

# ESTUDO COMPARATIVO DO MÉTODO RADIOGRÁFICO UTILIZANDO FILMES DE DIFERENTES SENSIBILIDADES E O SISTEMA DIGITAL DIGORA, NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES DE CÁRIE EM SUPERFÍCIE PROXIMAL DE MOLARES DECÍDUOS\*

A COMPARATIVE STUDY OF RADIOGRAPHIC METHOD USING DIFFERENT SPEED FILMS AND THE DIGORA DIGITAL SYSTEM, IN THE DIAGNOSTIC OF PRIMARY MOLARS APPROXIMAL CARIES

**Maximiano Ferreira TOVO**

Mestre e Doutor em Odontologia (Odontopediatria) pela FOB-USP.

**Bernardo Gonzalez VONO**

Professor Titular do Departamento de Odontopediatria e Ortodontia da FOB-USP.

**Orivaldo TAVANO**

Professor Titular do Departamento de Estomatologia da FOB-USP

**Aymar PAVARINI**

Professor Titular do Departamento de Odontopediatria e Ortodontia da FOB-USP.

\*Resumo da Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Odontopediatria.

**O** estudo comparou o desempenho diagnóstico dos filmes Agfa M2 e Ektaspeed plus e do sistema digital Digora. A amostra foi composta por 37 molares decíduos, os quais foram radiografados em 50, 70 e 90 kV. As imagens de 41 superfícies proximais foram avaliadas sob condições padronizadas. 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 filme Agfa M2, exposto a 90 kV, diferenciou-se devido aos valores expressos para sensibilidade, acurácia e *kappa* não-ponderado. A especificidade dos filmes revelou valores comparáveis. Com a utilização do sistema digital Digora, a taxa de diagnósticos positivo-verdadeiros alcançou maior valor ao ser utilizado o recurso de imagem *Negativo*. A imagem comprimida (*x0,5*) foi, majoritariamente, a mais específica. As acurácias médias do sistema digital Digora resultaram em valores aproximados. A estatística *kappa* fez distinção aos recursos *x0,5*, *x1* e *Negativo*. O método digital foi mais sensível que os filmes, porém, estes foram tanto ou mais específicos. A acurácia média do sistema digital suplantou a dos filmes. Os valores de *kappa* obtidos pelos filmes foram semelhantes aos de algumas modalidades de imagem do sistema digital Digora. 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.

**UNITERMOS:** Cárie dentária; Superfície proximal; Diagnóstico radiográfico; Diagnóstico digital; Cárie proximal.

## INTRODUÇÃO

A Odontologia registra em sua história a parceria com as mais diversas áreas de desenvolvimento tecnológico. Este “comensalismo científico” estendeu-se por todo o século XX e respaldou os referenciais da profissão desde a sua gênese. Nas duas últimas décadas, ao incorporar recursos da computação digital, a Radiologia Odontológica demonstrou uma notável diferenciação tecnológica e potencializou sua condição de importante recurso diagnóstico auxiliar.<sup>3, 8, 11, 13, 21, 25, 27, 35, 38, 40; 46, 50, 51, 52, 55</sup>

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*.<sup>6, 10, 20, 22, 29, 36, 37, 39, 47</sup> Atualmente, as imagens radiográficas podem ser obtidas por métodos digitais diretos, os quais dispensam a utilização de filmes.<sup>7, 28, 30, 31, 41, 43, 48, 49, 51, 52, 54, 55</sup> Estudado em recentes pesquisas,<sup>7, 16, 17, 19, 28, 30, 31, 43, 49, 52, 54, 55</sup> o sistema digital Digora apresenta uma imagem composta por vários pontos (*pixels*) com diferentes tonalidades de cinza, resultante da leitura a *laser* de uma placa óptica exposta à radiação X.<sup>9</sup>

São raros os estudos nacionais que tenham por objetivo avaliar o diagnóstico de lesões de cárie por métodos digitais.<sup>16, 26, 33</sup> 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.<sup>31</sup>

Diante do exposto, um estudo que possibilite avaliar a capacidade diagnóstica dos métodos utilizados para detecção de lesões ou manifestações da doença cárie dentária em superfícies proximais de molares decíduos, por meio do exame radiográfico com filmes e digital, tenderá a contribuir para uma melhor compreensão dos fatos citados.

