

EFEITOS DOS LASERS DE NEODÍMIO E HÓLMIO EM ESMALTE E DENTINA

ZeZell, D.M. * ; Cecchini, S.C.M. * + ; Cecchini, R.C.M. * + ;
Eduardo, C.P. + ; Vieira Jr, N.D. * ; Morato, S.P. *

* Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares- + Faculdade de Odontologia- USP

As interações de lasers com tecidos duros, como esmalte e dentina, vêm sendo amplamente estudadas, em particular com os lasers de Neodímio, Hólmio e Érbio. A emissão do laser de Hólmio codopando matrizes de YLF₄ em 2,067 μm coincide com um pico de absorção da água e sua interação com o tecido afeta apenas as camadas mais superficiais, o que o torna excelente para cirurgias em cartilagens e tecidos duros. Testes *in vitro* com dentes humanos recém extraídos, incluindo monitoração da temperatura interna, indicam a possibilidade de utilizar o laser de Ho:YLF para preparo cavitário, para ataque ao esmalte, bem como para remoção de detritos de sulcos, fôssulas e fissuras. O laser de Neodímio foi utilizado clinicamente na diminuição da sensibilidade dentinária, na remoção final de cáries e no ataque ao esmalte para aumentar a capacidade de adesão de resinas. As microestruturas do esmalte e dentina foram avaliadas através de microscopia eletrônica de varredura.

INTRODUÇÃO

Desde 1964, quando Stern e colab. reportaram as primeiras aplicações do laser em Odontologia [1], vários lasers têm sido estudados, tanto em tecidos moles como em tecidos duros. A utilização clínica de lasers em odontologia para tratamento de tecidos moles é uma opção efetiva de terapia sendo que os lasers mais empregados nestes casos são: Nd:YAG (1,064 μm), CO₂ (10,6 μm) e He-Ne (632,8 nm). Vários sistemas laser têm sido investigados quanto à sua ação em tecidos duros, como o Nd:YAG ($\lambda=1,064\mu\text{m}$), CO₂ ($\lambda=10,6\mu\text{m}$), Ho:YAG ($\lambda=2,1\mu\text{m}$), Er:YAG ($\lambda=2,94\mu\text{m}$), e Er:YSGG ($\lambda=2,078\mu\text{m}$).

A absorção da luz laser por tecidos depende das propriedades específicas de cada tecido, sua pigmentação e porcentagem de água, além das características de emissão do laser (fig. 01).

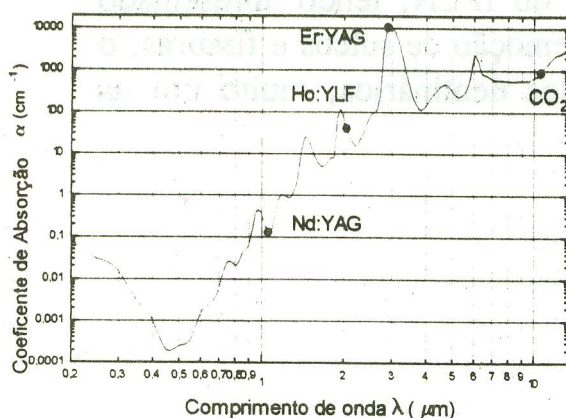


Figura 01- Espectro de absorção da água

O laser de neodímio apresenta muitas aplicações em pesquisa, indústria e medicina.

Operando em regime pulsado e devido a seu comprimento de onda oferece vantagens sobre o laser de CO₂. O laser de Nd:YAG emitindo em comprimento de onda de 1.064 μm , tem a grande vantagem de ser transmitido através de fibra óptica. Sua absorção pela água e hidroxiapatita é pequena, ao passo que é parcialmente absorvido pela hemoglobina e melanina, os principais cromóforos absorvedores dos tecidos biológicos. Devido a este fator, quando aplicado em estrutura dentária, como no caso do esmalte e dentina, há necessidade de se pincelar um iniciador (nankim) na superfície a ser irradiada, cuja presença propicia maior absorção, causando uma melhor ação do laser.

No campo da Dentística o laser de Neodímio tem atuado clinicamente reduzindo a sensibilidade dentinária (de colo ou após preparo cavitário), finalizando a remoção de cáries, limpando sulcos fôssulas e fissuras e promovendo o ataque ao esmalte dentário. Sua atuação na produção de uma superfície que favoreça a retenção de materiais restauradores tem sido estudada [2].

