

**FRATURAS DO REVESTIMENTO CERÂMICO SOBRE A
INFRAESTRUTURA DE ZIRCÔNIA EM PRÓTESE DENTÁRIA
REVISTA DA LITERATURA**

**FRATURES OF THE VENNERING CERAMIC ON
ZIRCONIA INFRASTRUCTURE IN DENTAL PROSTHESIS
REVIEW OF THE LITERATURE**

Felipe VILLELA MARTINS *

* Especialista em Prótese Dentária pela Universidade Veiga de Almeida – UVA, Rio de Janeiro.

RESUMO

A estética é um fator determinante na existência do ser humano. Na Odontologia pesquisas e desenvolvimento de novos materiais vêm sendo realizadas para encontrar soluções que satisfaçam as exigências dos pacientes que necessitam de próteses reparadoras. Neste sentido, a zircônia vem sendo largamente utilizada na confecção das infraestruturas das próteses, uma vez que sua estabilidade e resistência são compatíveis a materiais de maior rigidez além de apresentar excelente resultado estéticos. Entretanto, fraturas vêm ocorrendo nos revestimentos cerâmicos destas mesmas próteses sem que soluções para tais problemas tenham sido até então encontradas. O objetivo deste estudo é apresentar uma revista da literatura que trata das fraturas do revestimento cerâmico sobre a infraestrutura de zircônia em próteses dentárias.

ABSTRACT

Aesthetics is a determining factor in human existence. In Dentistry research and development of new materials has been undertaken to find solutions that meet the needs of patients requiring reconstructive prostheses. In this sense, the zirconia has been widely used in the manufacture of prostheses infrastructure, since its stability and strength of materials are compatible with greater rigidity and presents excellent aesthetic results. However, fractures have occurred in this veneer ceramic prostheses without solutions to these problems have been found so far. The objective of this study is to present a review of literature dealing with fractures of the ceramic coating on the infrastructure zirconia in dental prostheses.

UNITERMOS: Prótese fixa; Zircônia; Fraturas do revestimento cerâmico; Materiais dentários; Tecnologia odontológica.

UNITERMS: Fixed prosthesis; Zirconia; Ceramic veneering fractures; Dental materials; Dental technology.

INTRODUÇÃO

O interesse na utilização da zircônia como biomaterial se deu a partir do conhecimento da sua estabilidade química, dimensional e da sua resistência mecânica, compatível aos materiais de parâmetros mecânicos de maior rigidez. Sua propriedade de impedir a propagação de trincas simula um efeito próximo ao observado em dentes naturais. Nas aplicações clínicas a união entre a infraestrutura e a cerâmica de revestimento revelou-se como o elo mais fraco, apresentando fraturas em número significativamente maior se comparado ao sistema metalo-cerâmico para o mesmo número de amostras (**PRINCE; DONAVAN, 1983; PICONI; MACCAURO, 1999; BOTINO et al., 2000; APHOLT et al., 2001; DE AZA et al., 2002; ANDREIULO, 2011; PÉTERCSÁK; RADICS; HEGEDUS, 2014 e PIHLAJA; NÄPÄNKANGAS; RAUSTIA, 2014**).

O sucesso da adesão de dois materiais de naturezas distintas está na capacidade de gerar uma interface que consiga acomodar os diferentes tipos de união. A união tem que ser estável para que o sistema resista às forças incidentes. (**CHAVALIER; OLAGNON; FANTOZZI et al., 1999; TADOKORO, 2000; DE AZA et al., 2002; AL-DOHAN; YAMAN; DENNISON, 2004; DEL BARRIO, 2005; ÇIFTÇİ et**

al., 2007; **GUESS et al.**, 2008; **SILVA; MELO; NASCIMENTO, 2009** e **QUINN et al.**, 2010).

Diferentes causas têm sido observadas para as falhas do revestimento cerâmico, como a insuficiente força de ligação entre os materiais, o estresse provocado pela tensão entre a cerâmica de revestimento e, o sistema de zircônia. Também, o contato prematuro, as trincas ou falhas provocadas pela força incidente, as tensões residuais provocadas por polimento, além da falta de homogeneidade microestrutural (**MACKERT et al.**, 1988; **PALLIS et al.**, 2004; **KIM et al.**, 2005; **DEVILLE et al.**, 2006; **FERNANDES; MOTA, 2008; GUESS et al.**, 2008 e **OSHIMA; CARLUCCI, 2008**).

