
Superfície da zircônia após o uso de silicatização/Laser de Érbio: YAG

Surface of zirconia after use silica coating / Erbium Laser: YAG

Priscila Chagas Oliveira¹, Aline Araújo Sampaio², Samilly Evangelista Souza², Gustavo Miranda Pires Santos³, Anderson Pinheiro de Freitas⁴.

¹Curso de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, Brasil; ²Departamento de Prótese e Periodontia, Clínica Odontológica da Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba-SP, Brasil; ³Programa de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro-RJ, Brasil; ⁴Professor Adjunto da Universidade Federal da Bahia.

Resumo

Objetivo – Avaliar a superfície de zircônia tratada com óxido de sílica e posterior irradiação com laser de Er:YAG ($\lambda=2.940\text{nm}$) quanto a diferentes intensidades de energia do laser. Uma possibilidade de condicionamento da superfície da cerâmica é a utilização dos lasers de alta potência. Diversos estudos têm avaliado a efetividade do laser de Er:YAG na odontologia entretanto, poucos são os relatos da associação deste com a cerâmica de zircônia. **Métodos** – Foram utilizadas 08 pastilhas de cerâmica Cercon Smart (Degudent, Hanau, Germany) estabilizada com 5% Y_2O_3 , medindo $5 \times 3 \times 0.75$ mm, incluídas em resina acrílica, que foram divididas em grupos de acordo com o tratamento proposto com jateamento do óxido de sílica (Rocatec Soft) e/ou Laser de Er:YAG ($\lambda=2.940\text{nm}$, 200mJ, 400mJ e 500mJ). Os espécimes foram avaliados através da microscopia eletrônica de varredura quanto a micromorfologia da superfície, assim como quanto a quantidade de sílica impregnada na cerâmica. **Resultados** – A superfície da Y-ZTP foi alterada com o Laser de Érbio e a quantidade de sílica impregnada foi proporcional a energia do Laser de Er:YAG empregada, sendo que os espécimes irradiados com a dose de 500mJ apresentaram 91,4% maior porcentagem de sílica que os espécimes que somente receberam o jateamento com óxido de sílica. **Conclusão** – A irradiação com laser de Er:YAG foi capaz de proporcionar uma maior impregnação do óxido de sílica à superfície da zircônia.

Descritores: Lasers; Zircônio; Óxido de silício

Abstract

Objective – To evaluate the zirconia's surface treated with oxide silica and subsequent irradiation with different intensities of energy laser. One possibility of conditioning or alteration of the ceramic surface is the use of high power lasers. Several studies have evaluated the effectiveness of this type of laser in dentistry, especially on the tooth surface, however, there are few reports of an association of laser with zirconia ceramic (Y-ZTP). **Methods** – It was used 08 ceramic plates Cercon Smart (DeguDent, Hanau, Germany), measuring $5 \times 3 \times 0.75\text{mm}$, embedded in acrylic resin, which were divided into groups according to the proposed treatment with silica coating (Rocatec Soft) and / or Laser Er: YAG ($\lambda = 2.940\text{nm}$, 200mJ, 400mJ and 500mJ). The specimens were evaluated by scanning electron microscopy and measurement of the amount of silica impregnated. **Results** – The surface of Y-ZTP had morphological alterations with the Erbium laser and the amount of silica impregnated was proportional to the energy of the Er: YAG laser used, specimens irradiated with a dose of 500mJ presented 91,4% more silica than the specimens with only treatment silica coating. **Conclusion** – The laser irradiation with Er: YAG after silica coating provides greater attachment to the silica oxide surface of zirconia.

Descriptors: Lasers; Zircônio; Silica oxide

Introdução

Na tentativa de substituir o metal das restaurações, muitas cerâmicas reforçadas têm sido desenvolvidas e testadas. Devido às suas propriedades mecânicas e estéticas com eficiência comprovada na área industrial, o óxido de zircônio tem emergido na indústria odontológica¹. As cerâmicas de zircônia apresentam ótimas propriedades, biocompatibilidade, resistência flexural e dureza, apresentando-se desta maneira, uma possível alternativa para restaurações metalo-cerâmicas².

A zircônia estabilizada com ítria pode manter sua estrutura tetragonal a altas temperaturas e ser metaestável a temperatura ambiente. Este material, designado Y-TZP (yttria tetragonal zirconia polycrystals) tem sido uma alternativa para a alumina como biomaterial, tanto para aplicações odontológicas como em implantes ortopédicos³. Por o motivo da dificuldade de cimentação deste material, muitos trabalhos visam desenvolver téc-

nicas de retenção dos cimentos resinosos às infraestruturas da zircônia, como exemplo do jateamento com óxido de sílica de 30 a $110\mu\text{m}$, condicionadores para metal, lasers de alta potência ou uma associação entre métodos⁴.

