

Avaliação da resistência adesiva entre uma cerâmica aluminizada e um cimento resinoso submetidos à ciclagem térmica

Effect of the thermocycling on bond strength of an aluminous ceramic to a resin cement

Oswaldo Daniel ANDREATTA FILHO

Doutorando Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora – Área de Prótese Parcial Fixa – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

Graziela Ávila Prado GALHANO

Estagiária – disciplina de Implante – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

Marco Antonio BOTTINO

Professor Adjunto – Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP

Fernanda Pelógia CAMARGO

Estagiária – disciplina de Implante – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

Luiz Felipe VALANDRO

Doutorando Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora – Área de Prótese Parcial Fixa – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

Renato Sussumu NISHIOKA

Professor Doutor – Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da ciclagem térmica sobre a resistência adesiva entre a superfície cerâmica do In-Ceram (Vita - Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) e o cimento resinoso (Panavia F, Kuraray CO, Japão). Foram fabricados nove blocos cerâmicos com dimensões de 5x6x6mm. Uma das faces com 5x6mm de cada bloco cerâmico foi condicionada com uma cobertura triboquímica de sílica (Sistema Rocatec, ESPE - Seefeld - Alemanha) e em seguida cimentada com Panavia F a outro bloco idêntico de resina composta (Clearfil AP-X, Kuraray CO - Japão). Os nove grupos formados por cerâmica, cimento e resina composta foram cortados em 60 corpos-de-prova com dimensões de 10x1x1mm e área adesiva que apresentava $1\text{mm}^2 \pm 0,1\text{mm}^2$. Os corpos-de-prova foram divididos em 3 grupos (n=20): G1 – armazenagem durante 14 dias em água destilada a 37°C; G2 – 6000 ciclos térmicos (5°C – 55°C, 30s em cada temperatura); G3 – 12000 ciclos térmicos (5°C – 55°C, 30s em cada temperatura). Após os condicionamento térmicos, os corpos-de-prova foram fixados com adesivo de cianoacrilato ao dispositivo de microtração e testados em uma máquina de ensaio universal (EMIC - DL-1000, Equipamentos e Sistemas Ltda., dos de São José Pinhais - o PR, Brasil) com velocidade constante de 0,5mm/min. Os dados foram submetidos aos métodos estatísticos de ANOVA e Tukey. Os resultados indicaram que os valores médios de tensão de ruptura (MPa) de G1 (14.97±4.68) não diferiram estatisticamente (p < 5%) de G2 (12.27±4.72), porém houve diferença significativa entre G1 e G3 (9.89±4.16). Foi possível concluir que a termociclagem reduziu os valores de resistência adesiva significativamente quando os corpos-de-prova foram submetidos a 12000 ciclos.

UNITERMOS

Cerâmica; cimentos de resina; resistência à tração

INTRODUÇÃO

A grande demanda de pacientes que buscam estética com restaurações livres de metal tem aumentado o desenvolvimento de pesquisas para melhorar as propriedades dos sistemas cerâmicos, como resistência à fratura, estabilidade de cor, precisão de adaptação e adesão aos agentes de cimentação.

O sistema cerâmico constituído de alumina (85%) infiltrada por vidro (15%) (In-Ceram, Vita, Bad Säckingen, Alemanha) que se caracteriza por ser uma infra-estrutura que apresenta resistência flexural 75% maior que as cerâmicas convencionais, foi desenvolvido com a finalidade de substituir estruturas metálicas de coroas metalo-cerâmicas.

Embora estudos como o de McLaren & White¹⁸ (1999) indiquem que possa ser utilizada a cimentação convencional com cimento de fosfato de zinco e ionômero de vidro para o sistema In-Ceram, Kern & Thompson¹² (1995) sugeriram a utilização de agentes cimentantes resinosos que, devido às qualidades do sistema, principalmente a alta resistência à fratura, melhoram o resultado final da restauração. Para isso, é necessário que haja uma união química estável entre cimento resinoso e coroas totais ou incrustações cerâmicas constituídas de alumina como o sistema In-Ceram.