Apesar das vantagens apresentadas para a zircônia quando utilizada como infraestrutura, a resistência deste sistema ainda é pouco conhecida e, várias fraturas têm ocorrido em seus revestimentos cerâmicos sem que, até então, soluções satisfatórias tenham sido encontradas.

O objetivo deste estudo é apresentar revista da literatura tratando das fraturas do revestimento cerâmico sobre a infraestrutura de zircônia em próteses dentárias, elaborado com base em artigos de Odontologia disponíveis para conhecimento deste material.

REVISTA DA LITERATURA

A confecção da prótese sobre a infraestrutura de zircônia

A zircônia na sua fase estabilizada vem sendo a grande alternativa para substituir as estruturas de alumina devido a sua resistência à fraturas. A propriedade de impedir a propagação de trincas pela adição de zircônia simula o efeito similar ao observado em dentes naturais. Dentes humanos frequentemente apresentam micro trincas no esmalte que não se propagam ao dente como um todo. Estas trincas são bloqueadas pela junção esmalte-dentina e, pela microestrutura cristalina do esmalte (**CASELLAS et al.**, 1999; **CHAVALIER; OLAGNON; FANTOZZI, 1999; GUO; SCHOBBER, 2004; POTIKET et al.**, 2004; **DUNDAR et al.**, 2007; **SAILER; FEHER; FILSER et al.**, 2007 e **ANDREIULO, 2011**).

Durante a mastigação cristais tetragonais da zircônia sofrem transformação para a fase monoclinica com aumento de volume de 3 a 6% no sentido da ponta da trinca quando existirem. Este aumento de volume cria tensões compressivas na ponta da trinca, dificultando a sua propagação (**GOUVÊA, 2002; SOUZA, 2007; FICHER; STAWARCZYK; HAMMERLE, 2008; FERNANDES; MOTA, 2008; TASKONAK et al.**, 2008 e **ANDREIULO, 2011**).

Diferentes abordagens são usadas para trabalhar a zircônia na Odontologia Restauradora. A tecnologia com uso de softwares CAD/CAM é a mais usada em blocos cerâmicos parcialmente sinterizados podendo ser facilmente usinados. Neste software, dotado de modelo virtual, é possível planejar as estruturas de zircônia da futura prótese fixa. Envia informações a uma unidade de produção onde a peça protética é usinada em um bloco de zircônia bruta, a partir do escaneamento do molde original passando, em seguida, por processo de sinterização em um forno de alta temperatura, adquirindo resistência desejada para receber cerâmica de cobertura (**MACKERT et al.**, 1988; **CORREIA, 2006; SAILER; FEHER; FILSER et al.**, 2007 e **FICHER; STAWARCZYK; HAMMERLE, 2008**).

Agente de união opaco deve ser aplicado sobre o elemento de zircônia para criar uma interface favorável entre ela e a cerâmica de cobertura. Este agente

deve ser sinterizado a vácuo por 1 minuto a 980°C. Em seguida, deve ser criado o efeito fluorescente aplicando uma camada fina de *effect liner* seguido por um ciclo de sinterização a vácuo por 3 minutos a 990°C (CORREIA, 2006; FERNANDES; MOTA, 2008; OSHIMA; CARLUCCI, 2008 e TASKONAK *et al.*, 2008).

Quando é aplicada a cerâmica feldspática sob a infraestrutura, é necessária a compactação das partículas cerâmicas para que fiquem as mais próximas possíveis a fim de diminuir a contração no processo de sinterização. Esta compactação é conhecida como condensação da cerâmica (CORREIA, 2006; OSHIMA; CARLUCCI, 2008 e TASKONAK *et al.*, 2008).

Fraturas do revestimento cerâmico

A Zircônia estabilizada com ítria (Y-TZP) fornece resistência mecânica suficiente para ser usada nos sistemas cerâmicos livre de metal. Por razões estéticas estas estruturas devem ser revestidas com uma cerâmica adequada, entretanto, na aplicação clínica a cerâmica de revestimento tem se revelado o elo mais fraco (WATAHA, 2002; GUZZATO; ALBAKTY; RINGER, 2004; FERNANDES; MOTA, 2008 e SCHIMITTER; MUELLER; RUES, 2012).