O princípio do efeito do laser sobre as superfícies é fototérmico, isto é, baseia-se na conversão de energia luminosa em calor⁵. A quantidade de energia absorvida pelas superfícies irradiadas depende de características como pigmentação e conteúdo de água, do comprimento de onda da luz laser e seu modo de emissão⁵.

O laser de Er:YAG foi sugerido como forma de tratamento da superfície interna de restaurações indiretas confeccionadas em compósitos e em dissilicato de lítio⁶⁻⁷. Em ambos estudos, foi observado aumento na resistência de união após a irradiação com laser. Apesar destes resultados positivos, a ação do laser de Er:YAG sobre outros materiais utilizados na confecção de res-

turações indiretas, como as cerâmicas Y-TZP, precisa ser determinada⁸.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a superfície tratada com óxido de sílica e posterior irradiação com laser de Er:YAG ($\mu=2.940\text{nm}$), analisando quanto as diferentes intensidades de energia do laser.

Métodos

Delineamento experimental

O delineamento experimental desse estudo *in vitro*, segue a confecção dos oito espécimes ($5 \times 3 \times 0.75\text{mm}$) com cerâmica Y-TZP (Cercon Smart Ceramics – Degudent, Hanau, Germany), estabilizada com 5% Y_2O_3 , os quais foram submetidos ao jateamento com óxido de sílica e/ou sílica (Rocatec Soft) e/ou Laser de Er:YAG ($\lambda=2.940\text{nm}$, 200mj, 400mj e 500mj). Na sequência, as superfícies dos espécimes foram analisadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) quanto a sua micromorfologia e análise quantitativa de óxidos de sílica.

Confecção dos corpos de prova

Uma peça em cerâmica Y-TZP (Cercon Smart Ceramics – Degudent, Hanau, Germany), estabilizada com 5% Y_2O_3 foi cortada com disco diamantado (Série 15LC Diamante – Isomet Buehler – Microstructural Analysis Division, Lake Bluff, Illinois, 60044 – USA), à velocidade de 600rpm, sob irrigação a água, para obtenção de 8 fatias com dimensões de $5 \times 3 \times 0.75\text{mm}$, que foram polidas em ambos os lados com lixas de carbureto de silício nas granulações 320, 400 e $600\mu\text{m}$ sob refrigeração.

Os espécimes foram limpos com água deionizada em banho de ultra-som por 10 min e armazenados em água deionizada até a aplicação dos tratamentos.

Tratamento com Laser Er:YAG – $\lambda=2.940\text{nm}$ (Fotona Medical Lasers, Slovenia)

Para a realização desta fase, 8 pastilhas de cerâmica foram incluídas em resina acrílica, e divididas, aleatoriamente, de acordo com o tratamento proposto (Tabela 1). Todas as irradiações foram sob refrigeração água/ar, perpendicular à superfície e realizadas no Centro de Biofotônica da FOUFBA com Laser Er:YAG – $\lambda=2.940\text{nm}$, 200mj/400mj/500mj, 20s, 5HZ, $\varnothing=10\text{mm}$.

Tratamento com óxido de sílica

O tratamento com óxido de sílica consiste no micro jateamento com partículas de sílica de $30\mu\text{m}$ (Rocatec Soft 3M ESPE) a uma distância padrão de 1cm e perpendicular à superfície, durante 20 segundos com pressão de 2,8 bars em movimentos circulares.

Todos os espécimes foram limpos em ultrassom com isopropanol 96% por 3 minutos após irradiação e /ou jateamento.

Microscopia eletrônica de varredura

Os espécimes foram avaliados com microscopia eletrônica de varredura (JEOL, JCM 6522, Tóquio, Japão),

a fim de visualizar o efeito dos tratamentos na superfície da zircônia. Para isso, as amostras de cada grupo foram preparadas e submetidas aos tratamentos anteriormente descritos. Posteriormente, todas as amostras foram submetidas a pulverização catódica de ouro e avaliadas com o microscópio eletrônico de varredura (MEV) em 15kV, com ampliação de 1000x, quanto a micromorfologia da superfície, assim como quanto a mensuração da quantidade de sílica fixada na cerâmica (JEOL, JCM 6522, Tóquio, Japão + NSS software). As avaliações foram realizadas na Fundação Oswaldo Cruz, Salvador/BA.

