

BIOFOTÔNICA E LASERS LEVANDO LUZ PARA DOENÇAS

Biofotônica é um campo de pesquisa interdisciplinar emocionante que estuda a interação de fótons com estruturas biológicas, obtendo imagens e detectando células e tecidos. A interação da luz com a matéria resulta em reflexão, absorção, espalhamento ou transmissão do feixe, que pode nos fornecer informações sobre a estrutura molecular ou do tecido, bem como que a luz trate doenças ou condições indesejadas. Para obter resultados ótimos e seguros para os pacientes, os parâmetros de irradiação laser devem ser cuidadosamente escolhidos, como o comprimento de onda adequado, duração de pulso, taxa de repetição, densidade de energia ou potência e tempo de exposição [1]. A razão pela qual não há uma condição de irradiação única para todos os pacientes, mas sim um intervalo de densidades de energia, é devido a características inerentes de cada paciente, como idade, pigmentação, hidratação e conteúdo de colágeno da pele e mucosa, e condição de saúde geral, entre outras. Desde 1992, as pesquisas em Biofotônica e Lasers no IPEN–CNEN/SP (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) está fornecendo à sociedade uma ampla gama de protocolos de irradiação para aplicações a laser, desde pesquisas fundamentais na Odontologia e Medicina até diagnóstico, terapia e cirurgia.

Os lasers no infravermelho podem ser úteis em várias aplicações em Odontologia, uma vez que são fortemente absorvidos por água e hidroxiapatita, dois dos principais componentes dos tecidos mineralizados como esmalte, dentina e osso. Embora tenha sido documentado um declínio notável na incidência de cáries dentárias em todo o mundo, ainda é a doença mais prevalente durante a infância e a adolescência no Brasil. Apesar do sucesso do uso profissional de flúor em pacientes, lasers foram testados para melhorar as propriedades do

esmalte dental, a fim de aumentar sua resistência à desmineralização. Avaliamos o efeito da combinação de irradiação a laser (Nd: YAG ✦ • 1064 nm ou Er, Cr: YSGG ✦ • 2780 nm) com fluoreto em uma microestrutura de esmalte e desmineralização por espectroscopia FTIRaman e FTIR. A desmineralização promoveu redução nos conteúdos orgânicos. A irradiação com laser de Nd: YAG promoveu perda de carbonato e conteúdo orgânico, enquanto que o Er, Cr: YSGG não produziu alterações significativas nas intensidades de banda relativa aos teores orgânicos e inorgânicos do esmalte. Nas amostras irradiadas a laser, não foram observados efeitos causados pela ciclagem de pH no esmalte. Nosso grupo mostrou que o tratamento a laser e sua associação com o flúor podem interferir na dinâmica de desmineralização, reduzindo seus efeitos sobre o esmalte, também em estudo clínico.[2],[3]

O laser Er, Cr: YSGG corta osso por ablação térmica. Neste processo, as moléculas de água do tecido absorvem a energia do laser, aumentando sua temperatura e a pressão dentro do tecido, causando uma micro-explosão que remove o material. No entanto, para uma aplicação eficiente e segura, é necessário conhecer os efeitos exatos que a irradiação laser promove no tecido. A termografia no infravermelho e as técnicas de espectroscopia de infravermelho (ATR-FTIR) foram utilizadas para caracterizar o osso natural e irradiado a laser, mostrando que a irradiação com 3 J / cm² promove uma temperatura aumentada de aproximadamente 100° C, enquanto 6 J / cm² até 215° C; 8, 12 e 15 J / cm² aumentaram a temperatura até 300° C. A análise composicional revelou que a irradiação a laser promove mudanças no teor de carbonato e afeta a interação intermolecular da parte mineral do osso. Além disso, a proporção

de componentes orgânicos (amidas) nas amostras ósseas diminuiu significativamente com o aumento da densidade de energia, o que ressalta a importância de usar a densidade de energia adequada nos procedimentos clínicos para evitar danos térmicos ou químicos ao tecido causados por irradiação a laser.

1. Zezell DM, Ana PA, Pereira TM, Correa PR, Velloso W. Heat Generation and transfer on biological tissues due to high-intensity laser irradiation. In *Developments in Heat Transfer*, Bernardes MAS. (Ed.), InTech. 2011. DOI: 10.5772/21370.
2. Zezell DM, Boari HG, Ana PA, Eduardo Cde P, Powell GL. Nd: YAG laser in caries prevention: A clinical trial. *Lasers Surg Med*. 2009;41(1):31–5.
3. Ana PA, Tabchoury CP, Cury JA, Zezell DM. Effect of Er, Cr:YSGG laser and professional fluoride application on enamel demineralization and on fluoride retention. *Caries Res*. 2012;46:441–51.



