

Validade do exame radiográfico digital no diagnóstico de lesões proximais em molares decíduos

Validity of the digital system in the diagnosis of proximal caries in primary molars

*Maximiano Ferreira Tovo

**Juliane Bervian

***Sérgio Fernando Torres Freitas

****Ítalo M. Faraco Jr.

*****Paulo F. Kramer

RESUMO

O estudo avaliou o desempenho diagnóstico do filme Ektaspeed plus e do sistema digital Digora por meio de uma amostra de 37 molares decíduos. As imagens de 41 superfícies proximais foram avaliadas sob condições padronizadas e cinco recursos de edição de imagem (x0,5, x1, x2, *Negativo* e 3D), disponíveis no *software* do sistema digital, foram utilizados. Após a secção dos dentes e a validação em estereomicroscopia (x40), calculou-se a sensibilidade, especificidade, acurácia e *kappa* não-ponderado dos métodos. O sistema digital Digora foi mais sensível que os filmes, nos dois *cut-off* estudados. Com o filme Ektaspeed plus, o método radiográfico convencional foi tanto ou mais específico que o sistema digital, ao diagnosticar todas as lesões e lesões dentinárias, entretanto de menor acurácia quando comparado às modalidades de imagem digital. O valor de *kappa* obtido pelo filme, assemelhou-se ao de algumas modalidades de imagem do sistema digital Digora, no diagnóstico de todas as lesões, o que não ocorreu no diagnóstico de lesões dentinárias. Cohen's *kappa* revelou boa concordância intra-examinador (0,758). Devido aos resultados observados, o sistema digital demonstrou-se comparável ao método radiográfico convencional, no diagnóstico de lesões de cárie em superfícies proximais de molares decíduos.

Palavras - Chave:

Filme Ektaspeed plus – Sistema digital Digora – Superfícies proximais – Molares decíduos

INTRODUÇÃO

A imagem radiográfica interproximal permite condição informativa diferenciada e indispensável para a avaliação do paciente infantil, principalmente quando se faz necessária a detecção de lesões da doença cárie localizadas em superfícies dentárias contíguas, inacessíveis ao diagnóstico clínico visual.

A Radiologia Odontológica busca incessantemente conhecimentos que culminem em uma menor dose de radiação aplicada ao paciente aliada à qualidade dos dados obtidos. Exemplo deste propósito é o desenvolvimento de filmes de sensibilidade crescente, a despeito da inexorável e tão discutida perda da nitidez da imagem. Nas duas últimas décadas, ao incorporar recursos da computação digital, a referida especialidade demonstrou uma notável diferenciação tecnológica e potencializou sua condição de um importante recurso diagnóstico auxiliar.

Inicialmente, as avaliações concernentes ao uso de imagens digitais no

diagnóstico de lesões de cárie referiam-se à técnica indireta, na qual imagens radiográficas convencionais eram digitalizadas por meio de câmeras filmadoras ou *scanners*. Atualmente, as imagens radiográficas podem ser obtidas por métodos digitais diretos, os quais dispensam a utilização de filmes (RUSSEL, PITTS, 1993; ANALOUI, 1999; SYRIOPOULOS et al 2000). Dentre os métodos mais pesquisados, o sistema digital Digora apresenta uma imagem composta por vários pontos (*pixel*) com diferentes tonalidades de cinza, resultante da leitura a laser de uma placa óptica exposta à radiação X.

São raros os estudos nacionais que tenham por objetivo avaliar o diagnóstico de lesões de cárie por métodos digitais. Em especial, ao tratar-se de uma amostra composta por dentes decíduos, acentua-se a escassez de informações, até mesmo quando recorremos a publicações internacionais.

Diante do exposto, um estudo que possibilite avaliar a capacidade diagnóstica do método radiográfico convencional e digital na detecção de lesões da doença cárie

dentária em superfícies proximais de molares decíduos, tenderá a contribuir para uma melhor compreensão dos fatos citados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram examinadas 41 superfícies proximais de 37 molares decíduos extraídos (superiores e inferiores) pertencentes a um banco de dentes estocados em soro fisiológico por um período de aproximadamente 2 meses, e posteriormente radiografados com filme convencional e o sistema digital Digora. Os dentes foram posicionados dois a dois por meio de blocos de cera evitando contato proximal para não causar sobreposição nas superfícies a serem avaliadas e submetidos às incidências. Não foi utilizado nenhum artefato para simular tecidos moles. O feixe central foi posicionado em 90°, a técnica requereu um porta filme com anel localizador longo e a distância anódio/filme foi de 35cm. O aparelho Spectro 70 X (Dabi Atlante), de 70 kVp, 8mAs, foi utilizado para o filme Ektaspeed Plus com o tempo de exposição de 3,2 mAs.