## MATERIALE MÉTODOS

Foram examinadas 41 superfícies proximais de 37 molares decíduos extraídos, os quais foram radiografados em três quilovoltagens. Os dentes foram posicionados dois a dois ao filme radiográfico por meio de blocos de cera, sobre uma bancada auxiliar, e submetidos às incidências radiográficas. O raio central foi dirigido para o centro do filme radiográfico, onde localizavam-se as coroas dentárias. O ângulo horizontal orientou o feixe central dos raios X de forma que ele estivesse paralelo às faces proximais dos dentes, e o ângulo vertical foi posicionado em 90°. A incidência deu-se no sentido vestibulo-lingual.<sup>1, 14</sup> Para padronizar a técnica, foi utilizado um porta-filme com anel localizador longo

acoplado e a distância anódio/filme definida em 35 cm. Ao ser utilizado o aparelho Spectro II (Dabi Atlante) de 50 kVp, 10 mA, o tempo de exposição definido para o filme Ektaspeed plus\* foi 6 mAs; para o filme Agfa Dentus M2\*\*, 7 mAs. Para o aparelho Spectro 70 X (Dabi Atlante), de 70 kVp, 8 mA, o tempo de exposição para o filme Ektaspeed plus foi 3,2 mAs; para o filme Agfa Dentus M2, 3,6 mAs. Ao aparelho GE 100, regulado para 90 kVp, 10mA, o tempo de exposição foi 1,5 mAs para o filme Ektaspeed plus e 2 mAs para o filme Agfa Dentus M2. A análise radiográfica realizada pelo doutorando em Odontopediatria, seguiu os 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 35mm x 45mm x 1,6mm e foram protegidas da luz ambiente com o vedamento do invólucro plástico original. 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.<sup>9</sup> Com base nesta orientação, as placas, ao serem utilizadas no aparelho de 50 kVp, foram submetidas a 3 mAs de incidência; no aparelho de 70 kVp, a 1,6 mAs e, no de 90 kVp, a 0,8 mAs. 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 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 disponíveis no programa. 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 repetiu-se sob turnos programados, jornadas distintas e em local com iluminação controlada.

Para a avaliação da presença ou ausência da lesão, os 41 sítios das superfícies proximais foram seccionados

\* Ektaspeed plus EP 21P - Speed Group E - EASTMAN KODAK COMPANY, USA.

\*\* Agfa Dentus M2 Comfort Dental Film - Speed Group D - AGFA GEVAERT N. V., BELGIUM.

no sentido mesodistal, com auxílio de um disco diamantado dupla face acoplado à máquina de corte, para posterior análise em estereomicroscópio com luz incidente, com aumento de 40 vezes. Os sítios foram registrados seguindo os critérios assim definidos: 0- ausência de lesão; 1-lesão de cárie em esmalte, aquém da metade mais externa de sua espessura ; 2-lesão de cárie em esmalte, na metade mais interna de sua espessura, sem atingir o limite amelo-dentinário; 3-lesão de cárie em esmalte, atingindo o limite amelo-dentinário; 4-lesão de cárie em dentina, limitando-se à metade mais externa de sua espessura; 5-lesão de cárie em dentina, na metade mais interna de sua espessura.

A análise microscópica das áreas seccionadas foi utilizada para validar os dentes corretamente diagnosticados. Pelo cotejamento dos resultados do *gold standard* (análise microscópica) com os expressos pelos métodos em estudo, construiu-se a matriz de decisões (Tabela 1). Esta, ao revelar as quatro possibilidades de decisões (positivo-verdadeiras, falso-positivas, negativo-verdadeiras e falso-negativas), permitiu o cálculo das proporções utilizadas neste estudo: sensibilidade (PV/PV+FN), especificidade (NV/NV+FP) e acurácia (PV+Nv/PV+FN+Nv+FP). A concordância entre os métodos estudados e o *gold standard* também foi calculada pela estatística *kappa*. Com o intuito de analisar a reprodutibilidade diagnóstica, foi calculada a variação intra-examinador.