Na literatura disponível nenhuma fratura na estrutura de zircônia foi relatada até hoje, no entanto, a fratura ou o deslocamento total do revestimento de porcelana tem sido descrito como aquela razão mais frequente para as falhas das próteses parciais fixas de zircônia. Nos resultados clínicos em coroas parciais posteriores, as incidências das fraturas do revestimento em zircônia apresentaram uma taxa de insucesso de 15,2% após 35 meses de uso, sendo significativamente maior se comparada com as fraturas nos sistemas metalo-cerâmico. Para as restaurações metalo-cerâmicas a taxa de insucesso ocorre após 5 anos e, na maioria das vezes causada por fraturas do revestimento com percentual de 0,4% em coroas unitárias e, de 2,9 % em próteses parciais fixas (SAILER; FEHER; FILSER *et al.*, 2007).

As fraturas podem ser adesivas, coesivas ou mistas. Ela é adesiva quando a falha ocorre na junção entre a infraestrutura e a cerâmica de cobertura, coesiva quando houver uma fratura na cerâmica de cobertura e, mista quando ocorrer uma combinação das duas (YAMAMOTO, 1985; YILMAZ; AYDIN; GUL, 2007 e SEIDL, 2011).

Diversas causas foram observadas para as falhas do revestimento cerâmico, como a insuficiente força de ligação entre os materiais, o estresse provocado pela tensão entre a cerâmica de revestimento e, o sistema de zircônia. Também, o contato prematuro; as trincas ou falhas provocadas pela força incidente, as tensões residuais provocadas por polimento, além da falta de homogeneidade micro estrutural (SEIDL, 2011).

O vínculo entre a subestrutura e o revestimento ou o próprio material de revestimento é um dos pontos fracos nas restaurações de zircônia e desempenha um papel significativo no seu sucesso em longo prazo. Estas observações levam a pensar nas diferenças entre as cerâmicas de revestimento para o sistema metalo-cerâmico que têm sido utilizadas por mais de 40 anos e da cerâmica de revestimento recentemente desenvolvida e destinada à zircônia. As cerâmicas de revestimento são fabricadas com padrões internacionais quanto as suas propriedades mecânicas, apesar de apresentarem diferenças entre si. Ainda assim, composição química dos revestimentos cerâmicos é ajustada de modo que suas expansões térmicas sejam otimizadas para os materiais das subestruturas a que se

destinam (TINSCHERT *et al.*, 2000; PERREIRA; SANOS, 2005; ITINOCHE; OZACAN; BOTTINO *et al.*, 2006; OSHIMA; CARLUCCI, 2008 e ALMEIDA; MUNOZ JR; GALVÃO *et al.*, 2013).

Com base em observações clínicas, bem como nos dados constatados *in-vitro*, fica-se diante de uma questão: - Por qual (s) razão a cerâmica de revestimento para zircônia é mais suscetível à fraturas do que a cerâmica revestimento para o sistema metalo-cerâmico?

DISCUSSÃO

O sucesso da adesão de dois materiais de naturezas distintas está na capacidade de gerar uma interface que consiga acomodar os diferentes tipos de união. As restaurações metalo-cerâmicos apresentam relatos de sucesso clínico de longo prazo e, as características de reforço da infraestrutura metálica parecem ser de grande importância para este sucesso (TINSCHERT *et al.*, 2000; OSHIMA; CARLUCCI, 2008; TASKONAK *et al.*, 2008 e ALMEIDA; MUNOZ JR; GALVÃO *et al.*, 2013).

Para justificar o diferencial de resistência encontrado entre o sistema metalo-cerâmico e o sistema de zircônia, leva-se em consideração os princípios de adesão entre metal e cerâmica propostos afirmando que a união entre a cerâmica e o metal é essencial para o bom funcionamento do sistema metalo-cerâmico (YAMAMOTO, 1985). A união tem que ser estável para que o sistema resista às forças incidentes. Neste estudo são citados três tipos de forças de união, a química, a mecânica e aquela por compressão. A união química ocorre entre a camada de óxidos da superfície metálica e a cerâmica feldspática; a união mecânica ocorre devido ao tratamento realizado na superfície para aumentar o contato e, a união de compressão ocorre durante o resfriamento da cerâmica sinterizada (YAMAMOTO, 1985; SOUZA, 2007; GUESS *et al.*, 2008; OSHIMA; CARLUCCI, 2008 e ALTAMIMI; TRIPODAKIS; ELIADES *et al.*, 2014).

