



Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e
Clínica Integrada
ISSN: 1519-0501
apesb@terra.com.br
Universidade Federal da Paraíba
Brasil

Kalife COÊLHO, Túlio Marcos; Pereira ZANELLA, Anelise; INSAURRALDE, Elizeu; Dalla Lana
MATTIELLO, Rodrigo; Lima da SILVA, Anísio; Pereira TERRA, Gustavo Adolfo
Influência do Método de Injeção na Resistência à Flexão e Dureza das Cerâmicas: Duceragold,
Duceram Plus e Excelsior
Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, vol. 12, núm. 2, abril-junio, 2012, pp. 173-
177
Universidade Federal da Paraíba
Paraíba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63723490005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Influência do Método de Injeção na Resistência à Flexão e Dureza das Cerâmicas: Duceragold, Duceram Plus e Excelsior

Influence of The Processing Method on The Flexural Strength, Hardness and Microstructure of Duceragold, Duceram Plus And Excelsior Dental Ceramics

Túlio Marcos Kalife COÊLHO¹, Anelise Pereira ZANELLA², Elizeu INSAURRALDE¹, Rodrigo Dalla Lana MATTIELLO³, Anísio Lima da SILVA¹, Gustavo Adolfo Pereira TERRA⁴

¹Professor Adjunto do Departamento de Prótese e Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande/MS, Brasil.

²Cirurgiã-dentista formada pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande/ MS, Brasil

³Professor Colaborador da Disciplina de Prótese Fixa e Oclusão da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande/MS, Brasil.

⁴Doutorando em Ciências da Saúde na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Professor Colaborador da Disciplina de Implantodontia da UFMS, Campo Grande/MS, Brasil

RESUMO

Objetivo: Avaliar o comportamento mecânico das porcelanas feldspáticas convencionais Duceragold, Duceram Plus e Excelsior, por meio de ensaios de resistência à flexão, em três pontos, de dureza, análise TMA e posterior avaliação em microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Método: Dez corpos-de-prova (25 mm de comprimento, 5 mm de largura e 2 mm de espessura – ISO 6872) foram confeccionados pela sinterização convencional e pelo método de injeção. O ensaio de resistência à flexão, em três pontos, foi realizado em equipamento MTS 810 (Material Test System, EUA) com célula de carga de 50 kN e velocidade de 0,5 mm/min. No ensaio de dureza, na escala Vickers, cinco fragmentos de cada grupo foram submetidos a testes em durômetro de Buheler (EUA), com carga de 30 gf, por 30 segundos. Seguiu-se com análise térmica, considerando variação do coeficiente de dilatação, temperatura de transição vítreia e temperatura de amolecimento. A avaliação da superfície e microestrutura das cerâmicas foi realizada através de MEV. Para a avaliação da dureza dos materiais estudados e do efeito do método de processamento sobre esta propriedade foi empregada análise de variância a dois critérios fixos. Para todos os testes estatísticos, adotou-se, como regra de decisão, o nível de 5% de significância ($p<0,05$).

Resultados: Após análise estatística, as amostras mostraram-se paramétricas, segundo teste de aderência; no grupo do mesmo tipo de sinterização a análise de variância não apresentou diferença estatística, porém ao comparar os métodos de cocção um comportamento melhor e mais estável foi observado nas amostras injetadas quando comparadas com amostras sinterizadas. Conforme o MEV, as estruturas mostraram-se semelhantes no mesmo método de confecção, entretanto quando comparados os métodos de obtenção dos corpos-de-prova as amostras injetadas apresentaram melhor estrutura e menor porosidade.

Conclusão: O método de injeção mostrou-se de importante indicação para processamento de cerâmicas odontológicas, pelas vantagens mecânicas e estruturais.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the mechanical behavior of Duceragold, Duceram Plus and Excelsior conventional feldspathic ceramics processed by conventional sintering and heat pressing methods, by means of flexural strength test (three-point bending), hardness test, thermal analysis, and scanning electron microscopy (SEM).

Method: Ten specimens of each ceramic were prepared for the three-point bending flexural test (25 mm long x 5 mm wide x 2 mm thick - ISO 6872) in a MTS 810 machine (Material Test System, USA), with a 50 kN load cell and crosshead speed of 0.5 mm/min. Five specimens of each ceramic were prepared for analysis of hardness in a Vickers hardness tester (Buehler, USA) with 30 gf load for 30 seconds. The thermal analysis comprised the assessment of expansion coefficient variation, glass transition temperature and melting temperature. Ceramic surface and microstructure were examined by SEM. The samples were parametric by the adherence test. Two-way ANOVA analyzed statistically the results of hardness and the effect of the processing method on this property at 5% significance level ($p<0.05$).

