

# Influência de diferentes tratamentos de superfície na força de adesão entre zircônia estabilizada por ítria e cimentos resinosos

*Influence of different surface treatments on bond strength between Y-TZP and resin cements*

**Maria Eliza Steling Rego**

Mestranda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela COPPE/UFRJ  
Especialista em Prótese Dentária pela UFRJ

**Fabiana Ribeiro da Silva Schanuel**

Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela COPPE/UFRJ  
Professora Adjunta de Materiais Dentários da FO/UFRJ

## RESUMO

O objetivo da presente revisão de literatura foi avaliar a influência de tratamentos de superfície na força de adesão entre zircônia estabilizada por ítria e cimento resinoso. De acordo com a literatura pesquisada, concluiu-se, dentro das limitações do estudo, que a silicatização e o jateamento com óxido de alumina são atualmente os dois métodos mais investigados, apresentando bons resultados principalmente quando associados com um agente químico de união. É importante realçar que o uso de jateamento com óxido de alumina foi vinculado a indícios de fratura. Apesar de poucos relatos, a infiltração seletiva por vidro parece ser o tratamento mais promissor, obtendo resultados superiores aos outros métodos e sem que haja comprometimento da estrutura cerâmica. Palavras-chave: zircônia; tratamento de superfície; adesão.

## ABSTRACT

The purpose of this literature review was to evaluate the influence of surface treatments on the bond strength between zirconia and resin cement. According to the literature, it was concluded, within the limitations of the study, that silica coating and airborne-particle abrasion are currently the most investigated methods, showing good results especially if associated with a chemical bonding agent. It's important to regard that the airborne-particle abrasion was associated with evidence of fracture. Although few reports, selective infiltration etching seems to be the most promising treatment, gaining superior to other methods without compromising the structure of the ceramic results.

Keywords: zirconia; surface modification; adhesion.

## Introdução

A perda precoce de elementos dentários repercute não só em problemas funcionais de mastigação, como também em questões estéticas e psicológicas do paciente, como a autoestima. A preocupação crescente da população com saúde e beleza impulsionou na Odontologia uma abordagem estética, principalmente na área da prótese dentária, onde o desafio não se encontra mais apenas em reabilitar o paciente funcionalmente, mas junto a isso conceder a ele um sorriso harmonioso.

O avanço progressivo das propriedades estéticas e mecânicas de restaurações livres de metal tem disponibilizado alternativas às próteses fixas com estrutura metálica (9).

Nos últimos anos um novo material cerâmico à base de zircônia estabilizada por ítria (Y-TZP) surgiu no mercado odontológico (19). Zircônia é o nome comum dado para o dióxido de zircônio, cuja composição química é  $ZrO_2$ . Na Odontologia, a zircônia é usada parcialmente estabilizada com óxido de ítrio (Y-TZP), o que permite sua estabilização na fase cristalina tetragonal em temperatura ambiente ao invés da fase monoclinica, instável (5). Antes da introdução da Y-TZP, próteses fixas de três ou quatro elementos eram o limite para trabalhos ceramo-cerâmicos como os à base de alumina, vidro infiltrado e dissilicato de lítio (1). As propriedades mecânicas como alta resistência à flexão e tenacidade à fratura (11), propriedades óticas favoráveis (5, 19), estabilidade química e biocompatibilidade (8, 5) permitiram o uso da zircônia em restaurações extensas posteriores (1), tornando-a material de escolha para substituir metalo-cerâmicas.

Os materiais sinterizados à base de zircônia são dinâmicos em nível estrutural microscópico, podendo sofrer alterações de fase em resposta a tensões mecânicas e térmicas (1). A zircônia parcialmente estabilizada com ítria é caracterizada pela transformação de fase tetragonal-monoclinica dos grãos de zircônia, que é acompanhada por uma expansão volumétrica de 4 a 5% (11), resultando em embotamento das pontas de propagação fenda, aumentando assim, a resistência à fratura do material (1).

Entretanto, clinicamente fraturas na cerâmica de revestimento e perda de retenção são as complicações mais frequentemente relatadas em próteses cerâmicas à base de zircônia (8). Essas falhas podem ser atribuídas, entre outros fatores, à técnica de cimentação ou à seleção de cimento inadequado (1, 8). Apesar do uso da zircônia estar estabilizado no mercado odontológico, ainda não há um consenso do melhor protocolo de adesão entre a superfície cerâmica e o dente (15). Quando comparados à cimentação convencional, cimentos resinosos mostraram aumento de estabilidade, adaptação marginal, resistência à fratura e um resultado estético superior (8, 15).

