

Análise da resistência à flexão de cerâmica a base de zircônia e estabilizada por ítria com cobertura cerâmica

C. F. Carvalho^{1,2}, C. L. Melo-Silva^{1,2}, T. C. F. Melo-Silva^{1,2}, R. X. Freitas², J. P. S. Sudré³, J. F. C. Lins¹

¹ Universidade Federal Fluminense, ² UniFOA- Volta Redonda, ³ Universidade Federal de Juiz de Fora

Avenida Paulo Erlei Alves Abrantes, 1325- Três Poços, Volta Redonda-RJ, Brazil

crisfoncar@hotmail.com

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi analisar a resistência à flexão de cerâmica a base de zircônia estabilizada por ítria, usada na confecção infraestrutura de próteses dentárias com cobertura de diferentes tipos de cerâmicas. As amostras retangulares medindo 18mm x 4mm x 1,2mm foram divididas em grupos (n=10): G1= controle Y-TZP, G2=Y-TZP + cerâmica feldspática sinterizada e G3=Y-TZP + cerâmica feldspática prensada e submetidas ao ensaio de flexão de três pontos com velocidade de 0,5mm/min. Comparado ao grupo controle (G1), o grupo que apresentou melhor resistência a flexão foi o G2, porém, não significativa em relação ao G3. Nenhum grupo apresentou fratura da infraestrutura. Observou-se por meio da metodologia aplicada que todos os grupos estão adequados para o emprego em próteses dentárias.

Palavras-chave: Zircônia estabilizada, porcelanas de revestimento, cerâmicas odontológicas

INTRODUÇÃO

A odontologia atual prima pela estética, neste contexto, é indiscutível que as cerâmicas odontológicas, com suas características ópticas, são excelentes como opção para esse tipo de reabilitação. Para próteses anteriores esse material tem um comportamento satisfatório no que diz respeito à estética e biocompatibilidade, porém, a crescente exigência de próteses estéticas em regiões posteriores implica no desenvolvimento de sistemas cerâmicos mais resistentes.

As restaurações metalocerâmicas (infraestrutura de metal recoberta por porcelana) têm sido usadas a décadas, com sucesso, como um padrão de próteses posteriores estéticas. Porém, falhas biológicas são comumente relatadas, assim

como, algumas complicações mecânicas, como o lascamento e/ou fratura da cerâmica de cobertura⁽⁴⁾. Mas, os principais fatores que levam esse sistema ser substituído pelos sistemas livres de metal, usados atualmente com as mesmas indicações, são a possibilidade de reação alérgica, devido as ligas metálicas utilizadas e a dificuldade de se conseguir uma estética satisfatória, principalmente em região cervical, na qual, a borda termina em metal e há pouca espessura de cerâmica^(29,30).

Os sistemas totalmente cerâmicos, considerados como solução estética associada à resistência para próteses dentárias posteriores, ainda são menos estáveis que o sistema metalocerâmico no que diz respeito ao seu desempenho estrutural, pois a fratura catastrófica ou da cerâmica de revestimento afetam de 5 a 10% das coroas totalmente cerâmicas em um período de aproximadamente 6 anos⁽¹⁵⁾.

O material de infraestrutura mais utilizado, atualmente, em próteses dentárias totalmente cerâmicas, é composto de policristais de zircônia tetragonal parcialmente estabilizados com ítria (Y-TZP)^(16,21), devido a combinação das suas propriedades mecânicas, como elevada tenacidade à fratura e resistência à flexão, associada a propriedade de transformação de fase (tetragonal para monoclinica), além de menor módulo de elasticidade^(17,20). A combinação dessas propriedades justificam as melhores taxas de sobrevida da infraestrutura quando comparadas às outras as cerâmicas odontológicas^(10,23). Entretanto, a fratura da porcelana de revestimento, tem sido a principal causa de comprometimento mecânico desse sistema cerâmico. Várias podem ser as causas do insucesso, a forma deficiente da infraestrutura ou a concentração de tensões no momento de aplicação da porcelana de cobertura, mas, o fato, é que a taxa de fratura da porcelana de revestimento para próteses parciais fixas totalmente cerâmicas se mostra estatisticamente maior que a observada nas próteses metalocerâmicas⁽¹⁴⁾.

