

Avaliação in vitro de superfícies de titânio irradiadas com laser de Er,Cr:YSGG

Felipe Leite COLETTI^a, Leticia Helena THEODORO^b, Rosemary Adriana Chierici MARCANTONIO^c, Elcio MARCANTONIO JUNIOR^c, Valdir Gouveia GARCIA^{d,e}

^aMestre em Ciências Odontológicas, UNIFEB – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 14783-226 Barretos - SP, Brasil

^bProfessora Pesquisadora do Programa de Pós- Graduação em Ciências Odontológicas, UNIFEB – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 14783-226 Barretos - SP, Brasil

^cProfessor Titular, Departamento de Diagnóstico e Cirurgia, Faculdade de Odontologia, UNESP – Univ Estadual Paulista, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil

^dProfessor Titular, Departamento de Cirurgia e Clínica Integrada, Disciplina de Periodontia, Faculdade de Odontologia, UNESP – Univ Estadual Paulista, 16015-050 Araçatuba - SP, Brasil

^eProfessor Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, UNIFEB – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 14783-226 Barretos - SP, Brasil

Coletti FL, Theodoro LH, Marcantonio RAC, Marcantonio Junior E, Garcia VG. In vitro evaluation of titanium surfaces treated with Er,Cr:YSGG laser. Rev Odontol UNESP. 2011; 40(5): 248-254.

Resumo

Introdução: Como uma nova alternativa no tratamento complementar, diferentes sistemas lasers têm sido empregados na descontaminação de superfícies de implantes dentários; entretanto, alguns sistemas promoveram alterações significantes nessas superfícies. **Objetivo:** O propósito deste estudo foi analisar, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), os efeitos da irradiação de diferentes superfícies de titânio com o laser de Er,Cr:YSGG (Erbium, Chromium, Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet). **Material e método:** Foram utilizados 20 discos de titânio, sendo dez de Superfície Usinada (SU) e dez de Superfície tratada com Ataque Ácido (SAC). Os dez discos com mesmo tratamento foram divididos em dois grupos, que receberam irradiação nas potências de 1 W (5 unidades) e 2 W (5 unidades). As superfícies foram analisadas por meio de MEV. **Resultado:** Com 2 W de potência, não foram observadas alterações morfológicas significantes nas SU, quando comparadas às superfícies não irradiadas. Nas SAC, algumas alterações foram observadas no aumento de 1000×, apresentando áreas sugestivas de desgaste do tratamento além de algumas áreas com aspecto de derretimento. **Conclusão:** Diante dos resultados e com os parâmetros utilizados no presente estudo, conclui-se que o laser de Er,Cr:YSGG pode ser utilizado para irradiações de superfícies usinadas de implantes; porém, em superfícies tratadas com ácido, os parâmetros de irradiação devem ser mais controlados.

Palavras-chave: Lasers; implantes dentários; microscopia eletrônica de varredura.

Abstract

Introduction: As a new alternative in the complementary treatment lasers teem different systems were employed in the decontamination of dental surfaces implants however, some systems have caused significant changes in its surface. **Purpose:** Analyze by Scanning Electron Microscopy (SEM) the effects of laser irradiation of Er,Cr: YSGG on different surfaces of titanium. **Material and method:** Study of 20 titanium discs, and 10 Machined Surface (MS) and 10 surfaces treated with acid (AC). The 10 discs with the same treatment were divided into two groups with five units each, the irradiation was performed in powers of 1 W and 2 W. **Result:** Showed that the irradiation with 1 W of power resulted in no significant morphological changes in the MS-irradiated compared to non-irradiated surfaces. In MS surfaces, minor changes were observed in the increase of 1000× when compared to non-irradiated surface. With 2 W of power, there were no significant morphological changes in the MS, compared to non-irradiated areas. In AC some changes were observed in the increase of X 1000, showing areas of wear suggestive of treatment and some areas with melting point. **Conclusion:** Considering the results and the parameters used in this study it was concluded that the Er, Cr: YSGG irradiation can be used for the machined surfaces of implants, but in acid-treated surfaces irradiation parameters should be more controlled.

Keywords: Lasers; dental implants; Scanning Electron Microscopy.

INTRODUÇÃO

A reabilitação protética de indivíduos total ou parcialmente desdentados tornou-se mais versátil após a utilização dos implantes osseointegráveis. A obtenção e a manutenção da osseointegração dependem da capacidade de cicatrização, reparação e de remodelamento dos tecidos biológicos que circundam o implante¹. De acordo com alguns autores², o insucesso do tratamento engloba uma série de eventos: processos biológicos; processos biomecânicos e adaptação do paciente. Por outro lado, a longevidade dos implantes pode ser comprometida por sobrecarga oclusal e/ou acúmulo de placa, induzindo a peri-implantite³.

As patologias peri-implantares foram classificadas em mucosite e peri-implantite, sendo que a primeira restringe-se apenas a reações inflamatórias nos tecidos moles ao redor de implantes em função, enquanto que a peri-implantite consiste em reações inflamatórias com perda de tecido ósseo de suporte ao redor de implantes em função⁴.

