

Efetividade do aparelho de fluorescência a laser no monitoramento da desmineralização e remineralização de lesões de cárie em superfície oclusal – estudo *in situ**

Effectiveness of laser fluorescence device in monitoring demineralization and remineralization of occlusal caries lesions – in situ study

Flavia Kiertzman**
Lucila Basto Camargo***
Clarissa Calil Bonifácio****
José Carlos Pettorossi Imparato*****
Daniela Prócida Raggio****
Fausto Medeiros Mendes*****

Resumo

Introdução – O objetivo deste estudo *in situ* foi avaliar a efetividade do aparelho de fluorescência a laser (FL-DIAGNOdent) no monitoramento da des/remineralização de lesões de cárie iniciais em superfícies oclusais. **Material e Métodos** – Oito voluntários utilizaram um dispositivo intrabucal contendo quatro blocos de superfícies oclusais hígidas de pré-molares, sob tela para promover retenção de placa. As superfícies oclusais foram submetidas à medição com o FL. Os voluntários gotejaram solução de sacarose a 20%, oito vezes ao dia, durante 14 dias. Após esse período, foi realizada nova medição com o FL e dois blocos foram removidos dos dispositivos. Os voluntários continuaram a utilizar os aparelhos durante mais vinte e oito dias, higienizando as amostras no dispositivo sem a tela, com dentífrico fluoretado de 1100 ppm. Foi realizada a remoção dos blocos, e nova medição com FL. Todas as superfícies oclusais foram seccionadas e submetidas ao teste de dureza Knoop de seção transversal. Foi realizada ANOVA e teste de Tukey, além de teste de correlação de Pearson para os valores de dureza e do FL. **Resultados** – Em relação ao teste de dureza, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de desmineralização ($261,6 \pm 29,9$ KNH μ m) e remineralização ($302,1 \pm 32,2$ KNH μ m, $p = 0,016$). Não houve diferença nos valores do FL (des: $3,9 \pm 2,2$; re: $3,8 \pm 2,0$, $p > 0,05$) e não houve correlação significativa entre as medidas do FL e de dureza ($r = -0,145$). **Conclusão** – Pode-se concluir que o aparelho FL não é eficaz em monitorar o processo de remineralização utilizando um estudo *in situ*.

Palavras-chave: Fluorescência; Lasers; Desmineralização do dente; Remineralização dentária; Cárie dentária; Dentição permanente

Abstract

Introduction – The aim of this *in situ* study was to evaluate the effectiveness of the laser fluorescence device (DIAGNOdent) in monitoring the demineralization and remineralization of occlusal caries surfaces. **Material and Methods** – Eight volunteers were selected for the study, and used an intrabucal appliance with four sterilized blocks of occlusal sound surfaces from premolar teeth. The occlusal surfaces were measured with a DIAGNOdent laser. During a period of fourteen days the volunteers drop a 20% sucrose solution on the blocks eight times a day, and used non-fluoride dentifrice. After this period, a new measurement with the DIAGNOdent was carried out and two blocks were removed for Knoop microhardness test to verify surface demineralization. The volunteers brushed the remaining surfaces with fluoride dentifrice (1100 ppm) in the device without the plastic mesh for more twenty eight days. After this period, new measurement of the remaining surfaces in the device were carried through with DIAGNOdent. The surfaces were removed after that. All the occlusal surfaces were submitted to the Knoop cross-sectional microhardness test. **Results** – The effectiveness of the DIAGNOdent in monitoring the demineralization and the remineralization was evaluated. In Knoop hardness test, there was statistically significant difference between demineralization and remineralization groups ($p = 0,016$). There was negative correlation ($r = -0,1448$) between the DIAGNOdent values and the Knoop hardness test. **Conclusion** – It was concluded that remineralization process was efficient in this study, although the DIAGNOdent laser can not monitor little mineral alterations.