Results: When the ceramics had the same processing method, no statistically significant difference was found among them. However, when the processing methods were compared, better performance and stability were observed for the heat-pressed ceramics compared with those processed by conventional sintering. In the SEM analysis, similar structures were observed when the ceramics had the same processing method, but the heat-pressed samples showed better structure and less porosity when the processing methods were compared.

Conclusion: The heat pressing method was found to be a valuable indication for dental ceramic processing due to its mechanical and structural advantages.

DESCRITORES

Materiais dentários; Porcelana dentária; Prótese parcial fixa; Microscopia eletrônica de varredura.

KEY-WORDS

Dental materials; Dental porcelain; Fixed partial denture; Scanning electron microscopy.

INTRODUÇÃO

O uso da cerâmica na Odontologia iniciou-se há cerca de 200 anos pela necessidade estética e funcional de substituir os dentes de animais que eram usados nas antigas próteses, pois apresentavam pigmentação e odor com a sua utilização. Em 1838, surgiu a primeira restauração em cerâmica adaptada aos remanescentes dentários¹ e, em 1960, desenvolveram-se as próteses metalocerâmicas, utilizadas até hoje com resultados estéticos e funcionais satisfatórios²⁻³.

Com o advento da técnica de condicionamento ácido do esmalte e dos sistemas adesivos em 1955, surgiram os sistemas cerâmicos reforçados isentos de metal. Essa evolução teve como marco, em 1968, a comercialização da cerâmica Dicor-Dentsply, e também em 1991, do sistema IPS Empress (média de resistência à flexão comparável a das cerâmicas reforçadas por alumina, 130MPa), ambos processados por injeção⁴⁻⁹. Os sistemas cerâmicos reforçados pela sua elevada resistência mecânica e estética superior (Sistema Procer, IPS-Empress 2, In-Ceram alumina e zircônia e outros) permitiram maior utilização clínica das cerâmicas odontológicas, que passaram a ser indicadas para confecção de infraestruturas de próteses parciais fixas e implantes, além de restaurações inlays/onlays e coroas totais¹⁰⁻¹¹, em substituição ao metal.

Portanto, o estudo e o desenvolvimento de novos métodos de processamento para os materiais cerâmicos convencionais e contribuem para melhores resultados clínicos e mecânicos buscando-se mais uma opção para os cirurgiões-dentistas em seus tratamentos. Dentre estes métodos, o processamento por injeção das cerâmicas pode permitir a obtenção de restaurações estéticas indiretas mais resistentes, com adaptação marginal superior e economicamente mais acessíveis, ampliando assim sua aplicação clínica e a durabilidade das restaurações.

METODOLOGIA

Os materiais investigados neste estudo são, segundo seus fabricantes, compostos à base de feldspato, com apresentação comercial de Duxera Gold, Duxeram Plus e Excelsior. Todos os produtos apresentam-se na forma de pó, aglutinado com água destilada. Eles foram submetidos a dois métodos de processamento: sinterização convencional, que é indicado pelos fornecedores, e pelo método de injeção a vácuo, método experimental⁸⁻⁹⁻¹⁰.

Para o dimensionamento dos corpos-de-prova para o ensaio de resistência à flexão (n=10), foram confeccionados espécimes em forma de barra, com 25 mm de comprimento, 5 mm de largura e 2 mm de espessura (norma ISO 6872), obtidos a partir de uma matriz metálica. Para o ensaio de dureza (n=5) por um menor para dureza. Cinco fragmentos de cada cerâmica, obtidos após o teste de resistência à flexão, foram

incluídos em resina acrílica ativada quimicamente JET (Artigos Odontológicos Clássicos, Brasil).

Para a confecção dos corpos-de-prova, padrões em resina acrílica Duralay (Reliance, Manufacturing Co., EUA) foram obtidos diretamente a partir da matriz metálica maior. Cada padrão teve 15% de suas dimensões aumentadas para compensar a contração ocorrida durante a sinterização. Os padrões foram moldados com polivinilsiloxano Stern Tek (Stern Gold, EUA), o molde foi preenchido com a massa cerâmica e os modelos obtidos foram sinterizados no forno Aluminipress (Degudent GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany), seguindo as recomendações dos fabricantes⁹.

