

## USO DA TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA NO MONITORAMENTO DE LESÕES DE EROSÃO E ABRASÃO EM DENTINA

D.L. Pereira\*, A.Z. Freitas\*, D.M. Zezell\* e P.A. Ana\*\*

\* Centro de Lasers e Aplicações, IPEN, São Paulo, Brasil

\*\* Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, UFABC, Santo André, Brasil  
e-mail: daisa@usp.br

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da tomografia por coerência óptica (OCT) para o diagnóstico precoce e monitoramento de lesões de erosão e abrasão em dentina. Para isso, foi realizado um estudo *in vitro* com 192 blocos de dentina radicular bovina de 8 mm<sup>2</sup>, distribuídos aleatoriamente em quatro grupos experimentais (n = 48): G1- sem tratamento; G2- tratamento com flúor fosfato acidulado (FFA, 1,23% F<sup>-</sup>, pH = 3,3–3,9); G3- irradiação com laser de Nd:YAG (1064nm, 0,6W, 10Hz, 84,9J/cm<sup>2</sup>); G4- aplicação de FFA, seguida de irradiação com laser de Nd:YAG. Após os tratamentos, as amostras foram submetidas a um desafio de erosão e abrasão por escovação (Sprite Zero, pH=2,6, 90s, 4x/dia) e remineralização (saliva artificial, pH=7) durante 15 dias, sendo avaliadas por OCT em 5 momentos distintos: antes e após os tratamentos, e após 5, 10 e 15 dias de desafio. Foi possível observar o desenvolvimento e evolução das lesões de erosão/abrasão e também foi possível relacionar a desmineralização do tecido decorrente do processo de erosão/abrasão com o coeficiente de atenuação óptica.

**Palavras-chave:** dentina, erosão, abrasão, diagnóstico, OCT

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the potential of optical coherence tomography for early diagnosis and monitoring of erosion and abrasion lesions on dentin. For that, an *in vitro* study involved 192 of 8mm<sup>2</sup> blocks of bovine root dentin, which were randomly distributed in four experimental groups (n = 48): G1- without treatment; G2- treatment with acidulated phosphate fluoride (APF, F<sup>-</sup> 1.23%, pH = 3.3 to 3.9); G3- irradiation with Nd:YAG laser (1064 nm, 0.6W, 10Hz, 84.9J/cm<sup>2</sup>); G4- application of APF followed by irradiation with Nd:YAG laser. After these protocols, all samples were submitted to a 15-day erosive and abrasive demineralization (Sprite Zero, pH=2.6, 90s, 4x/day), and remineralization (artificial saliva, pH=7) cycling. The depths and area of lesions were evaluated in 5 measurements per sample, by optical coherence tomography: before treatment, after treatment, in the 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> day of erosion/abrasion cycling. It was possible to observe the development and evolution of erosion/abrasion lesions and it was also possible to relate the tissue demineralization caused by erosion/abrasion process with the optical attenuation coefficient.

**Keywords:** dentin, erosion, abrasion, diagnosis, OCT

### Introdução

A erosão dentária tem atraído cada vez mais a atenção dos pesquisadores por ser um fator de risco para o dano ou perda do elemento dentário. Devido ao estilo de vida das pessoas que vivem principalmente nos países desenvolvidos, os hábitos alimentares têm mudado significativamente, sendo observado o aumento expressivo da exposição dos dentes a diferentes tipos de ácidos. Consequentemente, a prevalência das lesões de erosão de esmalte ou de dentina tem aumentado.