Key words: Fluorescence; Lasers; Tooth demineralization; Tooth remineralization; Dental caries; Dentition, permanent

* Trabalho de conclusão do Curso de Mestrado em Odontopediatria no Centro Universitário Hermínio Ometto de Araras (UNIARARAS).
** Mestre em Odontopediatria pela UNIARARAS.
*** Doutoranda em Odontopediatria pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP).
**** Mestre em Dentística pela FOUSP.
***** Professor(a) Doutor(a) da Disciplina de Odontopediatria da FOUSP. E-mail: danielar@usp.br, fmmendes@usp.br

Introdução

A lesão de cárie é caracterizada por um processo dinâmico, originado pelo desequilíbrio nos fenômenos de des/remineralização, no qual quantidades consideráveis de mineral são perdidas para saliva ou placa, em condições desfavoráveis do meio ambiente bucal³. Diversas informações clínicas e científicas afirmam que lesões iniciais de cárie em esmalte podem regredir ou “cicatrizam”. Esse processo é chamado de remineralização¹⁸.

É importante que a lesão inicial seja diagnosticada precocemente e monitorada até sua remineralização. Existem diversos métodos que auxiliam no diagnóstico precoce dessas lesões como exame visual, exame radiográfico e o laser DIAGNOdent.

O DIAGNOdent (Kavo, Biberach, Germany) é um aparelho de fluorescência a laser, desenvolvido para detectar e monitorar lesões de cárie em superfícies oclusais e lisas. O aparelho emite uma luz vermelha proveniente de um laser de diodo com comprimento de onda de 655nm, que é transportada por uma ponta angulada dentro de uma fibra óptica central. Em volta dessa fibra central, nove fibras são arrançadas em disposição concêntrica, que captam a fluorescência que é emitida pelos tecidos dentários. Um fotodiodo mede a quantidade de luz que passa através de um filtro, um mostrador digital demonstra o local que está sendo mensurado e o outro o pico máximo de medição da lesão. Esses valores são numéricos e variam numa escala relativa de 0 a 99. Dois tipos de pontas estão disponíveis: ponta “A” para superfícies oclusais e ponta “B” para superfícies lisas^{6,10,14}.

Lussi *et al.*¹⁰ (1999) estudaram *in vitro* o desempenho e reprodutibilidade do aparelho de fluorescência a laser para detecção de lesões de cárie oclusal e concluíram que o DIAGNOdent possui validade para o diagnóstico, podendo ser indicado para o monitoramento longitudinal de lesão de cárie. Entretanto, Mendes *et al.*¹³ (2003) avaliaram o monitoramento *in vitro*, com o aparelho de fluorescência a laser, da remineralização de lesões em esmalte artificialmente criadas em molares decíduos e observaram que o DIAGNOdent não foi capaz de acompanhar o processo de remineralização.

Silva *et al.*¹⁷ (2007) analisaram a performance do aparelho de fluorescência a laser no monitoramento longitudinal da paralisação de lesões não cavitadas em superfície oclusal. Foram selecionadas 15 crianças com 40 lesões não cavitadas. Os autores concluíram que o DIAGNOdent não foi capaz de monitorar as mudanças ocorridas durante a paralisação das lesões. Há, na literatura^{4,7} pesquisas que avaliaram diferentes métodos de monitoramento de lesões de cárie incipientes em superfície lisa sob terapia de verniz com flúor por um período de quatro a oito semanas com intervalos semanais. Utilizaram o exame visual e o aparelho de fluorescência a laser para monitoramento do processo de remineralização. Os autores concluíram que as lesões incipientes tratadas com verniz com flúor podem ser monitoradas com o aparelho de fluorescência a laser e exame visual.

Não existem relatos na literatura de estudos *in situ* que avaliaram o monitoramento da desmineralização e remi-

neralização de lesões de cárie com o aparelho de fluorescência a laser DIAGNOdent. Além disso, como pôde ser observado, existe uma grande controvérsia se o DIAGNOdent é capaz de monitorar alterações minerais decorrentes dos processos de des/remineralização. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o monitoramento da desmineralização e remineralização de lesões de cárie na superfície oclusal, por meio de um modelo *in situ*, utilizando o laser de baixa potência DIAGNOdent.

Material e Métodos

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, foram selecionados oito voluntários com idades entre 30 e 40 anos de ambos os sexos, residentes em São Paulo (cidade com 0,7 ppm de flúor na água de abastecimento). Todas as orientações referentes à utilização dos dispositivos intrabucais e procedimentos necessários à pesquisa foram fornecidas por escrito, aos participantes, bem como o material a ser utilizado em caráter domiciliar.