Diante da problemática exposta, o desafio deste estudo é superar as complicações relacionadas ao comportamento mecânico dos sistemas cerâmicos, a base de zircônia estabilizada por ítria, frente à fratura da porcelana de revestimento. Comparando a resistência à flexão de amostras compostas de infraestrutura de Y-TZP revestidas com porcelana obtidas através de diferentes tipos de aplicação, submetidas a ensaios de flexão de três pontos.

MATERIAIS DE MÉTODOS

Para o estudo foram utilizados blocos pré-sinterizados Ítrion Zirkon Transluzent (Zirkonzahn GMHB) de cerâmicas a base de zircônia estabilizada por ítria (Y-TZP) para confecção da base, infraestrutura, confeccionados por meio de usinagem e dois diferentes tipos de cerâmicas feldspáticas de revestimento, uma aplicada por meio de sinterização (VITA VM9) e outra por prensagem (VITA PM9), citados na tabela 1.

Tabela 1- Materiais utilizados neste estudo

Material	Categoria	Fabricante
Ítrion Zirkon Transluzent	Y-TZP	Zirkonzahn GMHB
VITA VM9	Cerâmica feldsática estratificada	VITA Zahnfabrik
VITA PM9	Cerâmica feldsática prensada	VITA Zahnfabrik

Para corpos de prova foram confeccionadas placas retangulares medindo 18mm x 4mm x 1,2mm, de acordo com a ISO 6872 (ISO 2009) de Y-TZP e revestidas por porcelana.

As amostras foram divididas nos seguintes grupos (n=10) conforme a variação de porcelana de revestimento e seu método de aplicação: G1: controle, somente Y-TZP; G2: Y-TZP + cerâmica feldspática sinterizada; G3: Y-TZP + cerâmica feldspática prensada.

Todos os grupos foram submetidos ao ensaio de flexão de três pontos com velocidade de 0,5mm/min.

A resistência à flexão de cada amostra foi calculada através da equação (A), de acordo com ISO 6872 (ISO 2009):

$$S = 3PL / 2bd^2 \quad (A)$$

Na qual, S = resistência à flexão, P= força de fratura, L= comprimento do corpo de prova, b= espessura do corpo de prova e d= altura do corpo de prova, conforme figura 1.

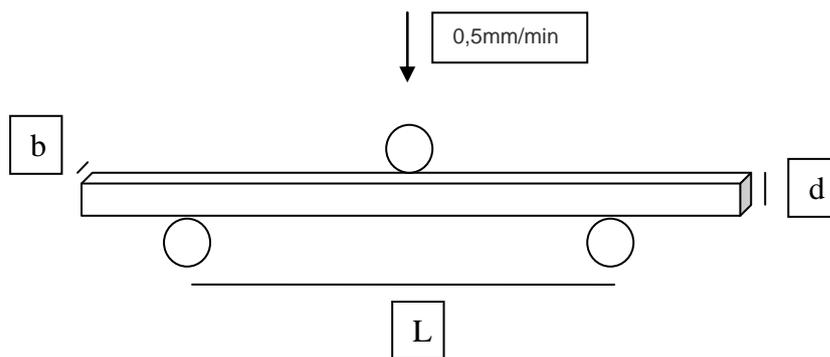


Figura 1- Desenho esquemático do ensaio de flexão de três pontos

Para cada grupo, foi calculada a média dos valores de resistência à flexão e comparadas entre os grupos através da análise estatística ANOVA com significância em nível de 5%.

RESULTADOS

As médias dos valores de resistência à flexão de cada grupo, representadas na tabela 2, demonstraram, através da análise estatística, que houve diferença significativa entre o grupo controle, G1 e os demais grupos, sendo o grupo controle mais resistente. Já entre os grupos G2 e G3 não houve diferença significativa entre os valores obtidos.