*Maximiano F. Tovo – Prof. Dr. Adjunto de Odontopediatria da ULBRA

**Juliane Bervian - Especialista e Mestre em Odontopediatria da ULBRA

***Sérgio Fernando Torres Freitas – Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Saúde Pública CCS - UFSC

****Ítalo M. Faraco Jr - Prof. Dr. Adjunto de Odontopediatria da ULBRA

*****Paulo F. Kramer - Prof. Dr. Adjunto de Odontopediatria da ULBRA

As avaliações radiográficas seguiram os seguintes critérios: 0- ausência de radiotransparência; 1- radiotransparência em esmalte, aquém da metade mais externa de sua espessura; 2- radiotransparência em esmalte, na metade mais interna de sua espessura, sem atingir o limite amelo-dentinário; 3- radiotransparência em esmalte, atingindo o limite amelo-dentinário; 4- radiotransparência em dentina, limitando-se à metade mais externa de sua espessura; 5- radiotransparência em dentina, na metade mais interna de sua espessura.

As incidências obtidas com o sistema digital Digora seguiram a metodologia aplicada ao exame radiográfico convencional. As placas de imagem utilizadas possuíam a dimensão de 35 mm x 45 mm x 1,6 mm e foram protegidas da luz ambiente com o vedamento do invólucro plástico original, conforme mostrado nas figuras 1 e 2. A dose de exposição aos raios X aplicada às placas seguiu a recomendação do fabricante, ou seja, 20 a 50% da dose utilizada em filmes de radiografia. Com base nessa orientação, as placas foram submetidas a 1,6 mAs de incidência. As imagens foram observadas operando o *software* Digora for Windows versão 1.51, nas seguintes funções: redução da imagem à metade de seu tamanho original (representada, no programa, pelo botão - ou ícone - 0, 5); imagem no tamanho original (ícone 1); tamanho duplicado da imagem (ícone 2); visualização da imagem em negativo (ícone representando um retângulo com uma metade escura e a outra clara) e a imagem tridimensional (ícone 3D). Nos modos *Negativo* e *3D*, as imagens foram dispostas no monitor na dimensão original (ícone 1). No intuito de otimizar as imagens, foram utilizados os ajustes de contraste e luminosidade disponível no programa, mostrado na figura 3.

Os critérios adotados para definir a presença de lesão de cárie nas superfícies proximais, ao serem analisadas as imagens digitais, foram os mesmos do exame radiográfico convencional. A análise das imagens geradas pelo sistema Digora, na tela do monitor, obedeceu a uma padronização semelhante à do exame radiográfico convencional, de forma que ela se repetiu sob turnos programados, jornadas distintas e em local com iluminação controlada (ARNOLD, 1987; PEREIRA, 1995; WENZEL, 1998).

Para a avaliação da presença ou ausência da lesão, os 41 sítios das superfícies proximais foram seccionados no sentido mesodistal, com auxílio de um disco diamantado dupla face acoplado à máquina



Fig. 1 - A placa óptica, o invólucro de proteção e o sistema de leitura (scanner).

Fig. 2 - Após exposição radiográfica, abertura do invólucro para o preparo da leitura a laser.