A formação do biofilme ao redor de implantes osseointegrados parece ser similar à formação do biofilme dental^{5,6}. A microbiota dos implantes orais em condições de saúde é dominada por cocos Gram-positivos, facultativamente anaeróbios, enquanto que implantes condenados exibem a colonização predominante de espiroquetas, bacilos móveis e bactérias fusiformes, caracterizando a peri-implantite⁷.

O diagnóstico e o tratamento das doenças peri-implantares observados na literatura são semelhantes aos das doenças periodontais; o tratamento proposto para implantes comprometidos consiste basicamente na associação de procedimentos mecânicos, antimicrobianos sistêmicos e aplicação local de antissépticos, na tentativa de descontaminação da superfície do implante⁸. No entanto, esses procedimentos muitas vezes não são efetivos para descontaminação por causa da dificuldade em se acessar mecanicamente o biofilme presente nas roscas dos implantes.

Por outro lado, os lasers de alta potência têm capacidade de promover redução bacteriana^{9,10}. Diante desses achados, alguns estudos experimentais têm avaliado o efeito da irradiação com lasers de alta potência sobre superfícies de implantes contaminadas ou não¹⁰⁻¹⁶. Porém, alguns emissores lasers, como o Nd:YAG (neodímio:yttrium,aluminium,garnet), demonstraram efeitos deletérios sobre as superfícies de titânio após a irradiação, principalmente apresentando pontos de derretimentos e fissuras^{17,18}. Entretanto, poucos estudos avaliaram o efeito do laser de Er,Cr:YSGG em superfícies de titânio^{19,20}.

Diante disso, estudos devem ser realizados para analisar os efeitos de outros sistemas lasers de alta potência sobre diferentes superfícies de implantes e com diferentes parâmetros de irradiação, a fim de que se possa indicá-los com segurança nos procedimentos terapêuticos para descontaminação de implantes em áreas com diagnóstico de peri-implantite. O propósito deste estudo foi avaliar, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura, o efeito da irradiação – em superfícies de implantes usinadas ou tratadas com ataque ácido – com laser de Er,Cr:YSGG.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados 20 discos de titânio comercialmente puro (12 mm de diâmetro e 4 mm de altura), sendo dez de superfície usinada (SU) (Sistema de Implantes Nacional- SIN Ltda, São Paulo-SP, Brasil) e dez de superfície tratada com ataque ácido (SAC) (Sistema de Implantes Nacional- SIN Ltda, São Paulo-SP, Brasil). Os dez discos com mesmo tratamento foram divididos em dois grupos de cinco unidades cada. Todos os 20 discos foram demarcados no centro com auxílio de uma fresa cilíndrica diamantada em alta rotação sem refrigeração (2200, KG Sorensen, Barueri-SP, Brasil), que percorreu todo seu diâmetro para delimitar duas áreas e um ponto na extremidade de maior diâmetro na superfície controle (Figura 1). A área demarcada com o ponto não foi irradiada (controle) e a outra área foi irradiada com o laser de Er,Cr:YSGG.

1. Laser

O equipamento laser utilizado foi o Biolase (Waterlase MD, Biolase, San Clemente, CA, EUA), que tem como meio ativo o Er,Cr:YSGG de 2780 nm de comprimento de onda, emitido por uma fibra colimada de 0,6 mm (4 mm de comprimento), com potência máxima de 2,5 W, pulsado. Para irradiação, os discos foram fixados com uma combinação de esmalte e grafite em *stubs*, e a irradiação nas superfícies foi realizada com as potências de 1 e 2 W, 20 Hz de frequência, com 20% de água e 40% de ar, por um único operador treinado, em forma de varredura, de forma a cobrir uniformemente toda a superfície do disco delimitada para irradiação. Durante a irradiação nos discos, a fibra de saída do laser foi posicionada perpendicularmente à superfície do disco, sem contato, durante 25 segundos (Tabela 1; Figura 2). Antes do início da irradiação das amostras, a potência de saída do laser foi medida e o equipamento foi calibrado por um técnico especializado indicado pelo fabricante.