Apesar da adesão entre as cerâmicas feldspáticas convencionais e cimentos resinosos ser obtida e aumentada por meio do condicionamento da superfície cerâmica com ácido fluorídrico 2% e agentes de silanização^{1,6,26}, esta técnica não deve ser aplicada aos sistemas cerâmicos de alumina infiltrada com vidro, como o In-Ceram, pois este apresenta apenas 5% de sílica em sua composição, não havendo, portanto, adequada quantidade de sílica para interação química com os agentes de silanização. Desta maneira, Kern & Thompson¹² (1995) afirmam que após a eliminação da matriz vítrea da superfície do In-Ceram, promovida pelo condicionamento ácido, são expostas quantidades elevadas de partículas de alumina (80 a 82%) que não interagem adequadamente com os agentes de silanização, não promovendo uma união adesiva estável^{15,21}.

Em busca de um novo método de condicionamento superficial das cerâmicas aluminizadas, trabalhos como de Kern & Thompson¹² (1995) e Blixt et al.² (2000) indicaram o condicionamento da superfície de cerâmica aluminizada com a cobertura triboquímica de sílica (Sistema Rocatec – ESPE,

Seefeld - Alemanha), previamente à cimentação com cimentos resinosos, por promoverem um aumento significativo na quantidade de sílica sobre a superfície cerâmica e assim alcançar maiores valores de resistência adesiva.

Kraivixien-Vongphantuset et al.¹⁵ (1992), Kern & Thompson¹² (1995), Marais & Herbst¹⁷ (1996) e Kiyan¹⁴ (2001) obtiveram maiores valores de resistência adesiva entre cimentos resinosos e a cerâmica aluminizada In-Ceram condicionada com cobertura triboquímica de sílica (Sistema Rocatec), mesmo sob tratamento térmico⁸.

Sendo assim, objetivou-se avaliar os efeitos da variação de temperatura sobre a resistência adesiva entre a superfície da cerâmica aluminizada In-Ceram condicionada com um sistema de cobertura triboquímica de sílica (Sistema Rocatec)^{3-5, 7, 9} e um cimento resinoso (Panavia F, Kuraray CO. - Japan) por meio da metodologia de microtração.

MATERIAL E MÉTODO

Para a realização do trabalho foram obtidos, segundo especificações do fabricante, três blocos de cerâmica aluminizada infiltrada por vidro (In-Ceram, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen - Alemanha) com dimensões de 15x6x6mm.

Como controle de qualidade, estes foram radiografados a fim de que pudessem ser verificadas possíveis bolhas existentes em seu interior. A presença destas eliminaria o bloco em questão.

A seguir, cada bloco cerâmico foi seccionado, formando três blocos menores com dimensões de 5x6x6mm cada (Figura 1).

Uma das faces de cada bloco cerâmico, com dimensões de 5x6mm, foi planificada e polida em poltriz com lixas d'água de granulação 300, 600, 800, 1000, 1200 com o objetivo de criar uma su-

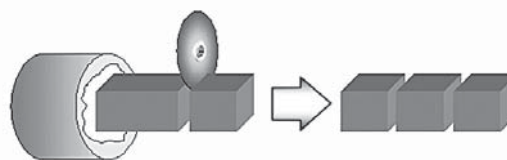


FIGURA 1 - Desenho esquemático da obtenção dos blocos menores de cerâmica.