A obtenção dos corpos-de-prova por injeção das cerâmicas em estudo iniciou-se pela produção de padrões em cera Plastodent (Degussa, Alemanha), nas dimensões da matriz metálica. Foram feitos quatro padrões, que receberam condutos de alimentação e então incluídos em revestimento Cergofit. O conjunto foi levado ao forno EDG 3000 (EDGCOM 3P, Brasil) para eliminar a cera, obter a expansão do molde e pré-aquecer o êmbolo cerâmico.

Para que os pós-cerâmicos pudessem ser injetados nos moldes, foi necessária uma compactação prévia da massa cerâmica dentro de seringa hipodérmica (Plastipak Becton Dickinson), adaptada pela remoção do encaixe para agulha, rendendo aproximadamente 1,4 g de material. Esse cilindro cerâmico foi colocado na entrada do conduto de alimentação do molde de revestimento, seguido pelo êmbolo cerâmico. O conjunto foi transferido do forno de aquecimento inicial para o forno de injeção Aluminipress (Degudent GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany). As temperaturas empregadas no método experimental foram as mesmas usadas para a sinterização convencional¹².

Com a cerâmica já plastificada, iniciou-se a injeção, pela ação do êmbolo, que comprimiu a cerâmica (4,5Bar) para dentro do molde de revestimento. Após a injeção, o conjunto foi removido do forno e resfriado à temperatura ambiente. Depois de desincluir as amostras, foi executado jateamento com óxido de alumínio (100µm), (Biojato Master, Bioart) e banho por imersão em solução de ácido fluorídrico a 1%, por 10 min, em aparelho de ultrassom (Ultrasonic, Odontobras Ind. e Com. de Equipamentos Médicos e Odontológicos Ltda.).

Obtidos os corpos-de-prova, seguiu-se com ensaio mecânico de resistência à flexão em três pontos, utilizando-se dois dispositivos: uma mesa com dois apoios cilíndricos (1,6 mm de diâmetro) e distantes 20 mm entre si, na porção inferior, e uma ponta ativa cilíndrica para aplicação da força no centro do corpo-de-prova, na porção superior. O carregamento foi realizado em máquina de tração Universal (EMIC 2000), com célula de carga de 50 kN.

Para os ensaios de dureza, na escala Vickers, após a inclusão em resina acrílica, os espécimes receberam acabamento e polimento mecânico. Em seguida, foram submetidos ao ensaio de dureza, em durômetro Buehler (Lake Bluff, EUA), com diamante Vickers e força de 300 gf por 30 segundos. A impressão

formada na superfície do corpo-de-prova foi calculada em relação à carga aplicada, e então convertida em número de dureza, na escala Vickers.

Para mensurar as alterações dimensionais das amostras, realizou-se análise termomecânica de TMA (TMA-50 Shimadzu Thermomechanical Analyzer), em que a deformação de cada amostra sob carga constante foi medida enquanto ela era sujeita a um esquema de temperatura. A TMA forneceu informações sobre a temperatura de amolecimento (temperatura de amolecimento – T_s), a estabilidade dimensional no aquecimento (coeficiente de dilatação – CD) e o comportamento visco elástico das cerâmicas em estudo (Temperatura de transição vítreia - T_g). Para isso, as cerâmicas foram previamente padronizadas em tamanho de 2 x 2 mm, por meio de uma serra de corte de precisão de baixa velocidade e então encaminhadas ao teste de TMA¹⁶.

Após os ensaios térmicos e mecânicos, as amostras foram metalizadas com uma fina camada de ouro a fim de receber boa condutividade elétrica e térmica e, então, seguir com avaliação pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL 5510). O MEV forneceu imagens das superfícies cerâmicas, processadas de acordo com cada método, onde foi possível avaliar presença de porosidades, trincas e distribuição dos cristais na superfície das amostras.

No delineamento estatístico deste trabalho, para a avaliação da propriedade mecânica de resistência à flexão, as cerâmicas estudadas foram agrupadas por marca comercial, dentro de cada método de

processamento. Para a avaliação da dureza dos materiais estudados e do efeito do método de processamento sobre esta propriedade, foi empregada análise de variância a dois critérios fixos. Para todos os testes estatísticos, adotou-se, como regra de decisão, o nível de 5% de significância ($p<0,05$).

RESULTADOS

Resistência à flexão

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios obtidos dos comportamentos das amostras cerâmicas ($n = 10$) de mesma marca comercial quando submetidas à flexão em três pontos variando-se o sistema de processamento.