Tabela 2- Médias dos valores de resistência à flexão

Grupos	Resistência á flexão (Mpa)
G1	1.190,12
G2	426,08
G3	406,59

Em nenhuma das amostras houve a fratura da infraestrutura no momento da fratura do revestimento. Com isso, a resistência à flexão das amostras revestidas por porcelana, foi aumentada em relação ao grupo controle, somente Y-TZP.

DISCUSSÃO

As próteses dentárias totalmente cerâmicas são, indiscutivelmente, a tendência do momento. Os sistemas ceramocerâmicos vêm sendo aprimorados. Além da estética, foi incorporada a eles a resistência mecânica, o que possibilitou sua indicação para próteses parciais fixas extensas e em áreas posteriores que recebem mais tensões^(2,20). O desafio atual é fazer com que eles superem o comportamento estrutural estável das metalocerâmicas, utilizadas com sucesso a décadas⁽¹⁴⁾, assim

como, a correta seleção de um sistema adequado, que supra as necessidades estéticas e funcionais, frente a uma gama de sistemas oferecidos no mercado.

Para o presente estudo, a escolha do Y-TZP para confecção de infraestruturas, dentre as cerâmicas de óxidos, se justifica pelo fato de ter propriedades mecânicas excelentes como elevada tenacidade à fratura, elevada resistência à flexão, associada à propriedade de transformação de fase (tetragonal para monoclinica), além de menor módulo de elasticidade ^(17,20) e a causa de usinar blocos pré-sinterizados, ⁽⁸⁾se dá, pois os blocos fabricados para sistemas CAD-CAM são mais homogêneos e com mínimo de falhas inerentes em comparação a procedimentos manuais em camadas⁽¹³⁾.

Apesar de ser um sistema resistente, a principal causa de falha nas restaurações à base de zircônia está relacionada com a porcelana de revestimento que apresenta uma resistência flexural de 60 a 120Mpa ^(3,4,7,11). Segundo alguns estudos, ^(3,5,18,19,28), as causas do lascamento da porcelana de revestimento podem ser: falta de apoio da porcelana, as diferenças no CET entre a infraestrutura e o revestimento ^(1,9,12,23,24,26,27), a técnica de processamento ^(13,16,25,31), as implicações desconhecidas de transformação de fase observada na interface infraestrutura/revestimento ⁽²³⁾ e a baixa difusibilidade térmica da Y-TZP comparado com alumina e o metal ^(1,12,24,27). Na realidade, é necessário analisar cada um desses fatores que podem levar ao lascamento, para uma compreensão de sua relação com o problema.

Neste estudo, foram usados diferentes tipos de revestimento, quanto ao seu tipo de aplicação e em ambos os grupos foi observado o aumento da resistência à flexão da porcelana de cobertura, aproximadamente 416Mpa, valores que atingiram o dobro daquele encontrado em outros estudos, 121,60Mpa, ⁽⁷⁾ até o momento de sua falha, provavelmente, e por estar apoiada sobre a infraestrutura plana. Porém, não foi suficiente para evitar o lascamento. E corroborando com vários trabalhos ^(7,20,23) a resistência à flexão da Y-TZP, no presente estudo, se mostrou excelente, uma média de 1190Mpa, sendo aumentada nos grupos que continham revestimento de porcelana.

Alguns autores, apontam o uso de coroas de zircônia monolíticas, com ausência da interface entre infraestrutura/revestimento e com diferentes cores, mostrando uma estética aceitável ⁽²³⁾, sendo a solução para o problema do lascamento do revestimento. Porém, a ausência de estudos clínicos ou laboratoriais

relacionados a essas coroas de zircônia monolíticas, torna duvidável sua indicação. Principalmente, no que diz respeito ao desgaste do substrato antagonista, das propriedades ópticas, em relação à rugosidade superficial e em relação ao envelhecimento e possibilidade de mudança de fase frente às tensões transmitidas diretamente sobre elas ⁽⁶⁾.