Resultados

A análise micromorfológica dos espécimes mostrou uma superfície lisa com “ranhuras” paralelas naqueles não tratados – controle negativo. A zircônia submetida ao jateamento com óxido de sílica – controle positivo – apresentou uma superfície rugosa compatível com o tratamento oferecido. Já os espécimes irradiados com Laser de Er:YAG tiveram sua topografia alterada de acordo com a energia empregada: 200mj – manteve um padrão muito próximo ao controle negativo, sugerindo que a dose foi insuficiente para causar uma modificação morfológica na cerâmica; 400mj – foi observada uma rugosidade difusa, contudo ainda eram visualizadas as “ranhuras”, característica da superfície sem tratamento; 500mj – alterações mais profundas foram vistas, formando pseudo cavidades em diferentes alturas (Figura 1).

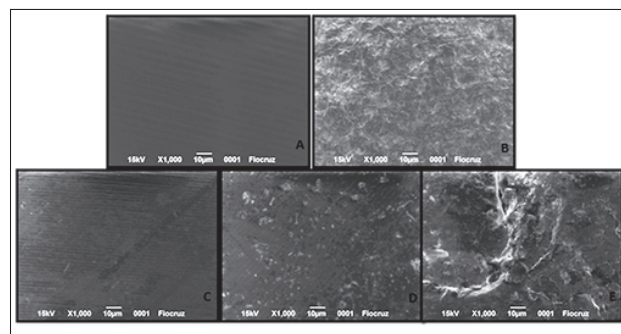


Figura 1. Imagem da Microscopia Eletrônica de Varredura (1000X): A – Controle negativo (superfície sem tratamento); B – Controle positivo (jateamento com óxido de sílica); C – Laser Er: YAG (200mj);

As superfícies das cerâmicas que foram irradiadas com as diferentes doses, posteriormente ao jateamento com óxido de sílica, apresentaram uma topografia similar ao espécime que foi apenas silicizado. Entretanto, os valores de sílica impregnada foram bem diferentes quando se compara o controle positivo aos grupos que foram submetidos aos dois tratamentos, sendo que quanto maior a energia do laser empregada maior a concentração da sílica. A presença de sílica foi 39% maior quando utilizou-se a energia de 200mj, aumentando para 54% ao irradiar com 400mj e 91,4% com a dose de 500mj (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

Tabela 1. Distribuição dos grupos.

Grupo	Energia (mj)	Modo	Tempo (seg)	Distância Focal (mm)	Frequência (Hz)	Jateamento Ox. Sílica
Controle Negativo	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Controle Positivo	_____	_____	_____	_____	_____	X
Grupo 3	200	Pontual	20	10	5	_____
Grupo 4	400	Pontual	20	10	5	_____
Grupo 5	500	Pontual	20	10	5	_____
Grupo 6	200	Pontual	20	10	5	X
Grupo 7	400	Pontual	20	10	5	X
Grupo 8	500	Pontual	20	10	5	X

Tabela 2. Resultado quantitativo para a amostra controle positivo.

Element Line	Net Counts	Weight %	Atom %
C	560	5.21	12.20
O	5482	39.19	68.88
Al	1894	1.65	1.72
Si	1027	0.82	0.82
Zr	36807	53.12	16.38
Total		100.00	100.00

Tabela 3. Resultado quantitativo para a amostra 200mj.

Element Line	Net Counts	Weight %	Atom %
C	324	3.12	7.57
O	5520	39.47	71.89
Al	2119	1.86	2.01
Si	1358	1.10	1.14
Zr	37389	54.45	17.39
Total		100.00	100.00

Tabela 4. Resultado quantitativo para a amostra 400 mj.

Element Line	Net Counts	Weight %	Atom %
C	1993	4.42	10.32
O	24174	40.11	70.34
Al	9246	1.91	1.98
Si	6653	1.26	1.26
Zr L	152673	52.30	16.09
Total		100.00	100.00

Tabela 5. Resultado quantitativo para a amostra 400 mj.

Element Line	Net Counts	Weight %	Atom %
C	1.184	4.46	11.00
O	11163	36.04	66.69
Al	3492	2.47	271
Si	2073	1,9	1,57
Zr	38544	5554	18.03
Total		100.00	100.00

Discussão

O Laser de Er:YAG tem sido pesquisado na busca de criar efeitos termomecânicos em substratos, vaporizando o seu conteúdo de água, que provoca a ex-

pansão seguida por microexplosões. Na superfície cerâmica provoca micro cavitações que favorecem o embricamento adesivo⁵. Arami *et al.*⁹ (2014) demonstrou que a alteração de rugosidade superficial causada na cerâmica Y-TZP pelo laser de Er:YAG é semelhante a tratamentos com partículas de abrasão e, em comparação ao laser Nd:YAG evidencia ter vantagens ao passo que não é capaz de formar microfissuras na cerâmica.