Observa-se, na Tabela 1, dentro das técnicas de sinterização preconizadas pelos fabricantes, maior resistência à flexão para as cerâmicas Ducera Gold e Duceram Plus e menor resistência para a cerâmica Excelsior.

Avaliando o método experimental de injeção, notou-se que, para a cerâmica Ducera Gold, não houve alteração da propriedade mecânica de resistência à flexão. No entanto, para as cerâmicas Duceram Plus e Excelsior, o método experimental de injeção proporcionou aumento nos valores de resistência à flexão. Ademais, essas duas últimas apresentaram, estatisticamente, valores de resistência maior que a primeira.

Tabela 1. Médias das resistências à flexão para as cerâmicas processadas por sinterização e injeção (MPa).

Cerâmica	Ducera Gold		Duceram Plus		Excelsior	
	Sinterização	Injeção	Sinterização	Injeção	Sinterização	Injeção
Média	59,75	58,11	54,70	70,13	42,78	70,18
*DP	12,27	6,42	7,42	6,76	6,72	5,93
*CV	20,54%	11,05%	13,57%	9,64%	15,70%	8,45%

*DP = desvio-padrão; *CV = coeficiente de variação.

Dureza

As médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos valores obtidos nos testes de dureza, na escala Vickers, são apresentados, por material ($n = 5$), na Tabela 2, a seguir, para os métodos de sinterização convencional e por injeção a vácuo.

Na Tabela 2 são apontadas, para cada material individualmente, médias estatisticamente semelhantes de dureza entre as duas técnicas de processamento empregadas. Desta forma, o processo de injeção a vácuo não alterou a dureza de nenhum dos materiais estudados.

Tabela 2. Médias de dureza, na escala Vickers, das cerâmicas processadas por sinterização e por injeção (VHN).

Cerâmica	Ducera Gold		Duceram Plus		Excelsior	
	Sinterização	Injeção	Sinterização	Injeção	Sinterização	Injeção
Média	429,6	418,4	439,4	445,8	454,9	438,4
*DP	9,9	13,1	9,2	7,4	9,6	3,0
*CV	2,3%	3,1%	2,1%	1,6%	2,1%	0,7%

*DP = desvio-padrão; *CV = coeficiente de variação.

Análise TMA

Os resultados obtidos pela análise TMA estão dispostos na Tabela 3.

De acordo com os dados na Tabela 3, verificou-se

que houve mínima variação no coeficiente de dilatação das amostras em estudo, quando variado o método de processamento. Para a temperatura de transição vítreia,

constataram-se em todas as cerâmicas avaliadas diminuição de valor para o método de injeção. O mesmo

ocorreu com a temperatura de amolecimento, porém com variações menos intensas.

Tabela 3. Análise TMA das cerâmicas Ducera Gold, Ducera Plus e Excelsior com seus respectivos CD, TG e TS.

Cerâmica	Ducera Gold		Duceram Plus		Excelsior	
Método	Sinterizada	Injetada	Sinterizada	Injetada	Sinterizada	Injetada
*CD (K^{-1})	2,96	3,74	3,01	2,87	2,37	3,18
*TG (°C)	491,77	466,32	373,57	223,67	407,77	341,02
*TS (°C)	574,73	567,38	682,60	667,45	656,68	648,36

Nota: *CD = coeficiente de dilatação; *TG = temperatura de transição vítreia; *TS = temperatura de amolecimento.

Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Conforme as imagens (Figuras 1 a 6) fornecidas pelo MEV, as cerâmicas injetadas caracterizaram-se por superfícies mais lisas, de menor porosidade e rugosidade, além de trincas e fraturas serem menos frequentes em relação às superfícies das cerâmicas sinterizadas.

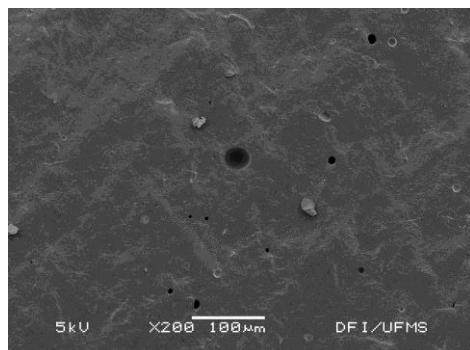


Figura 1. Duceragold sinterizada.