Diante das possibilidades expostas, as causas do lascamento da porcelana de revestimento nas restaurações à base de zircônia permanecem complexas e soluções dos problemas ainda são desafios a serem entendidos e superados para o melhor desempenho clínico das restaurações totalmente cerâmicas.

Este estudo demonstrou um pouco da evolução dos sistemas ceramocerâmicos e apontou o sistema de infraestrutura de Y-TZP com revestimento de cerâmica feldspática como promissor, porém, períodos maiores de observação e estudos mais complexos são necessários.

CONCLUSÃO

Baseado nas evidências deste estudo é lícito concluir que :

- Os sistemas ceramocerâmicos a base de Y-TZP revestidos por cerâmica feldspática são altamente resistentes á flexão.
- Os revestimentos de cerâmica feldspática prensada ou sinterizada são, igualmente aceitáveis para cobertura da infraestrutura de Y-TZP.
- Mais estudos são necessários para apontar solução para o lascamento das cerâmicas de revestimento dos sistemas a base de zircônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

⁽¹⁾Aboushelib MN; Feilzer AJ; de Jager N; Kleverlaan CJ. Prestresses in bilayered allceramic restorations. J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater, v.87, p.139-145, 2008.

⁽²⁾Anusavise KJ; Jadaan OM; Esquivel-Upshaw JF; Time-dependent fracture probability of bilayer, lithium-disilicate-based, glass-ceramic, molar crowns as a function of core/veneer thickness ratio and load orientation. Dental Materials, v.28, p.1132-1138, 2013.

⁽³⁾Bonfante G; Oliveira PCGD; Bonfante EA; Martins LM; Lorenzoni FC. Sistemas totalmente cerâmicos: construção, planejamento e longevidade. In: pereira jc, masioli ma, editors. Pro-odonto Estética. Porto alegre: Artmed Panamericana, 2009, p. 51-134.

⁽⁴⁾Bottino M; Quintas A; Miyashita E; Giannini V. Estética Em Reabilitação Oral Metal Free. São Paulo: Artes Médicas, 2001, p.496,.

- (5) Bulpakdi P; Taskonak B; Yan J; Mecholsky JR. Failure analysis of clinically failed allceramic fixed partial dentures using fractal geometry. *Dental Materials*, v.25, p.634-640, 2009.
- (6) Chevalier J. What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials*.v.27, p.535-543, 2006.
- (7) Coldea A; Swain MV, Thiel N. In-vitro strength degradation of dental ceramics and novel PICN material lby sharpin dentation. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, v.26, p. 34-42, 2013.
- (8) Dellabona A; Mecholskyjr J; Barrett A; Griggs J. Characterization of glass-infiltrated alumina-based ceramics. *Dental Materials*,v.;24, p.1568-1574,2008.
- (9) De Kler M; de Jager N; Meegdes M; Van Der Zel JM. Influence of thermal expansion mismatch and fatigue loading on phase changes in porcelain veneered y-tzp zirconia discs. *Journal Of Oral Rehabilitatio*.,v.34, p.841-847, 2007.
- (10) Denry I; Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dental Materials: official publication of the academy of dental materials*,v.24, p.299-307, 2008.
- (11) Fischer H; de Souza RA; Watjen AM *et al*. Chemical strengthening of a dental lithium disilicate glass-ceramic material. *J Biomed Mater Res A*.,v.87, p.582-587,2008.
- (12) Fischer j, stawarczyk b, trottmann a, hammerle c. Impact of thermal misfit on shear strength of veneering ceramic/zirconia composites. *Dent Mater*., v.25, p.419-423,2009.
- (13) Guess PC; Zavanelli RA; Silva NR; Bonfante EA; Coelho PG; Thompson VP. Monolithic cad/cam lithium disilicate versus veneered y-tzp crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont*.,v.23, p.434-442, 2010.
- (14) Hobkirk JA; Wiskott HW. Ceramics in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res*., v.20, n. 4, p.55-57,2009.
- (15) Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am*., v.48, p.513-30, 2004.
- (16) Kim JW; Covel NS; Guess PC; Rekow ED; Zhang Y. Concerns of hydrothermal degradation in cad/cam zirconia. *J Dent Res*.,v.89, p.91-95, 2010.
- (17) Kim JW; Kim JH; Thompson VP; Zhang Y. Sliding contact fatigue damage in layered ceramic structures. *J Dent Res*., v.86, p.1046-1050, 2007.
- (18) Lorenzoni FC; Martins LM; Silva NR *et al*. Fatigue life and failure modes of crowns systems with a modified framework design. *Journal Of Dentistry*, 2010.