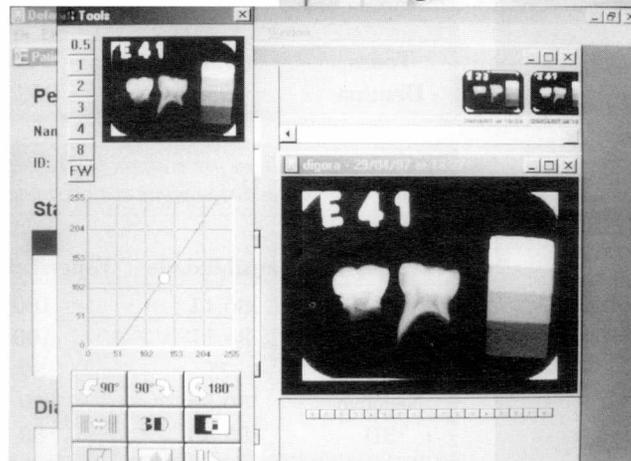
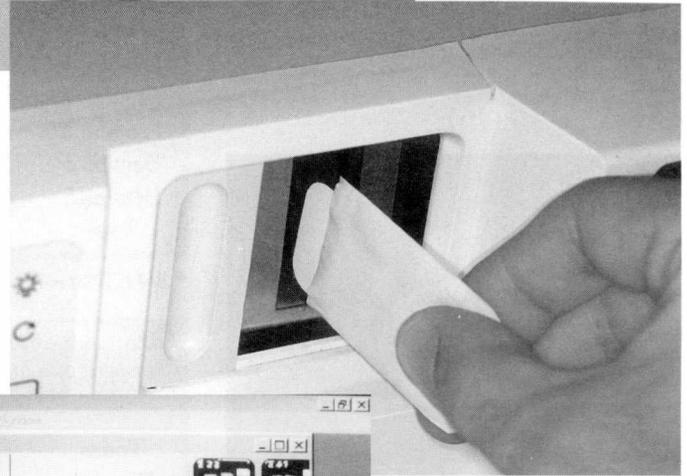


Fig. 3 - Aproximadamente 20 s após o início da leitura, a imagem completamente formada na tela.

de corte, para posterior análise em estereomicroscópico com luz incidente, com aumento de 40 vezes. O *gold standard* adotado foi a análise microscópica, sob os mesmos escores da avaliação radiográfica.

O cotejamento dos métodos em teste com o *gold standard* foi realizado por meio da matriz de decisões (Tabela 1), para o cálculo das proporções de sensibilidade, especificidade e acurácia diagnóstica.

Para o enriquecimento da interpretação dos resultados, a concordância entre os métodos estudados e o *gold standard* também foi calculada pela estatística kappa. A avaliação qualitativa, neste propósito, foi considerada um parâmetro adicional de validação dos exames. Para este fim, foi utilizado

o kappa não-ponderado, com as mesmas matrizes de decisões decorrentes da comparação entre os métodos e o padrão adotado.

O cálculo foi realizado mediante o emprego do *software* Kappa Solver versão 0.1b97*. Os valores expressando a concordância entre os métodos e o padrão obedeceram à escala do Cohen's kappa. Para cada cut-off definido (hígidos/cariados e presença/ausência de lesão dentinária) realizou-se a comparação acima descrita.

Com o intuito de analisar a reprodutibilidade diagnóstica, também foi calculada a variação intra-examinador, reexaminando-se 50% da amostra (PEREIRA 1995).

* Desenvolvido por MITTMANN, B; FREITAS, S.F.T. - Pós-Graduação em Saúde Pública, UFSC.

RESULTADOS

Na Tabela 2, a correlação entre o exame clínico visual macroscópico – o qual classificou os sítios proximais em hígido, com mancha branca e com cavidade (Figuras 4 e 5) – e a análise microscópica, a qual classificou os referidos sítios de hígidos a portadores de lesão dentinária profunda, pode ser verificada.

A performance dos métodos, quantitativa e qualitativamente, está expressa nas Tabelas 3, 4 e 5, sendo a Tabela 3 referente ao filme Ektaspeed plus nos dois cut-off, e as Tabelas 4 e 5 referentes ao sistema digital Digora, nos cut-off todas as lesões e lesões dentinárias, respectivamente.

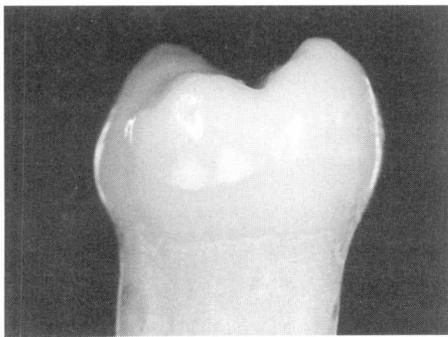


Fig. 4 – Aspecto macroscópico de uma superfície proximal com mancha branca.

