

AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE FERRAMENTAS DIGITAIS NA DETECÇÃO RADIOGRÁFICA DE LESÃO PERIAPICAL ARTIFICIALMENTE PRODUZIDA, EM RADIOGRAFIAS OBTIDAS DE FILMES DE DIFERENTES SENSIBILIDADES

EVALUATION OF THE USE OF IMAGE PROCESSING FOR THE DETECTION OF ARTIFICIAL PERIAPICAL BONE LESION, AT RADIOGRAPHS OBTAINED FROM FILMS WITH DIFFERENT SENSIBILITIES

Sarmento, Viviane Almeida*
Lamberti, Patrícia Leite Ribeiro**
Mega Rocha, José Rodrigo***
Gurgel, Clarissa Araújo Silva****

RESUMO

O diagnóstico radiográfico de lesões periapicais nem sempre é fácil. Com o advento das imagens digitalizadas algumas tarefas de diagnóstico foram aprimoradas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a acurácia de radiografias convencionais e imagens digitalizadas, oriundas de filmes de sensibilidades diferentes (*Insight (Kodak)*, *Ultra-speed (Kodak)* e *M2 Comfort (Agfa)*), na detecção de lesões periapicais artificialmente produzidas. Radiografias periapicais foram obtidas de forma padronizada antes e após a confecção de um defeito ósseo periapical em mandíbulas humanas secas. As radiografias foram digitalizadas (1200 dpi e 8 bits) e salvas no formato *bmp*. Um avaliador procedeu à interpretação das imagens, sendo que as radiografias convencionais foram examinadas no negatoscópio e as imagens digitalizadas no vídeo. No vídeo duas diferentes análises foram realizadas: a primeira havendo a possibilidade de aplicar a ferramenta “ampliação da imagem”, e a segunda, na qual poder-se-ia utilizar o recurso de “alteração de brilho e contraste” e “inversão da imagem”. Após os resultados, foram plotadas curvas ROC, para cada modalidade de imagem e para cada sensibilidade de filme. Concluiu-se que: o filme *Ultra-speed* foi aquele que ofereceu a maior taxa de acerto, seguido pelo filme *M2 Comfort* e que a avaliação no vídeo foi sempre superior à avaliação das radiografias convencionais no negatoscópio.

UNITERMOS: intensificação da imagem radiográfica; filme para Raios X; radiografia dentária digital; tecido periapical.

SUMMARY

Sometimes, the radiographic diagnosis of periapical lesions is a difficult procedure. The digitalized image improved this task. The aim of this work was to evaluate the accuracy of conventional radiographs and digitalized images, originated from films with different sensitibilities (Insight, Ultra-speed and M2 Comfort), in the detection of periapical bone lesions artificially produced. Periapical radiographs were obtained in a standard fashion before and after making a periapical bone defect in dry human mandibles. The radiographs were digitalized (1200 dpi and 8 bits) and saved in bmp format. An observer made the interpretation of the images, the conventional radiographs being examined on the lightbox and the

* Doutora em Estomatologia Clínica (PUCRS). Professora Adjunta (UFBA, UEFS).

** Doutora em Radiologia (UFPB/UFBA). Professora (UNIME).

*** Doutor em Radiologia (UFPB/UFBA). Professor (UNIME).

**** Mestranda em Patologia (FIOCRUZ-BA).

digitalized images at the video. Two different analysis were made at the video: the first one with the possibility of applying the tool "magnification of image" and, the second, with the possibility of using "brightness and contrast adjustment" and "gray scale inversion". After the results, curves ROC were plotted, for each modality of image and each sensibility of film. It was concluded that: the Ultra-speed film showed the best performance, followed by the M2 Comfort film; and the evaluation at the video was always superior to the evaluation of the radiographs on the lightbox.

UNITERMS: radiographic image enhancement; X-Ray film; radiography, dental, digital; periapical tissue.