Foram considerados como critérios de inclusão dos voluntários nesta pesquisa: ausência de lesões de cárie e/ou periodontite avançada; não estar fazendo uso de medicamentos com efeito colateral de acentuada hipossalivação ou antibióticos, aceitar fazer uso de dentífrico não fluoretado durante a primeira fase do estudo, entender a razão do estudo e aceitar participar do mesmo de forma voluntária, cooperar com as instruções propostas.

Foram confeccionados dispositivos intrabucais palatinos em resina acrílica sobre modelos de gesso obtidos a partir da moldagem com hidrocolóide irreversível da arcada superior dos voluntários. Nos dispositivos foram confeccionadas quatro cavidades, duas de cada lado da linha mediana, com dimensões aproximadas de 5 mm x 5 mm x 4 mm.

Foram selecionados 40 pré-molares superiores humanos, fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos do Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic ou extraídos por indicação ortodôntica, com a superfície oclusal sem defeitos visíveis a olho nu. Os dentes foram esterilizados com radiação gama (25 kGy). Destes dentes, 10 fizeram parte do grupo controle, os quais não foram incluídos nos dispositivos, somente submetidos a leituras do DIAGNOdent e posteriormente de dureza Knoop. As superfícies oclusais foram medidas e só foram incluídas no estudo aquelas que apresentaram na leitura do DIAGNOdent valor menor que 15.

Os dentes foram seccionados transversalmente no sentido médio-distal e um desgaste das cúspides também foi realizado, no qual foram obtidos blocos com a superfície oclusal medindo 3 mm de altura, sendo que da cúspide ao fundo do sulco, 1 mm, largura 5 mm e comprimento também de 5 mm (Figura 1). As superfícies oclusais obtidas foram adaptadas às cavidades preparadas nos dispositivos intrabucais, de modo que sua superfície permaneceu 1 mm abaixo da superfície do dispositivo intrabucal. Esses foram recobertos com tela plástica, fixada com resina acrílica autopolimerizável (Jet – Artigos Odontológicos Clássico Ltda) no dispositivo intrabucal, propiciando o acúmulo de biofilme bacteriano e evitando

desestruturação do mesmo pelos movimentos da língua e do bolo alimentar (Figura 2).

Os voluntários utilizaram os dispositivos intrabucais por 42 dias, sendo que nos primeiros 14 dias, utilizaram dentífrico não fluoretado manipulado e foram orientados a gotear solução de sacarose a 20% oito vezes ao dia simulando desafio cariogênico². Foi fornecido um *kit* contendo todo material necessário para realização da pesquisa e cuidados com o dispositivo (dentífrico não fluoretado, dentífrico fluoretado, solução de sacarose, caixa para o dispositivo e escova dental).

No período seguinte, a rede para promover acúmulo de placa foi removida, os voluntários não gotejaram mais sacarose nos aparelhos e os higienizaram com dentífrico fluoretado 1100 ppm. Os blocos foram higienizados com escova macia e dentífrico fluoretado durante 28 dias.

A primeira medição das superfícies com o laser DIAGNOdent ocorreu antes do início da utilização dos dispositivos bucais. Foi realizada a calibração de acordo com as normas do fabricante no padrão de cerâmica com valor de fluorescência estável e logo em seguida o aparelho foi calibrado em uma superfície hígida de dente permanente. A medição foi realizada com a ponta "A" para superfícies oclusais, ao longo de todo sulco oclusal por três vezes. Após 14 dias de utilização dos dispositivos, foi removida

