

## Avaliação *in vitro* do aparelho DIAGNOdent para diagnóstico oclusal

### *In vitro evaluation of the DIAGNOdent device for occlusal diagnosis*

Vanessa PARDI\*

Fábio Luiz MIALHE\*

Antonio Carlos PEREIRA\*\*

Marcelo de Castro MENEZES\*\*

---

PARDI, V.; MIALHE, F. L.; PEREIRA, A. C.; MENEZES, M. de C. Avaliação *in vitro* do aparelho DIAGNOdent para diagnóstico oclusal. **Pesqui Odontol Bras**, v. 14, n. 4, p. 372-377, out./dez. 2000.

Este trabalho teve como objetivo determinar a efetividade de um aparelho de laser fluorescente no diagnóstico de cárie oclusal. O aparelho utilizado foi o DIAGNOdent 2095 (Kavo, Biberach, Alemanha) desenvolvido especialmente para o diagnóstico de cárie. Inicialmente, foi realizada uma fase piloto com a utilização de 5 dentes; em seguida, houve uma calibração dos dois examinadores participantes do estudo, na qual foram utilizados 10 dentes, enquanto na fase experimental, utilizaram-se 66 dentes (36 molares e 30 pré-molares), totalizando 144 "sites" identificados através de fotografias das superfícies oclusais. Houve a reprodutibilidade dos exames em 10 dentes, sendo que verificou-se um coeficiente de correlação de Spearman ( $r$ ) de 0,89 entre os examinadores e valores de 0,93 e 0,97 para a correlação ( $r$ ) intra-examinadores (examinador A e B, respectivamente). A validação do experimento se deu através do exame histológico. Para os dois examinadores, a sensibilidade do aparelho foi relativamente alta, variando de 0,81 a 1,00, enquanto a especificidade diminuiu substancialmente, quando se utilizou o critério de validação histológica com lesão de cárie em dentina (de 0,77 a 0,86 - cárie em esmalte, para 0,52 a 0,59 - cárie em dentina). Conclui-se que o aparelho DIAGNOdent apresentou boa capacidade em identificar qualquer alteração da superfície dentária, porém apresenta o inconveniente de realizar muitos diagnósticos falso-positivos quando se utiliza validação em dentina.

UNITERMOS: Lasers; Cárie dentária; Diagnóstico.

---

## INTRODUÇÃO

O diagnóstico da lesão de cárie, nos dias de hoje, pode ser encarado como um grande desafio já que a prevalência dessa doença vem diminuindo, acarretando modificações na morfologia e velocidade de progressão da lesão<sup>11,14,21</sup>.

A face oclusal corresponde a 20% do total das superfícies dentais, no entanto de 50 a 60% dessas superfícies são afetadas pela cárie dental<sup>9</sup>. Diante deste fato, faz-se importante o diagnóstico precoce da lesão, a fim de que tratamentos não invasivos sejam utilizados, preservando a integridade da superfície oclusal.

A dificuldade em se diagnosticar cárie está concentrada, além das mudanças na morfologia da lesão e velocidade da progressão, na inexistência de um método capaz de diagnosticar tão bem a doença (sensibilidade) quanto a higidez (especificidade) do elemento dentário.

Os métodos mais usuais no diagnóstico de cáries coronárias são o visual clínico, exame tátil

com sonda e radiografias interproximais<sup>2,12</sup>. No entanto, muitos outros métodos estão sendo desenvolvidos para auxiliar no diagnóstico da cárie, como transluminação por fibra óptica, o exame endoscópico, utilização de elásticos separadores, uso de luz difusa, iluminação ultravioleta, penetração de corantes, penetração de iodo, resistência elétrica, ultra-som, radiografia digitalizada e xerorradiografia<sup>13</sup>.

Na década de 90, algumas pesquisas têm demonstrado boa perspectiva relacionada a utilização do laser fluorescente como auxiliar no diagnóstico da cárie<sup>1,3,4,7,8,15</sup>, comprovando que o laser é capaz de detectar desmineralizações iniciais, principalmente quando é adicionado corante fluorescente na superfície dental que se quer avaliar<sup>5,6</sup>. Isto pode ser explicado, pois lesões de cárie (iniciais ou cavitadas) aparecem como áreas escuras quando excitadas pelo feixe de luz laser (488 nm).

