

Estudo clínico comparativo da qualidade de imagem de três sistemas radiográficos digitais, filme E-speed e filme digitalizado

Clinical comparative study of the quality of three digital radiographic systems, E-speed film and digitized film

Frab Norberto BÓSCOLO*

Ana Emília Figueiredo de OLIVEIRA*

Solange Maria de ALMEIDA*

Claudia Fátima Silva HAITER*

Francisco HAITER NETO*

BÓSCOLO, F. N.; OLIVEIRA, A. E. F. de; ALMEIDA, S. M. de; HAITER, C. F. S.; HAITER NETO, F. Estudo clínico comparativo da qualidade de imagem de três sistemas radiográficos digitais, filme E-speed e filme digitalizado. **Pesqui Odontol Bras**, v. 15, n. 4, p. 327-333, out./dez. 2001.

O objetivo neste estudo foi avaliar subjetivamente a qualidade de imagem de dois sistemas digitais CCD, de um sistema digital de armazenamento de fósforo, do filme digitalizado e do filme E-speed. Cinco foram os objetos de análise, que foram radiografados com 50, 60 e 70 kVp e tempos de exposição de 0,08; 0,13; 0,2; 0,4 e 0,8 s. Visando uma maior fidelidade dos resultados foram efetuadas medidas no aparelho de raios X empregado, para avaliar a relação entre tempo de exposição *versus* dose, tendo este apresentado uma boa reprodutibilidade nas respostas. Seis foram os avaliadores que analisaram 375 imagens utilizando uma escala de classificação de 0 a 4. Os resultados mostraram diferentes respostas entre os sistemas em análise, apontando o sistema de armazenamento de fósforo como o de melhor desempenho dentre os vários grupos de exposição empregados. Foi possível concluir que todos os sistemas estudados, excetuando o Sens-A-Ray, possuem condições de oferecer imagens em condições ideais de diagnóstico, desde que respeitadas suas latitudes.

UNITERMOS: Radiografia dentária; Intensificação de imagem radiográfica.

INTRODUÇÃO

A radiografia digital representa hoje uma realidade em diversas clínicas e consultórios odontológicos. Anteriormente a esta modalidade radiográfica, a radiografia convencional podia usufruir dos recursos computadorizados pela captura da imagem do filme por meio de câmara de vídeo ou scanners apropriados, tendo alguns autores ressaltado as vantagens da digitalização da imagem do filme^{20,21,22}.

O primeiro sistema radiográfico digital lançado no mercado odontológico foi o RadioVisioGraphy (Trophy, Vincences, França)¹⁴, sendo que atualmente existem dois conceitos no que diz respeito aos fóton-detectores destes sistemas: o CCD e a placa de fósforo. Com os sucessivos lançamentos de novos sistemas radiográficos digitais, pesquisas foram desenvolvidas no intuito de avaliar seus desempenhos, encontrando-se resultados na literatura

extremamente divergentes no que diz respeito à eficácia dos aparelhos de diversos fabricantes. São encontrados trabalhos que equiparam a qualidade da imagem do filme às de sistemas CCD^{4,12,16,18} ou às do sistema de armazenamento de fósforo Digora^{2,9,17,18}. Outros estudos citam a superioridade da placa de fósforo sobre o filme ou sensor CCD^{1,13}, destacando-se ainda alguns autores que encontraram a imagem do filme com um melhor desempenho diagnóstico que a dos sistemas digitais^{10,15,19}.

Frente aos divergentes resultados encontrados na literatura, decidiu-se desenvolver este trabalho empregando-se dois sistemas CCD, um sistema de armazenamento de fósforo, o filme digitalizado e o filme E-speed, visando avaliar a qualidade de imagem destes sistemas, submetidos a diferentes fatores de análise. Acredita-se que, diante das opções de equipamentos já existentes, aliadas aos novos

*Professores do Departamento de Diagnóstico Oral, Área de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP.