perfcie plana e uniforme. Em seguida, cada um dos blocos cerâmicos foi moldado com silicona de adição (Express - 3M Dental Products, St. Paul, MN - USA), a fim de obter um molde para a confecção de blocos em resina composta (Clearfil AP-X™, Kuraray CO. - Japan), que serviram como base para viabilizar a construção dos corpos-de-prova. Os blocos de resina composta apresentavam, após sua confecção, uma das faces com características semelhantes às faces planificadas dos blocos de cerâmica, proporcionando maior contato entre estes. Após a moldagem, as faces planificadas dos blocos cerâmicos foram condicionadas com o sistema Rocatec (ESPE, Seefeld – Alemanha), que consiste de um microjateamento inicial com partículas de óxido de alumínio 110µm (Rocatec-Pre), durante 20 segundos com pressão de 2,8 bars, a uma distância padrão de 10mm e perpendicular à superfície, seguido de outro microjateamento com partículas de óxido de sílica 30µm (Rocatec-Plus), que promovem a formação da camada de sílica, finalizando-se o condicionamento com a aplicação de uma camada de silano (Rocatec-Sil), aguardando-se 5 minutos para secagem do mesmo.

Os segmentos cerâmicos foram unidos aos de resina composta com cimento resinoso (Panavia F, Kuraray CO. – Japan), manipulado segundo as recomendações do fabricante e aplicado sobre a superfície dos dois blocos. O conjunto foi posicionado em prensa tipo Guttemberg e aplicada carga (0,750kgf) perpendicular à superfície de união, durante 10 minutos (Figura 2).

Antes da presa do cimento, os excessos foram removidos com pincel apropriado, seguido da po-

limerização realizada com unidade foto-ativadora (XL 3000 - 3M Dental Products, St. Paul, MN - USA), com intensidade de luz de 450 Mw/cm², 40 segundos em cada margem e posterior aplicação do inibidor de oxigênio (Oxyguard, kuraray CO. - Japan), por 5 minutos em todas as interfaces. Passado o tempo recomendado de cimentação, os conjuntos foram lavados com jato de ar-água e armazenados em água destilada a 37°C. Desta forma, foram obtidos nove conjuntos de blocos cerâmicos cimentados a blocos de resina, que foram fixados com adesivo de cianoacrilato (Super-Bonder, Loctite, Piracicaba SP - Brasil), a uma base de acrílico cilíndrica acoplada a uma máquina especialmente construída para realização de cortes com discos diamantados de 0,15mm de espessura e 22mm de diâmetro, com precisão de 0,1mm (Figura 3).

Os conjuntos tiveram inicialmente 1mm de suas faces externas seccionadas, pois existia risco de haver excessos de cimento interferindo nos valores da resistência adesiva. A seguir, foram feitos cortes gerando fatias com 10x6x1mm de área (Figura 4).

Cada fatia foi posicionada e fixada com a superfície de 10x1 mm voltada para a base de acrílico, para realização de novos cortes e obtenção final dos corpos-de-prova (Figura 5).

Desta forma foram obtidos sessenta corpos-de-prova com as seguintes características: (a) formato retangular; (b) secção transversal quadrangular (simétrica); (c) área adesiva de 1±0,01mm² e (d) comprimento de ±10mm. Estes foram divididos em três grupos, sendo um controle (G1) e outros dois experimentais (G2 e G3), conforme Quadro 1.

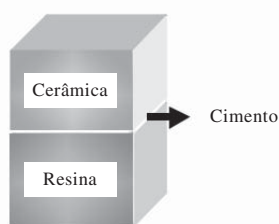


FIGURA 2 - Desenho do conjunto formado pelo bloco de cerâmica - cimento resinoso - bloco de resina.

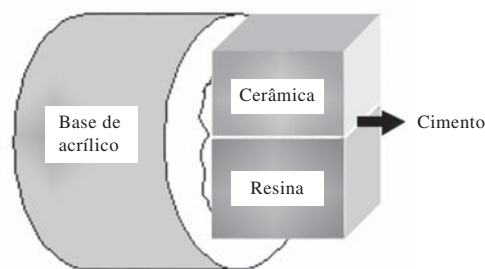


FIGURA 3 - Desenho esquemático do conjunto bloco de cerâmica, cimento resinoso e bloco de resina fixado com adesivo de cianoacrilato à base de acrílico.