INTRODUÇÃO

O diagnóstico radiográfico de lesões periapicais nem sempre é uma tarefa fácil. Para Kaffe et al.⁷ (1988), a interpretação radiográfica da região periapical é considerada inconsistente, com uma grande variação entre os observadores. A qualidade da imagem, assim como a sensibilidade do método radiográfico e características da lesão (como tamanho e localização) interferem sobremaneira nesta tarefa. Sabe-se, por exemplo, que a reabsorção limitada à porção esponjosa do osso não pode ser detectada radiograficamente, mas somente quando existe destruição do osso cortical, desde uma simples erosão até o total rompimento interno e externo da cortical óssea (Cohen², 1992; Melo et al.¹³, 2000; Schwartz¹⁸, 1992).

Com o advento das imagens radiográficas digitalizadas e digitais surgiu um novo caminho de investigação. A radiografia digital vem sendo aperfeiçoada a cada dia e apresenta como principais vantagens em relação ao sistema convencional: a redução da dose de radiação X para o paciente, a eliminação do processamento com soluções químicas e a possibilidade de alteração da aparência das imagens, facilitando o diagnóstico. As imagens digitalizadas, resultantes da captura de radiografias convencionais, também podem ter sua aparência alterada no vídeo. Além disso, os programas utilizados permitem a realização de tarefas matemáticas, como a mensuração de distâncias lineares e angulares, cálculo de volume e textura das lesões e determinação do nível de cinza de áreas selecionadas da imagem (Mol et al.¹⁴, 1992; Nelvig et al.¹⁶, 1992; Sarmiento et al.¹⁷, 1999).

No diagnóstico de lesões ósseas, estudos têm sido feitos com o propósito de comparar a radiografia convencional com a imagem exibida no vídeo. Alguns trabalhos têm apontado um desempenho superior, ou no mínimo equivalente, das imagens digitalizadas em relação às radiografias convencionais, no diagnóstico de lesões periapicais.

A influência, entretanto, da sensibilidade do filme radiográfico que originou a imagem digitalizada não tem sido enfocada. Este trabalho teve como objetivo avaliar a repercussão da sensibilidade de filmes radiográficos intrabucais (*Insight* (Eastman-Kodak, Rochester, New York, USA); *Ultra-speed* (Eastman-Kodak, Rochester, New York, USA); e *M2 Comfort* (Agfa Gevaert NV, Belgium)), na acurácia de diagnóstico de lesões periapicais artificialmente produzidas, nas imagens digitalizadas resultantes.

MATERIAIS E MÉTODO

Foram utilizados filmes radiográficos de diferentes sensibilidades (*Insight*, *Ultra-speed* e *M2 Comfort*), dentro do prazo de validade e conservados de forma apropriada. Dez filmes de cada tipo foram escolhidos aleatoriamente das suas caixas de origem. Foi também utilizada uma mandíbula seca de humano adulto, cedida à Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia pelo Departamento de Biomorfologia da mesma Universidade. A mandíbula selecionada não apresentava dentes, à exceção do primeiro molar esquerdo.

Para a realização do trabalho, foi escolhida a região periapical do segundo molar esquerdo. Tal seleção se justificou pela sua regularidade anatômica, pois certamente na região de dentes posteriores os ápices radiculares não fenestram na tábua vestibular, como nos dentes anteriores (Dubrul⁴, 1991).

A lesão periapical foi produzida com uma broca esférica de aço nº 08, acoplada em um motor de baixa rotação, no fundo do alvéolo da raiz mesial do segundo molar esquerdo. A lesão foi determinada pela destruição do osso medular adjacente à região periapical e com um leve toque da broca na parte interna da cortical vestibular.

A região foi então submetida a duas sessões de tomadas radiográficas periapicais, sendo uma antes e uma após a confecção de um defeito ósseo

periapical. Em cada uma das sessões cinco tomadas radiográficas foram realizadas para cada tipo de filme proposto, ou seja, cinco radiografias com o *Insight*, cinco com o *Ultra-speed* e cinco com o *M2 Comfort*. Antes da execução de cada grupo de tomadas radiográficas, foi realizado o estudo-piloto com diferentes tempos de exposição, objetivando, com o uso de um penetrômetro de alumínio de cinco degraus (1 mm/degrau), determinar a exposição mais adequada para cada filme, que ficaram assim definidos: *Insight*, 0,3s, *Ultra-speed*, 0,7s e *M2 Comfort*, 0,4s.