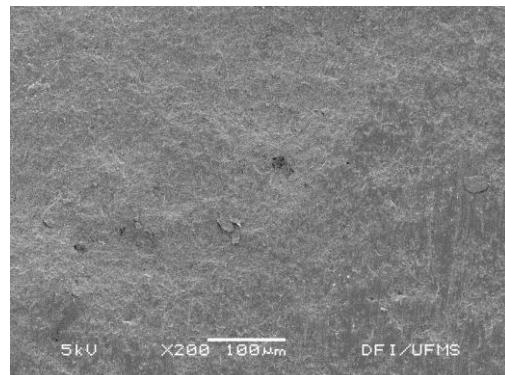


Figura 4. Duceram Plus Injetada.

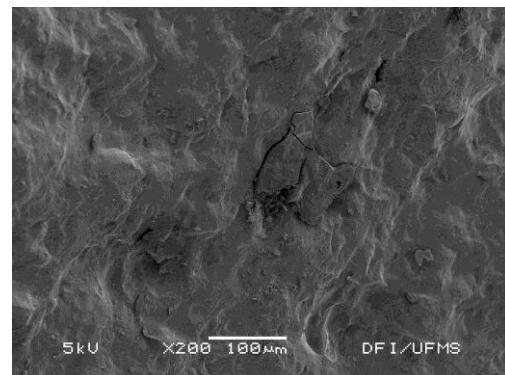


Figura 5. Excelsior sinterizada.

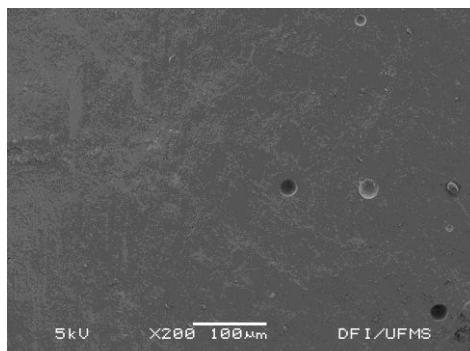


Figura 2. Duceragold injetada.

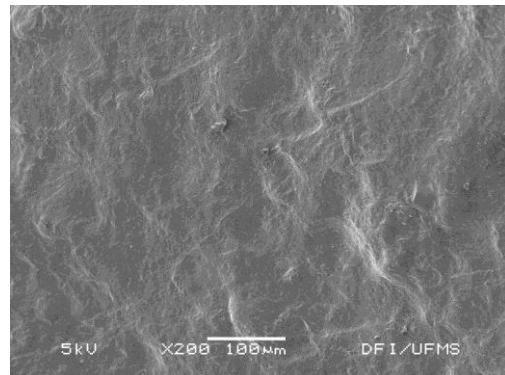


Figura 6. Excelsior injetada.

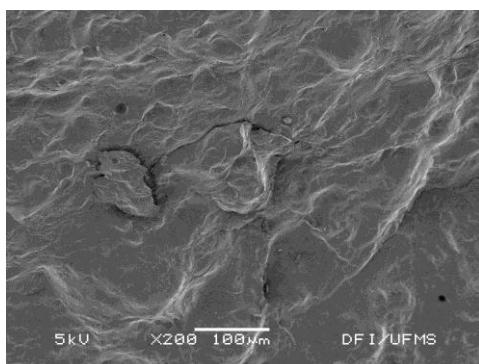


Figura 3. Duceram Plus sinterizada.

DISCUSSÃO

Os resultados dos testes de resistência à flexão no presente estudo demonstraram que duas amostras (Duceram Plus e Excelsior) das três utilizadas tiveram

aumento da resistência quando confeccionadas a partir do método experimental de injeção, o mesmo podendo ser dito por maior presença de cristais nessas duas marcas e com distribuição mais homogeneas. A injeção da cerâmica tem influência sobre a resistência à flexão desse material, por uma menor presença de bolhas, além de ser responsável em definir melhor forma, contorno e adaptação das restaurações¹²⁻¹³.

Nos testes de dureza realizados, observou-se que o processo de injeção a vácuo não alterou a dureza de nenhum dos materiais estudados¹³.

O coeficiente de dilatação nos materiais dentários deve ser considerado pela importância de utilizar aqueles que apresentem valores semelhantes aos das estruturas dentais (coroa: CD = 11,4 K⁻¹; raiz: CD = 8,3 K⁻¹, de 20 a 50°C¹⁴), uma vez que no ambiente bucal ocorrem alterações térmicas em torno de 40°C, sendo fator de influência na adaptação marginal de coroas. A adaptação marginal de coroas totais garante a longevidade do tratamento, pois a fenda formada entre a restauração e o remanescente dental é potencial nicho para o acúmulo de placa bacteriana, que resulta em um tecido periodontal inflamado, cárie, e subsequente falha do tratamento protético¹⁵.