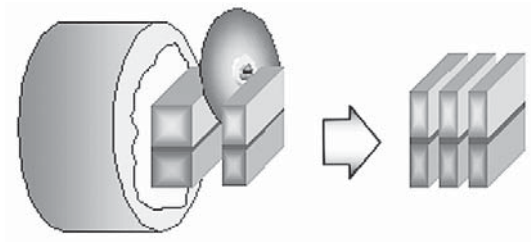


FIGURA 4 – Desenho esquemático do corte das fatias para posterior obtenção dos corpos-de-prova.

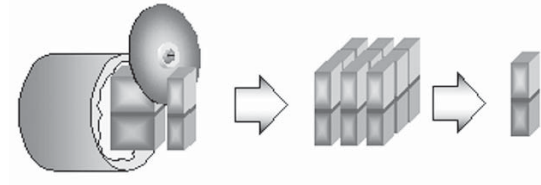


FIGURA 5 - Desenho esquemático do corte das fatias para obtenção dos corpos-de-prova.

Quadro 1 – Grupos, número de corpos-de-prova e variáveis estudadas

Grupo	Nº corpos-de-prova	Termociclagem
G1	20	Não
G2	20	6000 ciclos/5-55 °C
G3	20	12000 ciclos/5-55 °C

Após os tratamentos térmicos em máquina de ciclagem térmica (Modelo 521-4D – Nova Ética Ind., Com e Serv Ltda, Vargem Grande Paulista – SP, Brasil), cada corpo-de-prova foi colado com adesivo de cianoacrilato (Super Bonder) às garras de um paquímetro preparado para realização dos ensaios de microtração. Com este método, a força aplicada é perpendicular ao longo eixo do corpo-de-prova evitando-se a ocorrência de forças de torção e cisalhamento sobre a zona adesiva. O conjunto paquímetro - corpo-de-prova foi fixado à máquina de ensaios universal (Modelo DL-1000, EMIC - Equipamentos e Sistemas Ltda., São José dos Pinhais – PR, Brasil) e submetido à tração com velocidade de 0,5mm/min até o rompimento da união adesiva (Figura 6).

Para a estatística descritiva dos dados foram empregados os valores de: média, desvio padrão, coeficiente de variação e representação gráfica com o gráfico de colunas. Para a estatística diferencial foram utilizados a análise de variância paramétrica (ANOVA, 1 fator) e o teste de tendência linear. O nível de significância adotado foi o valor convencional de 5%.

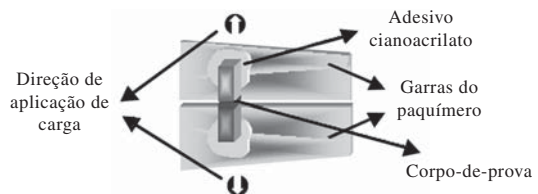


FIGURA 6 – Desenho esquemático do corpo-de-prova fixado ao dispositivo para ensaio mecânico.

RESULTADOS

A análise estatística foi realizada a partir dos dados obtidos (Tabela 1 - Figura 7) com o objetivo de levantar informações relevantes que pudessem testar nossas proposições.

Pode-se verificar através das informações contidas na Tabela e na Figura acima que os valores

de desvio padrão são próximos e não diferem estatisticamente (teste de Bartlett, $X^2 = 0,360$; $gl = 2$; $p = 0,835$). Os dados foram submetidos ao teste paramétrico ANOVA (análise de variância, 1 fator) a fim de compararmos o efeito médio entre os níveis de ciclagem. Os três níveis de ciclagem diferem estatisticamente (ANOVA, $F_{2,57} = 6,28$; $p = 0,0034 < 0,05$).

