

**UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**EFEITO DE TRATAMENTOS DE
SUPERFÍCIE DA ZIRCÔNIA Y-TZP NA RESISTÊNCIA
À TRAÇÃO A UMA CERÂMICA DE RECOBRIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

JULIANA SABINO LISBOA

SÃO PAULO

2017

**UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**EFEITO DE TRATAMENTOS DE
SUPERFÍCIE DA ZIRCÔNIA Y-TZP NA RESISTÊNCIA
À TRAÇÃO A UMA CERÂMICA DE RECOBRIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita

JULIANA SABINO LISBOA

SÃO PAULO

2017

Lisboa, Juliana Sabino.

Efeito de tratamentos de superfície da zircônia Y-TZP na resistência à tração a uma cerâmica de recobrimento / Juliana Sabino Lisboa. - 2017.

24 f. : il. color.

Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista, São Paulo, 2017.

Área de Concentração: Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita.

1. Zircônia. 2. Laser. 3. Tratamento de superfície. I. Mesquita, Alfredo Mikail Melo (orientador). II. Título.

JULIANA SABINO LISBOA

**EFEITO DE TRATAMENTOS DE
SUPERFÍCIE DA ZIRCÔNIA Y-TZP NA RESISTÊNCIA
À TRAÇÃO A UMA CERÂMICA DE RECOBRIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

_____/_____
Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita
Universidade Paulista - UNIP

_____/_____
Prof^a Dr^a Maristela Dutra-Corrêa
Universidade Paulista - UNIP

_____/_____
Prof. Dr. Rubens Nisie Tango
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus corajosos e amados pais, Julio Cesar Foschini Lisbôa, Suzel Sabino Lisboa e ao meu filho Francisco, luz da minha vida!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por iluminar e colocar pessoas maravilhosas no meu caminho.

Agradeço à toda minha família, em especial, aos meus pais, Julio e Suzel, meus cinco irmãos: Thiago, Eduardo, Cybele, Jonas e Gustavo e meu amado filho, Francisco, pelo apoio, incentivo e amor incondicional.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita, por acreditar em mim, por me trazer ao mundo da pesquisa, pela sua dedicação com seus alunos e amizade! Graças ao seu incansável incentivo dei um passo tão importante na profissão que tanto amo! Muito obrigada!

Agradeço à Coordenadora do curso de Pós-Graduação Prof^a Dr^a Cíntia Helena Coury Saraceni pela competência e oportunidade deste curso.

Agradeço à Prof^a Dr^a Flávia Pires Rodrigues, por todas as dicas, por ter acompanhado e participado de cada etapa deste trabalho, com tanta paciência e tranquilidade dignas de uma grande pesquisadora!

Agradeço à Prof^a Dr^a Maristela Dutra-Corrêa, pelas aulas maravilhosas, pelo carinho, empenho, dedicação e envolvimento neste trabalho de pesquisa!

Agradeço a todo corpo docente da Pós-Graduação pelos ensinamentos e troca de experiência.

Agradeço aos queridos professores, Prof^a Dr^a Valéria Giannini, Prof. Dr. Henrique Cerveira Netto, Prof^a Diana Capelli Barca e Prof. Edmir Colonello, pela amizade e confiança.

Agradeço ao técnico em Prótese Dentária, David Morita da Silva, pela prontidão e excelência na confecção das amostras para este experimento.

Agradeço à Michelle Sanchez Aguiar, pela paciência e dedicação junto ao laboratório de pesquisa da UNIP.

Agradeço ao Dr. Eng. Isaac Jamil Sayeg, do Departamento de Microscopia Instituto de Geociências da USP pela prontidão e atenção.

Agradeço aos meus queridos amigos e companheiros de estudos e de boas risadas, Débora Calabro, Renata Moura, Mônica Rodrigues, Vanessa Kiyian, Selma Almeida, Aladim, Daniel, Roberto Piteri e Rodrigo Salazar.