As infraestruturas das restaurações metalo-cerâmicos são feitas de ligas metálicas. A liga a base de Ni-Cr forma uma camada de óxido mais facilmente quando são submetidas a altas temperaturas se comparada às ligas nobres. Os sistemas a base de zircônia não apresentam a camada de oxidação na superfície e, conseqüentemente, a união química fica prejudicada (TINSCHERT *et al.*, 2000; YILMAZ; AYDIN; GUL, 2007; TASKONAK *et al.*, 2008 e ALTAMIMI; TRIPODAKIS; ELIADES *et al.*, 2014).

Um fator importante neste processo é o tratamento da superfície da infraestrutura. O jateamento com óxido de alumínio é o tratamento recomendado para preparar a infraestrutura em restaurações metalo-cerâmicos, devido sua capacidade de produzir uma superfície rugosa e homogênea, auxiliando a união com a cerâmica de recobrimento. Este tratamento não é possível nas infraestruturas da zircônia, pois o jateamento com óxido de alumínio sobre a superfície do in-ceram zircônia não promoveu nenhuma alteração significativa ou aumento da retenção mecânica (BORGES; SOPHR; GOES, 2003). Muitos fabricantes recomendam o jateamento com óxido de alumínio sobre as infraestruturas de zircônia, entretanto, este procedimento está mais relacionado com a limpeza da peça (SCHWEITZER *et al.*, 2005; FERNANDES; MOTA, 2008; SCHMITTER; MUELLER; RUES, 2012 e GUNCU; CAKAN; MUHTAROGULLARI *et al.*, 2015).

A rugosidade superficial obtida nas estruturas de zircônia com fim de aumentar a superfície de contato e obter retenção mecânica não trouxe benefícios

conforme mostram os estudos citados. O tratamento com *silica coating* gerou rugosidades superficiais pequenas, regulares e idênticas, entretanto, aumentou o coeficiente de variação mecânica, transformando o sistema numa restauração menos previsível (KIM *et al.*, 2005).

Uma fina camada de cerâmica transparente foi aplicada sobre várias estruturas metálicas com diferentes tratamentos da superfície sem a aplicação prévia de opaco e, após sinterizada, foi possível observar o número e o tamanho das bolhas formadas entre a infraestrutura e a cerâmica de cobertura (YAMAMOTO, 1985). Nas infraestruturas preparadas com fresas *carbide* foram obtidas superfícies mais regulares e lisas, além da menor formação de bolhas entre a cerâmica de cobertura e a infraestrutura metálica. O mesmo teste em uma zircônia sem tratamento de superfície foi efetuado e observado uma superfície lisa, similar à gerada pela fresa *carbide* e, também, uma menor formação de bolhas na cerâmica de revestimento (YAMAMOTO, 1985 e OSHIMA; CARLUCCI, 2008).

A limpeza da superfície é fundamental para que não haja a redução da energia livre. Caso contrário os materiais orgânicos que estejam ali depositados serão os responsáveis pela redução da capacidade de umedecimento e, do aumento de bolhas entre a infraestrutura e a cerâmica de cobertura (GUO; SCHOBER, 2004; SOUZA, 2007; SCHIMITTER; MUELLER; RUES, 2012 e NOGUEIRA; MOURA; FRANCISCHONE *et al.*, 2015).

O coeficiente de expansão térmica da porcelana é menor do que a dos dentes e interfere na resistência das restaurações cerâmicas. Se elementos de coeficientes diferentes forem fusionados, como a zircônia e a cerâmica de revestimento, surgem forças diversas em suas interfaces que podem ser suficientes para ocorrer fraturas na fase de resfriamento. Quando tal não ocorre, outras forças na prova da restauração, na cimentação ou na mastigação, também, podem provocar fraturas (GUESS *et al.*, 2008 e OSHIMA; CARLUCCI, 2008).