A erosão dentária é definida como a perda irreversível da superfície do esmalte ou dentina, com a desmineralização do tecido subjacente em decorrência do contato desses tecidos com ácidos de origem não bacteriana. As características clínicas são perda de brilho seguido por planificação de estruturas antes arredondadas e se houver exposição prolongada aos ácidos, podem ser formadas concavidades ao longo da estrutura do tecido dental. Está relacionada à ingestão demasiada de bebidas ácidas (refrigerantes, isotônicos), assim como a refluxos gástricos, desordens alimentares (regurgitação, alcoolismo, bulimia), ocupacional (inalação de vapores ácidos). O aumento da prevalência de lesões de erosão na superfície radicular também pode estar relacionado à presença, por maior período de tempo, dos dentes na cavidade oral, proporcionada pelo aumento da expectativa de vida e melhoria das condições de higiene oral dos indivíduos [1].

A interação entre erosão ácida e abrasão é um dos principais fatores causadores de desgaste dental. Considerando que as pessoas normalmente escovam seus dentes logo após as refeições e que, nestas, pode estar incluída a ingestão de comidas e bebidas com potencial erosivo, é importante que sejam estudados esses dois processos em conjunto. Estudos demonstram que o esmalte erodido é mais susceptível à abrasão, assim tem-se relação direta entre erosão e abrasão.

Até o momento, não é possível prevenir ou mesmo paralisar a progressão da perda mineral causada pela erosão ácida. O diagnóstico da erosão dentária atualmente é feito durante o exame clínico convencional, com o auxílio de luz branca, espelho e gaze. Este método permite a detecção da lesão de erosão apenas depois de desenvolvida e estabelecida, quando já é difícil o processo de restauração da região.

Assim, a dificuldade do diagnóstico precoce das lesões de erosão motivou a busca por uma técnica óptica

para auxiliar no diagnóstico como a Tomografia por coerência óptica (OCT). Esta técnica consiste no imageamento óptico de alta resolução axial e fornece imagens transversais de estruturas biológicas, além disso é uma técnica não destrutiva, não requer contato com a amostra em análise, não utiliza radiação ionizante e é não invasiva, o que possibilita a sua aplicação *in vivo* sem qualquer efeito colateral ao paciente. Já é clinicamente utilizada na oftalmologia e há muitos estudos em outras áreas da saúde como na odontologia que demonstram sua alta capacidade para o diagnóstico de cárie e poucos estudos visando o diagnóstico de erosão dentária.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a viabilidade da técnica do OCT para o diagnóstico precoce de lesões de erosão/abrasão.

### Materiais e métodos

Após aprovação do presente trabalho pela Comissão de Ética em Uso Animal da Universidade Federal do ABC (004/2013), foram preparados 192 blocos de dentina radicular cervical bovina com área ativa de 8mm<sup>2</sup>. A obtenção dos blocos foi feita por seccionamento com disco diamantado sob refrigeração em cortadeira metalográfica de precisão. Após a planificação e polimento dos blocos de dentina, as faces laterais e posteriores dos mesmos foram recobertas com duas camadas de esmalte ácido-resistente.

**Tratamentos** – As amostras foram aleatoriamente distribuídas em 4 grupos de tratamento, com 48 amostras cada: Grupo 1- sem tratamento (grupo controle negativo); Grupo 2- aplicação de flúor fosfato acidulado (FFA) (grupo controle positivo); Grupo 3- irradiação com laser de Nd:YAG; Grupo 4- aplicação de FFA, seguida de irradiação com laser de Nd:YAG. Posteriormente, cada grupo foi subdividido em 3 partes, resultando em n=16, e cada uma delas foi submetida a ciclagem de erosão/abrasão pelo período de 5, 10 e 15 dias, respectivamente.

Nos grupos 2 e 4, empregou-se gel de FFA (Flúor Gel, Flutop, Brasil, 1,23% F<sup>-</sup>, pH 3,3-3,9) por 4 minutos na superfície da amostra, as quais foram posteriormente lavadas com água deionizada por 1 minuto e secas com papel absorvente. Nos grupos 3 e 4, as amostras foram irradiadas com laser Nd:YAG (Power Laser™ ST6, Lares Research®, Estados Unidos),  $\lambda=1064\text{nm}$ , densidade de energia de 84,9J/cm<sup>2</sup>, potência média de 0,6W, energia por pulso de 60mJ e taxa de repetição de 10Hz. Antes de iniciar a irradiação, as amostras foram recobertas por uma pasta fotoabsorvedora composta por carvão vegetal finamente triturado diluído em etanol e água na proporção de 1:1. A irradiação foi feita manualmente sob a forma de varredura visando a aplicação clínica e padronizando-se o tempo de irradiação para 8s por amostra.

