óxidos, vêm corroborar com sua escolha no presente experimento, uma vez que apresentam características adequadas para utilizá-las com as porcelanas odontológicas e seu uso é de grande escala nos laboratórios de prótese, devido a seu baixo custo, possibilitando um número cada vez maior de pacientes utilizando restaurações metalocerâmicas (MURAKAMI; SCHULMAN, 1987; PHILLIPS, 1991; SCHENKEL, 1999).

A união do metal-porcelana é ainda hoje assunto muito discutido, considera-se existir uniões: química, mecânica, forças de van der Waals e forças compressivas, (RYGE, 1968; LUBOVICH; GOODKIND, 1977; ANUSAVICE; HORNER; FAIRHURST, 1977; MURAKAMI; SCHULMAN, 1987; O’BRIEN, 1989).

O processo de jateamento com óxido de alumínio das ligas de metais básicos é um procedimento comum e necessário para a posterior aplicação da porcelana (LUBOVICH; GOODKIND, 1977; CARPENTER; GOODKIND, 1979; PHILLIPS, 1991; BONFANTE, 1998).

No que diz respeito à utilização do jateamento, BONFANTE (1998) descreve que este procedimento cria rugosidades na superfície metálica com profundidade aproximadamente de 6 μm , permitindo aumento da superfície de contato. O jateamento aumenta a energia de superfície do metal, o que ocasiona maior atração dos átomos do substrato que buscam equilíbrio da tensão superficial. A elevada energia superficial, por sua vez, torna maior a capacidade de molhamento da superfície metálica, a respeito dos líquidos aplicados posteriormente.

Com o aumento da superfície metálica e da energia superficial, poderia se dizer que maior seria a retenção mecânica e maior o molhamento da superfície pela porcelana levando, conseqüentemente, a uma maior união entre porcelana-metal. Isto posto, se a questão de uma grande rugosidade não fosse um elemento causador

de estresse ou poder resultar em retenção de ar e espaços vazios na ligação metal-porcelana que poderiam levar a fratura na interface ou no corpo da porcelana (CARPENTER; GOODKIND, 1979).

O intuito do óxido de alumínio não é apenas criar um aumento de superfície e de energia superficial, o jateamento tem também a função de promover uma limpeza da peça e remoção de óxidos excessivos formados durante a pré-oxidação, perante o fato de uma espessa camada de óxidos ser prejudicial na adesão metal-porcelana (CARPENTER; GOODKIND, 1979; BELL, KURZEJA; GAMBERG, 1985; GRAHAM *et al.*, 1999). Tem também o alumínio, a capacidade de se unir ao níquel e ao cromo formando óxidos de níquel e de cromo, o que promove uma barreira efetiva contra a difusão do cromo para a porcelana, evitando a formação de espaços vazios no metal que esta difusão deixaria (BELL, KURZEJA; GAMBERG, 1985; MURAKAMI; SCHULMAN, 1987; WU *et al.*, 1991).

Os valores encontrados no grupo 1 para o deslocamento da porcelana da superfície metálica variam pouco, o que nos leva a achar que o jateamento com partículas de óxido de alumínio promove uma rugosidade de superfície homogênea, apresentando valores próximos para o deslocamento.

As rugosidades de superfície, responsáveis pela união mecânica da porcelana ao metal, podem ser conseguidas à guisa de vários processos: jateamento com óxido de alumínio de tamanhos diferentes de partículas, jato de areia, discos de lixa, pedras de abrasão ou brocas. A usinagem com pedra de óxido de alumínio foi escolhida por unir a vantagem da utilização do óxido de alumínio com a criação de retenções diferentes que o jateamento pode fornecer, avaliando sua resposta ao cisalhamento no que se refere à adesão porcelana-metal. Para efeito ilustrativo, as figuras 4 e 5 demonstram a superfície metálica com o tratamento de jateamento e com a usinagem e, mesmo não fazendo parte da proposição do trabalho, podemos notar o tipo de rugosidade feito por estes tratamentos. Estes mesmos padrões de rugosidade são notados nos trabalhos de Lubovich e Goodkind (1977), Carpenter e Goodkind (1979).

Mediante resultados obtidos e expostos nas tabelas 1 e 2, o grupo da liga de níquel - cromo que recebeu o tratamento de usinagem apresentou relevante adesão à porcelana. Entretanto não apresentou diferença estatística significativa, comparado com o grupo que recebeu como tratamento de superfície o jateamento.

Comparando os resultados apresentados pelo grupo 2 (grupo usinado), mesmo que ele não tenha apresentado diferença estatisticamente significante, podemos notar que os valores das forças necessárias para o deslocamento da porcelana, variam sobremaneira, diferentemente do encontrado no grupo jateado, levando à um desvio padrão maior que este grupo 1 (grupo jateado). Poderíamos assim atestar que o controle da rugosidade da superfície, feita com a pedra abrasiva e micro-motor, torna-se difícil a partir do momento em que esta não tem um padrão como no caso das partículas de jato de alumínio. Isto poderia levar a um melhor embricamento em alguns corpos-de-prova, como a um pior, caso houvesse a formação de espaços vazios, resultando em estresses e fácil deslocamento da porcelana (CARPENTER; GOODKIND, 1979).