**TABELA 1** - Matriz de decisões

Resultado do teste	Presença da Doença	
	Presente	Ausente
Positivo	<b>PV</b>	<b>FP</b>
Negativo	<b>FN</b>	<b>NV</b>

Fonte: DOUGLAS; McNEIL<sup>5</sup>, p.708.

## RESULTADOS

**TABELA 2** - Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do filme radiográfico Agfa Dentus M2, nas diferentes quilovoltagens

Quilovoltagem	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia
50 kV	63,88	100	68,29
70 kV	75	80	75,6
90 kV	83,33	80	82,92

**TABELA 3** - Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do filme radiográfico Ektaspeed plus, nas diferentes quilovoltagens

Quilovoltagem	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia
50 kV	66,66	80	68,29
70 kV	66,66	100	70,73
90 kV	75	80	75,6

**TABELA 4** - Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do sistema digital Digora, em 50 kV

Recursos de Imagem	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia
x 0,5	86	80	85,3
x 1	83,33	60	80,48
x 2	88,88	60	85,36
Negativo	86,11	60	82,92
3D	83,33	80	82,92

**TABELA 5** - Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do sistema digital Digora, em 70 kV

Recursos de Imagem	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia
x 0,5	86,11	100	87,8
x 1	86,11	100	87,8
x 2	75	80	75,6
Negativo	80,55	60	78,04
3D	83,33	80	82,92

**TABELA 6** - Valores percentuais de sensibilidade, especificidade e acurácia do sistema digital Digora, em 90 kV

Recursos de Imagem	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia
x 0,5	86,11	100	87,8
x 1	86,11	80	85,36
x 2	80,55	60	78,04
Negativo	91,66	100	92,68
3D	88,88	80	87,80

**TABELA 7** - Acurácia média do sistema digital Digora, obtida com os valores expressos pelos recursos de modificação de imagem (x0,5, x1, x2, Negativo e 3D)

Quilovoltagem	Acurácia Média
50 kV	83,39
70 kV	82,43
90 kV	86,33

## DISCUSSÃO

Os valores de acurácia dos filmes, comparados à mesma quilovoltagem, apresentaram-se muito próximos (Tabelas 1 e 3). As proporções de positivos diagnosticados foram semelhantes (entre verdadeiros e falsos). O filme Agfa, excetuando-se em 50 kV, tendeu a mais resultados positivo-verdadeiros, alcançando a maior taxa em 90 kV. A nitidez atribuída ao filme, aliada a uma maior quilovoltagem, pode ter sido responsável pelas pequenas diferenças numéricas

**TABELA 8** - Valores do *kappa* não-ponderado (unweighted *kappa*; k)

EXAME	KV	RESULTADO	COMENTÁRIO
Digora x0,5	50	k = 0,4917	regular
Digora x1	50	k = 0,3223	ruim
Digora x2	50	k = 0,4171	regular
Digora Neg	50	k = 0,3664	ruim
Digora 3D	50	k = 0,4427	regular
Agfa	50	k = 0,3014	ruim
Ekta	50	k = 0,2397	ruim
Digora x0,5	70	k = 0,6019	boa
Digora x1	70	k = 0,6019	boa
Digora x2	70	k = 0,3257	ruim
Digora Neg	70	k = 0,2835	ruim
Digora 3D	70	k = 0,4427	regular
Agfa	70	k = 0,3257	ruim
Ekta	70	k = 0,3279	ruim
Digora x0,5	90	k = 0,6019	boa
Digora x1	90	k = 0,4917	regular
Digora x2	90	k = 0,2835	ruim
Digora Neg	90	k = 0,7285	boa
Digora 3D	90	k = 0,5475	regular
Agfa	90	k = 0,4427	regular
Ekta	90	k = 0,3257	ruim

Reprodutibilidade intra-examinador (k): 0,758 (boa)

**TABELA 9** - Intervalos numéricos e qualitativos, referentes à variação dos resultados do *kappa* não-ponderado, na validação do sistema digital Digora

<i>Kappa</i> (k)	50 kV	70 kV	90 kV
Valores	0,3223 - 0,4917	0,2835 - 0,6019	0,2835 - 0,7285
Comentário	ruim - regular	ruim - boa	ruim - boa

e qualitativas (*kappa*).