**Indução de lesão de erosão/abrasão (Ciclagem de pH)** – Após os tratamentos, as amostras foram submetidas a um desafio erosivo com o objetivo de

simular, *in vitro*, o processo de erosão que ocorre *in vivo*. O desafio erosivo foi realizado utilizando-se refrigerante Sprite Zero (pH~2,6, Coca-Cola, Brasil) proveniente de uma garrafa recém-aberta por 4x/dia, durante 90s cada. Após cada desafio erosivo, as amostras foram lavadas com água deionizada por 5s, secas com papel absorvente e inseridas na solução de saliva artificial (1,5 mM Ca(NO<sub>3</sub>).4H<sub>2</sub>O, 0,9 mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, 150 mM de KCl, 0,03 ppm F<sup>-</sup>, tampão 0,1M TRIS, 0,64 g/l Timol, pH=7) por 2h.

Todas as amostras também foram expostas ao processo de abrasão, utilizando-se creme dental sem flúor (Malvatríkids Baby, Dautt, Brasil) em suspensão na proporção 1 creme dental:2 água e também por escova elétrica (Pro-saúde Power, Oral-B, Brasil). O processo de abrasão foi feito 2 vezes ao dia durante 15s, empregando-se 0,5ml de suspensão de creme dental por amostra, após o primeiro e o último desafio erosivo. Para a abrasão, foi montado um sistema de escovação onde foi considerada a força média humana aplicada a escova durante o período de escovação (1,5N).

**Avaliação por Tomografia por Coerência Óptica (OCT)** – No presente estudo foi utilizado o equipamento de OCT OCP930SR (Thorlabs Inc., Estados Unidos). Para realizar as medidas, o isolamento feito com esmalte foi retirado da lateral das amostras e; nesta superfície lateral, foram feitas 5 marcas igualmente espaçadas usando-se uma ponta diamantada em baixa rotação, as quais permitiram que 5 escaneamentos fossem feitos sempre no mesmo local nos diferentes tempos experimentais, de acordo com a Figura 1.

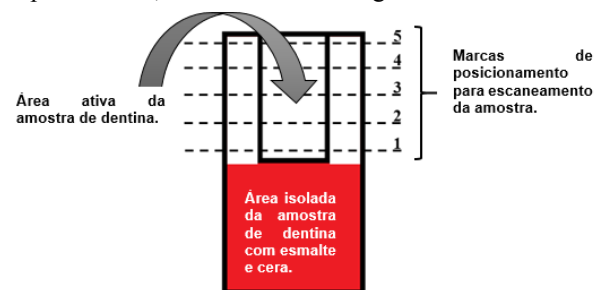


Figura 11: Esquema de medição das amostras no OCT.

Depois da aquisição das imagens, foi calculada a área de perda de superfície com o auxílio do software *ImageJ*. Em seguida, foi calculada a média das 5 medidas de cada amostra. Também foi calculada a média da profundidade da lesão de erosão formada. Para padronização do cálculo, foram escolhidos horizontalmente os mesmos quatro pontos equidistantes da região de desmineralização de cada imagem obtida. A partir destas mensurações, foi calculada a média por amostra. E ainda, foi calculado o coeficiente de atenuação óptica a partir do decaimento exponencial da intensidade da luz retroespalhada de todos os grupos, utilizando-se o *software* V11 desenvolvido no IPEN-CNEN/SP.

