



REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

RESEARCH AND DEVELOPMENT BRAZILIAN JOURNAL

Volume 13 - Número 2 - Novembro 2011

SUMÁRIO - CONTENTS

EDITORIAL

ARTIGOS TÉCNICOS - TECHNICAL PAPERS

- 134 *ESTUDO IN VITRO DOS EFEITOS A IRRADIAÇÃO COM O LASER DE Er,Cr:YSGG EM TECIDO ÓSSEO POR ATR-FTIR*
Carolina Benetti, Marcelo Noronha Veloso, Denise Maria Zezell
- 141 *CHEMICAL EFFECTS OF Nd:YAG LASER ON ENAMEL MICROSTRUCTURE DETECTED BY FTIR AND ITS INFLUENCE OF CALCIUM FLUORIDE FORMATION AND RETENTION*
Viviane Pereira Goulart, Patricia Aparecida da Ana, Denise Maria Zezell
- 145 *SKIN ABLATION USING HIGH INTENSITY FEMTOSECOND LASER*
Moisés Oliveira dos Santos, Viviane Pereira Goulart, Wagner de Rossi, Anderson Zanardi de Freitas, Paulo Roberto Correa, Ricardo Elgul Samad, Nilson Dias Vieira Júnior, Denise Maria Zezell
- 150 *CHARACTERIZATION OF BURNED SKIN ABLATED WITH ULTRASHORT PULSES LASER USING NONLINEAR MICROSCOPY TECHNIQUE*
Moisés Oliveira dos Santos, Vitor Bianchini Pelegati, Carlos Lenz Cesar, Telma Maria Tenório Zorn, Denise Maria Zezell, Ricardo Elgul Samad, Nilson Dias Vieira Júnior
- 155 *DSC ANALYSIS OF IRRADIATED PROTEIN FROM CROTALUS DURISSUS TERRIFICUS*
Karina Corleto de Oliveira, Mônica Nascimento da Silva, Karina de Oliveira Gonçalves, Patrick Jack Spencer e Nanci do Nascimento
- 163 *TEMPERATURE CHANGES ON DENTAL PULPAL CHAMBER DURING LED LIGHT CURING SIMULATION*
Pereira TM, Zezell DM, Gomes MN, Devito-Moraes AG, Moraes RR, Froes-Salgado NRG, Franci CE.

-
- 167 **LED IRRADIATION EFFECT IN MESENCHIMAL STEM CELLS IN-VITRO**
Marcelo Noronha Veloso, Woner Mion, Angelo Biasi Govone, José Ricardo de Arruda Miranda, João Ferreira de Lima Neto, Leandro Maia, Giovana D'Andréa Pavão, Fernanda da Cruz Landim e Alvarenga
- 171 **ESTUDO IN VIVO DA ESTRUTURA DENTAL IRRADIADA COM LASER DE HOLMIUM**
Patrícia Lerro de Paula Eduardo, Cláudia Strefezza, Claudia Bianchi Zamataro, Carolina Benetti, Vera Lúcia Ribeiro Salvador, Carlos de Paula Eduardo, Wagner de Rossi, Luciano Bachmann, Denise Maria Zzell
- 176 **TIOFLAVINA T E EURÓPIO CLOROTETRACICLINA COMO MARCADORES FLUORESCENTES DA MODIFICAÇÃO DA LDL**
Letícia Bonfante Sicchieri, Andrea Moreira Monteiro, Ricardo Elgul Samad, Antônio M. Figueiredo Neto, Magnus Gidlund, Nilson Dias Vieira Junior, Lilia Coronato Courrol
- 181 **ANÁLISE QUANTITATIVA DA DESMINERALIZAÇÃO DE ESMALTE DENTAL HUMANO POR MEIO DE TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA**
Ana Claudia Ballet de Cara, Patricia Aparecida da Ana, Alessandro Melo Deana, Denise Maria Zzell, Nilson Dias Vieira Jr, Anderson Zanardi de Freitas.
- 185 **INTERACTION OF ULTRASHORT LASER PULSES WITH MATTER THROUGH THE FEMTOSECOND PULSE SHAPING**
Thiago Da Silva Cordeiro, Marcus Paulo Raele, Anderson Zanardi de Freitas, Nilson Dias Vieira Júnior, Ricardo Elgul Samad