Em nosso estudo, ao analisarmos a superfície da zircônia, foi observado que quanto maior a energia empregada com o laser de Er:YAG maiores as alterações criadas; e que doses baixas, como 200mj, com os parâmetros estipulados, são incapazes de modificar morfológicamente a cerâmica Y-TZP. No estudo realizado por Cavalcanti *et al.*¹⁰ (2009), em pastilhas de zircônia tratadas com diferentes doses do Laser Er:YAG (200 mj, 400mj ou 600mj, 5seg, 10HZ) conclui-se que as energias mais altas levaram a alterações mais profundas, até mesmo a trincas, enquanto a menor dose provocou alterações mais suaves. Akylil *et al.*¹¹ (2010) encontrou que a irradiação com o laser Er:YAG (200 mj/pulse, 10Hz, 10seg) aumentou a força de união comparada a superfície não tratada e criou rugosidade de superfície similar ao tratamento com partículas de abrasão.

A ausência de trincas no nosso estudo pode ser atribuída à frequência mais alta, 600mj, utilizada por Cavalcanti *et al.*¹⁰ (2009). Estes achados contradizem o que Stubinger *et al.*¹² (2008) demonstraram através de análises por microscopia eletrônica de varredura, onde a irradiação de laser Er:YAG era incapaz de alterar a superfície da zircônia. Em contraste do efeito do laser Er:YAG, Miranda *et al.*¹³ (2014) observaram que o laser Er, Cr:YSGG é capaz de reduzir a rugosidade superficial de discos de zircônia, não sendo portanto um laser que promova alteração de superfície favorável a adesão¹³⁻¹⁴. Arami *et al.*⁹ (2014) verificaram em estudo que para os lasers Nd:YAG e de CO₂, o aumento da potência é responsável pelo aumento da rugosidade da superfície cerâmica tratada, entretanto a quantidade de calor gerada podem afetar a adesão e mecânica da cerâmica.

A pigmentação da superfície e seu conteúdo de água, juntamente com outras características da superfície de-

terminam a quantidade de energia que é absorvida pela superfície irradiada⁵. Para Cavalcanti *et al.*¹⁰ (2009) a absorção de energia do laser por cerâmica Y-TZP pode ser comprometida, uma vez que os materiais a base de zircônia pura são livres de água e apresentam uma coloração branca e opaca. Entretanto, para Pedrazzi¹⁵ (2007), o condicionamento de porcelana através do laser de alta potência sem agente dopante não resultou em alterações consistentes que pudessem favorecer a falta de adesão. Seguindo esta linha, em nossa pesquisa não foi utilizado agente dopante, entretanto outros estudos serão realizados utilizando a hidroxiapatita como agente dopante, uma vez que o laser de Er:YAG tem grande afinidade pela mesma, baseando-se no estudo de Shiu *et al.*⁸ (2007).

A profundidade de penetração óptica neste tipo de laser, é apenas alguns micrômetros⁵. Esta característica pode ser vantajosa para o tratamento de superfície de cerâmicas odontológicas já que as modificações estruturais seriam restritas à superfície, entretanto, os conhecimentos sobre esses efeitos ainda são limitados.

A aplicação de um revestimento triboquímico que permite a união química a cimentos resinosos através de uma agente silano tem sido recomendado¹⁶⁻¹⁷. Entretanto, essa adesão da sílica a zircônia é frágil, já que a superfície deste material possui uma alta dureza, com isso, a utilização do laser de Er:YAG posterior ao jateamento, em nosso estudo, teve como objetivo fixar os grânulos da silicatização, através da geração de calor, a superfície da cerâmica. Os resultados mostraram que a quantidade de sílica foi proporcional a energia utilizada, sendo que a dose de 500mJ proporcionou maior quantidade de óxido de sílica na superfície, sem formação de trincas.

