

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
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN - CNEN/ SP – Brasil
Av. Lineu Prestes 2242 - Cidade Universitária - CEP: 05508-000 - São Paulo - SP BRASIL
E-mail: zezell@usp.br

RESUMO

A irradiação laser de alta intensidade pode ser utilizada para prevenção de cárie, aumentando a resistência do esmalte à desmineralização. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da irradiação do esmalte com laser Nd: YAG ($\lambda = 1064 \text{ nm}$), aplicação tópica de flúor. Foram utilizados blocos de esmalte humano os quais foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos: G1- sem tratamento, G2- tratamento com flúor fosfato acidulado (FFA, 1,23 % F), G3- irradiação com Nd:YAG, G4- irradiação com laser Nd:YAG seguido da aplicação tópica de FFA, G5- tratamento com FFA e irradiados. As amostras foram submetidas à análise de composição por ATR-FTIR; à análise de fluoreto de cálcio formado, e à análise de fluoreto de cálcio retido. Análises da composição mostraram que a irradiação do laser de Nd:YAG reduziu significativamente o teor de carbonato da superfície do esmalte quando comparadas com amostras não irradiadas. Além disso, a irradiação com Nd: YAG promoveu um aumento significativo na formação e retenção de flúor após desafio cariogênico. Concluiu-se que o laser de Nd:YAG altera a microestrutura do esmalte, aumentando a resistência do esmalte à cárie. Além disso, irradiação do laser promove maior formação de fluoreto de cálcio e retenção, sugerindo um efeito sinérgico do laser e do flúor na prevenção da cárie de esmalte.

Descritores: Prevenção da cárie, laser Nd:YAG, flúor.

ABSTRACT

High intensity laser irradiation can be used for caries prevention increase The aim of this study was to assess the effects of enamel irradiation with Nd:YAG laser ($\lambda = 1064 \text{ nm}$), associated or not to the topical fluoride application. 150 human enamel slabs were made and were randomly distributed into five groups of 30 blocks each: G1- without treatment, G2- treated with acidulated phosphate fluoride (APF, 1.23% F), G3 – irradiated with Nd:YAG, G4- irradiated with Nd:YAG laser followed by topical application of APF; G5- treated with APF followed by laser irradiation. After treatments, the samples of each group were subjected to: compositional analysis by ATR-FTIR; the analysis of calcium fluoride formed and the analysis of calcium fluoride retained. Compositional analysis showed that laser irradiation of Nd:YAG laser significantly reduced the carbonate content of the enamel surface when compared to non-irradiated samples. Also, the irradiation with Nd:YAG promoted a significant increase on fluoride formation and retention after cariogenic challenge. It was possible to conclude that Nd:YAG laser irradiation changes the microstructure of enamel, which can explain the increment of the resistance of irradiated enamel to caries. Also, laser irradiation promotes higher calcium fluoride formation and retention, suggesting a synergic effect of laser and fluoride on preventing enamel caries.

Keywords: Caries Prevention, Nd:YAG Laser, Fluoride

INTRODUÇÃO

A utilização da irradiação *laser* para a prevenção da cárie baseia-se na atuação junto ao esmalte dental na tentativa de torná-lo mais resistente ao desafio cariogênico. Neste contexto, o agente mais utilizado e reconhecido para prevenção da cárie é o flúor [1]. A cárie dental é um processo patológico que resulta na destruição dos tecidos dentais sendo que esta se caracteriza pela perda de mineral dos mesmos, principalmente pela ação de ácidos produzidos pelas bactérias cariogênicas na presença de carboidratos fermentáveis. Estudos têm demonstrado que a utilização do *laser* associado à aplicação tópica de flúor pode reduzir potencialmente a progressão da lesão de cárie, sendo que a irradiação *laser* é capaz de aumentar a difusibilidade do flúor, fazendo com que ocorra maior absorção deste íon [2]. Uma explicação para o mecanismo pelo qual o esmalte irradiado adquire resistência ácida é a formação de microespaços devido à remoção de componentes orgânicos, água e carbonato do esmalte pela irradiação, os quais agiriam como sítios para deposição de íons liberados pela desmineralização [3]. Deste modo, a terapia *laser* associada ao flúor tem se tornado uma alternativa com boa perspectiva como coadjuvante na prevenção da cárie, cuja tecnologia permite aplicação em larga escala e possibilita resultados satisfatórios em curto prazo e com grande durabilidade de efeitos[3].

O laser de Nd:YAG tem sido bastante estudado para prevenção da cárie; contudo, pouco se sabe sobre os efeitos que a irradiação laser exerce sobre a microestrutura do esmalte. Ainda assim, pouco se sabe sobre a influência da irradiação laser sobre a dinâmica do fluoreto de cálcio formado após aplicação tópica de flúor. Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos da irradiação do esmalte com o laser de Nd:YAG ($\lambda = 1064 \text{ nm}$), associado ou não à aplicação tópica de flúor, por meio da análise da quantidade de conteúdo orgânico e carbonato das amostras antes e após as irradiações empregando-se a técnica de ATR-FTIR; quantificar a quantidade de fluoreto de cálcio formado imediatamente após as irradiações, além de verificar a retenção do mesmo após submissão das amostras ao desafio cariogênico *in vitro*.