Denise Maria Zezell

PESQUISADORA TITULAR E COORDENADORA DO
LABORATÓRIO DE BIOFOTÔNICA.

*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.
Comissão Nacional de Energia Nuclear.*

(IPEN – CNEN/SP) – São Paulo – SP – Brazil.

BIOPHOTONICS AND LASERS SHINING LIGHT INTO DISEASES

Biophotonics is an exciting interdisciplinary research field which studies the interaction of photons with biological structures, imaging and sensing cells and tissues. The interaction of light with matter results in reflection, absorption, scattering or transmission of the beam which can provide us information about the molecular or tissue structure as well as to use the light to treat diseases or undesired conditions. In order to obtain optimal and safe results for the patients, the laser irradiation parameters must be carefully chosen, such as proper wavelength, pulse duration, repetition rate, energy or power densities and exposure time [1]. The reason why there is not a unique irradiation condition for all patients, but a range of energy densities, it is due to inherent characteristics of each patient, such as age, skin and mucosa pigmentation and hydration, collagen content, and general health condition, among others. Since 1992 Biophotonics and lasers research at IPEN – CNEN/SP (Nuclear and Energy Research Institute) is providing to the society a wide range of irradiation protocols for laser applications from fundamental Dental and Medical research to diagnosis, therapy and surgery.

Infrared lasers can be useful in several applications in Dentistry, since they are strongly absorbed by water and hydroxyapatite, two of the main components of the body mineralized tissues, such as enamel, dentine and bone.

Although a remarkable decline in the incidence of dental caries worldwide has been documented, it is still the most prevalent disease during childhood and adolescence in Brazil. On account of the successful widespread professional use of fluoride, lasers have been tested to improve dental enamel properties in order to enhance its resistance to demineralization. We evaluated the effect of combining laser irradiation laser (Nd: YAG ✦ • 1064 nm ou Er, Cr: YSGG ✦ • 2780

nm) with fluoride on an enamel microstructure and demineralization by FTRaman and FTIR spectroscopy. Demineralization promoted reduction in organic contents; Nd:YAG laser irradiation promoted loss of carbonate and organic content, while Er,Cr:YSGG did not produce significant changes in the relative band intensities of organic and inorganic contents of the enamel. In lased samples, no effect caused by pH-cycling on enamel was observed. Our group showed that laser treatment and its association with fluoride can interfere with the demineralization dynamics, reducing its effects over the enamel, also in a clinical study [2,3].

The Er,Cr:YSGG laser cuts bone by thermal ablation. In this process, the water molecules of tissue absorb the laser energy, increasing its temperature and the pressure inside the tissue, causing a micro-explosion that removes the material. However, for an efficient and safe application it is necessary to know the exact effects that the laser irradiation promotes into tissue. Infrared Thermography and Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared spectroscopy (ATR-FTIR) techniques were used to characterize natural and irradiated bone showing that irradiation at 3 J/cm² promotes an increase in temperature of approximately 100° C, while 6 J/cm² up to 215° C; 8, 12, and 15 J/cm² promoted increased temperature up to 300° C. The compositional analysis revealed that laser irradiation promotes changes in the carbonate content and affects the intermolecular interaction from mineral part of bone. Moreover, the proportion of organic components (amides) in the bone samples significantly decreased with the increase in energy density, which points out the importance of using the proper energy density in clinical procedures, to avoid undesired thermal or chemical damages to the tissue caused by laser irradiation.

1. Zezell DM, Ana PA, Pereira TM, Correa PR, Velloso W. Heat Generation and transfer on biological tissues due to high-intensity laser irradiation. In *Developments in Heat Transfer*, Bernardes MAS. (Ed.), InTech. 2011. DOI: 10.5772/21370.
2. Zezell DM, Boari HG, Ana PA, Eduardo Cde P, Powell GL. Nd: YAG laser in caries prevention: A clinical trial. *Lasers Surg Med*. 2009;41(1):31–5.
3. Ana PA, Tabchoury CP, Cury JA, Zezell DM. Effect of Er, Cr:YSGG laser and professional fluoride application on enamel demineralization and on fluoride retention. *Caries Res*. 2012;46:441–51.

**Denise Maria Zezell**

SENIOR RESEARCHER, AND COORDINATOR OF LABORATORY OF BIOPHOTONICS.

Nuclear and Energy Research Institute. National Commission of Nuclear Energy. (IPEN – CNEN/SP) – São Paulo - SP – Brazil.