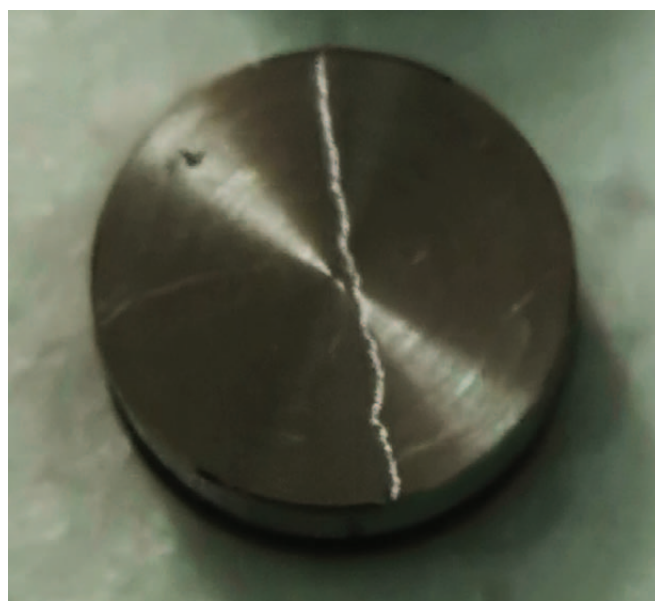
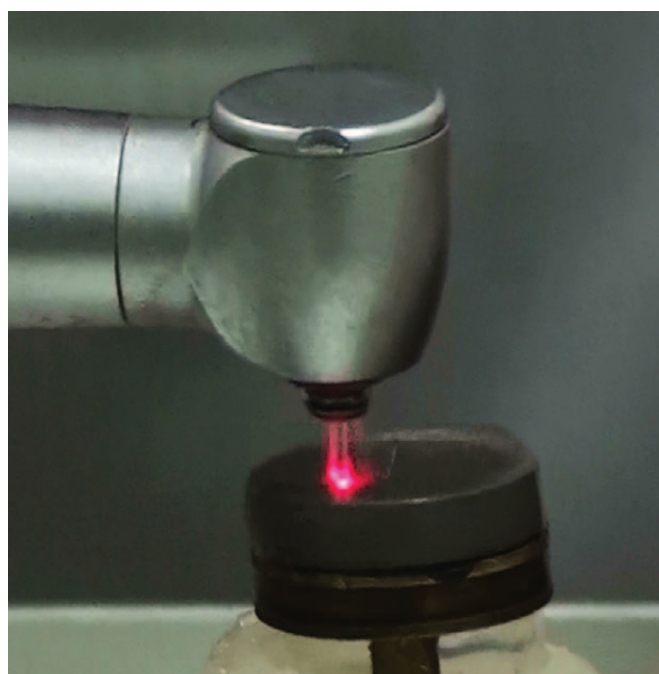


Figura 1. Disco de titânio delimitado em duas áreas e um ponto na extremidade do lado controle.

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos e parâmetros de irradiação

Er,Cr:YSGG	SU 1	SU 2	SAC 1	SAC 2
Quantidade	05	05	05	05
Superfície	Usinada	Usinada	Ataque ácido	Ataque ácido
Frequência	20 Hz	20 Hz	20 Hz	20 Hz
Diâmetro da ponta	600 µm	600 µm	600 µm	600 µm
Tempo de exposição	25 segundos	25 segundos	25 segundos	25 segundos
Potência	1 W	2 W	1 W	2 W
Refrigeração – água	20%	20%	20%	20%
Refrigeração – ar	40%	40%	40%	40%
Forma de aplicação	Sem contato	Sem contato	Sem contato	Sem Contato
Irradiância	357,14 W.cm ⁻²	714,28 W.cm ⁻²	357,14 W.cm ⁻²	714,28 W.cm ⁻²

**Figura 2.** Fibra do laser posicionada perpendicularmente à superfície do disco.

2. Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Após irradiação, os discos foram mantidos em um dessecador a vácuo durante 48 horas e, a seguir, preparados para análise em MEV (Jeol JSM-T330A Scanning Microscope Eletronic, Japão). A avaliação dos discos foi realizada no centro da amostra com aumento original de 50×, para avaliação geral das áreas irradiadas e não irradiadas; as duas áreas distintas (irradiada e não irradiada) foram analisadas com aumento original de 1000×, obtendo-se, dessa forma, três fotomicrografias por disco analisado. Depois de obtidas as fotomicrografias eletrônicas das amostras, as mesmas foram analisadas para identificar as alterações morfológicas por meio da comparação com as superfícies não irradiadas por dois examinadores previamente treinados.

RESULTADO

Não foram observadas alterações morfológicas significantes nas SU irradiadas com 1 W (Figura 3) quando comparadas às superfícies não irradiadas (Figura 4). As SU apresentavam ranhuras inerentes à usinagem do titânio. Nas SAC, pequenas alterações foram observadas no aumento de 1000× (Figura 5), quando comparadas à superfície não irradiada (Figura 6). As superfícies não irradiadas apresentavam aspecto irregular com porosidade inerente ao tratamento, enquanto as irradiadas também apresentavam o mesmo aspecto, porém com algumas pequenas áreas sugestivas de desgaste do tratamento.

Aspecto semelhante com o parâmetro de 1 W foi observado nas SU irradiadas com 2 W. Não foram observadas alterações morfológicas significantes nas SU irradiadas com 2 W (Figura 7) quando comparadas às superfícies não irradiadas (Figura 8).