lançamentos e aprimoramentos que são continuamente colocados no mercado odontológico, fazem-se necessárias avaliações criteriosas destes sistemas, de modo que estas possam servir de esclarecimento a todos aqueles que desejam assimilar esta tecnologia no seu cotidiano de trabalho e ainda de orientação aos fabricantes, no intuito de auxiliá-los a um aperfeiçoamento constante de seus produtos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os sistemas radiográficos utilizados foram o Sens-A-Ray 2000 (Reagam Medical System, Sundsvall, Suécia); CDR (Schick Technologies Inc., Long Island, NY, EUA) - sensor nº 2; Digora (Soredex Orion Corporation, Helsink, Finlândia) - placa óptica tamanho 30 x 40 mm; E-speed Film - Kodak Ektaspeed Plus EP 21 (Eastman Kodak Co., NY, EUA), cujo processamento foi realizado pelo método temperatura-tempo; e o filme digitalizado - as radiografias digitalizadas foram adquiridas através da captação da imagem por meio do scanner Hewlett Packard Scanjet 4C/T (Hewlett Packard, Vancouver, WA, EUA) associado ao programa Corel Photo-Paint (Corel Corporation, Ontário, Canadá). As imagens foram armazenadas em formato TIFF (Tagged Image File Format) sem compressão - 8 bits, com 600 dpi de resolução e arquivo de cerca de 700 kB.

O monitor empregado, para todos os sistemas digitais, era S-VGA, tela plana, 17 polegadas, configuração de tela de 1.024 x 768 pixels de resolução.

Cinco foram os objetos de análise, sendo três regiões anatômicas de peças maceradas (molares inferiores, pré-molares inferiores e incisivos superiores), uma escala de densidade de alumínio e um bloco de alumínio com orifícios de 0,5 mm de largura, com profundidade variando de 0,5 a 3 mm, com 0,5 mm de incrementos entre eles. As peças maceradas tiveram o tecido tegumentar simulado com a superposição de silicone de 4 mm de espessura.

O aparelho utilizado foi o GE (General Electric Company, Milwaukee, WI, EUA). Empregou-se 50, 60, 70 kVp com tempos de exposição de 0,08; 0,13; 0,2; 0,4 e 0,8 s, totalizando 15 grupos diferentes de exposição (Tabela 1). Realizou-se a avaliação da dose de entrada do feixe de raios X com o objetivo de se avaliar a relação de tempo de exposição *ver-*

sus dose e a consistência da dose utilizada. Para isto, utilizou-se a câmara de ionização Victoreen 06-526 e o "timer" de raios X Victoreen 07-457 (Victoreen Inc., Cleveland, Ohio, EUA) e ainda o "kVp meter" Unfors Inst. - 9002 (Unfors Instruments, Billdal, Suíça). Os resultados mostraram que o aparelho utilizado mostrou exatidão na reprodutibilidade das respostas em relação ao tempo de exposição, à quilovoltagem e à dose.

Cada um dos cinco objetos foi radiografado 15 vezes em cada sistema, totalizando para cada um 75 imagens. Como cinco eram também o número de sistemas estudados, 375 foi o número total de imagens do estudo. Para a realização das tomadas radiográficas das peças maceradas, estas eram posicionadas sobre uma bancada de trabalho, e para padronização, utilizou-se o suporte posicionador da marca Rinn (Rinn Corporation, Elgin, IL, EUA) com algumas adaptações ao volume externo dos sensores. Já os objetos metálicos eram posicionados na parte central dos receptores de radiação e radiografados com ângulo vertical de 90° e horizontal de 0°.

A análise radiográfica foi conduzida por seis avaliadores, dos quais três radiologistas, dois clí-

TABELA 1 - Especificações dos grupos de exposição empregados em função da dose, do tempo de exposição e da quilovoltagem.

| Grupos de exposição | Dose (μ Gy) | Tempo de exposição (s) | kVp |
|---------------------|------------------|------------------------|-----|
| 1 | 135 | 0,08 | 50 |
| 2 | 220 | 0,13 | 50 |
| 3 | 340 | 0,2 | 50 |
| 4 | 680 | 0,4 | 50 |
| 5 | 1.360 | 0,8 | 50 |
| 6 | 225 | 0,08 | 60 |
| 7 | 364 | 0,13 | 60 |
| 8 | 560 | 0,2 | 60 |
| 9 | 1.120 | 0,4 | 60 |
| 10 | 2.250 | 0,8 | 60 |
| 11 | 320 | 0,08 | 70 |
| 12 | 520 | 0,13 | 70 |
| 13 | 800 | 0,2 | 70 |
| 14 | 1.600 | 0,4 | 70 |
| 15 | 3.200 | 0,8 | 70 |