O laser de Ho:YLF emite radiação luminosa no comprimento de onda de 2,067 μm , sendo coincidente com um dos picos de máxima absorção da água, o que propicia uma menor profundidade de penetração de ablação, sem a necessidade de pigmentos. White e colab. [3,4] relatam que o laser de Ho:YAG mostra-se promissor à modificações na superfície dentinária. Goodis e colab. [5] concluíram que os lasers de Nd:YAG e Ho:YAG atuam na remoção do *smear layer* e redução de microorganismos do canal radicular. Análises de dentes irradiados com Ho:YAG, realizadas por Lippas [6], resultaram em superfícies de esmalte cavidadas e rugosas, com mínima carbonização.

A possibilidade futura de uso clínico do laser de Ho:YLF para tratamento de cáries dentais, preparo de cavidades e remoção de detritos de

fóssulas e fissuras e ataque ao esmalte é mostrada através do estudo *in vitro* realizado neste trabalho.

APLICAÇÕES DO LASER DE NEODÍMIO

Um laser de Nd:YAG (American Dental Laser-Sunrise Technologies) emitindo $\lambda = 1,064 \mu\text{m}$, com largura temporal de $150 \mu\text{s}$, acoplado a uma fibra óptica de diâmetro $320 \mu\text{m}$ foi usado nas aplicações clínicas por profissionais da Faculdade de Odontologia da USP.

A sensibilidade dentinária é o resultado da exposição de canalículos dentinários ao meio bucal. No interior destes túbulos existem prolongamentos odontoblásticos (células produtoras de dentina) que ao estarem expostos às variações de pressão e temperatura levam a um estímulo das terminações nervosas, que é caracterizado pela dor. A sensibilidade, proveniente das alterações do meio externo e interno dos canalículos, pode ser eliminada com a aplicação do laser de Nd:YAG, na medida em que este funde e recristaliza a camada superficial de dentina, obliterando a entrada dos túbulos e conseqüentemente reduzindo a sensibilidade à dor. Os resultados têm sido satisfatórios com energias de 67 mJ, 15 Hz de taxa de repetição (potência média de 1,0 W), e com tempo de irradiação de 60 segundos, não havendo em geral necessidade de novas aplicações.

Ao ser aplicada uma camada de flúor logo após a irradiação do laser na região afetada, ocorre máxima redução de sensibilidade [7] e aumento da resistência ao ácido [8] - muito útil na prevenção de cáries.

A técnica mais utilizada para se atacar o esmalte e se obter uma superfície com retenções que mantenham aderida uma restauração é a de ataque com ácido fosfórico a 32%. Obtivemos resultados semelhantes a esta superfície com aplicações de laser com energia de 133 mJ, taxa de repetição de 15 Hz (potência média de 2,0 W), durante 60 segundos. A profundidade do ataque se assemelha nas duas técnicas.

A atuação do laser de Nd:YAG tem grande eficácia na remoção final de tecido cariado através de vaporização deste tecido. A remoção de cáries em cerca de 90% de sua extensão é realizada através dos métodos convencionais, utilizando-se turbinas refrigeradas. Obtem-se com esta irradiação final a eliminação total da cárie, a formação de dentina vitrificada e a redução na quantidade de microorganismos. Utiliza-se nestes casos o iniciador e energias de 67 a 100 mJ, taxa de repetição de 15 Hz (potências médias de 1,0 - 1,5 W), com tempo de exposição de 60 segundos.

Um sumário das aplicações clínicas do laser de Nd:YAG, e suas respectivas condições de irradiação, é apresentado na tabela 01.

Tabela 01
Aplicações clínicas do Nd:YAG

Nd:YAG	Energia/p (mJ)	Frequência (Hz)	Largura/p (μs)	Potência (W)	Exposição (s)
Sensibilidade dentinária	67	15	150	1	60
remoção final de cáries	67 -100	15	150	1-1,5	60
Ataque ao esmalte	133	15	150	2	60

LASER DE HÓLMIO EM ESMALTE E DENTINA

Um protótipo de laser de Er:Tm:Ho:YLiF₄ (Ho:YLF) foi desenvolvido para aplicações biomédicas no IPEN. O laser de Ho:YLF emite radiação de comprimento de onda 2,067 μm , energias máximas de 1,7 J/pulso, largura de pulso de 300 μs (FWHM) e frequência de 1 Hz.

Todas as especialidades odontológicas na última década têm se mostrado preocupadas com os aspectos preventivos, visando uma diminuição do risco de cáries e outras molestias bucais. Com este intuito os lasers de neodímio, hólmio e érbio, podem ser utilizados para se conseguir uma remoção, por vaporização, do material orgânico dos sulcos e fóssulas, visando posterior colocação de selante que irão vedar estes locais e impedir o acúmulo de microorganismos na região, evitando assim as cáries. Além dos aspectos preventivos, a busca por métodos alternativos ao uso da alta rotação, que apresentem maior eficiência, sem prejuízo à vitalidade pulpar é de interesse para a odontologia curativa.