A análise estatística foi realizada empregando-se os tratamentos como fatores de variação, os blocos de dentina como unidades experimentais e, como variáveis resposta, a profundidade, a área e o coeficiente de

atenuação óptica das lesões, ao nível de significância de 5%. Para tal, foi realizada a Análise de Variância e teste *post hoc* de Tukey.

## Resultados

Na Figura 2 é possível observar a área de lesão de erosão/abrasão, delimitada pela linha amarela, ocasionada pelo protocolo de desmineralização utilizado neste trabalho.

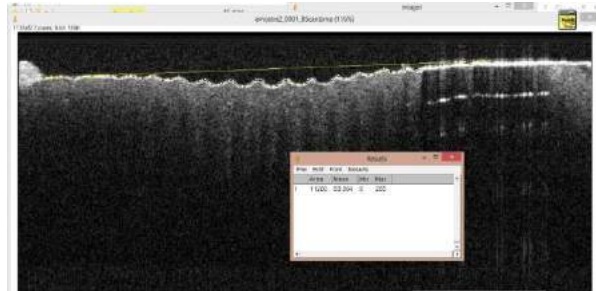


Figura 22: Área de lesão de erosão/abrasão de uma amostra do grupo controle após 15 dias de ciclagem de pH. A linha amarela delimita a superfície da borda da amostra, usada como padrão de referência para mensurar o tecido perdido.

Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os resultados da área média da lesão de erosão/abrasão para 5 e 15 dias de ciclagem, respectivamente. Na Figura 3 observa-se que os grupos irradiados (grupos 3 e 4) apresentaram médias significativamente menores de área de erosão/abrasão quando comparados com os grupos controle ou apenas tratados com FFA. A aplicação de FFA previamente à irradiação laser (grupo 4) não influenciou positivamente nas áreas de abrasão quando comparado com o grupo apenas irradiado (grupo 3). E ainda, foi possível observar que o comportamento da área da lesão de erosão/abrasão é similar ao comportamento da profundidade da lesão de erosão/abrasão.

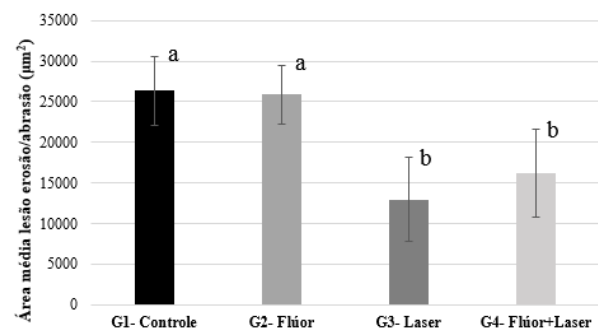


Figura 3: Média das áreas de erosão/abrasão, em  $\mu\text{m}^2$ , obtidas para os diferentes grupos de tratamento em um período de 5 dias de ciclagem. As barras indicam desvio-padrão. Letras distintas evidenciam médias estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey.

Na Figura 4 foi observado que o grupo irradiado (grupo 3) apresentou média significativamente menor de área de erosão/abrasão em 15 dias de ciclagem, quando comparados com os grupos controle ou apenas tratados

com FFA. A aplicação de FFA previamente à irradiação laser (grupo 4) não influenciou positivamente nas áreas de abrasão quando comparado com o grupo apenas irradiado (grupo 3).

Nas Figuras 4 e 5 são mostrados os resultados para o módulo da diferença do coeficiente de atenuação óptica antes e depois do período de ciclagem de 5 e 15 dias (módulo do delta do coeficiente de atenuação óptica) de todos os grupos, respectivamente. Na Figura 4 é possível observar que o módulo do coeficiente de atenuação óptica dos grupos 1 e 2 é significativamente maior quando comparados com os grupos tratados com laser (grupos 3 e 4).