Diante desta perspectiva, propõe-se, neste estudo, verificar a efetividade no diagnóstico de cárie

---

\*Mestrandos do Curso de Pós-Graduação em Odontologia na Área de Cariologia; \*\*Professores do Departamento de Odontologia Social - Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP.

oclusal do aparelho DIAGNOdent (Kavo, Biberach, Alemanha), o qual utiliza o laser fluorescente, validando os resultados através do exame histológico.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados, nesse experimento, dentes permanentes humanos doados por cirurgiões-dentistas da cidade de Piracicaba e região, extraídos por problemas periodontais ou razões ortodônticas. Foram escolhidos dentes que não apresentassem cavidades, restaurações, manchas por tetraciclina, hipoplasia e fluorose. Esse trabalho recebeu aprovação do comitê de ética da instituição onde foi desenvolvida a pesquisa.

Previamente ao estudo, foi realizada uma fase piloto, de modo a uniformizar critérios para os dois examinadores que dele participaram. A amostra foi constituída por 5 dentes (3 molares e 2 pré-molares). Nesta fase, os examinadores faziam os exames separadamente e depois havia uma discussão sobre a técnica utilizada, erros verificados e discordância de resultados obtidos com o aparelho DIAGNOdent (Figura 1).

Em seguida, iniciou-se a fase de calibração, utilizando-se de 10 dentes (6 molares e 4 pré-molares), totalizando 20 “sites”, onde verificou-se um valor de 0,79 para o erro interexaminador (examinador A e B) e 0,81 para o erro intra-examinador (coeficiente de correlação de Spearman).

A amostra da fase experimental foi composta por 66 dentes permanentes extraídos (36 molares

e 30 pré-molares), totalizando 144 “sites”. Os dentes foram conservados em soro fisiológico após a extração.

Os dentes foram imersos em glutaraldeído a 2% por 24 horas; em seguida, removeram-se cálculos e realizou-se profilaxia com pedra-pomes/água e escova Robinson. Os dentes foram agrupados de três em três em um recipiente plástico e colocados em posição vertical com o auxílio de um material de moldagem (Silon D – Herpo) para que, assim, apresentassem contatos proximais, simulando uma condição biológica.

Os dentes foram fotografados e escolheram-se, nas fotografias, alguns “sites” (os mais susceptíveis) na superfície oclusal de cada dente. Em seguida, os dentes eram numerados e imersos novamente em soro fisiológico sendo conservados em um refrigerador.

## Metodologia do exame

Neste estudo, utilizou-se o aparelho DIAGNOdent (Kavo, Biberach, Alemanha) que apresenta como características técnicas: laser classe 2, luz laser diodo ( $\lambda = 655 \text{ nm}$ ,  $P \leq 1 \text{ mW}$ ), tipo 2095.

### Utilização do aparelho DIAGNOdent

1. Escolheu-se primeiramente a ponta para ser utilizada em sulcos e fissuras de acordo com as normas do fabricante.
2. A cada “site” examinado realizava-se a calibração do aparelho numa superfície hígida do dente.
3. A ponta do aparelho era colocada perpendicularmente à superfície oclusal e cada “site” foi examinado três vezes escolhendo-se como valor final a média dos resultados obtidos. A leitura do aparelho varia do valor “0” ao “99”. O “cut-point” do aparelho para cárie em dentina é o valor  $\geq 20$ ; no entanto, utilizou-se, também, o valor  $\geq 30$  de modo a analisar qual desses valores resultaria num diagnóstico mais preciso.

### Exame histológico

Foram realizados três cortes no sentido vestibulo-lingual de aproximadamente 200  $\mu\text{m}$  de espessura no centro de cada “site” escolhido para o exame. As secções foram passadas em lixas de 600, 200, 150 e 80 grids (polimento), lavadas e secas. Estas secções foram, então, montadas em lâminas de microscópio e examinadas em estereomicroscópio (Mod 52-4045 TR-PT, Olympus – Japão) com aumento de 25 a 40 vezes.



FIGURA 1 - Aparelho DIAGNOdent.