As SU apresentavam ranhuras inerentes à usinagem do titânio. Nas SAC, algumas alterações foram observadas no aumento de 1000× (Figura 9) quando comparadas à superfície não irradiada (Figura 10). As superfícies não irradiadas apresentavam aspecto irregular com porosidade inerente ao tratamento; as irradiadas também apresentavam o mesmo aspecto, porém com a superfície apresentando áreas sugestivas de desgaste do tratamento, além de algumas áreas com aspecto de derretimento.

DISCUSSÃO

A contaminação de superfícies de implantes com bactérias e subprodutos bacterianos pode causar a peri-implantite e assim prejudicar a função e a estética dos implantes osseointegrados. Uma descontaminação insuficiente da superfície dos implantes durante o tratamento pode comprometer o processo de reparo de áreas com peri-implantite.

Várias técnicas de tratamento têm sido adotadas com o intuito de promover a descontaminação e a limpeza desses implantes, porém apresentam limitações nos resultados⁸. Alguns estudos têm demonstrado resultados promissores no uso de

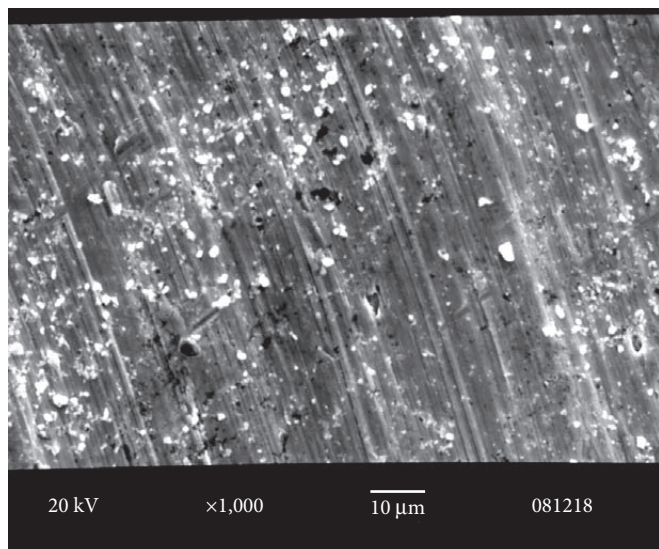


Figura 3. SU irradiada com 1 W, ausência de alterações morfológicas. Aumento original de 1000×.

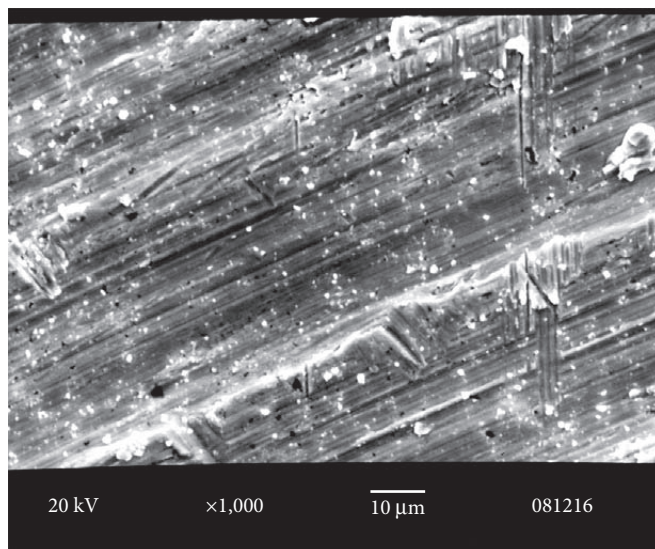


Figura 4. SU não irradiada. Aumento original de 1000×.

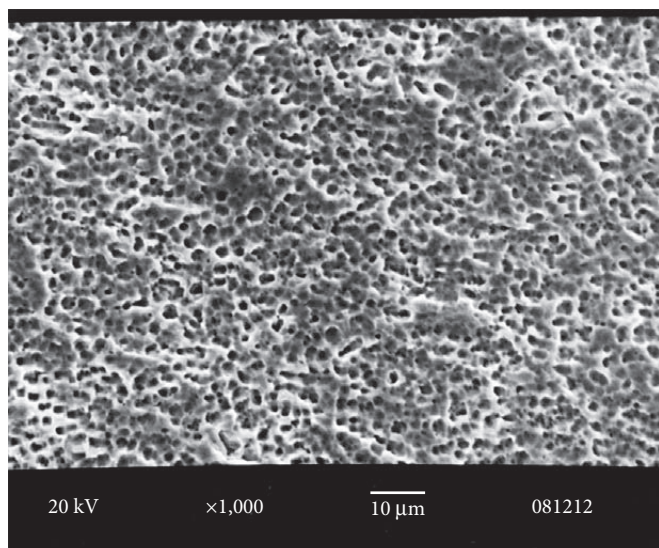


Figura 5. SAC após irradiação com 1 W, pequenas alterações observadas. Aumento original de 1000×.