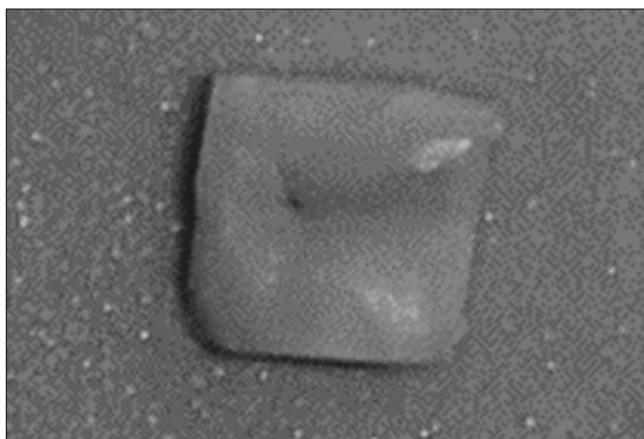


Figura 1. Superfície oclusal 5 x 5 x 3 mm

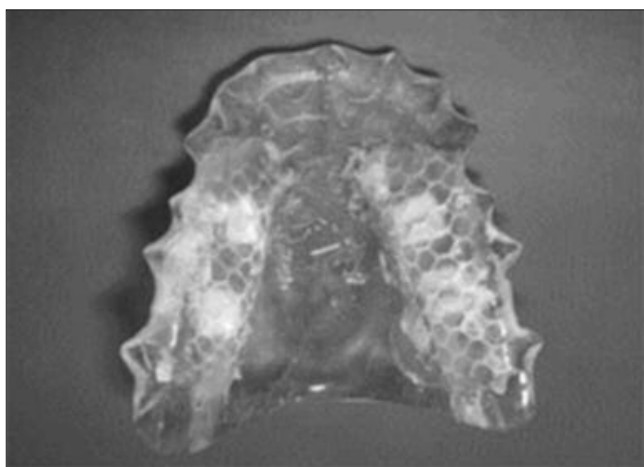


Figura 2. Dispositivo intrabucal

a rede de retenção do biofilme, foi realizada limpeza profissional com pedra pomes e escova de Robinson e então ocorreu a segunda medição (Figura 3) de todas as superfícies oclusais e dois blocos foram aleatoriamente removidos do dispositivo (Figura 4).

Após esse período, os voluntários utilizaram dentífrico fluoretado e receberam orientação de higienização dos blocos. Nessa fase, os voluntários utilizaram o aparelho