A Y-TZP é, devido à fase vítrea limitada, alto teor cristalino (7) e ausência de sílica em sua estrutura, ácido resistente (15) e não responde aos métodos tradicionais de silanização usado em outros materiais cerâmicos (1, 9, 19). Para obter uma resistência de união entre a zircônia e o cimento resinoso,

tratamentos como revestimento de sílica, silanização, uso de monômeros ácido fosfatados em cimentos ou adesivos, jateamento de óxido de alumina, irradiação por lasers Er:YAG, Nd:YAG ou de CO<sub>2</sub> e, mais recentemente, a técnica de infiltração seletiva são utilizados separadamente ou combinados.

Tais métodos de aumento da rugosidade e revestimento de superfície tem como fim otimizar a superfície e melhorar a força de adesão com cimentos resinosos. Existem, porém, preocupações sobre qual pré-tratamento de superfície é o mais adequado (1, 7).

O seguinte estudo tem como objetivo fazer um levantamento bibliográfico da eficácia dos diferentes tratamentos de superfície para a adesão entre cerâmicas de zircônia e cimentos resinosos.

### Material e Método

Foi realizado a partir de sites éticos como o Pubmed, Medline, LILACS, IBECs, Biblioteca Cochrane, SciELO, um levantamento bibliográfico sobre a literatura nacional e internacional. A pesquisa se limitou a estudos abrangendo o período de 2007 a 2014.

Os estudos clínicos foram descartados, sendo utilizados somente estudos *in vitro*.

### Discussão

A longevidade das restaurações cerâmicas é influenciada pela adesão com a dentina e pelas propriedades mecânicas do material restaurador, com isso o interesse científico pela adesão à zircônia tem aumentado nos últimos anos (15). O protocolo clínico mais usado em trabalhos protéticos cerâmicos constitui em dissolução da fase vítrea da estrutura com ácido fluorídrico e a formação de uma rede entre a sílica dispersa na superfície cerâmica e um grupo silanol, presente em iniciadores bifuncionais de um agente silano, aplicado após o condicionamento ácido (6, 9, 19). No entanto a zircônia, devido à fase vítrea limitada e ausência de sílica em sua estrutura, não é susceptível a tal condicionamento (5, 19).

Para que haja uma retenção elevada, prevenção de infiltração e aumento da resistência à fratura e fadiga, é importante que as técnicas de adesão sejam otimizadas. Uma forte ligação depende de encravamento micromecânico e ligações químicas à superfície cerâmica, o que requer respectivamente rugosidade da superfície e superfície de ativação (3).

Diferentes tratamentos de superfície são propostos para atingir uma ligação adequada entre cerâmicas de zircônia e cimentos resinosos (15). Um método para tornar a superfície de zircônia rugosa é a irradiação por laser. Existem três tipos de lasers amplamente conhecidos na odontologia, Er:YAG, Nd:YAG e CO<sub>2</sub>. O laser Er:YAG foi introduzido inicialmente para o corte de esmalte e dentina (12), além de ter aplicação em remoção de cáries, preparo cavitário e na remoção de partículas em um processo chamado “ablação”, que consiste em microexplosões e vaporização (4). O laser Nd:YAG é usado para diminuir sensibilidade dentinária, remoção de cáries (4) e, assim como o Er:YAG, tem a capacidade de promover a formação de uma superfície irregular

na cerâmica, aumentando consequentemente a adesão aos compósitos resinosos (5).

Um estudo realizado por FOXTON *et al.* (12) testou a adesão entre zircônia e cimento resinoso após tratamento com laser Er:YAG em uma irradiação de 200mJ. Os resultados não foram positivos, onde os espécimes tratados não demonstraram uma durabilidade de adesão. Em 2012, SUBASI *et al.* (20) publicaram um trabalho onde foi comparado a influência de diferentes tratamentos de superfície na morfologia e rugosidade da zircônia. Nesse trabalho foi testado Er:YAG 400mJ, recobrimento com sílica e jateamento com alumina modificada com sílica. Nesse teste os resultados mostraram que todos os grupos obtiveram modificações na superfície, mas o jateamento apresentou maior efetividade na criação de retenções micromecânicas.