Para padronização das tomadas radiográficas, foram utilizados dispositivos preconizados por Souza¹⁹ (1998), para posicionamento da mandíbula e do filme radiográfico. Utilizou-se um simulador de tecidos moles, baseado no modelo descrito por Hintze et al.⁶ (1996), composto por uma caixa de acrílico de 3 cm de altura e 2 cm de largura preenchida por água, posicionada à frente e justaposta à cortical vestibular da região de molares, abrangendo a área de interesse. Desta forma, obteve-se um conjunto composto por filme radiográfico, mandíbula seca e simulador de tecidos moles, paralelos entre si. O penetrômetro foi fixado com cera utilidade na face lateral da mandíbula posteriormente ao alvéolo do segundo molar. O feixe central de raios X foi direcionado de forma a incidir perpendicularmente ao conjunto, com uma distância focal padronizada de 20 cm.

Foi utilizado um aparelho de raios X (Spectro 70×, Dabi Atlante) para as tomadas periapicais, com regime de 70 kVp e 8 mA. O processamento com soluções químicas foi executado manualmente pelo método temperatura-tempo. As soluções de processamento utilizadas foram novas.

No total, trinta radiografias periapicais foram realizadas (quinze contendo lesão periapical e quinze sem lesão periapical), sendo numeradas e dispostas aleatoriamente em cartelas plásticas, após serem cortadas as áreas do filme que identificavam sua marca comercial.

Para digitalização das radiografias convencionais foi utilizado um *scanner* com leitor de transparência (*HP PrecisionScan Pro 2.5, ScanJet XPA*, Hewlett Packard Company, Greeley, Colorado, USA). Após aquecimento do aparelho, todas as trinta radiografias foram digitalizadas de forma individualizada, sendo sempre posicionadas em um mesmo local da área ativa do *scanner*. O restante da área ativa foi coberto com papel preto durante a captura da imagem. No programa do *scanner*, as imagens foram ajustadas quanto à exposição (meios

tons, destaques e sombras), utilizando-se para todas as imagens do mesmo tipo de filme, os valores automaticamente atribuídos pelo sistema para a primeira imagem daquele grupo. As imagens foram salvas no formato *bmp*, com uma resolução espacial de 1200 *dpi*, em escala de cinza (8 *bits*) e em 100% do seu tamanho original.

Um examinador, especialista em radiologia, que desconhecia a codificação das radiografias e das imagens digitalizadas, avaliou as radiografias convencionais e as imagens digitalizadas resultantes. As primeiras foram examinadas sobre um negatoscópio com luz fixa, em ambiente escuro e silencioso, utilizando máscaras de papel preto. As imagens digitalizadas foram exibidas no Programa *Photoshop v. 6.0*, em um vídeo de 17", tela plana, *Super VGA*. Na primeira análise digital, o examinador poderia utilizar a ferramenta de ampliação da imagem livremente. Na segunda vez, poderia alterar o brilho e o contraste da imagem e inverter a escala de cinza, da forma que desejasse. O vídeo deveria estar a aproximadamente 60 cm do examinador, com intensidade de luz média e o ambiente deveria estar escurecido. As sessões de análise radiográfica, tanto para as radiografias convencionais, quanto para as imagens digitalizadas, não ultrapassaram 4 h de duração. Entre uma forma de avaliação e outra, existiu um intervalo de sete dias. O examinador utilizou uma escala com cinco níveis, para indicar a presença ou não de lesão periapical nas imagens: 1 – definitivamente ausência de lesão periapical; 2 – provavelmente ausência de lesão periapical; 3 – não sei; 4 – provavelmente presença de lesão periapical; 5 – definitivamente presença de lesão periapical.

A partir dos resultados, foram obtidas as curvas *Receiver Operating Characteristics (ROC)*, de cada um três tipos de dos filmes avaliados, e para cada forma de avaliação, para uma probabilidade de erro de 5%.