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados da resistência de microtração (MPa), segundo a ciclagem (N-número de amostras; DP-desvio padrão; CV-coeficiente de variação)

Estatística	Grupos		
	Sem ciclagem	6000 ciclos	12000 ciclos
N	20	20	20
Média	14,975	12,270	9,896
DP	4,689	4,728	4,168
CV (%)	31,316	38,539	42,120
Mínimo	7,680	4,910	3,650
Mediana	14,105	11,935	9,535
Máximo	22,680	23,0	17,980

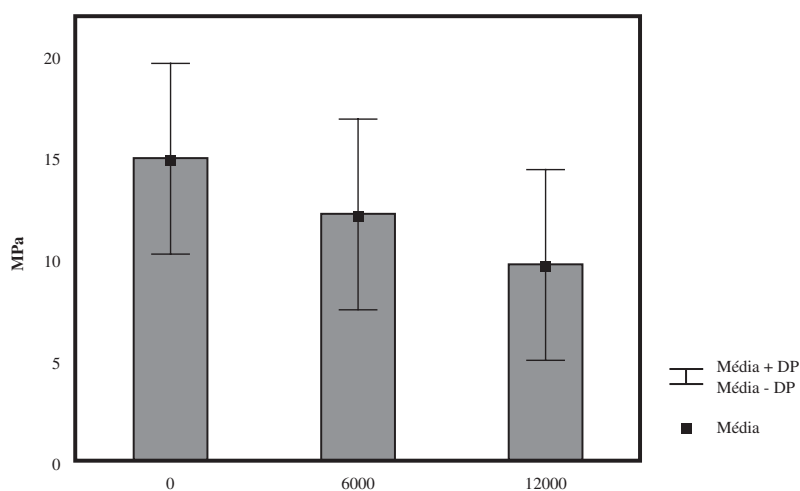


FIGURA 7 – Ilustração gráfica das médias e desvios-padrão dos dados de microtração, segundo os níveis de ciclagem.

Segundo o teste de comparação múltipla de Tukey (5%), o grupo sem ciclagem ($14,975 \pm 4,689$) diferiu estatisticamente do grupo submetido a 12000 ciclos ($9,896 \pm 4,168$), enquanto o grupo submetido a 6000 ciclos ($12,270 \pm 4,728$) ocupa uma posição intermediária. Verificou-se que ocorreu uma diminuição da resistência adesiva com o aumento do número de ciclos térmicos, e, também, verificou-se uma tendência linear (teste de contraste linear, $F_{1,57} = 12,536$; $p = 0,001$) entre o efeito da ciclagem sobre a resistência adesiva.

DISCUSSÃO

A ciclagem térmica em laboratório é a simulação do processo físico existente no meio bucal que mais frequentemente influencia a integridade da união adesiva entre materiais restauradores e agentes de cimentação. Chang et al.⁴ (2002) relatam que vários sistemas adesivos são influenciados por variações cíclicas de temperatura e armazenagem em soluções aquosas.

Baseando-nos nessa premissa, nesse estudo avaliamos o efeito da ciclagem térmica sobre a união adesiva entre uma cerâmica aluminizada condicionada com um sistema de microjateamento por sílica (silicatização) e um cimento resinoso à base de monômero fosfato modificado. Entretanto, este estudo não considerou outros métodos de condicionamento superficial, baseado em trabalhos que relatam resultados mais eficientes do condicionamento por cobertura triboquímica de sílica (Sistema Rocatec) das cerâmicas aluminizadas^{2,10,12,14, 19, 20}.

Pape et al.²¹ (1991) e Kraivixien-Vongphantsit et al.¹⁵ (1992) relatam que a união adesiva dos cimentos resinosos à superfície de In-Ceram é insuficiente quando são utilizados procedimentos convencionais de condicionamento, empregados usualmente em cerâmicas feldspáticas, tais como, ataque ácido e silanização. Nas cerâmicas aluminizadas, os ácidos não criam micro-retenções semelhantes às criadas em cerâmicas convencionais²⁴. Alguns autores^{10, 13} sugeriram o condicionamento com jateamento de óxido de alumínio $110\mu\text{m}$ (Al_2O_3) para criar micro-retenções na superfície das cerâmicas aluminizadas, porém apenas com este condicionamento não se promove efetiva união mecânica e química com os agentes de silanização, pois a superfície jateada apresenta alta resistência à abrasão e sua composição é composta por

alumina em 82%, sendo portanto reduzida a concentração de sílica (5%) não favorecendo o processo de interação com os agentes silanizadores, resultando em valores baixos de união adesiva^{10,12, 24}.