- (19) Marchack BW; Futatsuki Y; Marchack CB; White SN. Customization of milled zirconia copings for all-ceramic crowns: a clinical report. *J Prosthet Dent.*, v.99, p.169-173, 2008.
- (20) Martins LM; Lorenzoni FC; Farias BC; Lopes LD; Bonfante G; Rubo JH. Biomechanical behavior of dental ceramics: review. *Cerâmica*, 2010.
- (21) Raigrodski A. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am.*, v.48, p. 531-44, 2004.
- (22) Rekow ED; Thompson V. Engineering long term clinical success of advanced ceramic prostheses. *Journal Of Materials Science Materials In Medicine*, v.18, p.47-56, 2007.
- (23) Rekow ED; Silva N; Coelho P; Zhang Y; Guess PC; Thompson VP. Performance of dental ceramics: challenges for improvement. *Journal of dental research*, v.1,p.17, 2011.
- (24) Rues S; Kröger E; Müller D; Schmitter M. Effect of firing protocols on cohesive failure of all-ceramic crowns. *Journal of Dentistry*,v.38, p.987-994, 2010.
- (25) Salazar Marocho SM; Studart AR; Bottino MA; Della Bona A. Mechanical strength and subcritical crack growth under wet cyclic loading of glass-infiltrated dental ceramics. *Dental Materials: official publication of the academy of dental materials*, v.26, p.483-490, 2010.
- (26) Swain M. Unstable cracking (chipping) of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. *Acta Biomaterialia*, v.5, p.1668-1677, 2009.
- (27) Taskonak B; Borges GA; Mecholsky JJ; Anusavice KJ; Moore BK; Yan J. The effects of viscoelastic parameters on residual stress development in a zirconia/glass bilayer dental ceramic. *Dental Materials: official publication of the academy of dental materials*, v.24, p.1149-1155, 2008.
- (28) Tinschert J; Schulze KA; Natt G; Latzke P; Heussen N; Spiekermann H. Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of dc-zirkon: 3-year results. *Int J Prosthodont.*, v.21, p.217-222, 2008.
- (29) Wassell RW; Walls AW; Steele JG. Crowns and extra-coral restorations: materials selection. *Br Dent J.*, v.192, p.199-202, 205-11, 2002.
- (30) Wataha JC; Messer RL. Casting alloys. *Dent Clin North Am.*, V.48, p.499-512, 2004.
- (31) Zhang Y; Lawn BR; Malament KA; Thompson VP; Rekow ED. Damage accumulation and fatigue life of particle-abraded ceramics. *The International Journal Of Prosthodontics*, v.19, p.442-448, 2006.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the flexural strength of ceramics based on zirconia stabilized by yttria, used in the manufacture of dental prostheses infrastructure with different types of coating ceramics. The rectangular samples measuring 18mm x 4mm x 1.2 mm were divided into groups (n = 10): G1 = control Y-TZP, G2= Y-TZP + sintered feldspathic ceramic and G3= Y-TZP + pressable feldspathic ceramic and submitted to assay of three points with a speed of 0.5 mm / min. Compared to the control group (G1), the group that showed the greatest resistance to bending was the G2, however, not significant relative to G3. No group provided the infrastructure fracture. It was observed by means of the methodology applied to all groups are suitable for use in dental prostheses.

Keywords: stabilized zirconia, porcelain coating dental ceramics