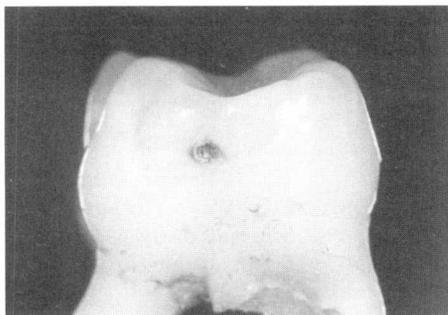


Fig. 5 – Aspecto macroscópico de uma superfície proximal com cavidade.

TABELA 1 – Matriz de decisões

Resultado do teste	Presença da doença	
	Presente	Ausente
Positivo	PV	FP
Negativo	FN	NV

Fonte: DOUGLAS; McNEIL, P.708.

TABELA 2 - Correlação entre o exame clínico visual (macroscópico) dos sítios proximais e a análise microscópica.

Análise microscópica	Exame	clínico	Visual	Total
	Hígido	ManchaBranca	Cavidade	
Hígido	5	-	-	5
Esmalte 1	-	4	-	4
Esmalte 2	-	5	2	7
Esmalte 3	-	2	3	5
Dentina 4	-	4*	9**	13
Dentina 5	-	-	7	7
Total	5	15	21	41

* 3/4 (75%) com pigmentação. **2/9 (22,2%) com pigmentação.

TABELA 3 – Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do filme radiográfico Ektaspeed plus, e os valores de kappa nos cut-off estudados

	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia	Kappa
Todas	66,66	100	70,73	k = 0,3279 (ruim)
Dentina	55	95,2	75,6	k = 0,5072 (regular)

TABELA 4 – Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do sistema digital Digora, e os valores de kappa no cut-off todas as lesões

Recursos de imagem	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia	kappa
x 0,5	86,11	100	87,8	k= 0,6019 (boa)
x 1	86,11	100	87,8	k= 0,6019 (boa)
x 2	75	80	75,6	k=0,3257 (ruim)
Negativo	80,55	60	78,04	k=0,2835 (ruim)
3D	83,33	80	82,92	k=0,4427 (regular)

TABELA 5 – Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do sistema digital Digora, e os valores de kappa referentes ao cut-off lesões dentinárias.

Recursos de imagem	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia	kappa
x 0,5	70	95	82,92	k= 0,6563 (boa)
x 1	80	95	87,80	k= 0,7551 (boa)
x 2	70	95	82,92	k= 0,6563 (boa)
Negativo	85	90,47	87,80	k= 0,7557 (boa)
3D	70	95	82,92	k= 0,6563 (boa)

A reprodutibilidade dos exames, realizada por meio de *Cohen's Kappa* revelou concordância boa entre os métodos ($k=0,758$).

DISCUSSÃO

No diagnóstico de todas as lesões, a proporção dos diagnósticos positivos corretamente afirmados pelo filme (sensibilidade), foi numericamente inferior à do sistema digital (Tabelas 3 e 4).

A especificidade do filme, no mesmo *cut-off*, comparado ao sistema digital, foi igual às modalidades $x0,5$ e $x1$ e superior a $x2$, *Negativo e 3D*. O filme não revelou valor de especificidade menor que os encontrados pelo sistema Digora. O oposto foi observado (Tabelas 3 e 4).

A sensibilidade do sistema radiográfico digital, ao definirmos o diagnóstico de todas as lesões (*cut-off* presença/ausência de lesão), sofreu pequenas variações de acordo com o recurso de imagem (Tabela 4). Em geral, a taxa de diagnósticos positivo-verdadeiros foi alta e a porcentagem de falso-negativos reduzida, o que favoreceu os índices de sensibilidade (Tabelas 4 e 5).

Conjuntamente, as proporções sensibilidade e especificidade compõem o desempenho médio dos métodos em teste. Ao lançarmos mão dos valores de acurácia, na presença de todas as lesões, o valor resultante do filme Ekta, não alcançou o do sistema digital em nenhuma modalidade, sendo sua acurácia ligeiramente menor (70,73%). Para Svanaes, Moystad, Larheim (2000), tanto para lesões em esmalte quanto para lesões em dentina a acurácia do sistema digital foi superior a do filme Ekta.

Os valores da estatística *kappa* e sua classificação, ao cotejarem o desempenho diagnóstico dos métodos em estudo com o padrão, consideraram o valor encontrado pelo filme similar ao de duas modalidades digitais.