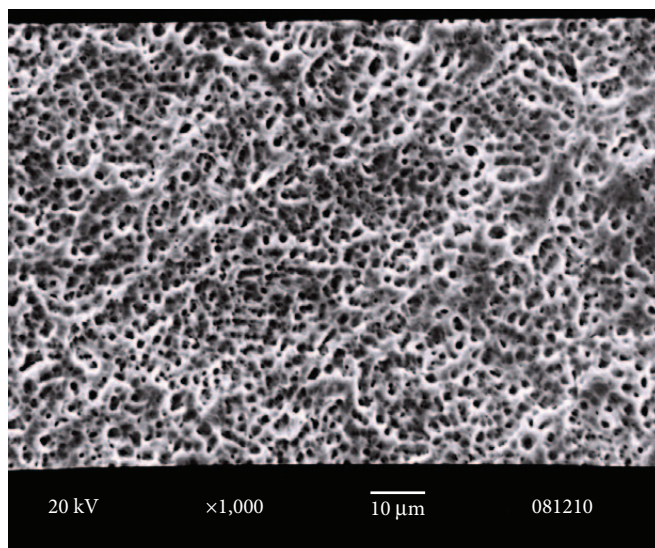


Figura 6. SAC não irradiada. Aumento original de 1000×.

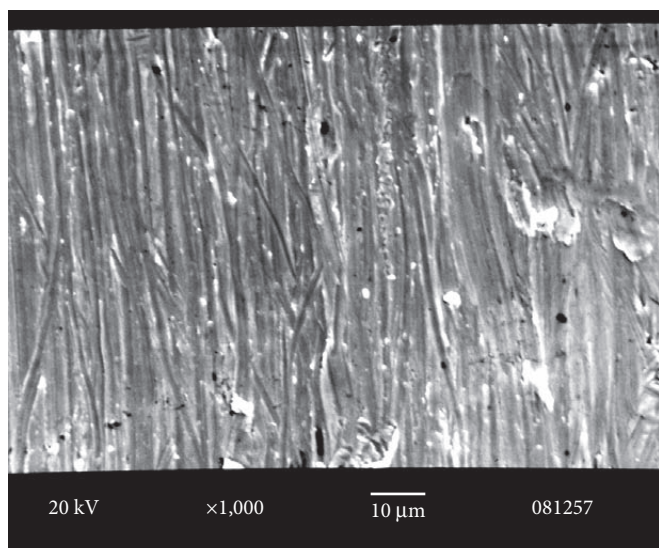


Figura 7. SU irradiadas com 2 W, ausência de alterações morfológicas. Aumento original de 1000×.

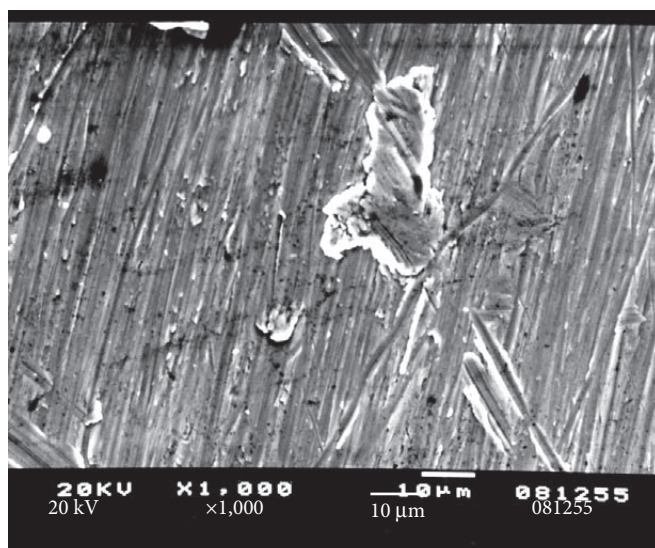


Figura 8. SU não irradiada. Aumento original de 1000×.

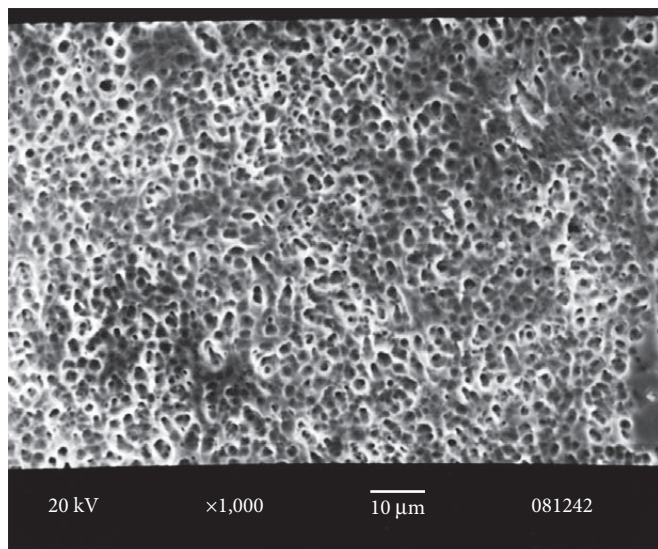


Figura 9. SAC após irradiação com 2 W, algumas alterações observadas. Aumento original de 1000x.