A classificação utilizada para o exame histológico está apresentada no Quadro 1.

Para finalizar a fase experimental, foram reexaminados 10 dentes (23 “sites”) para os quais novamente foram calculados os erros intra- e interexaminadores (reprodutibilidade). Observou-se um coeficiente de correlação de Spearman de 0,89 entre os examinadores e valores de 0,93 e 0,97 para a correlação (*r*) intra-examinadores (examinadores A e B, respectivamente).

### Estatística

Utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman para verificar o erro intra-examinador e interexaminadores, enquanto a sensibilidade e especificidade foram calculadas comparando-se os resultados do DIAGNOdent com o exame histológico (“Gold Standard”), conforme apresentado no Quadro 2.

**QUADRO 1** - Classificação utilizada para o exame histológico.

Cód.	Classificação
0	Hígido
1	Desmineralização em esmalte
2	Desmineralização na porção mais externa da dentina
3	Desmineralização na porção mais interna da dentina

**QUADRO 2** - Comparação dos resultados do DIAGNOdent com o exame histológico (“Gold Standard”).

Método testado	“Gold Standard” – Doença	
	Presença	Ausência
Diagnóstico	Positivo	A (Positivo-verdadeiro)      B (Falso-positivo)
	Negativo	C (Falso-negativo)      D (Negativo-verdadeiro)

Sensibilidade =  $(A/A+B)$  - capacidade do método em diagnosticar corretamente casos com doença. Especificidade =  $(D/C+D)$  - capacidade do método em diagnosticar corretamente casos com ausência de doença. Predição + =  $(A/A+B)$  - probabilidade da doença estar presente quando o diagnóstico é positivo. Predição - =  $(D/D+B)$  - probabilidade da doença estar ausente quando o diagnóstico é negativo.

### RESULTADOS

Observa-se nas Tabelas 1 e 2 que os valores de sensibilidade do DIAGNOdent foram altos quando se utiliza o critério de validação cárie em esmalte,

com valores de 0,89 e 0,88 (examinador A e B) no “cut-point” 20 e valores de 0,82 e 0,83 (A e B) no “cut-point” 30, sendo que os valores de especificidade apresentaram-se razoáveis, 0,78 e 0,77 – “cut-point” 20 – e 0,86 e 0,83 – “cut-point” 30 –, enquanto os “sites” com diagnóstico correto variava de 76 a 83%.

Porém, quando se utilizava o limite para a validação histológica em dentina, esses valores foram altos para sensibilidade (0,93 e 1,0 – “cut-point” 20 – e 0,87 e 0,94 – “cut-point” 30), enquanto os valores para especificidade foram baixíssimos (0,52 e 0,53 – “cut-point” 20 – e 0,60 e 0,55 – “cut-point” 30), sendo que os percentuais de “si-

**TABELA 1** - Valores de sensibilidade, especificidade, predição positiva, predição negativa e porcentagem de “sites” corretamente diagnosticados do DIAGNOdent (“cut-point”  $\geq 20$  e  $\geq 30$ ) em relação à validação histológica (lesão em esmalte e/ou dentina). Examinador A.

Esmalte				
“Cut-point”	Sensibilidade	Especificidade	Predição +	Predição -
20	0,89	0,78	0,77	0,89
30	0,82	0,86	0,83	0,85
Dentina				
“Cut-point”	Sensibilidade	Especificidade	Predição +	Predição -
20	0,93	0,52	0,19	0,99
30	0,87	0,60	0,2	0,97

**TABELA 2** - Valores de sensibilidade, especificidade, predição positiva, predição negativa e porcentagem de “sites” corretamente diagnosticados do DIAGNOdent (“cut-point”  $\geq 20$  e  $\geq 30$ ) em relação à validação histológica (lesão em esmalte e/ou dentina). Examinador B.

Esmalte				
“Cut-point”	Sensibilidade	Especificidade	Predição +	Predição -
20	0,88	0,77	0,76	0,88
30	0,83	0,83	0,81	0,86
Dentina				
“Cut-point”	Sensibilidade	Especificidade	Predição +	Predição -
20	1,0	0,53	0,2	1,0
30	0,94	0,55	0,21	0,99

tes” com diagnóstico correto girava em torno de 20%.