A análise do sistema digital e do filme, no *cut-off* presença ou ausência de lesão dentinária, permitiu-nos observar o mesmo comportamento de ambos os métodos em relação à sensibilidade. A presença de lesões em dentina superficial dificultou o correto diagnóstico para todos os métodos estudados, ainda que, numericamente, a sensibilidade do filme tenha sido inferior a do sistema digital. Para Verdonshot et al (1986), o diagnóstico de todas as lesões apresentou valores de sensibilidade superiores aos encontrados para as lesões dentinárias.

A alta especificidade dos métodos estudados, segundo Ricketts et al (1997), isentou de acusar diagnósticos falso-positivos para lesões em dentina, fato também observado por nós.

Ao valermos-nos dos valores da acurácia

para lesões dentinárias, o sistema digital suplantou o do filme. Como afirmado em relação ao diagnóstico de todas as lesões, também neste *cut-off* os valores de sensibilidade do Digora foram os responsáveis pelos resultados obtidos. Especialmente para o filme Ekta, a acurácia revelada para as lesões dentinárias suplantou o valor encontrado para o *cut-off* todas as lesões (Tabela 3), semelhantemente ao que foi relatado por Lundeen, McDavid, Barnwell (1988), Noar e Smith (1990); Russel, Pitts (1993).

A validação expressa pelos valores do *kappa* foi considerada boa para o sistema digital (em todas as modalidades) no *cut-off* lesões dentinárias. Para o filme Ekta, o *kappa* revelou valor considerado regular, sendo estes dados a expressão qualitativa da *performance* superior do método digital, no referido *cut-off* (Tabelas 3 e 5).

Com a intenção de avaliar o grau de concordância intra-examinador, instituiu-se a medição da reprodutibilidade dos exames radiográficos convencionais e do sistema digital. Pelos resultados, foi confirmada como boa e numericamente representou 0,758. Este dado respalda a variável examinador, sendo este de baixa influência nos resultados obtidos, ou seja, há confiabilidade no exame. Os resultados foram consistentes quando a medição ou o exame foi repetido.

Podemos depreender que a principal diferença entre os métodos estudados nesta pesquisa (sistema digital e filme convencional), quanto à validação do diagnóstico de lesões de superfícies proximais de molares decíduos, repousa na taxa de positivo-verdadeiros (sensibilidade do teste). Como as diferenças desta proporção foram maiores que as observadas entre as especificidades, a acurácia do sistema Digora sobrepujou a dos filmes. Dentre as limitações do método radiográfico convencional, Silva, Tavano (1996) referiram-se a sua baixa sensibilidade, mas salvaguardaram sua alta especificidade.

As condições otimizadas de observação visual obtidas pelo sistema digital podem ter influenciado a detecção de lesões, visto que os filmes apresentaram menor sensibilidade. A definição dos mesmos, ainda que referida como superior, provavelmente foi subjugada pelos recursos de imagem disponíveis no *software*, sendo esta premissa compatível com o postulado por Benn (1994). Se disponíveis, inexoravelmente os examinadores fazem uso de recursos de otimização para melhor percepção das imagens digitais (GOTFREDSSEN, WENZEL, GRONDAHL, 1996), sendo estes responsabilizados pelo incremento do radiodiagnóstico (VERSTEEG, SANDERINK, VAN DER STELT, 1997). A informação precisa de qual recurso de imagem foi utilizado, dentre tantos disponíveis,

é fato importante e indispensável para a avaliação do desempenho do sistema digital em teste (WHITE, YOON, 1997; WENZEL, 1998).

Deve-se, entretanto, realizar a correta interpretação dos dados de pesquisas desta natureza, ao reconhecerem-se as implicações destes resultados. Um incremento na sensibilidade implica a redução da especificidade e o efeito desta relação deve ser discutido. Há o aconselhamento de não utilizar métodos digitais muito sensíveis em populações com baixa velocidade de progressão de cárie, pois a inevitável taxa de resultados falso-positivos gerada poderá induzir ao sobretratamento. Se a doutrina terapêutica não implicar a restauração indiscriminada dos dentes positivos pelo teste, o resultado falso-positivo é aceitável. O monitoramento, nestes casos, é reconhecidamente a opção mais acertada (BENN, 1994). Para Wenzel (1995), o uso rotineiro de métodos diagnósticos sensíveis seria justificável se o limite terapêutico adotado fosse alto (a partir de uma razoável profundidade) e as decisões de tratamento não estivessem baseadas somente no aspecto radiográfico das lesões. Neste protocolo são maiores as chances de lesões detectadas em esmalte não sofrerem intervenção operatória invasiva. Há uma nítida preocupação da relação que possa vir a ser estabelecida entre diagnósticos positivo-verdadeiros em esmalte e o sobretratamento. Adicionalmente, Haak, Wich, Noack (2001) afirmam que, ao decidir-se sobre o tratamento de lesões proximais cavitadas e não cavitadas, o uso de sistemas digitais concorre para o incremento da taxa de decisões positivo-verdadeiras.