Agradeço aos meus amigos de vida e parceiros de trabalho, Isabele Trigueiro, Elisângela Noborikawa, Marco Aurélio Furtado, Sidney Neves, Daniel Koga e Giuliano Cossolin.

RESUMO

Estado do problema. A zircônia é um material cerâmico utilizado como infraestrutura em reabilitações protéticas, porém há relatos de fratura da cerâmica de recobrimento. Tratamentos de superfície na zircônia são propostos em diversos estudos para que haja melhora nessa união. **Proposição.** O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a resistência à fratura entre uma cerâmica fluorapatita manufaturada por injeção e uma cerâmica de zircônia (Y-TZP), frente a diferentes tratamentos de superfície. **Material e métodos.** Foram preparadas 60 bases em zircônia (VPI BLOCK®) em forma de tronco de cone com 3 mm de diâmetro na base menor, 5 mm na base maior e 5 mm de altura, fabricadas por sistema CAD/CAM. Estas bases foram divididas, aleatoriamente, em 6 grupos ($n=10$): Grupo C (Controle); Grupo SB (Jateamento com Al_2O_3 50 μm); Grupo L (liner); Grupo Nd (laser Nd:YAG); Grupo NdSB (Nd:YAG+Jateamento Al_2O_3 50 μm) e Grupo NdL (Nd:YAG+liner). Após o tratamento de superfície da zircônia, foi injetada cerâmica fluorapatita de recobrimento estético (IPS e.max ZirPress®) conformando espécimes em forma de ampulhetas que submeteram-se ao teste de tração, em máquina de ensaio universal. Os dados de ruptura foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA 1-fator), seguido do teste de comparações múltiplas, Tukey, com $p \leq 0,05$. Amostras representativas de cada grupo foram analisadas no MEV e EDS. **Resultados.** O teste de Shapiro-Wilk apresentou normalidade em todos os grupos. A análise de variância (ANOVA 1-fator) indicou diferença estatística significante entre os grupos, com $p=0,0001$. As médias (MPa) e desvio padrão foram, respectivamente, para os grupos: C ($336,67 \pm 77,33$); SB ($570,59 \pm 127,95$); L ($499,35 \pm 155,40$); Nd ($534,50 \pm 100,61$); NdSB ($341,02 \pm 75,01$) e NdL ($367,87 \pm 119,49$). O teste de Tukey indicou que o grupo SB apresentou os maiores valores de resistência à tração, sendo semelhante estatisticamente aos grupos L e Nd. O padrão de fratura apresentado nos grupos experimentais revelou fratura coesiva na cerâmica de recobrimento, exceto no grupo controle que prevaleceu o padrão de fratura mista. **Conclusões.** Foi confirmada a hipótese de que tratamentos na superfície da zircônia, previamente à injeção de fluorapatita influenciaram no aumento da resistência à tração. O jateamento com Al_2O_3 50 μm e a irradiação com laser de Nd:YAG, sozinhos, promoveram melhores resultados. As associações de tratamento não foram eficientes, evidenciando que o jateamento com Al_2O_3 50 μm

parece um tratamento de superfície adequado, pois é um procedimento laboratorial simples e não promove danos à zircônia.

Palavras-chave: Zircônia. Laser. Cerâmica fluorapatita. Tratamento de superfície. Teste de tração.

LISTA DE ABREVIATURAS

- Al₂O₃.....Óxido de alumínio
- CAD/CAM.... Desenho assistido por computador/manufatura assistida por computador (do inglês, “computer-aided-design/computer-aided manufacturing”)
- CaO.....Óxido de cálcio
- CET..... Coeficiente de Expansão Térmica
- EDS..... Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios X (do inglês, “Energy Dispersive x-ray Detector”).
- Er:YAG.....Erbium:yttrium-aluminum-garnet
- F.....Flúor
- K₂OÓxido de potássio
- MEV.....Microscopia Eletrônica de Varredura
- Na₂O.....Óxido de sódio
- Nd:YAG.....Neodymium:yttrium-aluminum-garnet
- P₂O₅..... Pentóxido de fósforo
- SiO₂..... Dióxido de silício
- ZrO₂..... Dióxido de zircônio
- Y-TZP..... Zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítrio
- ANOVA..... Análise de Variância