RESULTADOS

Avaliando-se primeiramente o desempenho das imagens produzidas pelo filme *Insight*, observa-se que quando as imagens digitalizadas foram interpretadas no vídeo, com possibilidade de alteração do brilho e contraste e inversão da escala de cinza, houve o máximo de acerto no diagnóstico (valor *ROC* = 1,00), seguido pela análise no vídeo com possibilidade apenas de ampliar a imagem (valor *ROC* = 0,86) e pela análise das radiografias convencionais no negatoscópio, que apresentou a

pior acurácia na detecção das lesões periapicais artificialmente produzidas (valor $ROC = 0,50$). As curvas são mostradas nas Figuras 3, 2 e 1, respectivamente.

Para o filme *Ultra-speed*, o desempenho das imagens digitalizadas também foi superior ao das radiografias convencionais. Tanto com a possibilidade de alterar o brilho e o contraste da imagem e inverter a escala de cinza, quanto com a permissão de apenas ampliar a imagem, o valor ROC foi de 1,00 (Figura 3). Para a interpretação no negatoscópio, o valor ROC foi de 0,88 (Figura 4). De forma semelhante, o filme *M2 Comfort*, quando interpretado no vídeo determinou o máximo de acerto no diagnóstico, em ambas as formas de avaliação (valor $ROC = 1,00$). No negatoscópio, as

radiografias convencionais tiveram o pior desempenho (valor $ROC = 0,76$). As curvas obtidas com o filme *M2 Comfort* são mostradas nas Figuras 3 e 5.

Fazendo a avaliação independente da sensibilidade do filme, os resultados também demonstraram uma superioridade da interpretação no vídeo, com a possibilidade de alterar o contraste e o brilho e inverter a escala de cinza (valor $ROC = 1,00$), seguido de perto pela interpretação digital com possibilidade de magnificação da imagem (valor $ROC = 0,949$). O pior desempenho ocorreu quando as radiografias convencionais foram interpretadas no negatoscópio (valor $ROC = 0,71$). As Figuras 8, 7 e 6, respectivamente, representam estas curvas.

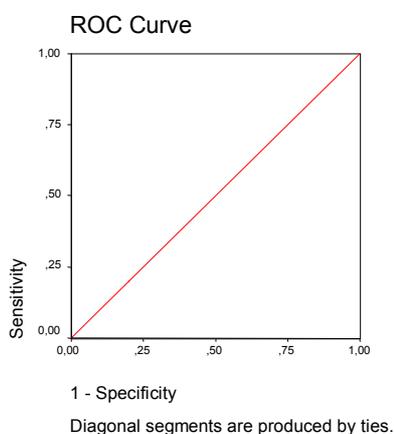


Figura 1 – Curva ROC obtida a partir da interpretação das radiografias convencionais (filme *Insight*) no negatoscópio.

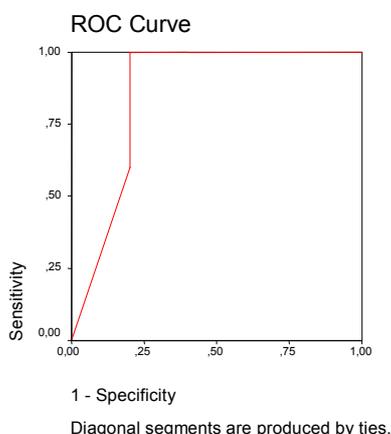


Figura 2 – Curva ROC obtida a partir da interpretação das imagens digitalizadas (filme *Insight*) no vídeo, com possibilidade de ampliar a imagem.

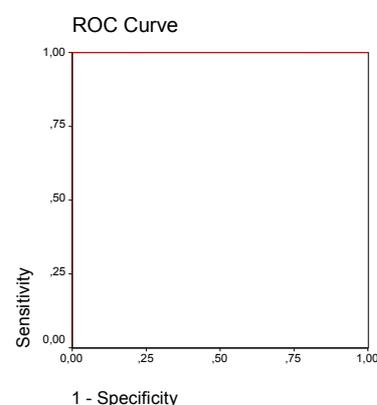


Figura 3 – Curva ROC obtida a partir da interpretação das imagens digitalizadas (filme *Insight*) no vídeo, com possibilidade de alterar o brilho e o contraste da imagem e inverter a escala de cinza. Esta curva é idêntica àquelas obtidas a partir da interpretação das imagens digitalizadas (filme *Ultra-speed* e *M2 Comfort*) no vídeo, com possibilidade de ampliar a imagem e também quando foi possível de alterar o brilho e o contraste da imagem e inverter a escala de cinza.