Reconhecemos no sistema digital estudado as qualidades apontadas por Wenzel et al (1995), os quais identificam o método como capaz de reduzir a dose de radiação X aplicada ao paciente. A formação imediata da imagem, as facilidades de controle e alteração do contraste e densidade das imagens, os recursos diferenciados de visualização (disponíveis nos *softwares*) e ainda a eliminação da etapa de processamento químico - e, por esta qualidade, ditos "métodos não poluentes" - fazem o sistema por nós estudado (Digora) objeto de pesquisa de vários trabalhos (BORG, GRONDAHL, 1995; WENZEL, 1995; NIELSEN, HOERNOE, WENZEL, 1996; MOYSTAD et al 1996; GOTFREDSSEN, WENZEL, GRONDAHL, 1996; SVANAES et al 1996; VERSTEEG et al 1997). Adicionalmente, o Digora revelou ser um banco de dados e documentação com ampla capacidade de armazenamento de informações. A concepção lógica do *software* permitiu um acesso fácil e rápido às imagens.

Respaldam-nos, sobremaneira, os achados de Borg; Gröndahl (1995); Kazunori, Toshiyuki, Tohru (1999); Borg, Attaelmanan, Gröndahl (2000); Kitagawa, Farman, Scheetz (2000), os quais elevam o sistema Digora a uma posição distinta de outros sistemas diagnósticos disponíveis. Para Moystad et al (1996) o método digital Digora mostrou-se com potencial para tornar-se uma alternativa ao exame radiográfico convencional (com filme), no diagnóstico de lesões de cárie proximais. Outros sistemas digitais também têm sido estimulados como substitutos do filme (GRONDAHL, 1992; REICHL et al 1996).

Embora circunscritos a uma pesquisa laboratorial, podemos aludir aos estudos de Hintze, Wenzel (1996); Wienandts (2001) quanto à expectativa sobre o comportamento clínico do sistema digital Digora. Espelhados nos resultados dos referidos autores, ao utilizarem filmes em comparações *in vitro* e *in vivo*, pode-se aguardar do referido sistema um desempenho clínico muito próximo do revelado em nosso estudo. Para Wenzel (1998) além de avaliarmos o desempenho dos novos métodos em relação ao diagnóstico de lesões de cárie, outros questionamentos devem obter resposta. O custo desta nova tecnologia, partilhado entre profissional e paciente, bem como os benefícios percipientes às decisões de tratamento devem ser elucidados.

Acatamos a predição de Wenzel (1993). Conforme os autores, devido ao desempenho no diagnóstico de lesões de cárie e as vantagens intrínsecas aos sistemas, os métodos digitais diretos estarão integrados à rotina clínica, em um futuro próximo.

CONCLUSÕES

- O sistema digital Digora foi mais sensível que o filme, nos dois *cut-off* estudados;
- Com o filme Ekaspeed plus, o método radiográfico convencional foi tanto ou mais específico que o sistema digital, ao diagnosticar todas as lesões e lesões dentinárias;
- A acurácia do filme radiográfico convencional apresentou menor valor, quando comparada às modalidades de imagem digital;
- Os valores de kappa obtidos pelo filme, assemelhou-se ao de algumas modalidades de imagem do sistema digital Digora, no diagnóstico de todas as lesões; no diagnóstico de lesões dentinárias, o filme não alcançou os valores de kappa revelados pelo sistema digital.
- A reprodutibilidade intra-examinador apresentou concordância boa ($k = 0,758$);