ANÁLISE QUANTITATIVA DA DESMINERALIZAÇÃO DE ESMALTE DENTAL HUMANO POR MEIO DE TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA

Ana Claudia Ballet de Cara¹, Patricia Aparecida da Ana², Alessandro Melo Deana³,
Denise Maria Zezell¹, Nilson Dias Vieira Jr¹, Anderson Zanardi de Freitas¹.
1- Centro de Lasers e Aplicações - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
CNEN/SP - Av. Lineu Prestes, 2242, São Paulo, SP, BR 055508-900
2 - Universidade Federal do ABC - SP/Brasil
3 - Universidade Nove de Julho - SP/Brasil
E-mail: anaclaudia.cara@usp.br

RESUMO

O diagnóstico de lesões incipientes de cárie possibilita a adoção de tratamentos conservadores, evitando intervenções cirúrgico-restauradoras. Dessa forma, exames capazes de detectar precocemente essas lesões são adequados. A Tomografia por Coerência Óptica (OCT) é uma técnica que fornece informações sobre propriedades ópticas do esmalte dental, que podem sofrer alterações devido ao processo de cárie. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar a validade da OCT para detecção de diferentes graus de desmineralização de esmalte dental em lesões simuladas de cárie. Foram utilizadas 42 amostras, obtidas a partir de 11 terceiros molares hígidos, as quais foram separadas em 6 grupos e submetidas a diferentes períodos de ciclagem de pH, para simular cáries em diferentes estágios. Para avaliar as possíveis alterações sofridas por cada amostra, estas foram examinadas pela técnica de OCT antes e depois de cada período de ciclagem para obtenção do coeficiente de atenuação médio de cada uma delas para os momentos analisados. Os resultados foram avaliados usando estatística t-test para amostras pareadas. O coeficiente de atenuação médio foi significativamente diferente antes e depois da desmineralização para os períodos estudados. Assim, a técnica de OCT mostrou-se adequada para avaliar estágios de desmineralização em lesões simuladas de cárie.

Descritores: Tomografia por Coerência Óptica, Desmineralização de esmalte.

ABSTRACT

The diagnosis of dental caries in early stages enables the implementation of conservative treatments centered on tooth preservation, avoiding surgical and restorative treatments. Therefore, exams capable of early detection of caries lesion are suitable. Optical Coherence Tomography (OCT) is a technique that provides information about optical properties of the sample. In the caries process, the optical properties of dental enamel change due to demineralization. Thus, the objective of this study was to evaluate the validity of applying OCT for detection of different degrees of dental enamel demineralization in simulated caries lesions. For this study, 42 samples were used, obtained from 11 sound third-molars, which were separated in 6 groups and submitted to different periods of pH cycling to simulate caries lesions in different stages. To analyze the changes that can occur in each sample, they were submitted to the OCT technique, to obtain average attenuation coefficient at the start of the experiment and after each pH cycling ending. The results were evaluated using statistical t-test for paired samples. Average attenuation coefficient was significantly different before and after demineralization process, for studied periods. Therefore, OCT technique showed suitable for assessment of enamel demineralization stages in simulated caries lesions.

Keywords: Optical Coherence Tomography, Enamel demineralization.

INTRODUÇÃO

O diagnóstico precoce de lesões cáries possibilita a adoção de procedimentos conservadores no tratamento da estrutura dental, baseados na remineralização, como: terapia com flúor, antibacterianos, mudanças nos hábitos alimentares e de higiene e terapia com laser de baixa potência, evitando, desta forma, o enfraquecimento do elemento dental causado pela intervenção cirúrgico-restauradora [1].