SUBASI *et al.* (21) realizaram outro experimento em 2014, onde testaram a radiação com Er:YAG 400mJ, associada ou não com com jateamento por óxido de alumina, e compararam o desempenho da força de adesão com a silicatização e o jateamento por óxido de alumina sem radiação.

Os resultados não apontaram diferença significativa entre os grupos submetidos ao tratamento a laser, sugerindo que os espécimes tratados com laser apresentam baixa força de adesão independente do cimento resinoso usado.

Outro laser utilizado é o de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que é utilizado em zircônia devido ao seu comprimento de onda ser quase completamente absorvido pela cerâmica (5). Esse método de radiação a laser é comumente usado associado ao jateamento da superfície, o que aumentaria a força de adesão (5). Todavia no estudo realizado por AKIL *et al.* (5), onde os três lasers Nd:YAG (100mJ), Er:YAG (200mJ) e CO<sub>2</sub> (4W) foram comparados com silicatização e jateamento com óxido de alumina, os grupos submetidos à radiação foram comparativamente os com menos força de adesão (5). Todavia outro estudo, realizado por AKIN *et al.* (4), em 2011, também comparou os três lasers e o jateamento (120um), e nos resultados obtidos a radiação com CO<sub>2</sub> (4W) e o jateamento mostraram desempenho inferior ao Er:YAG (150mJ) e Nd:YAG (200mJ) quanto à obtenção de rugosidade na superfície.

Outra sugestão para promover uma maior união entre zircônia e cimento resinoso é o jateamento de partículas. O jateamento com partículas de óxido de alumina de 50µm a 125µm aumenta a área e a energia de superfície para adesão de cimentos resinosos, promovendo uma maior microrretenção (15). Existem na literatura estudos que comprovam a capacidade do jateamento com óxido de alumina de aumentar a retenção entre zircônia e cimento resinoso, como os propostos por MORADABADI (16) e RODRIGUEZ (17).

O estudo realizado por MORADABADI *et al.* (16) comparou a eficiência do jateamento com partículas de 50µm de óxido de alumina e condicionamento ácido em diversas concentrações. O resultado demonstrou que o mecanismo de microrretenção foi mais efetivo que o mecanismo químico, devido aos melhores resultados do grupo sub-



metido ao jateamento.

Entretanto, a hipótese de que o tratamento de superfície para obtenção de microrretenções na zircônia afeta o comportamento de danos e fadiga já está sendo aceita. Estudos indicam o jateamento com óxido de alumina é capaz de criar microfissuras superficiais que atuam como sítios de iniciação de fratura, reduzindo o desempenho em longo prazo das restaurações (13, 15). Acredita-se que isso aconteça porque o jateamento é capaz de iniciar a transformação de fase da zircônia, afetando a resistência mecânica do material (5, 11).

Outro tratamento de superfície presente na literatura é o jateamento da superfície com partículas de óxido de alumina de, aproximadamente, 30µm modificadas com sílica, também chamado de silicatização. O tratamento com revestimento de sílica é capaz de modificar a superfície cerâmica, criando rugosidades e uma superfície mais retentiva, proporcionando um melhor embaciamento mecânico entre cerâmica e cimento resinoso (17). Adicionado a isso, a silicatização (TBS) combinada com agentes silanos permite uma ligação química da zircônia com a resina (15).

A técnica parece ser superior ao jateamento com óxido de alumina segundo os resultados de CASTRO *et al.* (6), SHIN *et al.* (18) e RODRÍGUEZ *et al.* (17). No estudo de Castro H. L. o grupo tratado com partículas de 30µm de alumina modificada com sílica (CoJet Sand, ESPE Dental) apresentou força de adesão melhor que o grupo tratado com jateamento de partículas de 45µm de alumina (Polidental Ind. e Com. Ltda.).

A fim de alcançar a cimentação aceitável numa ampla gama de aplicações clínicas, tratamentos mecânicos de superfície geralmente são associados a tratamentos químicos na cerâmica de zircônia (3). RODRÍGUEZ (18) e SILVA *et al.* (17) mostram a possibilidade da silicatização se tornar ainda mais efetiva com a aplicação de um agente de união após o jateamento. SHIN *et al.* (18) envolveram em seu estudo tratamento com jateamento de partículas de óxido de alumina de 50µm e partículas de alumina modificadas com sílica de 30 µm, aplicação de silano e aplicação de um primer de zircônia (Z-PRIME). O grupo que obteve melhores resultados foi o que associou o jateamento com aplicação do primer de zircônia. De acordo com RODRÍGUEZ *et al.* (18), o processo que resultou em melhor adesão foi o que associou a silicatização e adesivo contendo MDP primer (10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato). Foram testados também cimentos autopolimerizáveis (Rely X e Multilink), grupos onde não houve aplicação de MDP primer ou, ao invés de silicatização, o tratamento de superfície foi jateamento de partículas de 80µm de óxido de alumina.