Para as avaliações da acurácia de diferentes filmes no diagnóstico de lesões proximais, normalmente as publicações referem-se à utilização de filmes D e E. As quilovoltagens, quando explicitadas, variam de 50 a 70 kV. Neste intervalo, considerando os valores de sensibilidade, especificidade e/ou acurácia, nossos resultados foram muito próximos (reduzida diferença numérica), sem diferenças em relação ao *kappa* (Tabela VIII) e assemelham-se aos relatados por ESPELID; TVEIT<sup>12</sup>; WHITE; McMULLIN<sup>56</sup>; RUSSEL; PITTS<sup>29</sup>; SVENSON; LINDVALL; GRÖNDAHL<sup>45</sup>; OHKI; OKANO; NAKAMURA<sup>32</sup>; HINTZE; CHRISTOFFERSEN; WENZEL<sup>24</sup>; HINTZE; WENZEL<sup>23</sup>; SVENSON; PETERSSON<sup>44</sup> e MOORE et al.<sup>28</sup> Pelos dados revelados por esta pesquisa, o filme D (Agfa) demonstrou valores de acurácia ligeiramente

superiores aos do filme E (Ekta). Apesar de também considerarem não significativas as diferenças entre os filmes, outras pesquisas demonstraram esta relação de forma inversa.<sup>35,24,7</sup> Para FROMMER; JAIN<sup>15</sup>, filmes D e E possuem qualidade diagnóstica comparável. As diferentes resoluções não distanciam o desempenho clínico dos mesmos.

A pequena variação numérica da acurácia média do sistema digital, em relação às quilovoltagens, foi confirmada pelos valores do *kappa* não-ponderado na validação do diagnóstico de todas as lesões proximais. A variação da dose de radiação X aplicada às placas ópticas não determinou diferenças diagnósticas a ponto de justificar a eleição de uma ou outra dosagem. Independentemente da quilovoltagem, o comportamento do método, numérica e qualitativamente expresso, tende a ser comparável. FARMAN<sup>13</sup>, ao avaliar as propriedades técnicas de um sistema digital direto, submeteu as incidências à variação de quilovoltagem (50 a 90 kV) e considerou praticamente idênticas as respostas da qualidade da imagem à dose.

Este dado é de suma importância, pois os trabalhos publicados não consideram os valores de quilovoltagem na reciprocidade dos dados discutidos. Por nossos resultados, consideramos viável a comparação da acurácia diagnóstica entre experimentos que façam uso de diferentes quilovoltagens, quando é utilizado o sistema digital.

Ao compararmos nossos resultados com os da literatura destinada ao estudo da acurácia dos sistemas digitais, observamos que as quilovoltagens utilizadas variam entre 60 e 70 kV. Neste respectivo intervalo, a acurácia do sistema digital Digora, ao serem utilizadas as cinco modalidades de imagem (*x0,5*, *x1*, *x2*, *Negativo* e *3D*), oscilou entre 75,6 e 87,8%, resultando em acurácias médias de 83,39% (50 kV) e 82,43% (70 kV) (Tabela VII). MOYSTAD et al.<sup>30</sup>, SVANAES et al.<sup>43</sup> e CEDERBERG et al.<sup>7</sup>, que também com o uso do sistema Digora, encontraram valores de acurácia similares.

A proporção dos diagnósticos positivos corretamente afirmados pelos filmes (sensibilidade) não suplantou nenhuma das modalidades de imagem digital, em 50 kV. O filme Agfa, especialmente em 70 kV, igualou-se e, em 90 kV, superou o recurso de imagem *x2*. Nas modalidades restantes, ainda que numericamente inferiores, os filmes apresentaram validade (valores em comparação com o *gold standard*) próxima à do sistema digital (Tabelas 2 - 7).