Foram comparados diferentes sistemas cerâmicos de infraestrutura em zircônia com o grupo controle metalo-cerâmico (GUESS *et al.*, 2008). Os sistemas de zircônia apresentaram falhas distribuídas, como parte nas cerâmicas de cobertura e parte nas interfaces de união entre cerâmica de cobertura e infraestrutura. A partir de uma análise fotográfica, as fraturas mistas foram avaliadas e classificadas em graus 1, 2 e 3 de acordo com o seu comprometimento no aumento da falha adesiva e na diminuição da falha coesiva. O grupo controle metalo-cerâmico apresentou resistência de união ao cisalhamento de aproximadamente 50% maior se comparado à média dos demais grupos de zircônia (GUESS *et al.*, 2008).

Forças de compressão no sistema de zircônia mostram-se mais expressivas que aquelas micromecânicas e químicas. *Coping* de zircônia com áreas mais retentivas, tal como preparo dentário, pode aumentar a união por compressão (TINSCHERT *et al.*, 2000; FERNANDES; MOTA, 2008; TASKONAK *et al.*, 2008; OILO; KVAM; GJERDET, 2014 e OILO; HARDANG; ULSUND *et al.*, 2014).

CONCLUSÕES

Tanto o sistema metalo-cerâmico como aquele de zircônia apresentam características próprias. Apesar das pesquisas realizadas, além daquelas em andamento, ainda não se tem uma solução favorável para a escolha do sistema em questão. Entretanto, tal decisão caberá ao Cirurgião-Dentista que levará em consideração os fatores determinantes para a escolha do melhor a utilizar.

REFERÊNCIAS

- AL-DOHAN, H. M.; YAMAN, P.; DENNISON, J. B. Strength of core-veneer interface in bi-layered ceramics. *J. Prosthet. Dent.*, v. 91, n. 4, p. 349-55, apr., 2004.
- ALMEIDA, A. A.; MUNOZ Jr. C. O. F.; GALVAO, B. *et al.*, Clinical fractures of veneered zirconia single crowns. *Gen. Dent.*, v. 61, n. 6, p. 17-21, sep., 2013.
- ALTAMIMI, A.; TRIPODAKIS, A. P.; ELIADES, G. *et al.*, Comparison of fracture resistance and fracture characterization of bilayered zirconia/fluorapatite and monolithic lithium disilicate all ceramic crowns. *Int. J. Esthet. Dent.*, v. 9, n. 1, p. 98-110, Spring, 2014.
- ANDREIULO, R. A zircônia na Odontologia restauradora. *Rev. bras. odontol.*, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, p. 49-53, jan./jun., 2011.
- APHOLT, W. *et al.*, Flexural strength of Cerec 2 machined and jointed in Ceran-Alumina and InCeran- Zirconia bars. *Dent. Mat.*, v. 17, p. 260-7, 2001.
- BAIER, R. E. Principles of adhesion. *Operat. Dent.*, v. 5, p. 1-9, 1992.
- BORGES, G. A.; SOPHR, A. M.; GOES, L. Effect of etching and airborne particle abrasion on MARZOLA; FRARE; TOLEDO FILHO *et al.*, 2004 the microstructure of different dental ceramics. *J. Prosthet. Dent.*, v. 89, n. 5, p. 479-88, 2003.
- BOTINO, M. A *et al.*, *Materiais Cerâmicos. In: Estética em Reabilitação Oral Metal Free.* São Paulo: Ed. Artes Medicas, 2000.
- CASELLAS, D. *et al.*, Fracture toughness of zirconia-alumina composites. *Int. J. Refract. Met. Hard Mat.*, v. 17, p. 11-22, 1999.
- CHAVALIER, J.; OLAGNON, C.; FANTOZZI, G. Crack propagation and fatigue in zirconia-based composites. *Composites Part A. Ap. Sci. Manuf.*, v. 30, p. 525-30, 1999.
- ÇİFTÇİ, Y. *et al.*, Shear bond strength evaluation of different veneering systems on Ni-Cr alloys. *J. Prost.*, v. 16, n. 1, p. 239-47, 2007.
- CORREIA, A. CAD/ CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Rev. Odont. UNESP*, v. 35, n. 2, p. 183-9, 2006.
- DE AZA, A. H. *et al.*, Crack growth resistance of alumina, zirconia and zircônia toughened alumina ceramics for joint prostheses. *Biomaterials*, v. 23, p. 937-45, 2002.
- DEL BARRIO, J. M. Resistencia al cizallamiento de un sistema totalmente cerâmico frente a siete sistemas ceramo-metálicos: estudio comparativo. *RCOE*, v. 10, n. 5-6, p. 529-39, 2005.
- DEVILLE, S. *et al.*, Influence of surface finish and residual stresses on the ageing sensitivity of biomedical grade zirconia. *Biomaterials*, v. 27, p. 2186-92, 2006.
- DUNDAR, M. *et al.*, Comparison of two bond strength testing methodologies for bilayered all-ceramics. *Dent. Mater.*, v. 23, n. 5, p. 630-6, 2007.
- FICHER, J.; STAWARCZYK, B.; HAMMERLE, C. H. F. Flexural strength of veneering ceramics for zirconia. *J. Dent.*, v. 36, n. 5, p. 316-21, 2008.
- GOUVÊA, D. M. Avaliação do processo de limpeza superficial de pós de zircônia. *Cerâmica*, v. 48, p. 187-91, 2002.
- GUAZZATO, M.; ALBAKTY, M.; RINGER, S. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dent. Mater.*, v. 20, p. 449-56, jun., 2004.
- GUESS, P. C. *et al.*, Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dent. Mat.*, v. 24, n. 11, p. 1556-67, 2008.