Apesar destes métodos de condicionamento apresentarem valores altos de resistência adesiva imediatamente após os procedimentos de cimentação, quando submetidos a tratamentos de ciclagem térmica ou mesmo sob armazenamento em períodos maiores que 30 dias em água destilada a 37°C , os valores de resistência adesiva alcançaram níveis muito baixos, não havendo uma estabilidade de união entre cerâmica e cimento¹³.

O sistema Rocatec-ESPE, introduzido por Guggenberger⁸ (1989) para condicionar superfícies metálicas (KERN et al.¹³, 1991), foi utilizado inicialmente por Neikes et al.¹⁹ (1992), Kraivixien-Vongphantsit et al.¹⁵ (1992) e posteriormente por Kern & Thompson¹¹⁻² (1994) e (1995) para condicionar as superfícies de cerâmicas aluminizadas (In-Ceram), promovendo o aumento do conteúdo de sílica a 19,7% em peso, por meio da cobertura triboquímica de sílica, sobre a superfície cerâmica. Este método de condicionamento, segundo os resultados destes autores, apresentou valores de união adesiva maiores que outros métodos de condicionamentos superficiais já citados, além de uma estável união adesiva entre cerâmica e cimentos resinosos à base de BIS-GMA.

A associação do condicionamento da superfície da cerâmica In-Ceram com o sistema Rocatec e cimentos resinosos modificados por monômeros de fosfato (Panavia F) utilizados neste trabalho resultou em valores menores de união adesiva, quando comparados a trabalhos que utilizaram cimentos resinosos a base de BIS-GMA. Segundo a literatura, a metodologia de microtração normalmente tende a fornecer resultados maiores de resistência a tração quando comparada aos métodos de ensaios convencionais de tração e cisalhamento, entretanto não foram encontrados trabalhos que testassem as mesmas variáveis de nossa pesquisa. Portanto, baseados nas propriedades da metodologia de microtração e na associação, ainda não verificada em outros trabalhos, de um cimento resinoso modificado com monômero fosfato a um método de condicionamento por sílica, consideramos que nossos resultados representam valores de união adesiva dependentes, principalmente, das propriedades dos materiais envolvidos²²⁻³.

Os resultados demonstraram que os valores entre o grupo I e grupo II não foram alterados de maneira significativa pelo efeito da ciclagem térmica, ou seja, manteve-se a estabilidade das uniões adesivas, corroborando com os resultados achados por Kern & Thompson¹² (1995). Embora os valores não sejam estatisticamente significantes, a utilização de 6000 ciclos promoveu a diminuição dos valores de união adesiva, indicando que os efeitos de armazenagem em água e ciclagem térmica tiveram importância neste processo. Um fato a ser considerado nos trabalhos de autores^{12, 15, 20} citados é que não se relacionam valores comparativos entre números de ciclos térmicos e tempo em meio bucal, desta forma, nosso trabalho baseou-se em Leibrock et al.¹⁶ (1999) que estabelece aproximadamente uma relação destes valores. Baseado neste fato, a utilização de 6000 ciclos térmicos equivaleria, em condições normais fisiológicas, à aproximadamente o período de 5 anos, sendo assim, nossa avaliação considerou estes números razoáveis para utilização na metodologia empregada.