MATERIAL E MÉTODOS DE ANÁLISE

Para a realização do estudo *in vitro*, foram confeccionados 150 blocos de esmalte humano, os quais foram aleatoriamente divididos em 5 grupos de 30 blocos cada: G1 – sem tratamento; G2 – tratado com flúor fosfato acidulado (FFA, 1,23% F) durante 4 minutos; G3 – irradiado com laser de Nd:YAG (60 mJ/pulso, taxa de repetição de 5 Hz e densidade de energia de $84,9 \text{ J/cm}^2$); G4 – irradiado com laser de Nd:YAG seguido da aplicação tópica de FFA; G5 – tratado com FFA e, em seguida, irradiados com laser de Nd:YAG. Após os tratamentos propostos, 10 amostras de cada grupo foram submetidas à análise composicional por ATR-FTIR; outras 10 amostras de cada grupo foram submetidas à análise de fluoreto de cálcio formado. As 10 amostras restantes foram submetidas à ciclagem de pH e, em seguida, a retenção de fluoreto de cálcio foi avaliada. Para a análise de ATR-FTIR foi realizada 3 medições por amostra, 60 scans em uma resolução de 8 cm^{-1} , considerando as bandas de: carbonato: 861 cm^{-1} ; amida I e água: 1650 cm^{-1} ; amida II e carbonato: 1395 cm^{-1} , 143 cm^{-1} , 1534 cm^{-1} ; fosfato: 956 cm^{-1} , 1092 cm^{-1} . A análise de fluoreto formado e retido foi efetuada por meio de íon eletrodo seletivo, com curva de calibração apropriada. A análise estatística foi realizada empregando-se Análise de Variância e teste de Tukey, de forma individual para cada avaliação, considerando o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irradiação com laser de Nd:YAG reduziu significativamente o conteúdo de carbonato da superfície do esmalte quando comparado ao grupo não irradiado, como pode ser observado na figura 1.

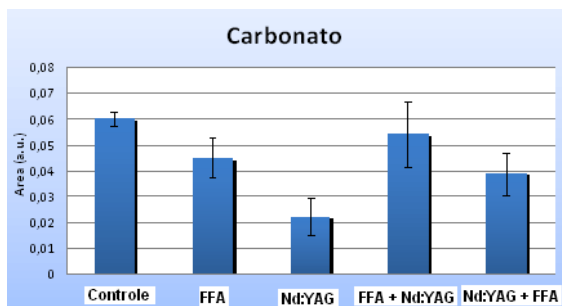


Figura 1: Médias e erro padrão da área sob a banda de carbonato (861 cm^{-1}) respectivas aos tratamentos propostos.

A figura 2 representa qualitativamente a média da área sob a banda de amida I.

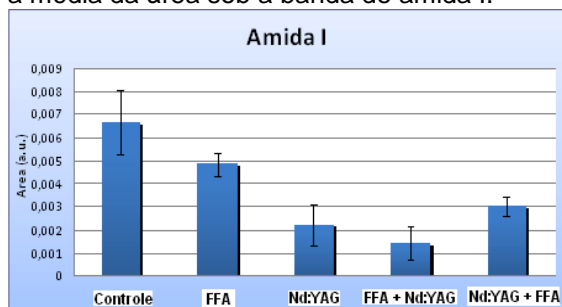


Figura 2: Médias e erro padrão das áreas sob a Banda de Amida I respectivas dos tratamentos propostos.

Avaliando o comportamento da Amida I, em todos os tratamentos que envolveram o *laser* em seu procedimento, observou-se uma diminuição quando comparados aos grupos controle positivo e negativo. .

A figura 3 representa a média da quantidade de Amida II e carbonato presente nas amostras.

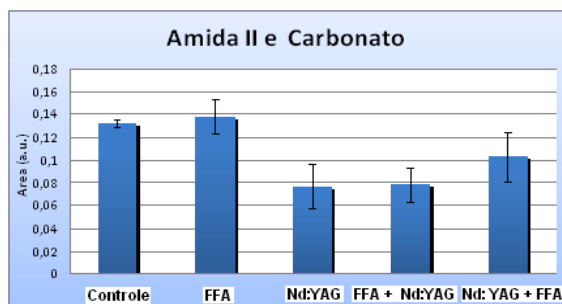


Figura 3: Valores da média da área de Amida II e carbonato para os diferentes grupos de tratamento.

Nota-se que houve discreta redução dos valores médios referentes às quantidades de amida II e carbonato nos grupos irradiados

em comparação aos grupos controle positivo e negativo; tal comportamento se repete também quando analisados os valores de amida III (Figura 4).