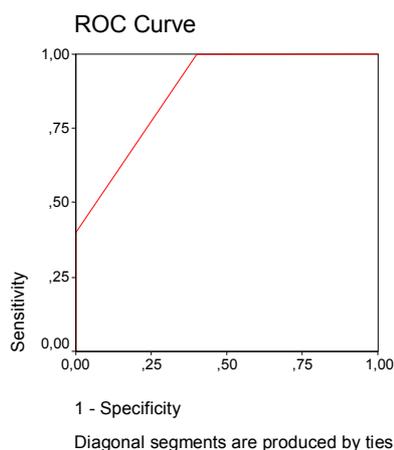


Figura 4 – Curva ROC obtida a partir da interpretação das radiografias convencionais (filme *Ultra-speed*) no negatoscópio.

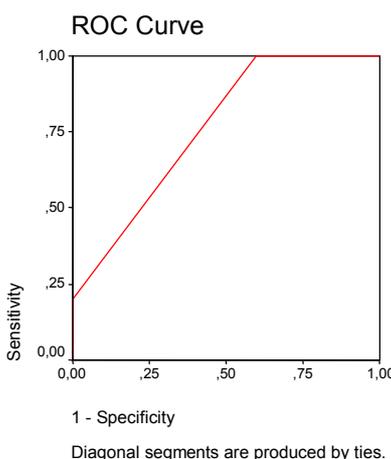


Figura 5 – Curva ROC obtida a partir da interpretação das radiografias convencionais (filme *M2 Comfort*) no negatoscópio.

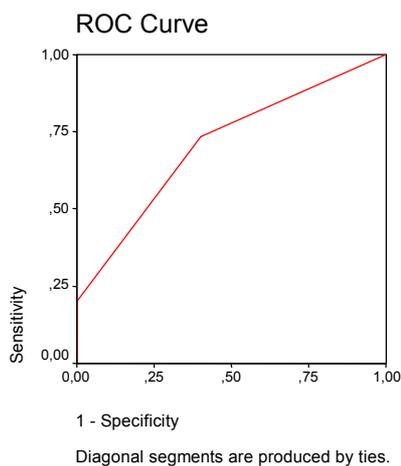


Figura 6 – Curva ROC obtida a partir da interpretação de todas as radiografias convencionais, independente da sensibilidade do filme, no negatoscópio.

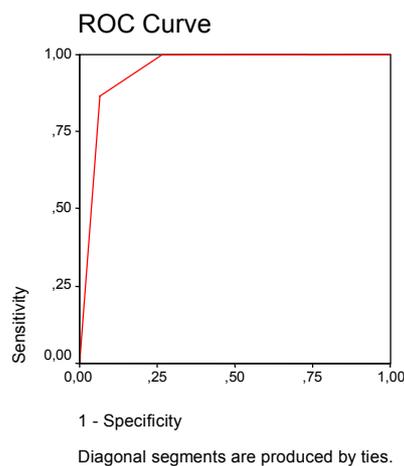


Figura 7 – Curva ROC obtida a partir da interpretação de todas as imagens digitalizadas, independente da sensibilidade do filme, no vídeo, com a possibilidade de ampliar a imagem.

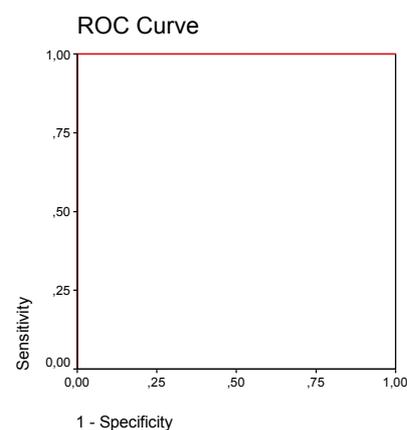


Figura 8 – Curva ROC obtida a partir da interpretação de todas as imagens digitalizadas, independente da sensibilidade do filme, no vídeo, com a possibilidade de alterar o brilho e o contraste da imagem e inverter a escala de cinza.