A especificidade do sistema digital não alcançou a do filme Agfa, em 50 kV; comparado ao Ekta, só o fez em duas modalidades (*x0,5* e *3D*). Em 70 kV, a especificidade do filme Agfa foi igual a duas (*x2* e *3D*) e superior a uma (*Negativo*) modalidade; a do Ekta, foi igual às modalidades *x0,5* e *x1* e superior a *x2*, *Negativo* e *3D*. A especificidade dos filmes em 90 kV (80%) foi menor que a do sistema digital nos modos *x0,5* e

*Negativo*. Com o filme Agfa exposto a 50 kV e o Ekta em 50 e 70 kV, o método radiográfico convencional foi tanto ou mais específico quanto o sistema digital, ainda que com valores de validação muito próximos aos do referido sistema. Em nenhuma das quilovoltagens utilizadas os filmes revelaram valores de especificidade menores que os encontrados pelo sistema Digora (Tabelas 2 - 6).

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, a média resultante para o sistema digital suplantou a dos filmes, em 50 kV. Os valores de sensibilidade do Digora, nesta quilovoltagem, foram os responsáveis pelos resultados obtidos ao ser composta a referida proporção. Em 70 kV, o filme Agfa alcançou somente uma ( $x2$ ) das cinco modalidades; o Ekta, nenhuma. O filme Agfa praticamente igualou-se à acurácia média do sistema Digora, em 90 kV, sendo o valor mais alto obtido pelos filmes (82,92%). Para o filme Ekta, a acurácia foi ligeiramente menor (75,6%). Pelos valores médios, a acurácia do método digital superou a dos filmes, ainda que com estreitas diferenças (especialmente na quilovoltagem maior, 90 kV) (Tabelas 2, 3 e 7). Os valores da estatística *kappa* e sua classificação, ao cotejarem o desempenho diagnóstico dos métodos em estudo com o padrão, consideraram os valores encontrados pelos filmes similares aos de várias modalidades, nas diferentes quilovoltagens. Se nos ativermos à maior quilovoltagem (90 kV), o filme Agfa foi igual ou superior ao sistema digital, na maioria das modalidades. Os valores de *kappa*, se considerados em intervalos a cada quilovoltagem, incluem filmes e sistema Digora na mesma classificação qualitativa (Tabelas 8 e 9).

A precisão ou reprodutibilidade foi avaliada ao compararmos os resultados de repetidos pareceres sobre o mesmo objeto. As condições de exame foram padronizadas e a amostra foi reexaminada em 50% do seu total e foi utilizado o coeficiente *kappa* (k) ou *Cohen's kappa* para a obtenção dos valores de concordância. Pelos resultados, foi confirmada como boa e numericamente representou 0,758 (Tabela 8). 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 e em conformidade com as considerações de PEREIRA<sup>34</sup> e ARNOLD<sup>2</sup>.

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, em média. Dentre as limitações do método radiográfico

convencional, SILVA; TAVANO<sup>42</sup> referiram-se a sua baixa sensibilidade, mas salvaguardaram sua alta especificidade.

As condições otimizadas de contraste 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<sup>4</sup>. Se disponíveis, inexoravelmente os examinadores fazem uso de recursos de otimização para melhor percepção das imagens digitais<sup>17</sup>, sendo estes responsabilizados pelo incremento do radiodiagnóstico.<sup>48</sup> 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.<sup>51</sup> O aprimoramento tecnológico destes sistemas (*softwares*, em especial) constituirá substancial avanço à radiografia digital.<sup>57</sup>

Somos partidários da opinião de GRÖNDAHL<sup>18</sup>, para o qual os novos sistemas devem estar aptos a demonstrar uma qualidade diagnóstica pelo menos igual a dos já existentes. Ainda, se estas virtudes não se revelarem em forma de menor tempo operatório (rapidez) e custo, o novo método corre o risco de limitar-se a aplicações em pesquisa, somente.

Acatamos a predição de WENZEL et al.<sup>53</sup> 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

· Em relação aos filmes, o Agfa M2, exposto a 90 kV, revelou os maiores valores de sensibilidade e acurácia, bem como foi diferenciado pela estatística *kappa*. A especificidade dos filmes revelou valores comparáveis.