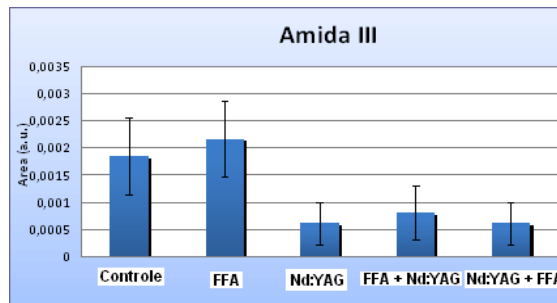


Figura 4: Valores da média da área de Amida III para os diferentes grupos de tratamento.

Os resultados apresentados demonstram que os procedimentos que utilizaram o *laser* reduziram a quantidade de conteúdo de carbonato e matéria orgânica. Contudo, a aplicação tópica de flúor, seja isoladamente, antes ou após às irradiações, não alterou a composição do esmalte. Em estudos anteriores [4] também não foi possível visualizar a presença de flúor nas amostras que tiveram a aplicação de FFA.cuidado com esta afirmação; o equipamento detecta sim, desde que seja feita uma curva de calibração e o tempo de aplicação seja maior que 4 horas, o que não é um tempo clínico. Eu tiraria isso ou colocaria uma frase mais ou menos ressaltando isso.

A figura 5 mostra os resultados obtidos pela análise de flúor nos cinco grupos testados, no qual é representada a concentração de flúor ($\mu\text{g F} / \text{cm}^2$) das amostras imediatamente após os tratamentos (F formado) e após a desmineralização (F retido).

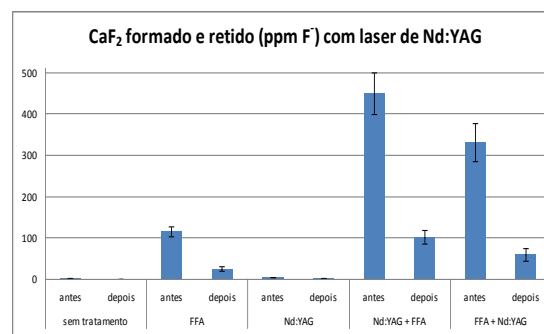


Figura 5: Concentração de flúor antes e após a ciclagem de pH nos tratamentos proposto.

O Nd:YAG se mostrou efetivo no aumento da formação e da retenção de flúor em seu tratamentos. Quando o *laser* está associado com flúor, a sua retenção e a formação são significativamente maiores que nos grupos em que somente é aplicado FFA. Este efeito pode ser explicado devido a superfície irradiada apresentar uma maior rugosidade proporcionando assim uma maior formação e conseqüentemente maior retenção de flúor na superfície [5],[6],[7]

CONCLUSÃO

A irradiação com o laser de Nd:YAG se mostrou capaz de promover alterações químicas no esmalte, como perda de carbonato e matéria orgânica;

O *laser* de Nd:YAG quando combinado com o FFA aumenta a formação e a retenção de flúor no esmalte sugerindo uma sinergia com o flúor;

As alterações químicas ocasionadas nas amostras irradiadas provavelmente são as responsáveis pela redução da desmineralização do esmalte.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro das seguintes agências de fomento: Cepid/FAPESP 05/51689-2; Instituto Nacional de Fotônica/CNPq 573.916/2008-0.

REFERÊNCIAS

[1] Cury, J.A. uso do flúor e controle da cárie como doença. *Odontologia restauradora - fundamentos e possibilidades*. 1ED. SÃO PAULO: SANTOS & QUINTESENCE, 2001, P.33-68.

[2] Ana, P.A.; Zezell, D.M.; Blay, C.C.; Blay, A.; Eduardo, C.P.; Miyakawa, W. Thermal analysis of dental enamel following e,cr:yagg *laser* irradiation at low fluences. *LASERS SURG MED*, V. 16, SUPL., P. 53, 2004.

[3] Oho, T. Morioka, T. A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental

enamel by *laser* irradiation. *CARIES RES*, V. 24, N.2, P. 86-92, 1990.

[4] DENG Y, HSU CYS. Combined effect of fluoride and laser on the crystalline structure of human enamel a pilot study. *Proceedings of spie, lasers in dentistry xi*, vol. 5687, p. 42-49, 2005.

[5] THEODORO, L.H., HAYPEK, P., BACHMANN, L., GARCIA, V.G., SAMPAIO, J.E., ZECELL, D.M., EDUARDO, C.P. Effect of er:yag and diode laser irradiation on the root surface: morphological and thermal analysis. *J periodontol*, v. 74, n. 6, p. 838-43, 2003.

[6] HOSSAIN, M. ET AL. Acquired acid resistance of dental hard tissues by co₂ *laser* irradiation. *J. Clin laser med. Surg*, v. 17, n.5, p. 223-226, 1999.

[7] FEATHERSTONE, J.D.B.; O'REILLY, M.M.; SHARIATI, M.; ET AL. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In: factors relating to demineralization and remineralization of the teeth. S.a. leach (eds.) Oxford: irl press, p. 23-34, 1986.