Vários métodos diagnósticos têm sido desenvolvidos para detecção de cáries incipientes, dentre elas a Tomografia por Coerência Óptica (OCT – Optical Coherence Tomography) [2-4], uma vez que os métodos visual-táctil e radiográfico apresentam-se limitados para esta aplicação [3,5].

A OCT caracteriza-se por ser uma técnica não invasiva, utilizando radiação não ionizante que fornece imagens seccionais de alta resolução de estruturas espalhadoras de luz [6]. Sua aplicação em tecidos biológicos foi inicialmente descrita por Huang et al [7] e teve como precursor a reflectometria óptica no domínio da coerência (OCDR – Optical Coherence Domain Reflectometry) [8]. O sistema baseia-se no interferômetro de Michelson. A profundidade da amostra avaliada pela OCT varia de 1 a 3 mm para a maioria dos tecidos biológicos, pois devido à natureza destes tecidos, como coeficiente de espalhamento, coeficiente de absorção e suas dependências com o comprimento de onda, a quantidade de luz retroespalhada é insuficiente para ser detectada em profundidades maiores que as descritas. Sua aplicação em Odontologia envolve diagnóstico de alterações de esmalte, fraturas dentais, falhas de restaurações, doença periodontal e patologias de tecido mole [9].

O potencial diagnóstico da OCT para lesões simuladas de cárie tem sido reportado em vários estudos [10-14] muitos deles utilizando uma variação da técnica convencional, denominada Tomografia por Coerência Óptica Sensível à Polarização (PS-OCT) [11, 13, 14]. Para análise in vitro de desmineralização de esmalte dental é importante que a superfície do mesmo seja mantida íntegra para simular as alterações iniciais que ocorrem durante o processo de

desenvolvimento da cárie em meio bucal. O modelo de ciclagem de pH descrito por Featherstone et al. (1986) [15] é bastante utilizado para simular cáries em dentes humanos para análise através da OCT [13]. Em 2003, Argenta et al. [16] sugeriram modificações deste modelo como forma de evitar a erosão da superfície e desta forma possibilitar a avaliação de alterações nesta região.

O potencial da técnica de OCT em mensurar o grau de mineralização da estrutura dental é um fator relevante para seu emprego no estudo de lesões cáries, pois possibilita avaliar a severidade e evolução destas lesões [11, 13]. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade da técnica de OCT para detectar alterações provocadas por diferentes graus de desmineralização.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados para este estudo 11 dentes terceiros molares humanos, livres de cárie (protocolo de aprovação CEP/FOUSP FR-360665). As coroas foram seccionadas para obtenção de 4 blocos de cada dente, para obtenção de 42 amostras, as quais foram limpas e avaliadas para verificar a integridade do esmalte. Para padronização das amostras, cada bloco teve delimitada uma área de 6,25 mm², onde foram induzidas lesões de cárie e posteriormente realizados exames de OCT.

As amostras foram divididas em seis grupos com 7 unidades cada e os grupos classificados de acordo com o tempo de ciclagem de pH a que foram submetidos (5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias).

Seguindo a modificação proposta por Argenta et al.(2003) [16], para simular as lesões de cárie as amostras foram cicladas isoladamente em tubos tipo Falcon, ficando diariamente imersas em solução 40 mL de desmineralizante por 3 horas e 20 mL de solução remineralizante durante 20 horas, mantidas a temperatura de 37°C, sendo 1 hora reservada à preparação das amostras para troca de soluções durante a ciclagem. A solução desmineralizante foi composta por 2,0 mM de cálcio, 2,0 mM de fosfato, 0,03 ppm de flúor e solução tampão de acetato 0,075 M,

com pH 4,3 e a solução remineralizante constituída por 1,5 mM de cálcio, 0,9 mM de fosfato, 150 mM de cloreto de potássio, 0,05 ppm de flúor e 20 mM de tampão cacodilato em pH7,4. As soluções foram trocadas a cada 5 dias.