· O maior valor de sensibilidade, expresso pelo sistema digital Digora, foi revelado pela modalidade de imagem *Negativo* (70 e 90 kV). A modalidade  $x0,5$  apresentou-se, majoritariamente, como a mais específica (70 e 90 kV). A acurácia média do sistema digital Digora foi, em valores, praticamente a mesma. A estatística *kappa* variou de ruim a regular para 50 kV e de ruim a boa em 70 e 90 kV, sendo os melhores resultados expressos pelas modalidades  $x0,5$ ,  $x1$  e *Negativo*.

· Na comparação entre os métodos, o sistema digital Digora foi mais sensível que os filmes, em todos os kV. Com o filme Agfa M2 exposto a 50 kV e o Ektaspeed plus a 50 e 70 kV, o método radiográfico convencional foi tanto ou mais específico que o sistema digital. A acurácia média do sistema digital suplantou a acurácia dos filmes, em todos os kV. Os valores de *kappa* obtidos pelos filmes assemelharam-se aos de algumas modalidades de imagem do sistema digital Digora.

· Cohen's *kappa* revelou boa concordância intra-examinador, resultando numericamente em 0,758.

## ABSTRACT

This study evaluated the diagnostic performance of Agfa M2 and Ektaspeed plus dental films and Digora digital system. The material comprised 37 extracted primary molars and it was exposed at 50, 70 and 90 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. In the evaluation between the films, Agfa M2 exposed at 90 kV obtained higher sensitivity, accuracy and kappa values. Films specificity were comparable. Digora sensitivity demonstrated high values using the *Negative* mode. The *x0,5*, in the majority, revealed the highest specificity. Average accuracy of digital system were very similar. The *x0,5*, *x1* and *Negative* mode showed good agreement with the gold standard. The digital system sensitivity values were higher than the conventional films, but films specificity values were as good as or better than digital system one's. Digora accuracy average values were higher than the films, in any kilovoltage. The films unweighted kappa values were the same of some digital image mode. Cohen's kappa showed good intraexaminer reliability (0.758). Digital system appeared comparable with the conventional radiographic method in proximal primary molars caries diagnostic.

**UNITERMS:** Dental caries; Approximal surface; Radiographic diagnosis; Digital diagnosis; Approximal caries.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, L.C.; TAVANO, O. **Curso de radiologia em Odontologia**. 4. ed. São Paulo, Ed. Santos. 1998.
- 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.**, v.64, n.2, p.232-40, Aug. 1987.
- BENN, D.K. Automatic analysis of radiographic images: I. Theoretical considerations. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.20, n.4, p.187-92, Nov. 1991.
- BENN, D.K. Radiographic caries diagnosis and monitoring. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.23, n.2, p.69-72, May 1994.
- BORG, E.; GRÖNDAHL, H-G. Dynamic range of film and digital systems for image acquisition in intra-oral radiography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.24, n.2, p.104-5, May 1995.
- BOURGEOIS, M.; SIKORSKI, P.; WOOD, R.E. Educational use of indirect digital radiographic imaging. **J. Canad. dent. Ass.**, v.61, n.11, p.968-74, Nov. 1995.
- CEDERBERG, R.A. et al. ROC analysis of digital and film radiographic images for the detection of approximal lesions. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.27, n.2, p.119-20, Mar. 1998. /Abstract/
- CONOVER, G.L.; HILDEBOLT, C.F.; YOKOYAMA-CROTHERS, N. Comparison of linear measurements made from storage phosphor and dental radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.25, n.5, p.268-73, Nov. 1996.
- DIGORA: manual do proprietário. Orion Corporation Soredex. Helsinki, Finland, s. d.
- DOVE, S.B.; McDAVID, W.D. A comparison of conventional intra-oral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.21, n.3, p.127-34, Aug. 1992.
- DUNCAN, R.C. et al. Using computers to diagnose and plan treatment of approximal caries detected in radiographs. **J. Amer. dent. Ass.**, v.126, n.7, p.873-82, July 1995.
- ESPELID; I.; TVEIT, A.B. Clinical and radiographic assessment of approximal carious lesions. **Acta odont. scand.**, v.44, n.1, p.31-7, Feb. 1986.
- FARMAN, A.G. Basic technical properties of a system for direct acquisition of digital intraoral radiographs. **Oral Surg.**, v.75, n. 4, p506-16, Apr. 1993.
- FERREIRA, E.T.T. et al. Contribuição para o estudo de áreas do processo de cárie, através de cortes axio-mesio-distais e de radiografias interproximais e periapicais nas técnicas do paralelismo e da bisettriz. **Rev. Fac. Odont. USP**, v.4, n.3, p.223-7, jul./set. 1990.
- FROMMER, H.H.; JAIN, R.K. A comparative clinical study of group D and E dental film. **Oral Surg.**, v. 63, n. 6, p.738-42, June 1987.
- GONÇALVES, M.R. **Estudo da efetividade de métodos de diagnóstico de lesões cáries oclusais e da correlação entre os métodos de validação**. Araçatuba, 1998. 145p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista.
- GOTFREDSSEN, E; WENZEL, A; GRÖNDAHL, H-G. Observer's use of image enhancement in assessing caries in radiographs taken by four intra-oral digital systems. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.25, n.1, p.34-8, Jan. 1996.
- GRÖNDAHL, H-G. Digital radiology in dental diagnosis: a critical view. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.21, n.4, p.198-202, Nov. 1992.
- GRÖNDAHL, H-G. et al. An image plate system for digital intra-oral radiography. **Dent. Update**, v.23, n.8, p.334-7, Oct. 1996.