LISTA DE SÍMBOLOS

μmmicrometro

bar.....bar (unidade de pressão)

$^{\circ}\text{C}$grau Celsius

Hz.....Hertz

J.....Joule

mA.....miliAmpere

mJ.....miliJoule

MPa.....megaPascal

mbar.....milibar

kV.....kilovolt

keV.....kiloelétron-volt (unidade de medida de energia)

K..... Kelvin

s.....segundo

W.....watt

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	14
3 CONCLUSÃO GERAL	15
4 REFERÊNCIAS GERAIS.....	16

1 INTRODUÇÃO

Avanços em tecnologia permitiram a fabricação de infraestruturas em zircônia ou metal, utilizando sistema CAD/CAM para coroas sobre dentes e implantes. Assim, falhas no processamento dessas peças foram minimizadas, possibilitando tratamentos odontológicos cerâmicos estéticos e duradouros^{1,2)}.

Dentre os materiais disponíveis para esses tratamentos temos a zircônia (ZrO_2) um composto cristalino que apresenta alta resistência à flexão (cerca de 900MPa), alta tenacidade à fratura, baixa condutibilidade térmica, estabilidade química e dimensional, resistência à corrosão, biocompatibilidade e estética^{3,4,5)}. A zircônia é um material polimórfico que pode se apresentar em diferentes formas cristalográficas, de acordo com a temperatura: monoclinica ($<1170^{\circ}C$), tetragonal ($1170\text{--}2370^{\circ}C$) e cúbica ($>2370^{\circ}C$). Na fase tetragonal é estabilizada, em temperatura ambiente, principalmente pelo óxido de ítrio (Y_2O_3), por oferecer maior resistência à flexão, sendo denominada zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítrio (Y-TZP)⁴⁾.

Na zircônia parcialmente estabilizada, a fase tetragonal é estável em temperatura ambiente, porém se submetida à tensão, pode ocorrer transformação de tetragonal para monoclinica acompanhada de aumento de volume de 4,5%. Esta expansão comprime a região de trinca que limita a propagação da fratura e confere à zircônia alta resistência⁶⁾. Na odontologia, ela é utilizada principalmente como infraestrutura de coroas unitárias, próteses fixas e protocolos sobre implantes.

Com finalidade estética, o recobrimento com cerâmica feldspática ou de fluorapatita pode ser utilizado. As cerâmicas de recobrimento são compostas principalmente por partículas vítreas, ácido-sensíveis, como o óxido de silício. No entanto, diversos estudos têm demonstrado falha nessa união, principalmente na interface entre a cerâmica vítreia e a zircônia, o que promove a delaminação^{2,6,7,8,9)}.

Muitos fatores estão relacionados à fratura da porcelana em coroas de zircônia. Dentre eles, destacam-se: falta de adesão entre as cerâmicas de infraestrutura e recobrimento, suporte anatômico do coping, forma e espessura do coping e da porcelana, presença de bolhas durante a aplicação da porcelana, diferença entre o coeficiente de expansão térmico da porcelana e da zircônia, estresse residual e processamento laboratorial^{10,11)}.

Há evidências que a técnica de injeção da cerâmica de recobrimento de fluorapatita é superior à convencional técnica de camadas, pois tem o coeficiente de expansão térmico próximo ao da zircônia, além de evitar o surgimento de bolhas na sua inclusão¹²⁾.

Várias técnicas têm sido estudadas para modificar a superfície da zircônia, ácido-resistente, com a finalidade de melhorar a união com a cerâmica de recobrimento. Alguns estudos sugerem o jateamento com óxido de alumínio para aumentar a rugosidade e a resistência das restaurações à base de zircônia^{13,14)}. Outros, sugerem que a aplicação de adesivo ou do liner, sobre a zircônia, também podem aumentar a resistência de união^{8,15)}.