As imagens reveladas pelo MEV, neste estudo, confirmaram que quanto maior a quantidade de fendas e porosidades em materiais de mesma composição e processamento técnico, menor é a sua resistência à flexão¹⁶. As cerâmicas injetadas comportaram-se de maneira semelhante ao IPS-Empress, que após injeção, apresentou cristais de leucita distribuídos de forma mais homogênea, melhorando a resistência à flexão^{12,17}. As imagens também evidenciaram distribuição mais uniforme da fase cristalina das cerâmicas injetadas em relação ao processamento convencional, caracterizando superfícies menos rugosas, que proporcionam menor retenção do biofilme bacteriano sobre as restaurações dentárias¹³.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o processamento de cerâmicas odontológicas, pelo método de injeção, possui maiores vantagens mecânicas e estruturais em relação ao método convencional de sinterização para as cerâmicas estudadas (Dulcera Gold, Duceral Plus e Excelsior), pelo aumento da resistência à flexão, diminuição de alterações pela variação de temperatura (TMA), além de menor porosidade (MEV), menor rugosidade e menor presença de fendas pela distribuição mais homogênea de seus cristais.

REFERÊNCIAS

- Chain MC, Arcari GM, Lopes CG. Restaurações cerâmicas estéticas e próteses livres de metal: as novas alternativas possibilitadas pelas novas porcelanas. RGO. 2000; 48(2): 67-70.
- Van Noort R. Dental materials. London: Mosby; 1994.
- Anusavice, KJ. Materiais dentários. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
- Uctasli S, Wilson HJ, Unterbrink G, Zaimoglu A. The strength of a heat-pressed all-ceramic restorative material. J Oral Rehabil 1996; 23(4): 257-61.
- Cattell MJ, Clarke RL, Lynch EJ. The biaxial flexural strength and reliability of four dental ceramics – part II. J Dent 1997; 25(5): 409-14.
- Pröbster L, Geis-Gerstorfer J, Kirchner E, Kanjantra P. In vitro evaluation of a glass-ceramic restorative material. J Oral Rehabil 1997; 24(9): 636-45.
- Cattell MJ, Knowles JC, Clarke RL, Lynch EJ. The biaxial flexural strength of two pressable ceramic systems. J Dent 1999; 27(3):183-96.
- Drummond JL, King TJ, Bapna MS, Koperski RD. Mechanical property evaluation of pressable restorative ceramics. Dent Mater. 2000; 16(3): 226-33.
- McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. J Prosthet Dent 2001; 85(1): 61-6.
- Myers ML, Ergle JW, Fairhurst CW, Ringle RD. Fatigue failure parameters of IPS-Empress porcelain. Int J Prosthodont 1994; 7(6): 549-53.
- Höland W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS-Empress 2 and the IPS-Empress glass-ceramics. J Biomed Mater Res 2000; 53(4): 297-303.¹
- Dong JK, Luthy H, Wohlwend A, Schärer P. Heat-pressed ceramics: technology and strength. Int J Prosthodont 1992; 5(1): 9-16.
- Gorman CM, McDevitt EE, Hill RG. Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental materials. Dent Mater 2000; 16(6): 389-95.
- UM Library. Michigan: University of Michigan; 2008 [acessada em 23 out. 2008]. Disponível em: <http://www.lib.umich.edu/>
- Goldin EB, Boyd NW, Goldstein GR, Hittelman EL, Thompson VP. Margin fit of leucite-glass pressable ceramic restorations and ceramic-pressed-to-metal restorations. J Prosthet Dent 2005; 93(2): 143-47.
- Seghi RR, Denry IL, Rosenstiel SF. Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. J Prosthet Dent 1995; 74(2): 145-50.
- Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. J Prosthet Dent 2003; 89(4): 374-80.

Recebido/Received: 27/04/2011

Revisado/Reviewed: 06/02/2012

Aprovado/Approved: 26/04/2012

Correspondência:

Túlio Marcos Kalife Coêlho
Rua Paulo Machado 233 - Bairro Vivendas
Campo Grande – MS, Brasil
CEP: 79021-300
Telefone: (67) 3026-7782
E-mail: tkalife@hotmail.com

1. Chain MC, Arcari GM, Lopes CG. Restaurações cerâmicas estéticas e próteses livres de metal: as novas alternativas possibilitadas pelas novas porcelanas. RGO. 2000; 48(2): 67-70.