20. HEAVEN, T.J.; FIRESTONE, A.R.; FEAGIN, F.F. Computer based image analysis of natural approximal caries on radiographic films. **J. dent. Res.**, v.71, p.846-9, Apr. 1992. Special Issue.
21. HEAVEN, T.J.; WEEMS, R.A.; FIRESTONE, A.R. The use of a computer-based image analysis program for the diagnosis of approximal caries from bitewing radiographs. **Caries Res.**, v.28, n.1, p.55-8, Jan./Feb. 1994.
22. HINTZE, H. Screening with conventional and digital bite-wing radiography compared to clinical examination alone for caries detection in low-risk children. **Caries Res.**, v.27, n.6, p.499-504, Nov./Dec. 1993.
23. HINTZE, H.; WENZEL, A. Clinical and laboratory radiographic caries diagnosis. A study of the same teeth. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.25, n.3, p.115-118, June 1996.
24. HINTZE, H.; CHRISTOFFERSEN, L.; WENZEL, A. In vitro comparison of Kodak Ultra-speed, Ekta-speed, and Ekta-speed Plus, and Agfa M2 Comfort dental x-ray films for detection of caries. **Oral Surg.**, v.81, n.2, p.240-4, Feb. 1996.
25. JENKINS, M.O.; FARMAN, A.G. "Future radiology" vs traditional methods. **Quintessence Int.**, v.19, n.9, p.635-7, Sept. 1988.
26. KERBAUY, W.D.; MORAES, L.C. Processamento digital de imagens de radiografias periapicais subexpostas aos raios X. **Rev. Odont. UNESP**, v.25, n.2, p.157-70, jul./dez. 1996.
27. McDONNELL, D. Digital dental imaging systems: a review. **J. Canad. dent. Ass.**, v.61, n.11, p.962-4, Nov. 1995.
28. MOORE, W.S. et al. Comparison of modern imaging systems for the detection of proximal caries. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.27, n.2, p.123, Mar. 1998. /Abstract/
29. MOYSTAD, A. et al. Effect of image magnification of digitized bitewing radiographs on approximal caries detection: an *in vitro* study. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.24, n.4, p.255-9, Nov. 1995.
30. 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.**, v.25, n.4, p.202-6, Sept. 1996.
31. 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.**, v.6, n.3, p.167-72, Sept. 1996.
32. OHKI, M.; OKANO, T.; NAKAMURA, T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.23, n.2, p.77-82, May 1994.
33. PALMA, R.G. **Avaliação clínica de diferentes métodos de diagnóstico de lesões de cárie de superfícies proximal e oclusal.** São Paulo, 1997. 127p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
34. PEREIRA, M.G. **Epidemiologia: teoria e prática.** Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 1995.
35. PITTS, N.B. Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis. **Oral Surg.**, v.58, n.3, p.358-66, Sept. 1984.
36. PITTS, N.B. Approximal radiolucencies in partially overlapped enamel: the need for quantitation and a preliminary assessment of a computer-aided image analysis method. **Quintessence Int.**, v.17, n.4, p.229-36, Apr. 1986.
37. PITTS, N.B. Detection of approximal radiolucencies in enamel: a preliminary comparison between experienced clinicians and an image analysis method. **J. Dent.**, v.15, n.5, p.191-7, Oct. 1987.
38. PITTS, N.B.; RENSON, C.E. Monitoring the behaviour of posterior approximal carious lesions by image analysis of serial standardised bitewing radiographs. **Brit. dent. J.**, v.162, n.1, p.15-21, Jan. 1987.
39. PITTS, N.B.; RENSON, C.E. Further development of a computer-aided image analysis method of quantifying radiolucencies in approximal enamel. **Caries Res.**, v.20, n.4, p.361-70, July/Aug. 1994.
40. RUSSEL, M.; PITTS, N.B. Radiovisiographic diagnosis of dental caries: initial comparison of basic mode videoprints with bitewing radiography. **Caries Res.**, v.27, n.1, p.65-70, Jan. 1993.
41. SAXE, M.J.C.; WEST JR., D.J. Incorporating digital imaging into dental hygiene practice. **J. dent. Hyg.**, v.71, n.2, p.71-5, Mar./Apr. 1997.
42. SILVA, M.A.G.S.; TAVANO, O. Uma avaliação dos métodos usados no diagnóstico da cárie dentária. **CECADE News**, v.4, n.1/2, p.7-17, jan./ago. 1996.
43. SVANAES; D.B. et al. Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification. **Oral Surg.**, v.82, n.1, p.94-100, July 1996.
44. SVENSON, B.; PETERSSON, A. Influence of tube voltage on radiographic diagnosis of caries in premolars and molars. **Swed. dent. J.**, v.15, n.5, p.245-50, Sept./Oct. 1991.
45. SVENSON, B.; LINDVALL, A.M.; GRÖNDAHL, H-G. A comparison of a new dental X-ray film, Agfa Gevaert Dentus M4, with Kodak Ektaspeed and Ultraspeed dental X-ray films. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.22, n.1, p.7-12, Feb. 1993.
46. VAN DER STELT, P.F. Computer-assisted interpretation in radiographic diagnosis. **Dent. Clin. N. Amer.**, v.37, n.4, p.683-96, Oct. 1993.
47. VANDIS, M.L.; BECK, M.; MILES, D.A. Video enhancement of dental radiographic films. **Oral Surg.**, v.68, n.2, p.226-31, Aug. 1989.
48. VERSTEEG, C.H.; SANDERINK, G.C.H.; VAN DER STELT, P.F. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. **J. Dent.**, v.25, n.3/4, p.215-24, May/July 1997.