Figura 3. Segunda medição com o DIAGNOdent

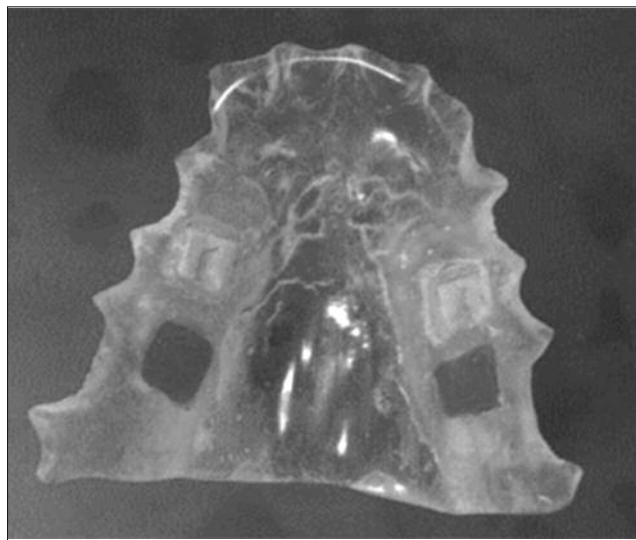


Figura 4. Dispositivo intrabucal com dois blocos removidos

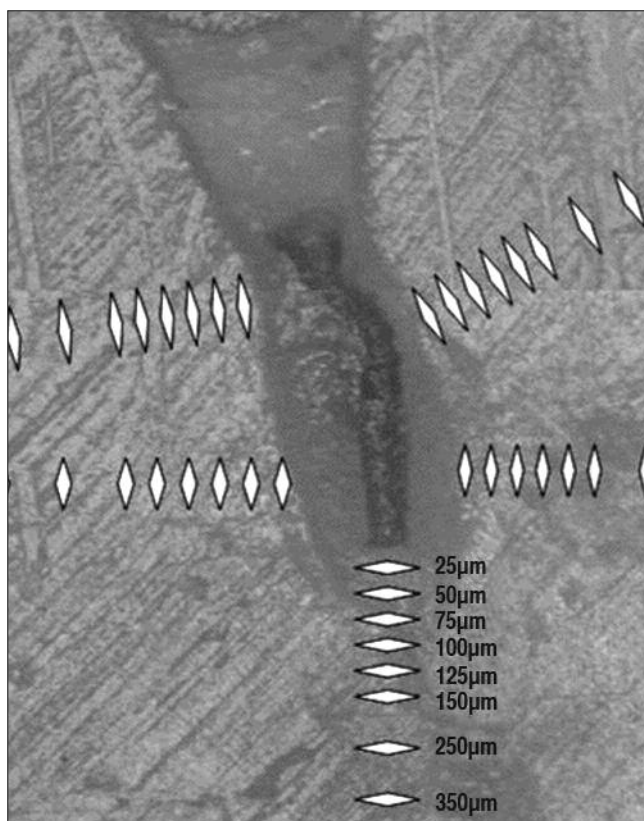


Figura 5. Fissura demonstrativa – Indenizações realizadas nos corpos-de-prova

por mais 28 dias, sendo realizada nova limpeza profissional com pedra pomes e escova de Robinson e os dois blocos restantes foram medidos novamente com o laser DIAGNOdent.

Os blocos de esmalte foram finalmente removidos do dispositivo intrabucal, seccionados no sentido vestibulo/palatino com disco diamantado e embutidos em tubos de PVC com resina acrílica convencional. Foi realizado polimento dos corpos de prova com lixa d'água (600 e 1200) e pasta diamantada para polimento de resina.

A dureza do esmalte foi avaliada em microdurômetro Shimadzu HMV II utilizando penetrador Knoop com carga estática de 25 g durante 5 s no aumento 400x¹⁵. A técnica utilizada foi a de microdureza de seção transversal. Foram realizadas 5 séries de 8 penetrações em cada corpo-de-prova, com o longo eixo da ponta do penetrador paralelo a superfície externa da fissura. As penetrações ficaram dispostas como exemplificado na Figura 5 com distância de 200 µm entre cada série, sendo realizadas indenizações a partir da superfície da fissura, em 25, 50, 75, 100, 125, 150, 250 e 350 µm.

Resultados

No início havia 40 amostras, foram analisadas 36, pois houve um caso de *drop out* (n = 4) no decorrer do estudo. Uma voluntária foi excluída, pois fez uso de antibiótico.

Em relação ao teste de dureza, após a Análise de Va-

Tabela 1. Valores referentes às médias e desvio padrão da dureza Knoop de acordo com as fases do estudo

	Dureza Knoop	
	Média	Desvio Padrão
Desmineralização (n = 14)	261,64	29,86
Remineralização (n = 14)	302,14	32,22
Controle n = 8	251,37	44,40

Tabela 2. Valores referentes às médias e desvio padrão das medidas do DIAGNOdent de acordo com as fases do estudo

	Medidas do DIAGNOdent	
	Média	Desvio Padrão
Inicial (n = 28)	3,52	2,25
Desmineralização (n = 28)	3,85	2,18
Remineralização (n = 14)	3,77	2,03
Controle n = 8	5,66	3,85

riância, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de desmineralização e remineralização ($p = 0,016$). Foram calculadas as médias e desvios padrão dos valores encontrados no teste de dureza Knoop para os três grupos: desmineralização, remineralização e grupo controle expressos na Tabela 1.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas do DIAGNOdent nos três grupos $p = 0,238$ (1ª medição com DIAGNOdent, após a desmineralização e após a remineralização). Comparando os grupos antes e após a desmineralização ($p = 0,884$) e entre a desmineralização e remineralização ($p = 0,587$), não foram encontrados resultados estatisticamente significantes. Foram calculadas as médias e desvios padrão dos valores das medidas do DIAGNOdent para os quatro grupos: medição inicial, desmineralização, remineralização e grupo controle expressos na Tabela 2.

Não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0,379$) no teste de correlação de Pearson ($r = -0,1448$) entre as medidas do DIAGNOdent e o teste de dureza.

Discussão

O DIAGNOdent não foi capaz de monitorar ambos os processos. Silva *et al.*¹⁷ (2007) num estudo clínico, e Mendes *et al.*¹³ (2003) num estudo *in vitro*, também avaliaram a performance do DIAGNOdent no monitoramento e observaram que o aparelho não é efetivo em monitorar pequenas alterações minerais. Pode-se observar com esses estudos que o DIAGNOdent não possui boa performance na medição de pequenas alterações minerais, tanto em superfícies lisas, quanto em superfícies oclusais, assim como em estudos *in vitro* e *in vivo*. O presente trabalho *in situ* corrobora com esses achados.