As 42 amostras foram examinadas através da técnica de OCT (OCP930RS Thorlabs Inc.) no instante inicial do experimento e novamente submetidas ao exame após o término da ciclagem determinado para cada um delas. Os coeficientes de atenuação óptica do esmalte obtido para cada amostra nos dois momentos descritos foram comparados para verificar as possíveis alterações sofridas por cada amostra após desmineralizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sinal de atenuação foi maior para todas as amostras antes da desmineralização do esmalte. Resultado semelhante foi encontrado nos trabalhos de Popescu et al. [12] e Amaechi et al [13], ao comparar dentes hígidos com dentes desmineralizados. A figura 1 apresenta as alterações observadas na imagem da amostra A3.6 antes e depois de 15 dias de ciclagem de pH.

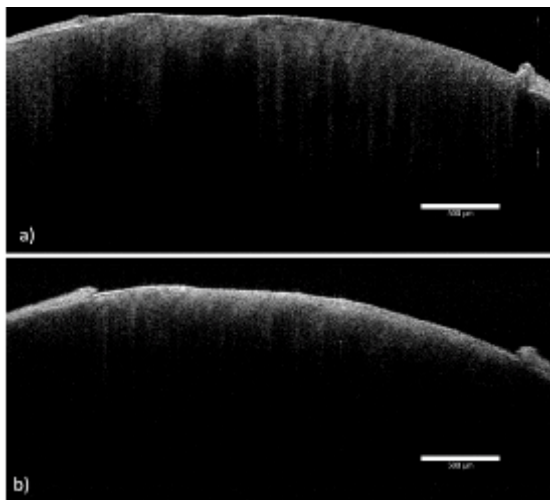


Figura 1: Imagens de OCT para as amostras sadia (a) e desmineralizada após 15 dias de ciclagem (b).

Os valores médios de coeficiente de atenuação para os grupos testados estão demonstrados na figura 2. Os resultados foram avaliados, utilizando o t-test para dados pareados e corrigido pelo procedimento de

Ryam-Holm stepdown Bonferroni. Foi observada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), para todos os grupos avaliados, exceto para as amostras pertencentes ao grupo 30 dias de ciclagem. Os valores de p encontrados foram 0,00048, 0,0055, 0,011, 0,0064, 0,019 e 0,06, respectivamente para os grupos 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias de ciclagem.

Não foi verificado aumento significativo do grau de desmineralização medido através da OCT entre os grupos analisados, devido à variabilidade natural do esmalte dental humano, o que pode ser observado pelas barras de erro padrão da figura 2.

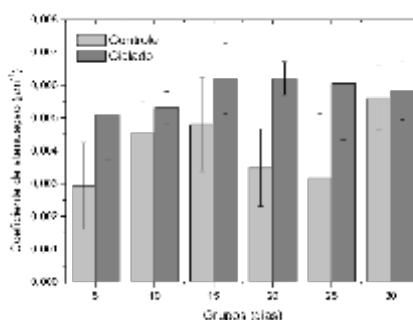


Figura 2: Gráfico dos coeficientes de atenuação óptica em função dos dias de ciclagem para o controle e após a desmineralização.

CONCLUSÕES

A técnica de OCT foi capaz de detectar desmineralização do esmalte dental em lesões simuladas de cárie. Para avaliar os diferentes graus de desmineralização durante o desenvolvimento de lesões de cárie. Outro estudo com maior número de amostras está em andamento para reduzir o efeito da variabilidade natural do esmalte sobre os grupos analisados.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (bolsa de mestrado - processo 2010/03123-8).

REFERÊNCIAS

- [1] FEATHERSTONE, J. D. B. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent. Oral Epidemiol.*, v. 27, n. 1, p.31-40, 1999.