MAY *et al.* (14) testou algumas associações de tratamento. Foram comparados os tratamentos com ácido fosfórico e MDP primer, silicatização e aplicação de silano e silicatização e aplicação de MDP primer. A aplicação de MDP primer após a silicatização se demonstrou capaz de melhorar a força de adesão, reforçando os resultados de SHIN (18) e RODRÍGUEZ (17). Já DRUCK *et al.* (10), 2013, testaram a durabilidade na força de adesão entre cimento resinoso e cerâmica

submetida à silicatização e revestida por sílica. Seus resultados mostraram falhas adesivas em todos os grupos, onde o grupo submetido à revestimento de 5nm de sílica seguido de aplicação de um agente silano, apesar de apresentar falha adesiva, resultaram em maior força de adesão.

O tratamento químico não associado a retenções mecânicas não parece eficaz, mas a adesão química pode ser efetiva e duradoura se associada a retenções micromecânicas (7). A aplicação de ácido hidrófluorídrico a 40% antes da aplicação de um primer contendo 10-Metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato (MDP) não melhorou a resistência ao cisalhamento entre cerâmica e cimento resinoso (15), assim como a aplicação de ácido fluorídrico isolada também não demonstrou resultados efetivos (3, 7). SILVA *et al.* (19), 2014, concluíram que nem o revestimento com MDP primer, nem com sílica foi capaz de manter a adesão após seis meses de envelhecimento em água, fortalecendo a hipótese da importância de se criar microrretenções para estabilizar a adesão. DIAS *et al.* (9), 2012, também não obtiveram resultados positivos quanto à aplicação de MDP primers na força de adesão entre Y-TZP e cimento resinoso.

Um novo método de tratamento superficial, chamado infiltração seletiva por vidro (SIE), utiliza princípios de maturação induzida por calor e contorno difuso de grão para transformar a superfície lisa da Y-TZP em uma superfície de maior retenção. Em combinação com a maturação induzida por calor, é aplicada uma fina camada de um agente de condicionamento de vidro infiltrado por sílica (65%), óxido de sódio (10%), óxido de potássio (5%) e óxido de titânico (5%) ao longo da superfície da zircônia (2).

Esse vidro fundido infiltra-se seletivamente entre os limites dos grãos e exerce tensão superficial e forças de capilaridade, promovendo um refranjo dos grãos e possibilitando uma melhor retenção mecânica. Alguns poucos relatos trazem a infiltração seletiva por vidro como uma alternativa de tratamento de superfície. Apesar de ainda não haver uma gama ampla de estudos a respeito, em toda literatura disponível ela obteve resultados promissores, demonstrando valores maiores de força de adesão maiores que o jateamento por óxido de alumina e aplicação de MDP primer (1, 7, 8, 2). Entretanto, por consistir em uma aplicação na superfície interna da zircônia, a adaptação pode ficar comprometida.

## Conclusão

Muitos vêm sendo os estudos realizados a fim de encontrar um protocolo para otimizar a resistência de união entre zircônia e cimento resinoso. Todavia ainda não há um consenso na literatura quanto ao melhor tratamento de superfície. Dentro das limitações do estudo, a silicatização e o jateamento com óxido de alumina foram os dois métodos mais investigados, apresentando bons resultados principalmente se associados com um agente de união. O uso de radiação não se mostrou efetivo na criação de microrretenções suficientes para melhorar efetivamente a retenção. É importante realçar que o uso de jateamento com óxido de alumina foi

associado com indícios de fratura. Apesar de poucos relatos, a infiltração seletiva por vidro parece ser o tratamento mais promissor, obtendo resultados superiores aos outros métodos e sem que haja comprometimento da estrutura da cerâmica.