- GUO, X.; SCHOBER, T. Water incorporation in tetragonal zirconia. *J. Am. Ceram. Soc.* v. 87, p. 746–8, 2004.
- GUNCU, M. B.; CAKAN, U.; MUHTAROGULLARI, M. *et al.*, Zirconia-based crowns up to 5 years in function: A retrospective clinical study and evaluation of prosthetic restorations and failures. *Int. J. Prost.*, v. 28, n. 2, p. 152-7, mar./apr., 2015.
- ITINOCHE, K. M.; OZACAN, M.; BOTTINO, M. A. Effect of mechanical cycling on the flexural strength of densely sintered ceramics. *Dent. Mater.*, v. 22, n. 11, p. 1029-34, nov., 2006.
- KIM, B. K. *et al.*, The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J. Prost. Dent.*, v. 94, n. 4, p. 357-62, 2005.
- MACKERT, J. R. *et al.*, The relationship between oxide adherence and porcelain-metal bonding. *J. dent. Res.*, v. 67, n. 2, p. 474-8, 1988.
- FERNANDES, A.; MOTA, A. OCLUSÃO E DISFUNÇÕES TEMPOROMANDIBULARES. Uberlândia: FOUFU, 2008. Disponível em: <http://maxillaris.pt/wp-content/uploads/2012/11/occlusao.pdf> Acesso em 23 / jul. / 2015, 23:34:00.
- NOGUEIRA, L. B.; MOURA, C. D.; FRANCISCHONE, C. *et al.*, Fracture strength of implant-supported ceramic crowns with customized zirconia abutments: Screw retained vs. cement retained. *J. Prosthodont.*, mar., 2015, doi:10.1111/jopr.12278.
- OSHIMA, H.; CARLUCCI, C. Avaliação da resistência de união entre infraestrutura de zircônia e cerâmica de cobertura comparado com um sistema metalo-cerâmico. Porto Alegre: PUCRS, 2008. Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/425713.html> Acesso em 23 / jul / 2015, 23:45:00.
- OILO, M.; KVAM, K.; GJERDET, N. R. Simulation of clinical fractures for three different all-ceramic crowns. *Eur. J. oral Sci.*, v. 122, n. 3, p. 245-50, jun., 2014.
- OILO, M.; HARDANG, A. D.; ULSUND, A. H. *et al.*, Fractographic features of glass-ceramic and zirconia-based dental restorations fractured during clinical function. *J. oral Sci.*, v. 122, n. 3, p. 238-44, jun., 2014.
- PALLIS, K. *et al.*, Fracture resistance of three all-ceramic restorative systems for posterior applications. *J. Prost. Dent.*, v. 91, n. 6, p. 561-9, jun., 2004.
- PHILLIPS, R. W. *Materiais dentários de Skinner*. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 8ª ed., 1984.
- PERREIRA, G. G.; SANOS, L. M. *Cerâmicas Odontológicas, conceitos e técnicas*. São Paulo, Ed. Santos; 2005.
- PÉTERCSÁK, A.; RADICS, T.; HEGEDUS, C. Advantages and disadvantages of applying yttrium stabilized zirconium-dioxide post and core restorations. *Fogorv. Sz.* v. 107, n. 1, p. 9-13, mar., 2014.
- PICONI, C.; MACCAURO, G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, v. 20, p. 1-25, 1999.
- PIHLAJA, J.; Näpänkangas, R.; RAUSTIA, A. Early complications and short-term failures of zirconia single crowns and partial fixed dental prostheses. *J. Prost. Dent.*, v. 112, n. 4, p. 778-83, oct., 2014.
- POTIKET, N. *et al.*, In vitro fracture strength of teeth restored with different all-ceramic crown systems. *J. Prost. Dent.*, v. 92, n. 4, p. 491-5, 2004.
- PRINCE, J.; DONAVAN, T. The esthetic metal-ceramic margin: a comparison of techniques. *J. Prost. Dent.*, v. 50, n. 2, p. 185-92, aug. 1983.
- QUINN, J. B. *et al.*, Comparison of edge chipping of PFM and veneered zirconia specimens. *Dent. Mat.*, v. 26, n. 1, p. 13-20, jan., 2010.