Abstract

This study evaluated the diagnostic performance of the Ektaspeed plus dental film and Digora digital system. The material comprised 37 extracted primary molars and it was exposed at 70 kV. The images of 41 proximal surfaces were examined under standardised conditions. Five imaging modes (x0,5, x1, x2, *Negative* and *3D*) included in digital system software, were used. The teeth were sectioned and observed under a stereomicroscope (x40). The data were analysed by means of sensitivity, specificity, accuracy and unweighted kappa. The digital system sensitivity revealed values higher than the conventional films, in both cut-off. Ektaspeed plus dental films were comparable or higher values for specificity than the digital system in both cut off. Digora accuracy average values were higher than the film. The films unweighted kappa were the same of some digital image mode, in all caries diagnosis. Films didn't achieve Digora kappa values in dentine diagnosis. Cohen's kappa showed good intraexaminer reliability (0,758). Digital system appeared comparable with the conventional radiographic method in proximal primary molars caries diagnosis.

REFERÊNCIAS

ANALOU, M. Digital Diagnostic Imaging: Today and Tomorrow. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.28, no. 1, p.56-59, Jan. 1999

ARNOLD, L.V. The Radiographic Detection of Initial Carious Lesions on the Proximal Surfaces of Teeth. Part II: The Influence of Viewing Conditions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.64, no. 2, p.232-40, Aug.1987.

BENN, D.K. Radiographic Caries Diagnosis and Monitoring. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.23, no. 2, p.69-72, May 1994.

BORG, E.; ATTAELMANAN, A.; GRONDAHL, H-G. Subjective Image Quality of Solid-State and Photostimulable Phosphor Systems for Digital Intra-oral Radiography. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.29, no. 2, p.70-75, Mar. 2000.

BORG, E.; GRONDAHL, H-G. Dynamic Range of Film and Digital Systems for Image Acquisition in Intra-Oral Radiography. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.24, no. 2, p.104-5, May 1995.

EBERHARD, J et al. Digital Subtraction Radiography for Monitoring Dental

Demineralization. **Caries Res.**, Basel, v.34, no. 3, p.219-224, May/June 2000

GOTFREDSEN, E.; WENZEL, A.; GRONDAHL, H-G. Observer's Use of Image Enhancement in Assessing Caries in Radiographs Taken by Four Intra-oral Digital Systems. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.25, no. 1, p.34-8, Jan. 1996.

GRONDAHL, H-G. Digital Radiology in Dental Diagnosis: A Critical View. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.21, no. 4, p.198-202, Nov. 1992.

HAAK, R.; WICHT, M.J.; Noack, M.J. Conventional, Digital and Contrast-Enhanced Bitewing Radiographs in the Decision to Restore Approximal Carious Lesions. **Caries Res.**, Basel, v.35, no. 3, p.193-199, May/June 2001

HINTZE, H.; WENZEL, A. Clinical and Laboratory Radiographic Caries Diagnosis. A Study of the Same Teeth. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.25, no. 3, p.115-18, June 1996.

KAZUNORI, Y et al. Assessment of Image Quality in Dental Radiography, Part 2 – Optimum Exposure Conditions for Detection of Small Changes in 6 Intraoral Radiography Systems. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St Louis, v.87, no. 1, p.123-9, Jan. 1999.

KITAGAWA, H et al. Comparison of Three Intra-Oral Storage Phosphor Systems Using Subjective Image Quality. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.29, no. 5, p.272-276, Sept. 2000.

LUNDEEN, R.C.; McDAVID, W.D.; BARNWELL, G.M. Proximal Surface Caries Detection with Direct-Exposure and Rare Earth Screen/Film Imaging. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St Louis, v.66, no. 6, p.734-45, Dec.1988.

MOYSTAD, A et al. Detection of Approximal Caries with a Storage Phosphor System. A Comparison of Enhanced Digital Images with Dental X-ray Film. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.25, n° 4, p.202-6, Sept. 1996.

NIELSEN, L.L.; HOERNOE, M.; WENZEL, A. Radiographic Detection of Cavitation in Approximal Surfaces of Primary Teeth Using a Digital Storage Phosphor System and Conventional Film, and the Relationship Between Cavitation and

Radiographic Lesion Depth: An in vitro Study. **Int. J. Paed. Dent.**, London, v.6, no. 3, p. 167-72, Sept. 1996.

NOAR, S.J.; SMITH, B.G.N. Diagnosis of Caries and Treatment Decisions in Approximal Surfaces of Posterior Teeth in Vitro. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.17, no. 3, p.209-18, May 1990.