nicos-gerais e um graduando do último ano de Odontologia, totalizando 2.250 avaliações, que utilizaram uma escala de 0 a 4 para classificar as imagens, onde: 0- sem imagem; 1- radiografia sem a menor possibilidade de diagnóstico; 2- radiografia com pobre qualidade de diagnóstico; 3- radiografia em condições razoáveis de diagnóstico; 4- radiografia em condições ideais de diagnóstico. Para evitar resultados discrepantes entre os avaliadores, foi realizado previamente às análises, um treinamento orientando-os como trabalhar com os softwares dos sistemas e visando à padronização dos trabalhos. Após este treinamento, foram realizados testes inter- e intra-avaliadores com 30 e 10 radiografias, respectivamente e, sobre os escores destes testes, aplicou-se o método estatístico kappa, que apresentou os valores de 0,89 para o teste interavaliadores e 0,91 para o teste intra-avaliadores. As avaliações foram conduzidas desprezando-se as diferenças dimensionais da face ativa dos receptores de radiação e o número de imagens analisadas por dia era limitado a apenas um objeto, prevenindo-se que um possível cansaço visual viesse a comprometer as análises. Tais valores demonstraram a satisfatória calibragem dos avaliadores.

TABELA 2 - Média dos escores aplicados pelos avaliadores para o filme digitalizado segundo o objeto e a dose empregada.

| Dose | Objetos | | | | |
|------|---------|-------------|-----------|-------|--------|
| | Molares | Pré-molares | Incisivos | Bloco | Escala |
| 1 | 1,5 | 1,83 | 1,5 | 1,33 | 2,16 |
| 2 | 2 | 2,16 | 2 | 2 | 2,66 |
| 3 | 3 | 2,83 | 2,33 | 2,16 | 2,83 |
| 4 | 4 | 3 | 3,33 | 2,83 | 3,66 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 3,33 | 3,5 |
| 6 | 2 | 2,16 | 2 | 2 | 3 |
| 7 | 3 | 3 | 2,5 | 2,83 | 3,5 |
| 8 | 3,33 | 3 | 3,16 | 3,5 | 3,83 |
| 9 | 4 | 4 | 4 | 3,83 | 4 |
| 10 | 3,33 | 2 | 4 | 4 | 1,5 |
| 11 | 2,66 | 2,33 | 2,16 | 2,83 | 3 |
| 12 | 3,5 | 3,16 | 2,83 | 3,16 | 3,66 |
| 13 | 4 | 3,5 | 3,33 | 3,5 | 3,83 |
| 14 | 4 | 3,33 | 3,33 | 3,83 | 2,16 |
| 15 | 2 | 1 | 1,83 | 4 | 1,5 |

As imagens foram analisadas nos softwares inerentes aos seus sistemas, com a luz do ambiente e com o brilho do monitor reduzidos. Foi permitida somente a manipulação do brilho e contraste da imagem, respeitando-se assim a subjetividade do avaliador em trabalhar com imagens de maior ou menor densidade. Os demais recursos não foram empregados, prevenindo-se que a falta de familiaridade dos avaliadores com esses recursos pudessem vir a influenciar os resultados. O registro das notas era efetuado em tabelas previamente elaboradas.

Com a conclusão do trabalho dos avaliadores, procedeu-se à tabulação dos dados, onde se elaborou tabelas que possibilitassem a análise da qualidade de imagem de cada sistema frente aos diferentes tempos de exposição e quilovoltagem empregados.

RESULTADOS

As notas conferidas às imagens radiográficas por seis avaliadores, em números inteiros de 0 a 4, segundo o sistema e as dose empregadas, estão apresentados nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6.