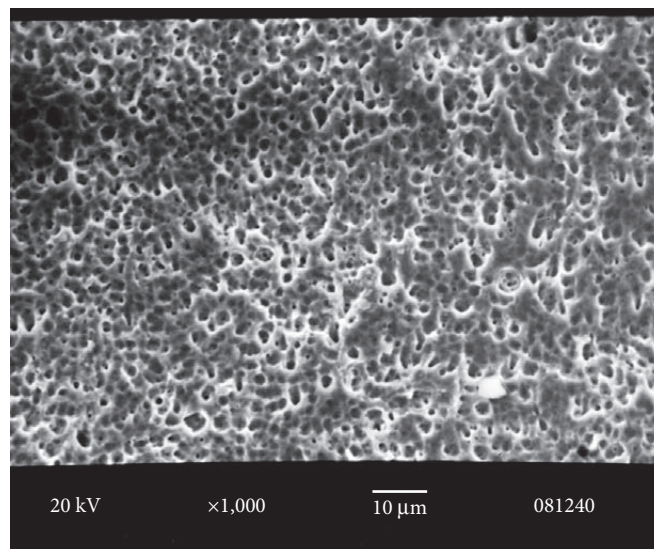


Figura 10. SAC não irradiada. Aumento original de 1000x.

diferentes sistemas lasers de alta potência em relação à redução de microrganismos de superfícies de implantes^{10,14,21}.

Os primeiros estudos que avaliaram a irradiação de superfícies de titânio foram realizados na década de 1990. Autores²² irradiaram implantes cobertos com Hidroxiapatita com laser de CO₂ nos parâmetros de 4, 8 e 15 W com tempo de exposição de 1,5 ou 15 segundos, variando quanto ao modo: contínuo ou pulsado. Concluíram que temperaturas superiores a 50 °C podem ser geradas nesses implantes quando irradiados com esse laser com altas potências de irradiação. A maior elevação de temperatura ocorreu com potências mais elevadas, modo contínuo e período extenso de irradiação. Também em 1995, outros autores¹², ao empregarem laser de CO₂ em implantes, observaram aumento da temperatura em diferentes pontos do implante, sendo que esse aumento variou, dependendo da região aferida.

O presente estudo avaliou o efeito do laser de Er,Cr:YSGG sobre a morfologia de SU e SAC. Na análise dos resultados, pôde-se observar que as SU não sofreram alterações morfológicas quando irradiadas com o laser de Er,Cr:YSGG nos parâmetros e nas diferentes potências deste estudo. Por outro lado, as SAC demonstraram alterações morfológicas mais evidentes com o aumento da potência para 2 W. Esses resultados sugerem que esse tipo de tratamento de superfície tem uma interação diferente com o laser no comprimento de onda de 2780 nm e que essa interação pode ser influenciada pelo aumento da potência de saída.

A interação entre laser e metal pode ser influenciada pela energia de irradiação, pelo grau de absorção, pela condutividade térmica e pela composição do material¹⁴. A capacidade de reflexão do titânio para os lasers no infravermelho é entre 50 e 60%, e aumenta para 96% na faixa do comprimento de onda de 10000 nm¹⁴.

Com relação à morfologia das superfícies de implantes irradiadas, alguns estudos têm sido realizados para avaliar a interação dessas superfícies com os comprimentos de onda de laser utilizados em Odontologia. Estudos comparativos entre

a irradiação com diversos sistemas lasers sobre a superfície do titânio confirmaram que o laser de CO₂ não promove alterações morfológicas nas superfícies dos implantes com parâmetros adequados de irradiação^{10,14,18,23} e que o laser de diodo¹⁴ também poderia ser uma alternativa para irradiação dessas superfícies. Por outro lado, o laser de Nd:YAG, mesmo com potências baixas, promove derretimento e trincas na superfície do titânio com superfície tratada ou não^{14,18}. Diante desses fatos, os lasers de Nd:YAG devem ser evitados para irradiação direta de superfícies de implantes.

Estudos têm avaliado o efeito de alguns lasers em diferentes superfícies de implantes e os resultados apresentados são conflitantes^{14,15}. Um estudo com o laser de Er:YAG demonstrou que este alterou as superfícies de titânio usinada, de Titânio Plasma Spray (TPS), Jateadas e tratadas com Hidroxiapatita¹⁴. Entretanto, outros autores utilizaram o mesmo laser e não demonstraram alterações das superfícies tratadas com TPS, ataque ácido e Hidroxiapatita quando irradiadas com densidades de energia maiores¹⁵. Tais discrepâncias nos resultados podem ser explicadas, pois neste estudo a irradiação foi feita com a fibra paralela às superfícies e com refrigeração a água, enquanto que, no estudo anterior, a fibra foi posicionada perpendicularmente à superfície e sem refrigeração a água.