O objetivo do estudo realizado *in vitro* é avaliar a possibilidade futura de uso clínico do laser de Ho:YLF para tratamento de cáries dentais, preparo de cavidades e remoção de detritos de fóssulas e fissuras e ataque ao esmalte.

Quatro dentes humanos secos e três dentes recém extraídos foram utilizados no estudo. Após a extração, os últimos foram mantidos em solução salina. Todos os dentes foram limpos em solução de acetona com auxílio do ultra-som, antes de serem irradiados. Foram observados em microscopia óptica, Zeiss model POHII (40x), antes e após a irradiação. Energias entre 120-800 mJ por pulso foram usadas e o laser foi emitido perpendicularmente ao dente através de lentes de vidro biconvexas à distância de 40 à 100mm, produzindo densidades de energia de 850 à 2800 J/cm².

As condições de irradiação do Ho:YLF estão na tabela 02, listadas com o tipo de efeito pretendido.

Tabela 02

Condições de irradiação com laser de Ho:YLF

Ho:YLF	Amostra	Energia/p (mJ)	Pulsos/ posição	Densidade de energia (J/cm ² /pulso)
Preparo cavitário	01	750	30	2400
	02 (fresco)	750	30	2400
Ataque ao esmalte	03 (fresco)	400	1	1800
	04 (fresco)	500	1	2800
	05	600	20	850
Limpeza de sulcos	06	600	2	1900
	07	120	2	1500

Para a análise em microscopia eletrônica de varredura, as amostras foram desidratadas em soluções de concentrações crescentes de álcool (70-100%) e submetidas à secagem na HIPACHI Critical Point Dryer- HCP2. Em seguida foram metalizadas com platina e fotografadas no microscópio JEOL- J.S.M. T220A.

A irradiação dos dentes com laser Ho:YLF resultaram em superfícies cavidadas em diferentes níveis, de aparência clara, não havendo carbonização. Portanto os resultados observados são diferentes daqueles com os lasers de CO₂ e Nd:YAG, cuja superfície dentinária modificada se apresenta escurecida.

Com relação às superfícies bucal e oclusal do esmalte, sob os mesmos parâmetros de irradiação, os resultados apresentados diferem entre si, uma vez que a espessura do esmalte não é a mesma nestas duas superfícies. Da mesma forma, os dados obtidos entre dentes recém extraídos e dentes secos não são equivalentes, possivelmente como resultado das diferenças de hidratação destes espécimes.

O estudo das mudanças morfológicas após a irradiação com o laser de Ho:YLF na superfície do esmalte foi reportada por Matsumoto [9], Goodis e colab. [5], Lippas e colab. [6] e White e colab. [10].

De acordo com nossos resultados, nas condições de irradiação empregadas, bons resultados foram obtidos com relação a um aumento na capacidade de adesão entre resinas e o esmalte. Para o caso de irradiação em sulcos, fôssulas e fissuras, observamos a remoção parcial de detritos orgânicos e um ataque ao esmalte, o que pode promover uma melhor adesão de selante e ser útil para prevenção. A modificação da superfície dentinária após a irradiação do laser pode ser resultado da denaturação da matriz de colágeno, seguida de mudanças químicas na matriz inorgânica

da dentina [10]. Já para os dentes irradiados com maior densidade de energia, foram obtidas perfurações profundas (cerca de 4 mm) cujas paredes são regulares, não apresentam carbonização e poderão ser utilizados para cirurgias de acesso em endodontia, assim como para preparos cavitários. Este resultado é inédito na literatura.

Portanto, de acordo com a densidade de energia, dependendo da presença ou não de tecido cariado e da espessura do esmalte da região de aplicação, aspectos morfológicos diferentes foram observados na superfície do esmalte. Nos casos onde foi utilizada alta densidade de energia, os resultados obtidos foram perfurações profundas em cujas paredes observamos material fundido e recristalizado. Este material fundido pode selar ou fechar túbulos abertos, reduzindo a sensibilidade e dor, assim como aumentar a resistência à cáries. Sob condições de irradiação com baixa densidade de energia, os resultados foram também muito interessantes, podendo ser observadas cavidades com pequena profundidade. Estes resultados são muito diferentes dos obtidos com os lasers de Nd:YAG e CO₂.