49. 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.**, v.84, n.2, p.210-3, Aug. 1997.
50. WENZEL, A. Computer aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. **Int. dent. J.**, v.43, n.2, p.99-108, Apr. 1993.
51. WENZEL, A. Digital radiography and caries diagnosis. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.27, n.1, p.3-11, Jan. 1998.
52. WENZEL, A.; GRÖNDAHL, H-G. Direct digital radiography in the dental office. **Int. dent. J.**, v.45, n.1, p.27-34, Jan./Feb. 1995.
53. WENZEL, A. et al. Developments in radiographic caries diagnosis. **J. Dent.**, v.21, n.3, p.131-40, June 1993.
54. 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.**, v.24, n.4, p.250-4, Nov. 1995.
55. WENZEL, A. et al. Impact of lossy image compression on accuracy of caries detection in digital images taken with a storage phosphor system. **Oral Surg.**, v.81, n.3, p.351-5, Mar. 1996.
56. WHITE, S.C.; McMULLIN. Comparison of xeroradiographs and two types of film for detecting caries in approximal surfaces of primary teeth. **Caries Res.**, v.20, n.5, p.444-50, Sept./Oct. 1986.
57. WHITE, S.C.; YOON, D.C. Comparative performance of digital and conventional images for detecting proximal surface caries. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.26, n.1, p.32-8, Jan. 1997.