A metodologia *in situ* foi proposta por não existir estudos na literatura utilizando o aparelho de fluorescência a laser para monitoramento de lesões iniciais. A vantagem de realizar o estudo *in situ*, é que este consegue mimetizar a situação clínica, de maneira controlada, e possibilita a realização de testes de validação precisos¹⁹. Estu-

dos *in vivo* possuem como desvantagem a ausência de um padrão de referência efetivo para avaliação da perda mineral¹⁷.

Foi proposta a utilização do DIAGNOdent em lesões iniciais em esmalte, pois seria um grande avanço para o diagnóstico, se lesões iniciais pudessem ser detectadas precocemente antes do aparecimento do primeiro sinal clínico da doença, a mancha branca. No presente trabalho houve um período de desmineralização de 14 dias, no qual o método não foi capaz de acompanhar a perda mineral. Após esse período, quando os corpos de prova eram removidos dos dispositivos e a profilaxia realizada, não foi observada visualmente lesão de mancha branca. Esse aspecto pode ter contribuído para a baixa eficácia do DIAGNOdent. Outros estudos verificaram que o DIAGNOdent não tem uma eficácia muito alta na detecção de lesões em esmalte, sendo que seu melhor desempenho se dá em lesões atingindo dentina⁸. Essa pode ser uma explicação para o aparelho não ter monitorado de forma adequada as lesões formadas no presente estudo. A falha no acompanhamento de alterações minerais no estudo *in vitro*¹⁴ se deve provavelmente ao fato do aparelho detectar alterações orgânicas provenientes de metabólitos bacterianos ao invés de detectar a fluorescência intrínseca do mineral do dente^{5,9,11-12,14,16}.

Porém, Ferreira *et al.*⁴ (2007) e Kiertzman *et al.*⁷ (2002) obtiveram bons resultados no monitoramento da regressão de lesões de mancha branca em superfície lisa submetidas à terapia de verniz com flúor, afirmando que o DIAGNOdent foi eficaz para esse fim. Nesses trabalhos, a lesão de mancha branca já estava estabelecida, era localizada em superfície lisa, a metodologia utilizada foi *in vivo*, e o DIAGNOdent atuou como método complementar no monitoramento. Silva *et al.*¹⁷ (2007) utilizando a metodologia *in vivo* em superfícies oclusais, afirmaram que o aparelho de fluorescência a laser DIAGNOdent não foi capaz de monitorar a remineralização, assim como no presente estudo *in situ*. É conhecido que a paralisação de lesões em superfícies oclusais muitas vezes é acompanhada de pigmentação dos sulcos e o DIAGNOdent apresenta interferência com sulcos pigmentados⁵. Esse pode ser o motivo do aparelho não ter monitorado lesões oclusais¹⁷, mas ter sido efetivo em lesões de super-

fície lisa^{4,7}, que comumente não se pigmentam no processo de paralisação.

Estudos demonstram que o aparelho de fluorescência a laser pode ser utilizado como método complementar no auxílio do diagnóstico de lesões de cárie^{1,8}. No presente estudo, o DIAGNOdent foi utilizado como o principal método de diagnóstico, e não obteve sucesso para o diagnóstico de lesões iniciais.

Neste estudo não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à dureza, contudo foi observada diferença significativa entre os grupos de desmineralização e remineralização. Esse resultado pode ter ocorrido devido aos critérios de seleção do grupo controle, a qual foi realizada por meio de inspeção visual e valor do DIAGNOdent abaixo de 15. Como lesões iniciais são difíceis de serem detectadas, os dentes do grupo controle poderiam estar parcialmente desmineralizados, previamente a sua medição. No entanto, a remineralização após a primeira fase de desmineralização foi observada, uma vez que os dentes submetidos à remineralização apresentaram dureza maior do que o grupo desmineralizado. No entanto, o DIAGNOdent não acompanhou esse padrão.