- SCHMITTER, M.; MUELLER, D.; RUES, S. Chipping behaviour of all – ceramic crowns with zirconia framework and CAD/ CAM manufactured veneer. *J. Dent.*, Heidelberg, Germany, v. 40, n. 2, p. 154-62, feb., 2012.
- SCHWEITZER, D. M. *et al.*, Comparison of bond strength of a pressed ceramic fused to metal versus feldspathic porcelain fused to metal. *J. Prost.*, v. 14, n. 4, p. 239-47, 2005.
- SAILER, I.; FEHER, A.; FILSER, F. *et al.*, Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int. J. Prost.*, v. 20, p. 383-8, 2007.
- SEIDL, M. Uso de cerâmicas reforçadas com zircônia em tratamento estético integrado. Porto Alegre: UFRGS, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/37680> Acesso em 23 / jul / 2015, 21:04:00.
- SILVA, C.; MELO, D.; NASCIMENTO, R. Estruturas cerâmicas a base de zircônia e alumina utilizadas na confecção de infraestruturas para coroas e pontes fixas. Natal – RN: UFRN, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/12689> Acesso em 23 / jul / 2015, 21:14:00.
- SOUZA, C. Resistência a fraturas de subestruturas para próteses parciais fixas posteriores de zircônia densa sob testes de fadiga cíclica. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/251773973_RESISTENCIA_FRATURA_DE_SUBESTRUTURAS_PARA_PROTESES_PARCIAIS_FIXAS_POSTERIORES_DE_ZIRCONIA_DENSA_SOB_TESTES_DE_FADIGA_CICLICA Acesso em 23 / jul / 2015, 21:24:00.
- TASKONAK, B. *et al.*, Analysis of subcritical crack growth in dental ceramics using fracture mechanics and fractography. *Dent. Mat.*, v. 24, p. 700-7, 2008.
- TINSCHERT, J. *et al.*, Structural reliability of alumina-, feldspar-leucite-, mica-and zirconia-based ceramics. *J. Dent.*, v. 28, p. 529-35, 2000.
- TADOKORO, S. K. Zircônia teragonal policristalina. Parte1: Síntese e caracterização. *Cerâmica*, v. 46, n. 300, p. 230-7, 2000.
- WATAHA, J. C. Alloys for prosthodontic restorations. *J. Prosthet. Dent.*, v. 87, n. 4, p. 351-63, 2002.
- YAMAMOTO, M. *Metal-Ceramic principles and methods of Makoto Yamamoto*. Chicago: Quintessence, 1985.
- YILMAZ, H.; AYDIN, C.; GUL, B. Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics. *J. Prost. Dent.*, v. 98, n. 2, p. 120-8, 2007.

* De acordo com as normas da ABNT e da Revista de Odontologia da ATO.

o0o