- [2] FREITAS, A.Z.; ZECELL, D.M.; VIEIRA JR, N.D.; RIBEIRO, A.C.; GOMES, A.S.L. Imaging carious human dental tissue with optical coherence tomography. *J. Appl. Phys.*, v.99, 024906, 2006.
- [3] STOOKEY, G.K.; GOZÁLEZ-CABEZAS, C. Emerging methods of caries diagnosis. *J. Dent. Educ.*, v. 65, n. 10, p.1001-6, 2001.
- [4] PRETTY, I.A. Caries detection and diagnosis: novel technologies. *J. Dent.*, v.34, p.727-34, 2006.
- [5] FRIED, D.; XIE, J.; SHAFI, S.; FEATHERSTONE, J.D.B.; BREUNING, T.M.; LE, C. Imaging caries lesions and lesion progression with polarization sensitive optical coherence tomography. *J. Biomed. Opt.*, v. 7, n. 4, p. 618-24, 2002.
- [6] WANG, X.-J.; MILNER, T.E.; BOER, J.F.; ZHANG, Y.; PASHLEY, D.H.; NELSON, J.S. Characterization of dentin and enamel by use of optical coherence tomography. *Appl. Opt.*, v.38, n.10, p.2092-96, 1999.
- [7] HUANG, D.; SWANSON, E.A.; LIN, C.P.; SCHUMAN, J.S.; STINSON, W.G.; CHANG, W.; HEE, N.R.; FLOTTE, T.; GREGORY, K.; PULIAFITO, C.A.; FUJIMOTO, J.G. Optical coherence tomography. *Science*, v.254, p.1178-81, 1991.
- [8] YOUNGQUIST, R.C.; CARR, S.; DAVIES, D. E. N. Optical coherence domain reflectometry, *Appl. Opt.*, v. 12, p.158-60, 1987.
- [9] COLSTON, B.W.; EVERETT, M.J.; DA SILVA, L.B.; OTIS, L.L.; STROEVE, P.; NATHEL, H. Imaging of hard- and soft-tissue structure in the oral cavity by optical coherence tomography. *Appl. Opt.*, v.37, n.16, p.3582-5, 1998.
- [10] KO, C.C.; TANTBIROJN, D.; WANG, T.; DOUGLAS, W.H. Optical scattering power for characterization of mineral loss. *J. Dent. Res.*, v.79, n.8, p.1584-9, 2000.
- [11] AMAECHI, B.T.; PODOLEANU, A.; HIGHAM, S.M.; JACKSON, D.A. Correlation of quantitative light-induced fluorescence and optical coherence tomography applied for detection and quantification of early dental caries. *J. Biomed. Opt.*, v.8, n.4, p.642-7, 2003.
- [12] POPESCU, D.P.; SOWA, M. G.; HEWKO, M. D.; CHOO-SMITH, L. P. Assessment of early demineralization in teeth using the signal attenuation in optical coherence tomography images. *J. Biomed. Opt.* v.13, n.3, 054053, 2008.
- [13] JONES, R.S.; DARLING, C.L.; FEATHERSTONE, J.D.B.; FRIED, D. Imaging artificial caries on the occlusal surfaces with polarization-sensitive optical coherence tomography. *Caries Res.*, v.40, p.81-9, 2006.
- [14] CHEN, Y.; OTIS, L.; PIAO, D.; ZHU, Q. Characterization of dentin, enamel, and carious lesions by a polarization-sensitive optical coherence tomography system. *Appl. Opt.*, v.44, n.11, p.2041-8, 2005.
- [15] FEATHERSTONE, J.D.B.; O'REILLY, M.M.; SHARIATI, M.; BRUGLER, S. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In: Leach SA. Factors affecting de- and remineralization of the teeth. Oxford: IRL Press, p. 23-34, 1986.
- [16] ARGENTA, R.M.O.; TABCHOURY, C.P.M.; CURY, J.A. A modified pH-cycling model to evaluate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesqui. Odontol. Bras.*, v.17, n.3, p.241-6, 2003.