A irradiação de superfícies de implantes com laser de Er:YAG com energia de pulso de 60 a 120 mJ e refrigeração a água não tem demonstrado aumento da temperatura indesejável e nem alteração morfológica¹⁴. Com relação à remoção de placa supragengival de implantes, o laser de Er:YAG foi mais efetivo quanto comparado ao ultrassom e a curetas plásticas²⁴.

Pesquisadores²⁵ propuseram um estudo com o objetivo de analisar as alterações morfológicas e o aumento da temperatura do titânio após a irradiação com laser de Er: YAG, além de investigar os efeitos desse laser no debridamento de pilares de implantes contaminados. O Er: YAG a 30 mJ/pulso e 30 Hz com spray de água foi capaz de remover eficazmente a placa e o cálculo sobre os

pilares, sem danificar suas superfícies. Os autores concluíram que o laser de Er: YAG pode ser uma nova modalidade de técnica de debridamento da superfície de pilares de implantes.

Quanto ao uso do Er,Cr:YSGG, poucos estudos têm sido publicados na tentativa de demonstrar seu efeito na irradiação de superfícies de titânio usinadas ou com tratamento de superfície^{19,20}. Os parâmetros de irradiação utilizados no presente estudo foram baseados em parâmetros intermediários dos estudos prévios¹⁹, nos quais se verificou que, em discos irradiados com Er,Cr:YSGG com potência de 1,25 W (42% de ar e 41% de água), houve maior densidade de osteoblastos em superfícies usinadas, não sendo observadas diferenças na adesão de células entre superfícies tratadas, irradiadas ou não com esse laser. Além deste, outro estudo recente demonstrou aumento na proliferação de osteoblastos em superfícies de discos de titânio anodizadas irradiadas com lasers de CO₂ (2 W) e Er,Cr:YSGG (1,5 e 2,5 W)²⁰.

As variações físicas e químicas, incluindo as alterações tridimensionais na topografia da superfície de titânio irradiadas com laser, devem ter papel importante na biocompatibilidade inicial. A qualidade da superfície do implante depende das propriedades químicas, físicas e mecânicas da topografia e estas diferenças devem alterar a resposta dos osteoblastos durante a osseointegração²⁶.

Para padronizar as condições do experimento, fixou-se o ângulo entre a fibra e a superfície de irradiação em aproximadamente 90°, o que também poderia influenciar nos resultados. Além do ângulo de irradiação, a presença de saliva, sangue e fluidos orais poderia interferir e requer, assim, outros estudos para comprovação científica.

Poucos estudos ainda relatam o uso clínico do laser de Er,Cr:YSGG no tratamento de superfícies de implantes contaminados^{27,28}. Quando operado com parâmetros apropriados de irradiação, o laser de Er,Cr:YSGG parece ser um ferramenta alternativa para descontaminação de superfícies usinadas de implantes, sem alterar de forma deletéria a morfologia da superfície e ainda promover uma superfície mais biocompatível. Porém, outros estudos devem ser realizados para verificar se esse laser pode provocar alterações na temperatura do implante e no tecido ósseo adjacente, bem como se pode influenciar positivamente no processo de reparo da peri-implantite.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados e com os parâmetros utilizados no presente estudo, conclui-se que o laser de Er,Cr:YSGG pode ser utilizado para irradiações de superfícies usinadas de implantes; porém, em superfícies tratadas com ácido, os parâmetros de irradiação devem ser mais controlados.

REFERÊNCIAS

1. Brånemark PI, Hannsson B, Adell R, Breine U, Lindström J, Öhman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1977;16:1-132.
2. Tonetti MS, Schmid J. Pathogenesis of implant failures. *Periodontol* 2000. 1994;4:127-38. PMID:9673201. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0757.1994.tb00013.x>
3. Quirynen M, De Soete M, van Steenberghe D. Infectious risks for oral implants: a review of the literature. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(1):1-19. PMID:12005139. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.2002.130101.x>
4. Albrektsson T, Isidor F. Consensus report: implant therapy. In: Lang NP, Karring T. *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*. Berlin: Quintessence; 1994. p. 365-9.
5. Berglundh T, Lindhe J, Marinello C, Ericsson I, Liljenberg B. Soft tissue reaction to the new plaque formation on implants and teeth. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 1992;3:1-8. PMID:1420721. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.1992.030101.x>
6. Zitzmann NU, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J. Experimental periimplant mucositis in man. *J Clin Periodontol*. 2001;28:517-23. PMID:11350518. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-051x.2001.028006517.x>
7. Mombelli A. Aging and the periodontal and peri-implant microbiota. *Periodontol* 2000. 1998;16:44-52. PMID:10337304. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0757.1998.tb00115.x>
8. Mombelli A. Microbiology and antimicrobial therapy of peri-implantitis. *Periodontol* 2000. 2002;28:177-89. PMID:12013341. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0757.2002.280107.x>
9. Ando Y, Aoki A, Watanabe H, Ishikawa I. Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. *Lasers Surg Med*. 1996;19:190-200. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9101\(1996\)19:2%3C190::AID-LSM11%3E3.0.CO;2-B](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1096-9101(1996)19:2%3C190::AID-LSM11%3E3.0.CO;2-B)
10. Haypek P. Redução bacteriana pós aplicação do laser de dióxido de carbono na superfície de implantes contaminados com *S. Sanguis* (dissertação mestrado). São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2001.
11. Ganz CH. Evaluation of the safety of the carbon dioxide laser used in conjunction with root form implants: a pilot study. *J Prosthet Dent*. 1994;71:27-30. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(94\)90251-8](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(94)90251-8)
12. Oyster DK, Parker WB, Gher ME. CO₂ laser and temperature changes of titanium implants. *J Periodontol*. 1995;66:1017-24. PMID:8683413.
13. Masson ML. Using the laser for implant maintenance. *Dentistry Today*. 1992;11:74-5. PMID:1622586.
14. Kreisler M, Al Haj H, d'Hoedt B. Temperature changes at the implant bone-interface during simulated surface decontamination with an Er:YAG laser. *Int J Prosthodont*. 2002;15:582-7. PMID:12475166.