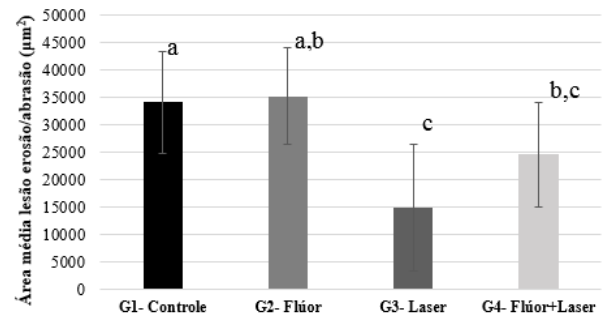


Figura 43: Média das áreas de erosão/abrasão, em  $\mu\text{m}^2$ , obtidas para os diferentes grupos de tratamento em um período de 15 dias de ciclagem. As barras indicam desvio-padrão. Letras distintas evidenciam médias estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey.

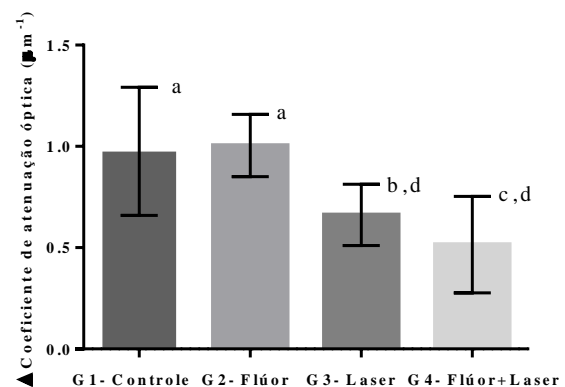


Figura 54: Módulo do delta do coeficiente de atenuação óptica para o período de 5 dias de ciclagem. As barras indicam desvio-padrão. Letras distintas evidenciam médias estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey.

Já na Figura 6 foi observado comportamento semelhante para todos os grupos, ou seja, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos 1, 2 e 4, entre os grupos 1 e 3 e também entre os grupos 3 e 4.

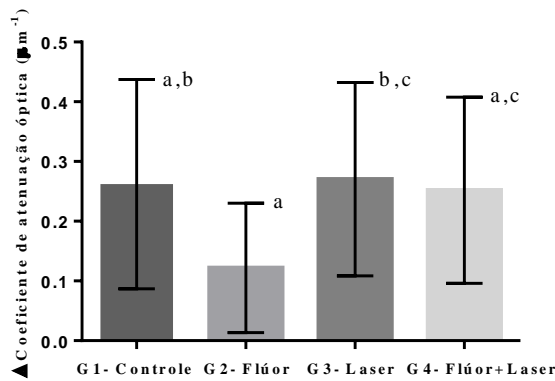


Figura 65: Módulo do delta do coeficiente de atenuação óptica para o período de 15 dias de ciclagem. As barras indicam desvio-padrão. Letras distintas evidenciam médias estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey.

## Discussão

O diagnóstico precoce das lesões de erosão dentinária é importante por uma série de motivos: pode-se evitar a hipersensibilidade dentinária, a perda progressiva do tecido e, conseqüentemente, tratamentos mais complexos. Idealmente o diagnóstico precisaria acontecer antes de ocorrer qualquer perda estrutural, o que não acontece. Assim, são necessários métodos que acompanhem a progressão da lesão e/ou que possibilitem a paralisação da mesma quando diagnosticada precocemente. Os métodos tradicionais de diagnóstico apresentam limitações técnicas que podem não propiciar o diagnóstico da erosão no seu início. Então se propõe técnicas auxiliares neste diagnóstico como o OCT.

Neste estudo, foi possível analisar e quantificar a área de desmineralização inicial causada pelo processo de ciclagem e abrasão por OCT, assim como monitorar a progressão das lesões em um período de até 15 dias. O protocolo do desafio empregado no presente estudo foi escolhido por estar mais próximo de uma aplicação clínica pois, de acordo com dados epidemiológicos do IBGE, o consumo de refrigerantes pela população brasileira tem aumentado muito nos últimos anos. Isso implica em intensificar os estudos na erosão dentária causada por bebidas.