## DISCUSSÃO

Os resultados dos valores de erros intra- e interexaminadores apresentaram boa concordância em relação ao DIAGNOdent, tanto na fase de calibração como na reprodutibilidade, com valores do coeficiente de Spearman ( $r$ ) acima de 0,8. Desse modo, torna-se mais factível a discussão dos resultados diante da fidedignidade dos dados.

Poucos trabalhos foram publicados na literatura utilizando o laser fluorescente no diagnóstico de cárie em superfície oclusal, sendo que se pode citar DE JOSSELIN DE JONG *et al.*<sup>3</sup> (1995), FERREIRA ZANDONÁ *et al.*<sup>5,6</sup> (1998a,b), sendo que nenhum destes utilizou o aparelho DIAGNOdent (Kavo, Biberach, Alemanha).

Desse modo, houve uma preocupação adicional na elaboração do protocolo do estudo, pois, embora os examinadores já tivessem utilizado o aparelho, ainda assim, o estudo condicionou a execução de uma fase piloto, prévio à fase de calibração. Na fase experimental, ainda houve a reprodutibilidade, o reexame em 10 dentes (15% dos dentes).

Estudos recentes demonstram que o exame clínico visual não apresenta resultados satisfatórios no diagnóstico de cárie oclusal, apresentando de baixa a moderada sensibilidade e de alta a moderada especificidade, assim como o exame radiográfico interproximal convencional e o FOTI<sup>10,11,16,17,18,19,20,22</sup>. Desse modo, o uso do aparelho de laser fluorescente, no caso em estudo o DIAGNOdent, seria uma nova e prestativa opção para o diagnóstico de cáries incipientes em esmalte, sendo que a união de vários métodos de diagnóstico auxiliaria na detecção de cárie em dentina.

O princípio da utilização do feixe de luz de laser diodo é de que uma superfície dentária alterada, ao ser irradiada por uma onda luminosa longitudinal, emite uma radiação fluorescente. O DIAGNOdent possui dois tipos de sonda que no centro emitem uma energia luminosa determinada que será direcionada para a superfície dental que se deseja examinar. Se essa superfície apresentar algum tipo de alteração, ela emitirá uma luz fluorescente que será captada pelas fibras exteriores da sonda e, então, o aparelho realizará a medição, com valores variando de 0 a 99.

Com relação aos resultados, deve-se esclarecer

que houve uma óbvia curiosidade em saber em que limite (critério de validação) o aparelho era mais fidedigno. Desse modo, utilizaram-se dois critérios de validação, baseado no exame histológico: lesão de cárie em esmalte ou dentina.

Observou-se que o aparelho é extremamente sensível a qualquer alteração da superfície do esmalte, de tal modo que, quando se utiliza a validação em esmalte, os valores de sensibilidade e especificidade são altos, demonstrando boa capacidade do método em identificar a doença. Além disso, pode-se citar que os valores de predição + e - foram também altos, demonstrando a capacidade do método em realizar diagnósticos positivos e negativos corretos, o que pode ser claramente observado pelo percentual de “sites” com diagnóstico correto (76 a 83%). Porém, o que preocupa são os dados relativos à validação em dentina. Pode-se claramente observar que os valores de sensibilidade continuam altos, sendo isto óbvio diante da facilidade do método em identificar qualquer alteração em esmalte, porém observam-se valores baixos de especificidade (capacidade do método em identificar “sites” sadios), predição positiva (percentual de confiabilidade do método em relação ao diagnóstico positivo) e percentual de lesões corretamente diagnosticadas (frações verdadeiro-positivo e verdadeiro-negativo), sendo isto explicado pelo grande número de diagnósticos falso-positivos.

Isto é importante na prática clínica e, particularmente, em serviço público, pois o diagnóstico falso-positivo nos leva a uma decisão de tratamento que não é necessário, desgastando-se tecido hígido. Porém, é lúcido esclarecer que esta afirmação se baseia no fato que lesões de cárie em esmalte são passíveis de tratamento não-invasivos, restando portanto às lesões em dentina, os procedimentos invasivos.