TABELA 3 - Média dos escores aplicados pelos avaliadores para o filme E-speed segundo o objeto e a dose empregada.

| Dose | Objetos | | | | |
|------|---------|-------------|-----------|-------|--------|
| | Molares | Pré-molares | Incisivos | Bloco | Escala |
| 1 | 1,33 | 1,16 | 1,83 | 1,33 | 1,5 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 1,83 | 2 |
| 3 | 2 | 2,33 | 2,33 | 2 | 2,66 |
| 4 | 3 | 3 | 3,83 | 2,66 | 3,66 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 3,16 | 3,33 |
| 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 7 | 2 | 2 | 2 | 2,16 | 2,83 |
| 8 | 3 | 3 | 3 | 2,33 | 3,5 |
| 9 | 4 | 4 | 4 | 3,33 | 4 |
| 10 | 3,83 | 2,33 | 4 | 4 | 2,16 |
| 11 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,33 |
| 12 | 3 | 3 | 2,83 | 2,16 | 3,33 |
| 13 | 4 | 4 | 3,66 | 3,16 | 3,83 |
| 14 | 4 | 3,16 | 4 | 4 | 3,16 |
| 15 | 2,33 | 1,33 | 2,5 | 4 | 1,83 |

TABELA 4 - Média dos escores aplicados pelos avaliadores para o Digora segundo o objeto e a dose empregada.

| Dose | Objetos | | | | |
|------|---------|-------------|-----------|-------|--------|
| | Molares | Pré-molares | Incisivos | Bloco | Escala |
| 1 | 2,33 | 2 | 2,5 | 2 | 2,5 |
| 2 | 3,16 | 2,33 | 3 | 2,66 | 3,33 |
| 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3,33 | 3,66 |
| 4 | 4 | 3,66 | 3,5 | 3,5 | 3,66 |
| 5 | 4 | 3,66 | 3,5 | 3,33 | 4 |
| 6 | 3,16 | 2,66 | 2,66 | 2,66 | 3 |
| 7 | 3,66 | 3,33 | 3,16 | 3,16 | 3,5 |
| 8 | 4 | 3,66 | 3,83 | 3,66 | 3,66 |
| 9 | 4 | 3,83 | 3,5 | 3,33 | 3,83 |
| 10 | 3,83 | 4 | 3,5 | 3,83 | 4 |
| 11 | 3,16 | 3 | 3,5 | 3,33 | 3,5 |
| 12 | 3,16 | 3,66 | 3,83 | 3,5 | 3,66 |
| 13 | 3,5 | 3,83 | 4 | 3,66 | 4 |
| 14 | 3,5 | 4 | 3,66 | 3,66 | 4 |
| 15 | 3,83 | 3,83 | 3,66 | 3,5 | 3,83 |

Observando-se estes resultados, pode-se observar que o Sens-A-Ray foi o sistema que apresentou o mais baixo desempenho, e que inclusive para o objeto região de pré-molares não apresentou imagens em condições de diagnóstico em nenhum grupo de exposição.

Da análise destes resultados, nota-se ainda que objetos diferentes tendem a exigir diferentes níveis de eficiência dos sistemas, podendo-se concluir que a região de molares da mandíbula macerada possibilitou que fossem adquiridas, mais facilmente, melhores imagens que os demais, situando-se no extremo oposto desta condição as imagens da região de pré-molares. Esclarece-se, entretanto, que os resultados pertinentes aos objetos empregados não retratam um resultado genérico, mais sim, peculiar às características inerentes dos aqui empregados.

Os resultados presentes nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 apontaram que todos os sistemas, com exceção do Sens-A-Ray, ofereceram imagens em condições de diagnóstico para todos os objetos, desde que respeitadas suas latitudes, salientando-se, entretanto, que o sistema Digora foi o sistema que apre-

TABELA 5 - Média dos escores aplicados pelos avaliadores para o Sens-A-Ray segundo o objeto e a dose empregada.