## Referências ::

1. ABOUSHELIB, MN, KLEVERLAAN, CJ, FEILZER AJ. Seletive infiltration-etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials. *J Prosthet Dent* 2007;98:379-88.
2. ABOUSHELIB, MN, KLEVERLAAN, CJ, FEILZER, AJ. Bonding to zirconia using a new surface treatment. *Journal of Prosthodontics* 2010;19:340-6.
3. ABU-EITTAH, MR. Assessment of different surface treatments effect on surface roughness of zirconia and its shear bond strength to human dentin. *Life Science Journal* 2012;9(4):1792-1803.
4. AKIN, H., OZKURT, Z., KIRMALL, O, et al. Shear bond strength of resin cement to zirconia ceramic after aluminum oxide sandblasting and various laser treatments. *Photomedicine and Laser Surgery* 2011;29(12):797-802.
5. AKYL, MS, UZUN, I H, BAYINDIR, F. Bond strength of resin cement to yttriumstabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating and laser irradiation. *Photomedicine and Laser Surgery* 2010;28(6):01-8.
6. CASTRO, HL, CORAZZA, PH, PAES-JUNIOR, TA, et al. Influence of Y-TZP ceramic treatment and different resin cements on bond strength to dentin. *Dental Materials*. 2012;28:1191-7.
7. CASUCCI, A et al. Influence of different surface treatments on surface zirconia frameworks. *Journal of Dentistry* 2009;37:891-7.
8. CASUCCI, A, et al. Effect of surface pre-treatments on the zirconia ceramic-resin cement micro tensile bond strength. *Dental Materials* 2011;27: 1024-30.
9. DIAS, TM, PACHECO, RR, SÁ, RBC, et al. Evaluation of the effect of metal primers and type of resin cement on the bond strength to zirconia. *RBO*. 2012;69:15-20.
10. DRUCK, CC, POZZOBON, JL, CALLEGARI, GL, et al. Adhesion to Y-TZP ceramic: study of silica nanofilm coating on the surface of Y-TZP. *J. Biomed. Mater. Res.* Publicado online em 2014 em 5/03/2014 Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/jbm.b.33184. Acesso em 13/03/2014.
11. FISCHER, J, GROHMANN, P, STAWARCZYK, B. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dental Materials Journal* 2008;27(3):448-54.
12. FOXTON R, M, et al. Durability of resin cement bond to aluminium oxide and zirconia ceramics after air abrasion and laser treatment. *Journal of Prosthodontics* 2011;20:84-92.
13. GUESS, PC, ZHANG, Y, KIM, JW, et al. Damage and reliability of Y-TZP after cementation surface treatment. *J Dent Res* 2010;89(6):592-6.
14. MAY, LG, PASSOS, SP, CAPELLI, DB, et al. Effect of silica coating combined to a MDP-based primer on the resin bond to YTZP ceramic. Publicado online em 5/08/2010 em Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI10.1001/JBM.B.31684. Acesso em 13/03/2014.
15. MENANI, LR, FARHAT, IAGKM, TIOSSI, R, et al. Effect of surface treatment on the bond strength between yttria partially stabilized zirconia ceramics and resin cement. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 357-64.
16. MORADABADI, A, ROUDSARI, SES, YEKTA, BE, et al. Effects of surface treatment on bond strength between dental resin agent and zirconia ceramic. *Materials Science and Engineering*. 2014;34:311-7.
17. RODRÍGUEZ, JLR, et al. Bond strength of selected composite resin-cements to zirconium-oxide ceramic. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013;18 (1):115-23.
18. SHIN, YJ, et al. Evaluation of the shear bond strength of resin cement to YTZP ceramic after different surface treatments. Publicado online em 4/02/2014 em Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI10.1002/sca21142 . Acesso em 13/03/2014.
19. SILVA, EM, MIRAGAYA, L, SABROSA, CE, et al. Stability of the bond between two resin cements and an yttria-stabilized zirconia ceramic after six months of aging in water. *J Prosthet Dent* 2014; 112(3):568-75.
20. SUBASI, MG, INAN, O. Evaluation of the topographical surface changes and roughness of zirconia after different surface treatments. *Lasers Med Sci*. 2012;27:735-42.
21. SUBASI, MG, INAN, O. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to zirconia. *Lasers Med Sci* 2014;29:19-27.

Recebido em: 16/07/2014 / Aprovado em: 18/08/2014

**Maria Eliza Steling Rego**

Av. Epitácio Pessoa, 2566, apto. 507, Bloco 2 – Lagoa

Rio de Janeiro/RJ, Brasil – CEP: 20241-003

E-mail: mesteling@gmail.com