Quando realizou-se a comparação entre os grupos I e III, verificou-se que os valores foram alterados de maneira significativa estatisticamente. Segundo Kern & Thompson¹² (1995) e Wegner et al.²⁵ (2002) a armazenagem em água e ciclagem térmica produzem efeitos sobre os materiais, alterando suas propriedades estruturais. Estes autores relatam que a armazenagem em água dos materiais resinosos promove a separação das partículas de carga da matriz de preenchimento, resultando na diminuição da resistência coesiva da própria resina, o que possivelmente foi um fator importante

para redução da união adesiva. A ciclagem térmica, entretanto é considerada, por estes autores, como o principal efeito na redução dos valores de união adesiva, pois os materiais cerâmicos e resinosos apresentam diferentes coeficientes de expansão térmica linear (CETL), assim, durante o processo de ciclagem a união adesiva é comprometida, pois a resina expande-se mais que a cerâmica, promovendo grande tensão entre os dois materiais e desta forma levando a fadiga da interface adesiva. Além disso, a ciclagem térmica também causa o enfraquecimento estrutural dos materiais resinosos, pois seus componentes de carga e preenchimento apresentam CETL diferentes e se desagregam devido à fadiga causada pelas alterações dimensionais durante a ciclagem térmica.

Dentro dos objetivos do presente estudo, verificou-se que a ciclagem térmica, possivelmente, é um dos fatores responsáveis pela diminuição dos valores de resistência adesiva, juntamente com o efeito de hidrólise, promovido pelo tempo de armazenamento em água destilada.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos deste estudo, podemos concluir que estatisticamente a ciclagem térmica com 6000 ciclos não influenciou sobre os valores de resistência da união adesiva entre a cerâmica aluminizada In-Ceram condicionada com o Sistema Rocatec e o cimento resinoso Panavia-F. Entretanto a utilização de 12000 ciclos térmicos foi capaz de diminuir significativamente a resistência adesiva em relação ao grupo não submetido à ciclagem térmica.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of thermocycling on the bond strength between the surface ceramic of In-Ceram (Vita - Zahnfabrik, Bad Säckingen - Germany) and the resin cement Panavia F (Kuraray CO, Japan). Nine ceramic blocks were fabricated with dimensions of 5x6x6mm. One of the faces with 5x6mm of each ceramic block was conditioned with a tribochemical silica coating (Rocatec system Espe - Seefeld - Germany) and after it was luted with Panavia F to another identical block made from composite resin (Clearfil AP-X, Kuraray CO, Japan). The nine groups formed by ceramic, cement and composite resin were split up obtained 60 samples with dimensions of 10x1x1mm and adhesive surface presenting $1\text{mm}^2 \pm 0,1\text{mm}^2$ of area. The samples were divided into 3 groups (n=20): G1 - stored in for 14 days in distilled water at 37°C; G2 - thermocycling for a total of 6000 cycles (5°C - 55°C, dwell time 30s); G3 - thermocycling for a total of 12000 cycles (5°C - 55°C, dwell time 30s). After conditioned times the samples were fixed with cianoacrilate adhesive at microtensile device and tested in a universal testing machine (EMIC - DL-1000, Equipamentos e Sistemas Ltda., São José dos Pinhais - PR, Brazil) at a crosshead speed of 0,5mm/min. Data were analysed by ANOVA and Tukey test. The

results indicated that the mean values of rupture tension (MPa) of G1 (14.97±4.68) they didn't differ statistically ($p < 5\%$) of G2 (12.27±4.72), however there was significant difference between G1 and G3 (9.89±4.16). It was possible to conclude that the thermocycling reduced the values of bond strength significantly when samples were submitted to 12000 cycles.