15. Schwarz F, Rothamel D, Becker J. Influence of an Er:YAG laser on the surface structure of titanium implants. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2003;113:660-71. PMID:12872590.
16. Shibli JA, Theodoro LH, Haypek P, Garcia VG, Marcantonio E Jr. The effect of CO₂ laser irradiation on failed implant surfaces. *Implant Dent.* 2004;13:342-51. PMID:15591996.
17. Romanos GE, Everths H, Newtwing GH. Alterations of the implant surface after CO₂ or Nd:YAG- laser irradiation: a SEM examination. *J Oral Laser Applications.* 2000;1:29-33.
18. Romanos GE, Everths H, Newtwing GH. Effects of diode and Nd:YAG laser irradiation on titanium discs: a scanning electron microscope examination. *J Periodontol.* 2001;71:810-5. PMID:10872964. <http://dx.doi.org/10.1902/jop.2000.71.5.810>
19. Romanos G, Crespi R, Barone A, Covani U. Osteoblast attachment on titanium disks after irradiation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21:232-6. PMID:16634493.
20. Lee JH, Heol SJ, Koak JY, Kim SK, Lee SJ, Lee SH. Cellular responses on anodized titanium discs after laser irradiation. *Laser Surg Med.* 2008; 40:738-42. PMID:19065563. <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.20721>
21. Kato T, Kusakari H, Hoshino E. Bactericidal efficacy of carbon dioxide laser against bacteria-contaminated implants and subsequent cellular adhesion to irradiated area. *Laser Surg Med.* 1998;23:299-309. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9101\(1998\)23:5%3C299::AID-LSM10%3E3.0.CO;2-K](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1096-9101(1998)23:5%3C299::AID-LSM10%3E3.0.CO;2-K)
22. Swift JQ, Jenny JE, Hargreaves KM. Heat generation in hidroxyapatite-coated implants as a result of CO₂ laser application. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1995;79:410-5.
23. Mouhyi J, Sennerby L, Nammour S, Guillame P, Van Reck J. Temperature increases during surface decontamination of titanium implants using CO₂ laser. *Clin Oral Implants Res.* 1999;10:54-61. PMID:10196790. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.1999.100107.x>
24. Schwarz F, Sculean A, Romanos G, Herten M, Horn N, Scherbaum W, et al. Influence of different treatment approaches on the removal of early plaque biofilms and the viability of SAOS2 osteoblasts grown on titanium implants. *Clin Oral Invest.* 2005; 9:11-117. PMID:15841403. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-005-0305-8>
25. Matsuyama T, Aoki A, Oda S, Yoneyama T, Ishikawa I. Effects of the Er:YAG laser irradiation on titanium implant materials and contaminated implant abutment surfaces. *J Clin Laser Med Surg.* 2003;21:7-17. <http://dx.doi.org/10.1089/10445470360516680>
26. Faeda RS, Tavares HS, Sartori R, Guastaldi AC, Marcantonio E Jr. Evaluation of titanium implants with surface modification by laser beam. Biomechanical study in rabbit tibias. *Braz Oral Res.* 2009;23:137-43. PMID:19684947. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242009000200008>
27. Azzeh MM. Er ,Cr:YSGG laser-assisted surgical treatment of peri-implantitis with 1-year reentry and 18-month follow-up. *J Periodontol.* 2008;79:2000-5. PMID:18834257. <http://dx.doi.org/10.1902/jop.2008.080045>
28. Efeoglu E, Eyyupoglu GT. Treatment of peri-implantitis lesions with laser-assisted therapy and a minimally invasive approach: a case report. *J Oral Laser Applications.* 2008;8:109-16.

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Felipe Leite Coletti
UNIFEB – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos,
Av. Roberto Frade Monte, 389, Jardim Aeroporto, 14783-226 Barretos - SP, Brasil
e-mail: coletti.felipe@gmail.com

Recebido: 01/10/2011

Aceito: 28/10/2011