DISCUSSÃO

Os filmes utilizados neste estudo foram o *Ultra-speed*, considerado de sensibilidade D e de excelente qualidade de imagem; o *Insight*, considerado de sensibilidade E, se processado manualmente, e de sensibilidade F, se processado automaticamente, e que conserva a qualidade de imagem do *Ultra-speed*; e o *M2 Comfort*, de sensibilidade E, quando processado automaticamente com soluções compatíveis com esse método ou no processamento manual, com soluções novas (Hintze et al.⁶, 1996; Farman et al.⁵, 2000; Ludlow et al.¹¹, 2001). Neste trabalho, como o filme *Insight* foi processado manualmente e como o *M2 Comfort* foi processado manualmente com soluções novas, ambos foram considerados de sensibilidade E. Um filme mais sensível, ou seja, que requeira menor quantidade de radiação X e que ainda assim preserve uma adequada qualidade de imagem é o objetivo da radiologia atual. Este trabalho tentou avaliar a acurácia de imagens digitalizadas no diagnóstico de lesões periapicais artificiais, confeccionadas em mandíbulas humanas secas, a depender da sensibilidade do filme radiográfico original, comparando-a com a acurácia da própria radiografia convencional, analisada no negatoscópio.

Os procedimentos para o processamento com soluções químicas das radiografias, no presente estudo, foram determinados através da execução do teste-piloto previamente às tomadas radio-

gráficas definitivas. Subjetivamente foram escolhidos os tempos de 0,3s de exposição para o filme *Insight*, 0,7s, para o *Ultra-speed* e 0,4s para o *M2 Comfort*. Ludlow et al.¹¹ (2001) afirmaram que o filme *Insight* requer 44% da radiação necessária para sensibilizar o filme *Ultra-speed*. O presente trabalho encontrou valor semelhante para o filme *Insight*, que utilizou 43% do tempo empregado no filme *Ultra-speed*. No estudo de Hintze et al.⁶ (1996), o tempo de exposição empregado para o filme *Ultra-speed* foi, assim como no presente estudo, escolhido subjetivamente, de forma a apresentar densidade e contraste adequados para o diagnóstico de lesões de cárie. Para o filme *M2 Comfort*, foi seguida a orientação do fabricante: 80% daquele valor. Neste estudo, utilizou-se para o filme da *Agfa* apenas 57% do tempo de exposição usado para o filme *Ultra-speed*.

Avaliando-se os resultados, observa-se que as imagens oriundas do filme *Ultra-speed* tiveram o melhor desempenho. Porém as diferenças para os demais filmes, principalmente para o *M2 Comfort* não foram muitas, e que ainda, quando a interpretação foi realizada no vídeo, esses dois tipos de filmes se igualaram em acurácia, atingindo seu valor máximo (valor ROC = 1,00). Esse mesmo resultado foi alcançado com o filme *Insight* quando as ferramentas “alteração de brilho e contraste” e “inversão da escala de cinza”, no vídeo foram empregadas. Ressalta-se, porém, que no filme *Ultra-speed* foi empregado o maior tempo de ex-

posição aos raios X, seguido pelo *M2 Comfort* e pelo *Insight*, nesta ordem. Sugere-se então a utilização do filme *Insight* no diagnóstico de lesões periapicais, já que ele exige menores tempos de exposição e um adequado diagnóstico pode ser obtido, principalmente utilizando-se ferramentas digitais no vídeo.

Hintze et al.⁶ (1996) compararam a acurácia dos filmes *Ultra-speed*, *Ektaspeed*, *Ektaspeed Plus* e *M2 Comfort* na detecção de lesões de cárie. Porém, diferentemente dos resultados aqui encontrados, aqueles autores revelaram não haver diferença, estatisticamente significativa, entre os tipos de filme na detecção da lesão de cárie.