Desse modo, tentou-se verificar a confiabilidade do aparelho, em relação ao diagnóstico da lesão de cárie em dentina, utilizando-se dois “cut-points” ( $\geq 20$  e  $\geq 30$ ). Porém, não houve alteração nos resultados, referentes à validação em dentina, visto que o percentual de diagnósticos falso-positivos permaneceram altos, resultando em baixos valores de especificidade, predição positiva e porcentagem de lesões corretamente diagnosticadas.

Portanto, pode-se afirmar que o DIAGNOdent é um aparelho que apresenta boa capacidade em identificar doença, podendo, então, ser útil na identificação da lesão de cárie no estágio inicial; porém, para que haja uma decisão de tratamento

invasivo, com cárie em dentina, deve-se utilizar outros métodos auxiliares de diagnóstico (visual e radiográfico), diminuindo a possibilidade de decisão incorreta.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e a discussão estabelecida permitem concluir que:

1. o aparelho DIAGNOdent apresentou boa capa-

cidade em identificar qualquer alteração da superfície dentária;

2. quando se utiliza o critério lesão de cárie em dentina na validação histológica, o aparelho apresenta o inconveniente de realizar muitos diagnósticos falso-positivos.

## APOIO

Este trabalho teve o apoio financeiro da FAPESP – processo nº 97/02161-7.

PARDI, V.; MIALHE, F. L.; PEREIRA, A. C.; MENEHIM, M. de C. *In vitro* evaluation of the DIAGNOdent device for occlusal diagnosis. **Pesqui Odontol Bras**, v. 14, n. 4, p. 372-377, out./dez. 2000.

The aim of this study was to determine the effectiveness and reliability of laser fluorescence measurements in relation to occlusal caries diagnosis. DIAGNOdent 2095 (Kavo, Biberach, Germany), which has been developed especially for caries diagnosis, was utilized. Five (5) teeth were examined in the pilot test; after that, ten (10) teeth were examined in order to calibrate both examiners. Data were obtained from 66 teeth (36 molars and 30 premolars), totalizing 144 sites identified through photographs of the occlusal surfaces. Reproducibility was evaluated in 10 teeth. The interexaminer Spearman correlation ( $r$ ) was 0.89 and the intra-examiner, 0.93 and 0.97 (examiner A and B, respectively). Validation was carried out by histological examination (stereomicroscope). For the two examiners the sensitivity of the device was relatively high, varying from 0.81 to 1.00, while specificity varied according to which validation criterion was used (0.77 - 0.86: enamel lesion / 0.52 - 0.59: dentin lesion). It was concluded that DIAGNOdent presented good capacity of identifying any alteration of the dental surface, nevertheless it presents the disadvantage of accomplishing many false-positive diagnosis when the validation criterion is dentin lesion.