Estudos da difusão da temperatura no interior da câmara pulpar estão sendo realizados com a utilização de termopar do tipo T, de espessura 0,0013 mm, colocado intracanal e tocando a parede pulpar. Os resultados iniciais mostram que a irradiação de Ho:YLF com energia de 500 mJ em pré-molares, provoca o aumento de temperatura interna de cerca de 2 °C, como pode ser observado na figura 02.

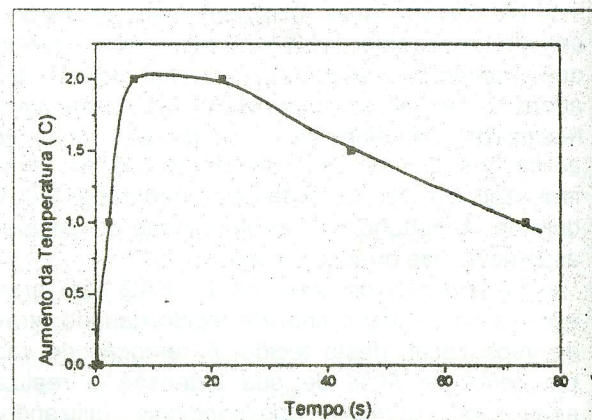


Figura 02- Evolução temporal da temperatura dentro da câmara pulpar de um pré-molar irradiado com Ho:YLF (500mJ, 250 μs).

REFERÊNCIAS

- [1]- Stern, R.H.; Sognnaes, R.F.- Laser beam effect on dental hard tissues. J. Dent. Res. 43: 873, 1964.

[2]Liu, H.C.; Lan, W.H.- The combined effectiveness of the Nd:YAG laser with duraphat in the treatment of dentin hypersensitivity. 4th Int. Cong. Lasers Dentistry, Singapore. Aug. 1994, pg.74.

[3]White, J.M.; Goodis, H.E.; Marshall, S.J.; Marshall, G.W.- Caries removal in enamel and physical threshold identification of dentin with Nd & Ho:YAG lasers. Proc. 3rd Int. Congress on Lasers in Dentistry, pages 121-122, Salt Lake City, 1992.

[4]White, J.M.; Goodis, H.E.; Marroquin, E.; Marshall, S.J.; Marshall, G.W.- Physical modification threshold of dentin with Nd: and Ho:YAG lasers. J. Dent. Res. 71:(AADR Abs) 218, 1992.

[5]Goodis, H.E.; White, J.M.; Marshall, S.J.; Marshall, G.W.- Evaluation of the Nd:YAG and Ho:YAG laser in root canal preparation and sterilization. Proc. 3rd Int. Congress on Lasers in Dentistry, pages 79-80, Salt Lake City, 1992.

[6]Lippas, M.G.; Arcoria, C.J.; Khademi, J.A.- Surface analyses of Ho:YAG, CO₂, Nd:YAG & Ar:F lasers. Proc. 3rd Int. Congress on Lasers in Dentistry, pages 139-140, Salt Lake City, 1992.

[7]Tagomori, S.; Morioka, T.- Combined effects of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. Caries Res., 23:225-31. 1989.

[8]Hess, J.; Abed, S.- Bond strength of orthodontic brackets to acid etching and laser etched enamel. Conf. Int. Acad. Laser Dentistry, Boston (MA), Oct. 1990.

9-Matsumoto, K.; Nakamura, Y.; Wakabayashi, H.- A morphological study on the cavity preparation by pulsed holmium: YAG laser. Journal of Showa Dental Congress 10: 279-282, 1990. (in japanese).

10-White, J.M.; Goodis, H.E.; Marshall, G.W.; Marshall, S.L.- Identification of the physical modification threshold of dentin induced by neodymium and holmium YAG lasers using scanning electron microscopy. Scanning Micros 7(1): 239-246, 1993.

Nd:YAG modified enamel and dentine surfaces, that were darkened. These are indications that holmium laser may be useful for dentistry in the future.

Nd:YAG laser was used clinically to decrease dentinary sensitivity, final removal of caries and in the enamel etching, in order to increase resin bonding

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq e SCTDE/SP

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the possibility of using a pulsed Ho:YLF laser for endodontic surgery access, preparation of cavities, etching of dental enamel, and treatment of dental caries. Specimens were irradiated with a prototype of pulsed Ho:YLF laser (2,067µm). The study of morphological changes on enamel and dentine was conducted on light and scanning electron microscopes. Perforation of approximately 4mm depth with homogeneous and smooth aspect of its wall surfaces was obtained. There was no carbonization. Irradiation with low energy results in melted and recrystallized surface with small and shallow pits. In accordance with our results the Ho:YLF laser produces surfaces which are white in appearance in contrast to the