| Dose | Objetos | | | | |
|------|---------|-------------|-----------|-------|--------|
| | Molares | Pré-molares | Incisivos | Bloco | Escala |
| 1 | 1,33 | 1,16 | 1,5 | 0,66 | 1,83 |
| 2 | 2 | 1,66 | 2,16 | 1 | 2,33 |
| 3 | 2,5 | 2,66 | 3 | 1,83 | 3 |
| 4 | 3,33 | 2,83 | 2,83 | 2,83 | 3,16 |
| 5 | 2 | 0,83 | 0 | 3,5 | 1 |
| 6 | 2 | 2 | 2,66 | 2 | 2,33 |
| 7 | 2,83 | 2,16 | 3,66 | 2,5 | 3,33 |
| 8 | 3 | 2,33 | 1,83 | 2,83 | 2,83 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 3,66 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 2,5 | 2,5 | 3,16 | 2,33 | 3,33 |
| 12 | 3 | 1 | 1,5 | 2,66 | 2,66 |
| 13 | 1,16 | 0 | 0 | 3,66 | 1 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 15 | 0,66 | 0 | 0 | 1 | 0 |

sentou o maior número de imagens em condições de diagnóstico, seguido em ordem decrescente pelo filme digitalizado, filme E-speed, CDR e Sens-A-Ray.

DISCUSSÃO

A análise subjetiva da qualidade da imagem radiográfica de um sistema é algo complexo de ser analisado, por se encontrar diretamente relacionada à sensibilidade e à escala dinâmica de cada um, aliada à importância do objeto de análise. Em virtude disto, diversificamos os tempos de exposição, a quilovoltagem e os objetos de análise, visando assim, que cada sistema pudesse oferecer a sua melhor qualidade de imagem dentro de suas inerentes características, oferecendo maior confiabilidade ao estudo. Os resultados comprovaram isto, onde se pôde observar as diferentes respostas destes sistemas em relação aos referidos fatores.

Não foi efetuada a média geral, para cada sistema, de todas as notas aplicadas pelos avaliadores, pelo fato de se estar, dessa forma, beneficiando os sistemas de maior escala dinâmica. Entretanto, como a seleção do tempo de exposição ideal não é

TABELA 6 - Média dos escores aplicados pelos avaliadores para o CDR segundo o objeto e a dose empregada.

| Dose | Objetos | | | | |
|------|---------|-------------|-----------|-------|--------|
| | Molares | Pré-molares | Incisivos | Bloco | Escala |
| 1 | 1,83 | 2 | 2 | 0,66 | 2 |
| 2 | 2,66 | 3 | 3 | 2,33 | 3,5 |
| 3 | 3,16 | 3,83 | 3,33 | 3,16 | 3,66 |
| 4 | 3,66 | 2 | 2,83 | 3 | 1,66 |
| 5 | 1,83 | 0,33 | 1 | 3,5 | 0 |
| 6 | 3,16 | 3 | 2,83 | 2 | 3,33 |
| 7 | 4 | 3,16 | 3,16 | 3,16 | 4 |
| 8 | 3,66 | 2,5 | 2,5 | 3,83 | 1,66 |
| 9 | 1,66 | 0,33 | 0,33 | 3,16 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0,66 | 0 |
| 11 | 3,5 | 3,33 | 3,16 | 3 | 3,66 |
| 12 | 3 | 2 | 2,16 | 4 | 1,66 |
| 13 | 1,5 | 0,33 | 0,83 | 3,16 | 0,66 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0,83 | 0 |

algo que possa ser fixado, pois está sujeita ao biotipo do paciente, ao objeto a ser radiografado, à anatomia da região e à idade do paciente, depreende-se que sistemas que sofrem menor influência de variações de exposições tendem a oferecer maior regularidade na qualidade da imagem fornecida. Isto é importante, pelo fato de ocorrerem na prática clínica um grande número de repetições de radiografias em função de uma superexposição.

Observou-se que os resultados aqui encontrados, apontando a boa qualidade de imagem do Digora, deveu-se entre outros fatores, à boa detecção do baixo contraste apresentada pela placa de fósforo, condição esta coincidente com as citações de outros autores^{7,8,17} e que, segundo HUDA *et al.*⁸ (1997), é resultado da maior eficiência da placa de fósforo na detecção dos fótons de raios X, condição esta, segundo os autores, também responsável pela diminuição da fonte dominante de ruído da radiografia dental. Apesar do Digora apresentar o tamanho do pixel maior que os dos sistemas CCD, ocasionando por conseguinte uma menor resolução espacial, vários autores citam sua resolução como satisfatória para as tarefas de diagnósti-

co^{2,8,11,17}. Além disso, o Digora apresentou em termos de software, as maiores facilidades e recursos de manipulação. GRÖNDAL *et al.*⁵ (1996) destacam que a boa qualidade de imagem do Digora presumivelmente se dê em função de sua ampla escala dinâmica, condição, também, aqui confirmada.