Moystad et al.¹⁵ (1994) afirmaram que imagens digitalizadas foram superiores à radiografia convencional no diagnóstico de lesões periapicais simuladas, quando estas foram exibidas em monitores de 5" ou 9", porém foram inferiores, quando exibidas em monitores de 17". No presente trabalho as imagens foram exibidas em monitores de 17", porém a superioridade das imagens digitalizadas, em relação à radiografia convencional foi ainda mantida. Atentando-se para a resolução espacial do vídeo nos dois trabalhos, observa-se que no estudo de Moystad et al.¹⁵ (1994) este valor foi de 700 linhas, o que é muito próximo da resolução utilizada neste estudo (tela *Super VGA*, na qual são exibidas 768 linhas horizontalmente). E então os dois trabalhos exibiram resultados opostos.

Da mesma forma, resultados contrários foram obtidos por Yokota et al.²¹ (1994). Estes autores afirmaram que na ausência de lesão periapical a radiografia convencional foi superior à imagem digital e que não havia diferença entre ambas quando a lesão periapical atingia a cortical óssea. No presente trabalho todas as lesões periapicais atingiram a cortical óssea, porque estudos apontam que apenas dessa forma a imagem radiográfica da lesão periapical poderá ser visualizada (Cohen², 1992; Melo et al.¹³, 2000; Schwartz¹⁸, 1992). Porém o desempenho das imagens digitalizadas foi sempre superior ao das radiografias convencionais, independente da sensibilidade do filme.

Concordando com o presente trabalho, pode-se citar o estudo de Tirrell et al.²⁰ (1996), no qual a imagem digital foi superior à radiografia convencional, quando a lesão periapical foi produzida com aplicação de uma substância ácida por 12 ou 24 h. Com um maior tempo de aplicação daquela substância não houve diferença entre as duas modalidades de imagem, possivelmente porque nesta situação a lesão não era mais incipiente. Isto

porque a imagem digital tem sido apontada como superior nos casos de lesões pequenas, que não são mostradas pela radiografia convencional.

Kullendorff et al.⁹ (1996) não encontraram diferença entre a radiografia convencional e a imagem digital na detecção de lesões periapicais, assim como Almeida et al.¹ (2001). Já o trabalho de Kullendorff et al.¹⁰ (1997) mostrou que a imagem digital foi inferior à radiografia convencional, como também mostrado por Wallace et al.²² (2001).

Quanto à utilidade de se aplicar ferramentas digitais para o diagnóstico de lesões periapicais, os trabalhos também são contraditórios. Para Yokota et al.²¹ (1994), quando ferramentas de pós-processamento foram aplicadas à imagem digital, sua acurácia na detecção de lesões periapicais aumentou. No trabalho de Kullendorf et al.⁸ (1996), não foi encontrada diferença estatística entre as imagens digitais com e sem pós-processamento, embora as primeiras tenham melhorado o diagnóstico de lesões periapicais em 18%. E para Kullendorff et al.¹⁰ (1997) o pós-processamento das imagens digitais não aumentou sua acurácia no diagnóstico de lesões periapicais. No presente estudo as ferramentas "alteração de brilho e contraste" e "inversão da escala de cinza" mostraram-se superiores à "ampliação da imagem". Para Meier et al.¹² (1996), a inversão da escala de cinza, no entanto, não foi útil.

Faz-se relevante observar que, neste estudo, as lesões periapicais foram produzidas artificialmente, com o uso de brocas. Trabalhos semelhantes já foram publicados (Almeida et al.¹, 2001; Damante et al.³, 1988; Kullendorff et al.⁸, 1996; Kullendorff et al.⁹, 1996; Melo et al.¹³, 2000; Moystad et al.¹⁵, 1994; Yokota et al.²¹, 1994). Porém, lesões ósseas desta natureza são mais facilmente detectadas no exame radiográfico, porque existe uma óbvia demarcação dos limites da lesão, que facilita sua detecção (Moystad et al.¹⁵, 1994). Segundo Meier et al.¹² (1996), defeitos quimicamente produzidos aproximam-se mais da realidade, pois apresentam limites mal definidos. Para Tirrell et al.²⁰ (1996), *in vivo*, as lesões periapicais são o resultado de uma série complexa de eventos imunológicos e inflamatórios que determinam lesões de limites imprecisos.