Há estudos utilizando a irradiação laser, como o de Nd:YAG e o de Er:YAG^{16,17,18)}. O laser Nd:YAG é utilizado na odontologia para tratamento de hipersensibilidade dentária, clareamento e remoção de cáries superficiais. No entanto, foi demonstrado que promove rugosidades na superfície da zircônia Y-TZP, melhorando a união com o cimento resinoso¹⁹⁾. A associação de lasers com jateamento, também podem melhorar a resistência de união em reparos nas cerâmicas de zircônia²⁰⁾.

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a resistência à fratura entre uma cerâmica fluorapatita e uma cerâmica de zircônia (Y-TZP), frente a diferentes tratamentos de superfície, testando a hipótese de que o jateamento com óxido de alumínio, laser e suas associações apresentariam melhor resistência.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a resistência à fratura entre uma cerâmica fluorapatita manufaturada por injeção e uma cerâmica de zircônia Y-TZP, frente a diferentes tratamentos de superfície.

3 CONCLUSÃO GERAL

Foi confirmada a hipótese de que tratamentos na superfície da zircônia, previamente à injeção de fluorapatita influenciaram no aumento da resistência à tração. O jateamento com óxido de alumínio e a irradiação com laser, sozinhos, promoveram melhores resultados. As associações de tratamento não foram eficientes, evidenciando que o jateamento com óxido de alumínio 50 µm parece um tratamento de superfície adequado, pois é um procedimento laboratorial simples e não promove danos à zircônia.

4 REFERÊNCIAS GERAIS

1. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings-a new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater 2009; 25:121-28.
2. Schmittter M, Mueller D, Rues S. In vitro chipping behavior of all-ceramic crowns with a zircônia framework and feldspathic veneering: comparison of CAD/CAM-produced veneer with manually layered veneer. J Oral Rehabil 2013; 40(7): 519-25.
3. Aboushelib Mn, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Effect of zirconia type on its bond strength with different venner ceramics.J Prosthodont 2008;17:401-08.
4. Andreuolo R, Gonçalves AS, Dias KRC. A zircônia na odontologia restauradora. Rev. Bras. Odontol. 2011; 68(1):49-53.
5. Malheiros AS, Filho FP, Tavarez RRJ. Cerâmicas ácido-resistentes: a busca por cimentação resinosa adesiva. Cerâmica 2013; 59: 124-28.
6. Aboushelib MN, Wang H. Influence of crystal structure on debonding failure of zirconia veneered restorations. Dent Mater 2013; 29:97-102.
7. Koenig V, Vanheusden AJ, Goff SO, Mainjot. Clinical risk factor related to failures with zirconia-based restorations: an up 9-year retrospective study. J Dentistry 2013;41: 1164-74.
8. Wang G, Zhang S, Bian C, Kong H. Interface toughness of a zirconia-veneer system and the effect of a liner application. J Prosthet Dent.2014; 112:576-83
9. Solá-Ruiz MF, Panadero RA, Font AFF, Rueda CL. A prospective evaluation of zirconia anterior partial fixed dental prostheses: clinical results after seven years. J Prosthet Dent 2015; 113:578-84.
10. Morris HF. Veterans administration cooperative studies Project N 147. Part IV: biocompatibility of base metal alloys. J Prosthet Dent 1987; 58:1-4.
11. Macedo VC, Anami LC, de Melo RM, Bottino MA, Valandro LF. Effect of the layering technique on bond strength and cohesive resistance of a porcelain-zirconia system. J Adhes Dent 2014;16: 57-62.
12. Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH. Survival and complications of zircônia-based fixed dental prostheses:A systematic review. J Prosthet Dent. 2012 Mar;107(3):170-7.
13. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. Dent Mater 1999; 15:426-33.

14. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. Strength and reliability of surface treated Y-TZP. Dent Ceram. J Biomed Mater Res (Appl Biomater) 2000; 53:304-13.
15. Baier, RE. Principles of adhesion. Operat. Dent. 1992;5: 1-9
16. Liu D, Matinlinna JP, Tsoi JK, Pow EHN, Miyazaki T, Shibata Y, Kan CW. A new modified laser pretreatment for porcelain zirconia bonding. Dental Mater 2013; 29:559-65.
17. Kirmali O, Akin H, Kapdan A. Evaluation of the surface roughness of zirconia ceramics after surface treatments. Acta Odontol 2014; 72: 432-39.
18. Kara O, Kara HB, Tobi ES, Ozturk AN, Kilic HS. Effect of various lasers on the bond strength of two zirconia ceramics. Photomed Laser Surg 2015; 33:69-76.
19. Akin GE, Kaval ME, Turk T, Akin H. Surface houghness and bond strength of zirconia posts to a resin cement after various surface pretreatments. Photomed Laser Surg 2015; 33:1-6.
20. Kirmali O, Akin H, Ozdemir AK. Shear bond strength of veneering ceramic to zirconia core after different surface treatments. Photomed Laser Surg 2013; 31: 261-68.
21. Özcan M, Kojima AN, Pekkan G, Mesquita AMM, Bottino MA. Adhesion of substrate-adherent combinations for early composite repairs: Effect of intermediate adhesive resin application. Inter J Adhes 2014;49: 97-102.
22. Harding AB, Norling BK, Teixeira EC. The effect of surface treatment of the interfacial surface on fatigue-related microtensile bond strength of milled zirconia to veneering porcelain. J Prosthodont 2012; 21:346-52.
23. Yoon H, Yeo I, Yi Y, Kim S, Lee J, Han J. Effect of surface treatment and liner material on adhesion between veneering ceramic and zirconia. Mechanical Behavior Biomed Mater; 2014;40: 369-74.
24. Kirmali O, Kapdan A, Kustarsi A, Kursat E. Veneer ceramic to Y-TZP bonding: comparison of different surface treatment. J Prosthodont 2016; 25:324-29.
25. Güngör MB, Yilmaz H, Nemli SK, Bal BT, Aydin C. Effect of surface treatments on the biaxial flexural strength, phase transformation, and surface roughness of bilayered porcelain/zirconia dental ceramics. J Prosthodont 2015; 113:585-95.
26. Tan JP, Sederstrom D, Polansky JR, McLaren EA, White SN. The use of slow heating and slow cooling regimens to strengthen porcelain fused to zirconia. J Prosthet Dent 2012;107: 163-9.
27. Arami S, Tabatabae MH, Namdar SF, Chiniforush N. Venner ceramic to Y-TZP bonding: Comparison of different surface treatments. J Dent Tehran Univ Med Sci 2014; 11:233-41.

28. Hallmann L, Ulmer P, Wille S, Polonsky O, Kobel S, Trottenberg T et al.; Effect of surface treatments on the properties and morphological change of dental zirconia. *J Prosthet Dent* 2016; 115:341-49.
29. Sarmento HR, Campos F, Alves MLL. Influência de protocolos de jateamento na rugosidade da superfície de uma cerâmica de zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítria. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2011; 11: 231-38.
30. Yamamoto,M. Metal-Ceramic Principles and methods of Yamamoto. Chicago. Quintessence, 1985.
31. Wattanasirmkit K, Srimaneepong V, Kanchanatawewat K, Monmaturapoj N, Thunyakitpisal P. Improving shear bond strength between feldspathic porcelain and zirconia substructure with lithium disilicate glass-ceramic liner. *Dent Mater J.*2015;
32. Peláez J, Gogolludo PG, Serrano B, Lozano JFL, Suárez MJ. Prospective evaluation of zirconia posterior fixed dental prostheses: three-year clinical results.*J Prosthet Dent* 2012; 107: 373-79.
33. Häff A, Löf H, Gunne J, Sjögren G. A retrospective evaluation of zirconia-fixed partial dentures in general practices: an up to 13-year study. *Dent Mater.* 2015;31(2):162-70.