Concordando com os demais autores, Lavine e Custer (1966), Lubovich e Goodkind (1977), Mackert *et al.* (1988), Phillips (1991), Deder e Caniklioglu (1998), embora nossos resultados sejam estatisticamente semelhantes para os dois grupos, jateado e usinado, acreditamos que um conjunto de fatores regula esta união metal-porcelana, ou seja, o tipo de liga, o tratamento laboratorial, o tratamento de superfície, o tipo de porcelana, o coeficiente de dilatação térmica dos dois materiais, a pré-oxidação, o tempo para cada procedimento do processo. Todos devem seguir as recomendações do fabricante e devem também ser avaliados antes de se começar a reabilitação do paciente; este não é um trabalho para se deixar apenas sob responsabilidade do técnico de laboratório, mas sim, ser decidido pelo cirurgião-dentista.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste experimento e, após análise estatística e discussão, parece-nos lícito afirmar que quanto à resistência ao cisalhamento no sistema metalocerâmico, não houve diferença estatisticamente significante entre os dois tipos de tratamento mecânico utilizados.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the effect of two different NiCr alloy surface treatments on the bond strength of porcelain-metal interface. The samples were shared into two groups with ten samples each; both were oxidized; later one group was given the sandblast surface treatment and the other a grinding surface with an

aluminum oxide stone. In addition, the porcelain was fired over an alloy surface. The shear strength test was applied, using one EMIC model DL 10000 machine. The results, did not show statistical significant differences in bond strength between the two techniques of treatment.

KEY-WORDS: porcelain-metal; bond; roughness



Figura 1 – Lâmina de acrílico presa a base formadora de cadinho, para futura fundição

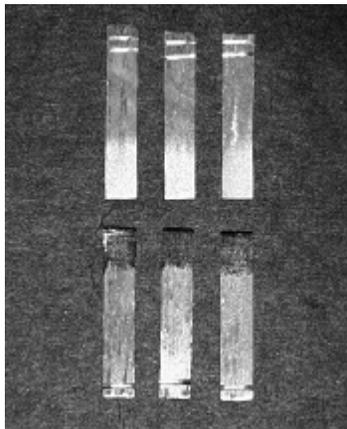


Figura 2 – Grupo 1 jateado marcado com dois traços e Grupo 2 usinado marcado com um traço

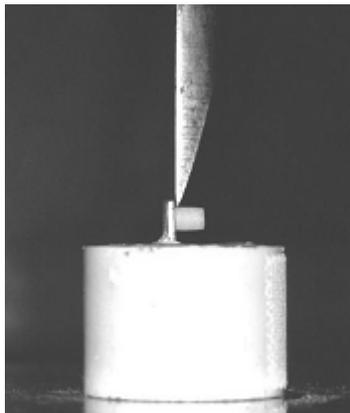


Figura 3 – Corpo de prova posicionado para cisalhamento

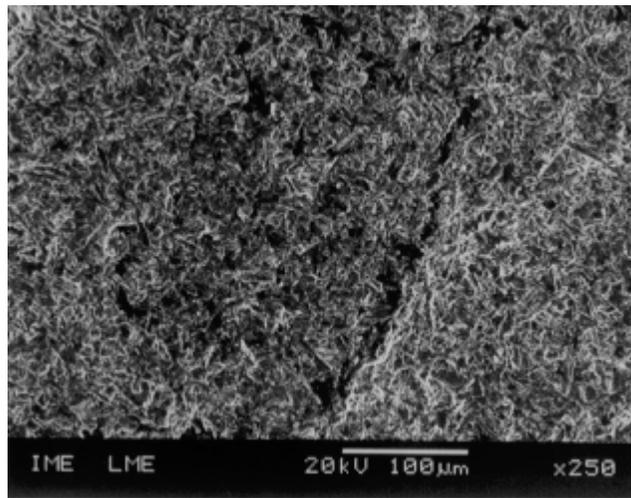


Figura 4 - Fotoeletromicrografia da superfície metálica após tratamento com jato de óxido de alumínio

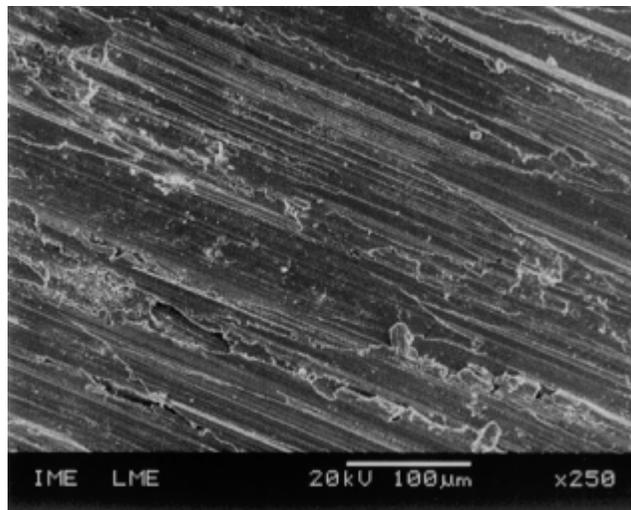


Figura 5 - Fotoeletromicrografia da superfície metálica após tratamento de usinagem com pedra de óxido de alumínio

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUSAVICE, K. J. Noble Metal Alloys for Metal-Ceramic Restorations. *Dent. Clin. North Am.*, v. 29, n. 4, Oct. 1985.