UNITERMS: Lasers; Dental caries; Diagnosis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGMAR-MANSSON, B.; AL-KHATEEB, S.; TRANAEUS, S. **Intraoral use of quantitative light-induced fluorescence for caries detection.** *In*: Annual Indiana Conference, 1. Proceedings. Indianapolis: Indiana University, 1996. p. 105-118.
2. ANGMAR-MANSSON, B.; ten BOSCH, J. J. Advances in methods for diagnosing coronal caries – a review. **Adv Dent Res**, v. 7, n. 2, p. 70-79, Aug. 1993.
3. DE JOSSELIN DE JONG, E.; SUNDSTRÖM, F.; WESTERLING, H. *et al.* New method for *in vivo* quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. **Caries Res**, v. 29, n. 1, p. 2-7, Jan./Feb. 1995.
4. EMAMI, Z.; AL-KHATEEB, S.; DE JOSSELIN DE JONG, E. *et al.* Mineral loss in incipient caries lesions quantified with laser fluorescence and longitudinal micro-radiography. **Acta Odontol Scand**, v. 54, n. 1, p. 8-13, Feb. 1996.
5. FERREIRA ZANDONÁ, A. G.; ANALOUI, M.; BEISWANGER, B. B. *et al.* An *in vitro* comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. **Caries Res**, v. 32, n. 3, p. 210-218, May/June 1998.
6. FERREIRA ZANDONÁ, A. G.; ANALOUI, M.; SCHEMEHORN, B. R. *et al.* Laser fluorescence detection of demineralization in artificial occlusal fissures. **Caries Res**, v. 32, n. 1, p. 31-40, Jan./Feb. 1998.
7. HAFSTRÖM-BJÖRKMAN, U.; SUNDSTRÖM, F.; ANGMAR-MANSSON, B. Initial caries diagnosis in rat molars, using laser fluorescence. **Acta Odontol Scand**, v. 49, n. 1, p. 27-33, Feb. 1991.
8. HAFSTRÖM-BJÖRKMAN, U.; SUNDSTRÖM, F.; DE JOSSELIN DE JONG, E. *et al.* Comparison of laser fluorescence and longitudinal micro-radiography for quantitative assessment of *in vitro* enamel caries. **Caries Res**, v. 26, n. 4, p. 241-247, July/Aug. 1992.
9. HOROWITZ, H. S. Pit and fissure sealant in private practice and public health programmes. Analysis of cost effectiveness. **Int Dent J**, v. 30, n. 2, p. 117-126, June 1980.
10. KAY, E. J.; WATTS, A.; PATERSON, R. C. *et al.* Preliminary investigation into the validity of dentists decisions to restore occlusal surfaces of permanent teeth. **Community Dent Oral Epidemiol**, v. 16, n. 2, p. 91-94, Apr. 1988.
11. LUSSI, A. Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. **Caries Res**, v. 27, n. 5, p. 409-416, Sept./Oct. 1993.
12. LUSSI, A. Validity of diagnosis and treatment decisions of fissure caries. **Caries Res**, v. 25, n. 4, p. 296-303, July/Aug. 1991.
13. PITTS, N. B. Diagnostic methods for caries: what is appropriate when? **J Dent**, v. 19, n. 6, p. 377-382, Dec. 1991.
14. THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. **Tratado de Cariologia**. 1. ed. Copenhagen : Munksgaard, 1988. 388 p.
15. TRANAEUS, S.; LUSSI, A.; DE JOSSELIN DE JONG, E. *et al.* Quantification of occlusal caries: an *in vitro* study with laser fluorescence, electrical resistance measure-

- ments and histological examination (abstract). **J Dent Res**, v. 76, n. 5, p. 1107, May 1997.
16. VERDONSCHOT, E. H.; BRONKHORST, E. M.; BURGERDIJK, R. C. W. *et al.* Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. **Caries Res**, v. 26, n. 1, p. 59-64, Jan./Feb. 1992.
  17. VERDONSCHOT, E. H.; WENZEL, A.; TRUIN, G. J. *et al.* Performance of electrical resistance measurements adjunct to visual inspection in the early diagnosis of occlusal caries. **J Dent**, v. 21, n. 6, p. 332-337, Dec. 1993.
  18. WENZEL, A.; FEJERSKOV, O. Validity of diagnosis of questionable caries lesions in occlusal surfaces of extracted third molars. **Caries Res**, v. 26, n. 3, p. 188-194, May/June 1992.
  19. WENZEL, A.; FEJERSKOV, O.; KIDD, E. *et al.* Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and by digitized, processed radiographs. **Caries Res**, v. 24, n. 5, p. 327-333, Sept./Oct. 1990.
  20. WENZEL, A.; LARSEN, M. J.; FEJERSKOV, O. Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs and digitized radiographs. **Caries Res**, v. 25, n. 5, p. 365-371, Sept./Oct. 1991.
  21. WENZEL, A.; PITTS, N.; VERDONSCHOT, E. H. *et al.* Developments in radiographic caries diagnosis. **J Dent**, v. 21, n. 3, p. 131-140, June 1993.
  22. WENZEL, A.; VERDONSCHOT, E. H.; TRUIN, G. J. *et al.* Accuracy of visual inspection, fiber-optic transillumination, and various radiographic image modalities for the detection of occlusal caries in extracted non-cavitated teeth. **J Dent Res**, v. 71, n. 2, p. 1934-1937, Dec. 1992.

Recebido para publicação em 08/12/99  
Enviado para reformulação em 09/05/00  
Aceito para publicação em 26/06/00