UNITERMS

Ceramics, resin cements, tensile strength

REFERÊNCIAS

- Bailey LF, Bennett RJ. DICOR surface treatments for enhanced bonding. *J Dent Res* 1988 June;67(6):925-31.
- Blixt M, Adamczak E, Linden LA, Oden A, Arvidson K. Bonding to densely sintered alumina surfaces: effect of sandblasting and silica coating on shear bond strength of luting cements. *Int J Prosthodont*. 2000 May/June;13 (3):221-6.
- Bouschlicher MR, Cobb DS, Vargas MA. Effect of two abrasive systems on resin bonding to laboratory-processed indirect resin composite restorations. *J Esthet Dent* 1999;11(4):185-96.
- Chang JC, Koh SH, Powers JM, Duong JH. Tensile bond strengths of composites to a gold-palladium alloy after thermal cycling. *J Prosthet Dent* 2002 Mar;87(3):271-6.
- Cobb DS, Vargas MA, Fridrich TA, Bouschlicher MR. Metal surface treatment: characterization and effect on composite-to-metal bond strength. *Oper Dent*. 2000 Sept./Oct;25(5):427-33.
- Della Bona A, Anusavice KJ, Shen C. Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics. *J Adhes Dent* 2000 Winter; 2(4):305-13.
- Frankenberger R, Kramer N, Sindel J. Repair strength of etched vs. silica-coated metal-ceramic and all-ceramic restorations. *Oper Dent*. 2000 May/June; 25(3):209-15.
- Guggenberger R. Rocatec system—adhesion by tribochemical coating. *Dtsch Zahnarztl Z*. 1989 Nov;44(11):874-6.
- Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT Jr. Shear bond strengths of 2 intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent* 2001 Nov;86(5):526-31.
- Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition. *J Prosthet Dent* 1994 May;71(5):453-61.
- Kern M, Thompson VP. Effects of sandblasting and silica-coating procedures on pure titanium. *J Dent* 1994 Oct;22(5):300-6.
- Kern M, Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability. *J Prosthet Dent* 1995 Mar;73(3):240-9.
- Kern M, Neikes MJ, Strub JR. Tensile strength of the bond to In-ceram after varying modes of surface conditioning. *Dtsch Zahnarztl Z*. 1991 Nov;46(11):758-61.
- Kiyari VH. Influência do tratamento das superfícies internas de dois tipos de cerâmicas na resistência adesiva à tração. São Paulo; 2001 [Dissertação de Mestrado em Odontologia – Faculdade de Odontologia da USP]
- Kraivixien-Vongphantuset R, Pietrobon N, Nathanson D. Bond strength of resin cement to In-Ceram core material. [abstract 141] *J Dent Res*1992; 71:533
- Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil* 1999 Feb; 26(2):130-7.
- Marais JT, Herbst D. In-Ceram, a combination of strength and aesthetics, with a bonding dilemma. *J Dent Assoc S Afr* 1996 Feb;51(2):53-5.
- McLaren EA, White SN. Glass-infiltrated zirconia/ alumina-based ceramic for crowns and fixed partial dentures: clinical and laboratory guidelines. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999; 11(8):985-94.
- Neikes MJ, Kern M, Strub, JR. Tensile bond strength of two silicoating (silicate/silanization) systems on the Al₂O₃-Ceramic In-Ceram (abstract 144). *J Dent Res* 1992; v.71,(sp. iss.):533
- Ozcan M, Alkumru HN, Gemalmaz D. The effect of surface treatment on the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. *Int J Prosthodont*. 2001 July/Aug;14(4):335-9.
- Pape FW, Pfeiffer P, Marx R. Bond strength of etched In-Ceram(R) to tooth enamel ZWR 1991 July;100(7):450-3.
- Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiama M, Carvalho R. Adhesion testing of dentin bond agents: a review. *Dent Mater* 1995 Mar; 11: 117-25.
- Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength—evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994 July;10(4):236-40.
- Schmid M, Fischer J, Hoffmann C, Strub JR. Chemical and thermal compatibility of all-ceramic systems. *Dtsch Zahnarztl Z* 1990 Aug;45(8):505-8.
- Wegner SM, Gerdes W, Kern M. Effect of different artificial aging conditions on ceramic-composite bond strength. *Int J Prosthodont*. 2002 May/June;15(3):267-72.
- Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond strength of composite to porcelain treated with new porcelain repair agents. *Dent Mater* 1992 May;8(3):158-61.

Recebido em: 06/03/03
Aprovado em:13/05/03

Oswaldo Daniel Andreatta Filho
Av. Cel. Alcântara, Centro
Caçapava – SP CEP: 12281-590
danielunesp@ig.com.br