Arami *et al.*⁹ (2014), conseguiu observar que a alteração de rugosidade alcançada e modificação superficial da cerâmica após exposição a partículas abrasivas de óxido de alumínio e laser de Er:YAG é favorável a uma maior adesão, corroborando com nossos achados. E Akin *et al.*¹⁸ (2012), demonstraram através de ensaio mecânico de tração que a superfície da cerâmica Y-TZP tratada com Er:YAG resultou numa maior média de força de tração quando comparada ao grupo que não foi exposto a radiação laser, ratificando nossos resultados. Em adição, o presente estudo soma a possibilidade de utilização conjunta do laser Er:YAG após silicatização ser alternativa viável a utilização clínica, necessitando portanto ainda de futuros estudos que tenham como objeto de investigação a zircônia e sua interação com a luz laser.

Assim, a regulação e padronização da potência a ser utilizada no laser, além da duração de aplicação são muito importantes a fim de evitar prejuízos estruturais à superfície da zircônia e torná-lo um método conveniente para uso clínico.

Conclusão

A aplicação do laser Er:YAG após silicatização é uma alternativa clínica eficaz para obter um maior embridamento dos óxidos de sílica e assim promover uma maior

adesão das cerâmicas Y-TZP. A aplicação das irradiações de 400mJ e 500mJ alcançaram uma maior impregnação na superfície da cerâmica e sem gerar danos.

Referências

1. Suttor D. Lava zirconia crowns and bridges. *Int J Comput Dent.* 2004;7(1):67-76.
2. Della BA, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater.* 2004;20(4):338-44.
3. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials.* 1999;20(1):1-25.
4. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic; volume loss, morphology, and changes in the surface composition. *J Prosthet Dent.* 1994;71(5):453-61.
5. Burnett LH Jr, Shinkai, RS; Eduardo CP. Tensile bond strength of a one-bottle adhesive system to indirect composites treated with Er:YAG laser, air abrasion, or fluoridric acid. *Photomed Laser Surg.* 2004;22(4):351-6.
6. Gökçe B, Ozpinar B, Dündar M, Comlegolu E, Sen BH, Güngör MA. Bond strengths of all-ceramics: acid vs laser etching. *Oper Dent.* 2007;32(2):173-8.
7. Cavalcanti AN. Características da união à cerâmica de zircônia tetragonal policristalina contendo ítrio [tese de doutorado]. São Paulo: Programa de Pós-graduação em Clínica Odontológica, Área de Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2008.
8. Shiu P, De Souza-Zaroni WC, Eduardo C de P, Youssef MN. Effect of feldspathic ceramic surface treatments on bond strength to resin cement. *Photomed Laser Surg.* 2007;25(4):291-6.
9. Arami S, Tabatabae MH, Namdar SF, Chiniforush N. Effects of different lasers and particle abrasion on surface characteristics of zirconia ceramics. *J Dent.* 2014;11(2):233-41.
10. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchibond G. Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. *Oper Dent.* 2009;34(3):280-7.
11. Akyıl MS, Uzun IH and Bayindir F. Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(6):801-8.
12. Stübinger S, Homann F, Etter C, Miskiewicz M, Wieland M, Sader R. Effect of Er:YAG, CO(2) and diode laser irradiation on surface properties of zirconia endosseous dental implants. *Lasers Med.* 2008;40(3):223-8.
13. Miranda PV, Rodrigues JA, Blay A, Shibli JA, Cassoni A. Surface alterations of zirconia and titanium substrates after Er, Cr:YSGG irradiation. *Lasers Med Sci.* 2015;30(1):43-8.
14. Ghasemi A, Kermanshah H, Ghavam M, Nateghifard A, Torabzadeh H, Nateghifard A, Zolfagharnasab K, Ahmadi H. Effect of Er, Cr:YSGG laser treatment on microshear bond strength of zirconia to resin cement before and after sintering. *J Adhes Dent.* 2014;16:377-82.
15. Pedrazzi H. Resistência adesiva ao cisalhamento em reparo de porcelana condicionada com laser [tese de doutorado]. São Paulo: Programa de pós-graduação da Universidade de São Paulo; 2007.
16. Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern M. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent Mater.* 2007;23(1):45-50.

17. Carli E. Restaurações cerâmicas de zircônio: uma revisão ítrio [tese de doutorado]. Maringá: Programa de pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Maringá; 2006.

18. Akin H, Tugut F, Akin GE, Guney U, Mutaf B. Effect of Er:YAG laser application on the shear bond strength and microleakage between resin cements and Y-TZP ceramics. *Lasers Med Sci.* 2012;27:333-8.

Endereço para correspondência:

Aline Araújo Sampaio
Rua Santa Cruz, 150 – apto 54 – Bairro Alto
Piracicaba-SP, CEP 13419-020
Brasil

E-mail: alinea.sampaio@hotmail.com

Recebido em 12 de dezembro de 2013
Aceito em 10 de dezembro de 2014