ANUSAVICE, K. J.; HORNER, J. A.; FAIRHURST, C. W. Adherence Controlling Elements in Ceramic-Metal Systems. I. Precious Alloys. *J. Dent. Res.*, v. 56, n. 9, p. 1045-1052, Sept. 1977.

BELL, A. M.; KURZEJA, R.; GAMBERG, M. G. Ceramometal Crowns and Bridges. *Dental Clinics of North America*, v. 29, n. 4, p. 763-803, Oct. 1985.

BONFANTE, G. Seleção de Cor e Ajuste Funcional e Estético em Prótese Metalocerâmica. In: PEGORARO, L. F. *Prótese Fixa*. São Paulo: Artes Médicas, 1998. p. 255- 297. Série EAP.APCD, n. 7.

CARPENTER, M. A.; GOODKIND, R. J. Effect of varying surface texture on bond strength of one semiprecious and one nonprecious ceramo-alloy. *J. Prosth. Dent.*, v. 42, n. 1, July 1979.

- DEĐER, S.; CANIKLIOGLU, M. B. Effect of Tin Plating on Base Metal Alloy-Ceramic Bond Strength. *Int. J. Prosthodontics*, v. 11, n. 2, p.165-172, 1998.
- GARDNER, F. M. et al. In vitro failure load of metal-collar margins compared with porcelain facial margins of metal-ceramic crowns. *J. Prosthetic Dentistry*, v. 78, n. 1, p. 1-4, July 1997.
- GRAHAM, J. D. et al. The effect of surface treatments on the bond strength of a nonprecious alloy-ceramic interface. *Int. J. of Prosth.*, v. 12, n. 4, p. 330-334, 1999.
- LAVINE, M. H.; CUSTER, F. Variables Affecting the Strength of Bond between Porcelain and Gold. *J. dent. Res.*, v. 45, n. 1, p. 32-36, Jan./Feb. 1966.
- LUBOVICH, R. P.; GOODKIND, R. J. Bond strength studies of precious, semiprecious, and nonprecious ceramic-metal alloys with two porcelains. *J. Prosth. Dent.*, v. 37, n. 3, p. 288-299, Mar. 1977.
- MACKERT, J. R. et al. The Relationship Between Oxide Adherence and Porcelain-Metal Bonding. *J. Dent. Res.*, v. 67, n. 2, p. 474- 478, Feb. 1988.
- McLEAN, J. W. The Metal-Ceramic Restoration. *Den. Clin. North Am.*, v. 27, n. 4, p. 747- 760, Oct. 1983.
- MOFFA, J. P. et al. An evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. Part I. Physical properties. *J. Proth. Dent.*, v. 30, n. 4, p. 424-431, Oct. 1973.
- MUMFORD, G. *The porcelain fused to metal restoration*. Michigan: West Michigan, 1964. p. 241-249.
- MURAKAMI, I.; SCHULMAN, A. Aspects of Metal-Ceramic Bonding. *Den. Clin. North Am.*, v. 31, n. 3, July 1987.
- O'BRIEN, W. J. *Dental Materials Properties and Selection*. Chicago: Quintessence books, 1989. cap. 21, p. 397- 418.
- O'CONNOR, R. P. et al. Castability, opaque masking and porcelain bonding of 17 porcelain-fused-to metal alloys. *J. Prost. Dent.*, v. 75, n. 4, p.367- 374, Apr. 1996.
- PHILLIPS, W. *Skinner Materiais Dentários*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. cap. 20, p. 208-221.
- RYGE, G. Current American Research on Porcelain-Fused-to-Metal, Restorations. *Res. on Porcelain-Fused-to-Metal Restorations*, v. 15, n. 3, p. 385-392, 1968.
- SCHENKEL, L. B. Metalocerâmicas aos Sistemas Totalmente Cerâmicos – Razões da Evolução e Indicações. In: CONGRESSO DE TÉCNICOS DE PRÓTESE DENTÁRIA. ATUALIZAÇÃO EM PRÓTESE DENTÁRIA – PROCEDIMENTOS CLÍNICO E LABORATORIAL, 6. 1999, São Paulo. *Livro...* São Paulo: Livraria Santos, 1999. p.45-46.
- SHELL, J.; NIELSEN, J. P. Study of the Bond between Gold Alloys and Porcelain, *J. Dent. Res.*, v. 41, n. 6, p. 1424-1437, Nov./Dec. 1962.

WU, Y. *et al.* The effect of heat treatment on porcelain bond strength in selected base metal alloys. *J. Prosth. Dent.*, v. 66, n. 4, p. 439-444, Oct. 1991.