A reconhecida boa qualidade de imagem do filme E-speed pôde aqui ser comprovada, assim como a do filme digitalizado. Destaca-se que a digitalização de radiografias de baixa densidade foi bastante válida, porque, por meio da aplicação de ferramentas digitais, foi possível deixá-las em melhores condições de diagnóstico. Entretanto, para radiografias de maior densidade, o aumento da intensidade da luz do negatoscópio alcançou melhores resultados que a digitalização do filme, que para estes casos não se mostrou eficiente. Estes resultados são parcialmente coincidentes com os de WENZEL²⁰ (1988), já que essa autora encontrou satisfatórios resultados para o filme digitalizado tanto ao nível de radiografias sub- como superexpostas.

O desempenho apresentado aqui pelo CDR, coincidente com afirmações de outros autores^{3,4,6}, demonstrou que este sistema é potencialmente capaz de fornecer uma boa qualidade de imagem, porém dentro de uma estreita faixa de exposição. Porém, o outro sistema CCD empregado, o Sens-A-Ray, não obteve desempenho equivalente, como se pode constatar pelos resultados.

Por fim, vale ressaltar que, num estudo comparativo entre sistemas, é fundamental utilizar-se um objeto que exija uma imagem de excelente qualidade para a sua fiel evidenciação, pois são nos registros radiográficos sutis que se tem um parâmetro mais exigente de diferenciação da qualidade de imagens dos sistemas.

CONCLUSÕES

Frente aos resultados aqui encontrados, foi possível concluir que todos os sistemas estudados, excetuando o Sens-A-Ray, têm condições de oferecer imagens em condições ideais de diagnóstico, desde que respeitadas suas latitudes.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado São Paulo (FAPESP/projeto n° 97/13197-2) pelo financiamento parcial deste trabalho.

BÓSCOLO, F. N.; OLIVEIRA, A. E. F. de; ALMEIDA, S. M. de; HAITER, C. F. S.; HAITER NETO, F. Clinical comparative study of the quality of three digital radiographic systems, E-speed film and digitized film. **Pesqui Odontol Bras**, v. 15, n. 4, p. 327-333, out./dez. 2001.

The aim of this study was to evaluate, subjectively, the image quality of two CCD digital systems, a digital storage phosphor system, a digitized film and an E-speed film. Five objects were radiographed with 50, 60 and 70 kVp, with exposure times of 0.08, 0.13, 0.2, 0.4 and 0.8 s. In order to maximize the fidelity of the results, the dental X-ray unit employed was submitted to an evaluation so that the relation between exposure time and dose could be established. A good reproducibility was obtained. Six evaluators analyzed 375 images, using a scoring scale which ranged from 0 to 4. The results revealed different responses, indicating that the storage phosphor system had the best performance, in the various exposures employed. However, it was possible to conclude that all systems studied, except for the Sens-A-Ray, can offer images in ideal conditions for the diagnosis, as long as their latitudes are respected.