Evidenciou-se que houve um aumento na área média de lesão de erosão/abrasão comparando-se os períodos de ciclagem de 5 e 15 dias, corroborando com a literatura [2] onde foi utilizado protocolo de ciclagem similar.

O coeficiente de atenuação óptica é inversamente proporcional à desmineralização de tecidos duros como a dentina, ou seja, quando ocorre aumento da desmineralização conseqüentemente o coeficiente de atenuação óptica diminui [3]. Neste trabalho, foram analisados os módulos dos coeficientes de atenuação óptica; então, quanto maior o valor do coeficiente significa que o tecido está mais desmineralizado. Este comportamento é observado neste estudo, em que, para 5 dias de ciclagem a área média da lesão de erosão/abrasão foi maior para os grupos não irradiados (grupo 1-

Controle e grupo 2- Flúor), ou seja, ocorreu maior desmineralização nesses grupos e, assim, o coeficiente de atenuação óptica também foi maior para estes grupos. Já para o período de ciclagem de 15 dias, a área de lesão de erosão/abrasão é maior comparando-se com o período de 5 dias. No entanto, o coeficiente de atenuação óptica deste período é menor que o coeficiente para 5 dias. Isso ocorreu por causa da presença de abrasão no protocolo de indução de lesão, a qual tende a remover o tecido amolecido pelo processo de erosão; desta forma, a dentina analisada após 15 dias de ciclagem é hígida e atenua mais a luz do que a dentina presente em 5 dias de ciclagem.

É importante enfatizar que foi possível evidenciar lesões de erosão em apenas 5 dias de ciclagem com OCT, mostrando a sensibilidade desta técnica para detecção.

Sabendo-se que a resolução do equipamento utilizado é de 4 $\mu$ m, e também que mesmo já existindo equipamentos mais desenvolvidos tecnologicamente como o utilizado no estudo de Marcauteanu [4], o presente estudo possibilitou a detecção de lesões de erosão/abrasão em seus estágios iniciais. Sendo assim, o OCT tem a resolução necessária para um futuro uso na clínica para a utilização de detecção e monitoramento de lesões de abrasão e erosão em estágios iniciais.

## Conclusão

De acordo com a metodologia empregada evidenciam-se nos resultados obtidos que foi possível evidenciar lesões de erosão em apenas 5 dias de ciclagem com OCT, mostrando a sensibilidade desta técnica para detecção. Assim, é possível concluir que a técnica de tomografia por coerência óptica permite o diagnóstico precoce e o monitoramento da profundidade e da área das lesões de erosão e abrasão da dentina, avaliando a eficácia dos tratamentos preventivos propostos.

## Agradecimentos

UFABC, CAPES, IPEN-CNEN/SP e LELO-FOUSP.

## Referências

- [1] de Oliveira ACS, Damascena NP, de Souza CS. Análise clínica de pacientes portadores de lesões cervicais não cariosas e sua relação com hábitos. Rev Sul-Bras Odontol. 2010; 7(2):182-92.
- [2] Magalhães AC *et al.* Effect of Nd:YAG irradiation and fluoride application on dentine resistance to erosion in vitro. Photomed Laser Surg. 2008; 26(6):559-63.
- [3] Popescu DP, Sowa MG, Hewko MD, Choo-Smith LP. Assessment of early demineralization in teeth using the signal attenuation in optical coherence tomography images. J. Biomed. Opt. 2008; 13(3):054053.
- [4] Marcauteanu C, Bradu A, Sinescu C, Topala FI, Negrutiu ML, Podoleanu AG. Quantitative evaluation of dental abfraction and attrition using a swept-source optical coherence tomography system. Journal of Biomedical Optics. 2014; 19(2):21108.