Para verificação da perda mineral são necessários testes laboratoriais para realizar a correlação com os valores do DIAGNOdent. Neste estudo foi realizado o teste de dureza Knoop sobre as superfícies estudadas para realizar a correlação entre os valores do DIAGNOdent e do teste de dureza. Não foi possível correlacionar a perda mineral com os valores do DIAGNOdent, sugerindo que o aparelho realmente não mede a perda mineral, e sim avalia o conteúdo orgânico das lesões.

Este foi o primeiro estudo realizado *in situ* utilizando o aparelho de fluorescência a laser na tentativa do monitoramento do processo inicial de desmineralização e remineralização. Ainda são necessários outros estudos para comprovação da metodologia e teste da efetividade do aparelho de fluorescência a laser.

Conclusão

O aparelho de fluorescência a laser DIAGNOdent não é eficaz em monitorar o processo de remineralização utilizando estudo *in situ*.

Referências

- Costa AM, Bezzerra A C, Fucks A B. Assesment of the accuracy of visual examination, bite-wing radiographs and DIAGNOdent on the diagnosis of occlusal caries. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2007;8:118-22.
- Cury JA, Rebello MAB, Del Bel Cury AA. *In situ* relationship between sucrose exposure and the composition of dental plaque. *Caries Res*. 1997;31:356-60.
- Fejerskov O. Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1997;25:5-12.
- Ferreira JMS, Silva MFA, Oliveira AFB, Sampaio FC. Evaluation of different methods for monitoring incipient carious lesions in smooth surfaces under fluoride varnish therapy. *Int J Paediatr Dent*. 2008;18(4):300-5.
- Francescut P, Lussi A. A correlation between fissure discoloration, DIAGNOdent measurements and caries depth: an *in vitro* study. *Pediatr Dent*. 2003;25:559-64.
- Hibst R, Paulus R, Lussi A. Detection of occlusal caries by fluorescence: basic and clinical investigations. *Med Laser Appl*. 2001;16:205-13.

7. Kiertzman F, Naspitz GMCC, Chelotti A. Avaliação da inativação de lesões de cárie incipiente na dentadura decídua através de inspeção visual, fotografia e laser DIAGNOdent: estudo piloto. J Bras Odontopediatr Odontol Bebê. 2002;5:490-3.
8. Lussi A, Francescut P. Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. Caries Res. 2003;37:2-7.
9. Lussi A, Hibst R, Paulus R. Diagnodent. An optical method for caries detection. J Dent Res. 2004;83:80-3.
10. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts NB, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. Caries Res. 1999;33:261-6.
11. Mendes FM, Pinheiro SL, Bengtson AL. Effect of alteration in organic material of the occlusal caries on DIAGNOdent readings. Pesqui Odontol Bras. 2004;18:141-4.
12. Mendes FM, Hissadomi M, Imparato JCP. Effects of drying time and the presence of plaque on the *in vitro* performance of laser fluorescence in occlusal caries of primary teeth. Caries Res. 2004;38:104-8.
13. Mendes FM, Nicolau J, Duarte DA. Evaluation of the effectiveness of laser fluorescence in monitoring *in vitro* remineralization of incipient caries lesions in primary teeth. Caries Res. 2003;37:442-4.
14. Mendes FM, Oliveira E, Faria DLA, Nicolau J. Ability of laser fluorescence device associated with fluorescent dyes in detecting and quantifying early smooth surface caries lesions. J Biomed Opt. 2006;11:1-6.
15. Purdell-Lewis DJ, Groeneveld A, Arends J. Hardness tests on sound enamel and artificially demineralized white spot lesions. Caries Res. 1976;10:201-15.
16. Reis A, Mendes FM, Angnes V, Angnes G, Grande RHM, Loguercio AD. Performance of methods of occlusal caries detection in permanent teeth under clinical and laboratory conditions. J Dent. 2006;34:89-96.
17. Silva BB, Severo NB, Maltz M. Validity of diode laser to monitor carious lesions in pits and fissures. J Dent. 2007;35:679-82.
18. Silverstone L M. Remineralization and enamel caries: new concepts. Dent Update. 1983;10:261-73.
19. Zero DT. *In situ* caries models. Adv Dent Res. 1995;9:214-30.

Recebido em 27/4/2009

Aceito em 10/7/2009