UNITERMS: Radiography, dental; Radiographic image enhancement.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORG, E.; GRONDAHL, H. G. On the dynamic range of different X-ray photon detectors in intra-oral radiography. A comparison of image quality in film, charge-coupled device and storage phosphor systems. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 82, n. 2, p. 82-88, Apr. 1996.
2. 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. 268-273, Nov. 1996.
3. FARMAN, T. T.; FARMAN, A. G.; SCARFE, W. C. *et al.* Optical densities of dental resin composites: a comparison of CCD, storage phosphor and Ektaspeed Plus radiographic film. **Gen Dent**, v. 44, n. 6, p. 532-537, Nov./Dec. 1996.
4. FARMAN, A. G.; SCARFACE, W. C.; SCHICK, D. B. *et al.* Computed dental radiography: evaluation of a new charge-coupled device-based intraoral radiographic system. **Quintessence Int**, v. 26, n. 6, p. 399-404, June 1995.
5. GRONDAHL, H. G.; WENZEL, A.; BORG, E. *et al.* An image plate system for digital intra-oral radiography. **Dent Update**, v. 23, n. 8, p. 334-337, Oct. 1996.
6. HAYAKAWA, Y.; FARMAN, A. G.; SCARFACE, W. C. *et al.* Optimum exposure ranges for computed dental radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 25, n. 2, p. 71-75, Apr. 1996.
7. HILDEBOLT, C. F.; FLETCHER, G.; YOKOYAMA-CROTHERS, N. *et al.* A comparison of the response of storage phosphor and film radiography to small variations in X-ray exposure. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 26, n. 3, p. 147-151, May 1997.
8. HUDA, W.; RILL, L. N.; BENN, D. K. *et al.* Comparison of a photostimulable phosphor system with film for dental radiology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 83, n. 6, p. 725-731, June 1997.
9. HUYSMANS, M. C.; HINTZE, H.; WENZEL, A. Effect of exposure time on *in vitro* diagnosis using the Digora system. **Eur J Oral Sci**, v. 105, n. 1, p. 15-20, Feb. 1997.
10. KULLENDORFF, B.; NILSSON, M.; ROHLIN, M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions (I). **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 82, n. 3, p. 344-350, Sept. 1996.
11. LUOSTARINEN, T.; TAMMISALO, T.; VÄHÄTALO, K.; TAMMISALO, E. Comparison of intra-oral digital and film radiography for diagnosis of periapical bone lesions. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 24, n. 2, p. 92-93, May 1995.
12. MISTAK, E. J.; LOUSHINE, R. J.; PRIMACK, P. D. *et al.* Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital, and telephonically transmitted radiographic images. **J Endod**, v. 24, n. 4, p. 262-266, Apr. 1998.
13. MOYSTAD, A.; GRONDAHL, H. G.; SVANAES, D. B. *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. 202-206, Nov. 1996.
14. NELVIG, P.; WING, K.; WELANDER, U. Sens-A-Ray. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 74, n. 6, p. 818-823, Dec. 1992.
15. PRICE, C.; ERGÜL, N. A comparison of a film-based and a direct digital dental radiographic system using a proximal caries model. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 26, n. 1, p. 45-52, Jan. 1997.
16. SANDERINK, G. C. H.; HUISKEN, R.; van der STELT, P. F. *et al.* Image quality of direct digital intraoral X-ray sensors in assessing root canal length. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 78, n. 1, p. 125-132, July 1994.
17. SVANAES, D. B.; MOYSTAD, A.; RISNES, S. *et al.* Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification: comparison with conventional radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 82, n. 1, p. 94-100, July 1996.
18. VELDERS, X. L.; SANDERINK, G. C.; van der STELT, P. F. Dose reduction of two digital sensor systems measuring file lengths. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 81, n. 5, p. 607-612, May 1996.
19. VERSTEEG, C. H.; SANDERINK, G. C.; van GINKEL, F. C. *et al.* An evaluation of periapical radiography with a

charge-coupled device. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 27, n. 2, p. 97-101, Mar. 1998.

20. WENZEL, A. Effect of image enhancement for detectability of bone lesions in digitized intraoral radiographs. **Scan J Dent Res**, v. 96, n. 2, p. 149-160, Apr. 1988.
21. WENZEL, A.; FEJERSKOV, O.; KIDD, E. *et al.* Depth of occlusal caries assessed clinically by conventional film ra-

diographs and by digitized processed radiographs. **Caries Res**, v. 24, n. 5, p. 327-333, Sept./Oct. 1990.

22. WENZEL, A.; LARSEN, M. J.; FEJERSKOV, O. Detection of occlusal caries with cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs, and digitized radiographs. **Caries Res**, v. 25, n. 5, p. 369-375, Sept./Oct. 1991.

Recebido para publicação em 05/12/00
Enviado para reformulação em 17/05/01
Aceito para publicação em 29/05/01



FUNDECTO

Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Odontologia

Especialização

Atualização

Cursos de Férias

Cursos Técnicos

Cursos de 2002

- 1º Semestre -

Oferecemos também
Cursos Profissionalizantes
e Workshops.

Visite nosso site: www.fundecto.com.br