PEREIRA, M.G. **Epidemiologia: Teoria e Prática.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

PORTER, K.H.; VON DER LEHR, W.H. Diagnosing Incipient Posterior Interproximal Caries. **Gen. Dent.**, Chicago, v.34, no. 2, p.138-9, Mar./Apr. 1986.

REICHL, P et al. RVG, VIXA and Ektaspeed Film in Detection of Proximal Enamel Defects Under Orthodontic Bands. **Angle Orthod.**, Huntsville, v.66, no. 1, p. 65-72, Jan. 1996.

RICKETTS, D.N.J et al. An Evaluation of the Diagnostic Yield from Bitewing Radiographs of Small Approximal and Occlusal Carious Lesions in a Low Prevalence Sample in vitro Using Different Film Types and Speeds. **Brit. Dent. J.**, London, v.182, no. 2, p. 51-8, Jan. 1997.

RUSSEL, M.; PITTS, N.B. Radiographic Diagnosis of Dental Caries: Initial Comparison of Basic Mode Videoprints with Bitewing Radiography. **Caries Res.**, Basel, v.27, no. 1, p.65-70, Jan. 1993.

SILVA, M.A.G.S.; TAVANO, O. **Uma Avaliação dos Métodos Usados no Diagnóstico da Cárie Dentária.** CECADE News., Bauru, v. 4, n. 1-2, p.7-17, jan./ago.1996.

SVANAES, D.B et al. Intraoral Storage Phosphor Radiography for Approximal Caries Detection and Effect of image magnification. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.82, no. 1, p. 94-100, July 1996.

SVANAES, D.B.; MOYSTAD, A.; LARHEIM, T.A. Approximal Caries Depth Assessment with Storage Phosphor Versus Film Radiography. **Caries Res.**, Basel, v.34, no. 6, p.448-453, Nov./Dec. 2000.

SYRIOPOULOS, K et al. Radiographic Detection of Approximal Caries: a Comparison of Dental Films and Digital Imaging Systems. **Dentomaxillofacial**

Radiol., London, v.29, no. 5, p.312-318, Sept. 2000.

SYRIOPOULOS, K et al. The Effect of Developer Age on the Detection of Approximal Caries Using Three Dental Films. **Dentomaxillofac. Radiol.**, London, v.28, no. 4, p.208-213, July 1999.

VERDONSCHOT, E.H et al. Effects of Digital Grey-Scale Modification on the Diagnosis of Small Approximal Carious Lesions. **J.Dent.**, Oxford, v.20, no. 1, p.44-9, Feb. 1992.

VERSTEEG, G.H.; SANDERINK, G.C.H.; VAN DER STELT, P.F. Efficacy of Digital Intra-Oral Radiography in Clinical Dentistry. **J. Dent.**, Oxford, v.25, no. 3-4, p.215 - 24, May/June 1997.

VERSTEEG, C.H et al. In Vitro Study of Approximal Caries Depth on Storage Phosphor Plate Images Compared with Dental X-Ray Film. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.84, no. 2, p. 210-3, Aug. 1997.

WENZEL, A. Developments in Radiographic Caries Diagnosis. **J. Dent.**, Oxford, v.21, no. 3, p.131-40, June 1993.

WENZEL, A. Current Trends in Radiographic Caries Imaging. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.80, no. 5, p. 527-39, Nov. 1995.

WENZEL, A et al. Accuracy of Caries Diagnosis in Digital Images From Charge-Coupled Device and Storage Phosphor Systems: An in vitro Study. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.24, no. 4, p.250-4, Nov. 1995.

WENZEL, A. Digital Radiography and Caries Diagnosis. **Dentomaxillofac. Radiol.**, London, v.27, no. 1, p.3-11, Jan. 1998.

WHITE, S.C.; YOON, D.C. Comparative Performance of Digital and Conventional Images for Detecting Proximal Surface Caries. **Dentomaxillofac Radiol.**, London, v.26, no. 1, p.32-8, Jan. 1997.

WIENANDTS, P. **Validade e Reprodutibilidade in Vivo e in Vitro da Inspeção Visual Associada ao Exame Radiográfico Interproximal na Superfície Oclusal de Molares Decíduos.** 2001. 97f. Dissertação (Mestrado em Odontologia-Clinica

Odontológica- Odontopediatria) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Endereço para correspondência:
Av. Getúlio Vargas, 908/302
CEP 90150-002 - Porto Alegre/RS