A partir desses resultados, pode-se sugerir o uso do filme *Insight* e a utilização de recursos digitais no vídeo, para a interpretação radiográfica de lesões periapicais. Isto deve-se ao fato de este filme necessitar de uma menor dose de exposição do paciente à radiação X e possuir desempenho no mínimo equivalente ao *Ultra-speed* e ao *M2*

Comfort, na pesquisa de lesões periapicais artificialmente produzidas.

CONCLUSÕES

- A interpretação das imagens digitalizadas no vídeo foi superior à interpretação das radiografias convencionais no negatoscópio, na pesquisa de lesões periapicais simuladas.
- As ferramentas digitais “alteração de brilho e contraste” e “inversão da escala de cinza” foram melhores que a “ampliação da imagem”.
- As imagens oriundas do filme *Ultra-speed* foram superiores em acurácia, seguidas de perto pelas imagens obtidas do filme *M2 Comfort*.
- As imagens do filme *Insight* foram as de pior desempenho, porém sua acurácia foi igualada a dos outros filmes, quando vários recursos para alteração da aparência da imagem foram aplicados no vídeo.
- O filme *Insight* requereu apenas 43% da radiação necessária para sensibilizar o filme *Ultra-speed* e 75% daquela utilizada para o filme *M2 Comfort*.

AGRADECIMENTOS

A UFBA/FAPESB, pela verba PRODOC, que permitiu a aquisição dos equipamentos de digitalização de imagens radiográficas utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Almeida SM, Oliveira AEF, Paganini GA, Haiter Neto F, Bóscolo FN. Avaliação de três métodos radiográficos (periapical convencional, periapical digital e panorâmico) no diagnóstico de lesões apicais produzidas artificialmente. *Pesqui Odontol Bras*. 2001; 15(1):56-63.
2. Cohen S. Métodos de diagnóstico. In: Cohen S, Burns RC. *Caminhos da polpa*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1992. p.2-25.
3. Damante JH, Carvalho PV. Contribuição à interpretação radiográfica de lesões ósseas produzidas experimentalmente em mandíbulas humanas secas (parte I). *Rev Odont USP*. 1988;2(3):131-8.
4. Dubrul L. *Anatomia Oral de Sicher e Dubrul*. 8ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 1991. p.151-77.
5. Farman TT, Farman AG. Evaluation of a new F speed dental X-ray film. The effect of processing solutions and a comparison with D and E speed filmes. *Dentomaxillofac Radiol*. 2000;29:41-5.
6. Hintze H, Christoffersen L, Wenzel A. In vitro comparison of Kodak Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus, and Agfa M2Comfort dental X-ray films for the detection of caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996;81(2):240-4.
7. Kaffe I, Gratt BM. Variations in the radiographic interpretation of the periapical dental region. *J Endod*. 1988;14(7):330-5.
8. Kullendorff B, Nilsson M. Diagnostic accuracy of direct digital radiography for the detection of periapical bone lesions. II: effects on diagnostic accuracy after application of image processing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996;82(5):585-9.
9. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. Overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996;82(3):344-50.
10. Kullendorff B, Petersson K, Rohlin M. Direct digital radiography for the detection of periapical bone lesions: a clinical study. *Endod Dent Traumatol*. 1997;13(4):183-9.
11. Ludlow JB, Platin E, Mol A. Characteristics of Kodak Insight, an F-speed intraoral film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001; 91(1):120-9.
12. Meier AW, Brown CE, Miles DA, Analoui M. Interpretation of chemically created periapical lesions using direct digital imaging. *J Endod*. 1996;22(10): 516-20.
13. Melo PLG, Zacharias DA, Gonçalves EAN. Evidenciação radiográfica de lesões ósseas produzidas artificialmente em mandíbulas humanas secas. *Rev APCD*. 2000;54(4):305-9.
14. Mol A, van der Stelt PF. Application of computer-aided image interpretation to the diagnosis of periapical bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol*. 1992;21(4):190-4.
15. Moystad A, Svanaes DB, Larheim TA, Gröndahl HG. The effect of cathode ray tube display format on observer performance in dental digitized radiography: comparison with plain films. *Dentomaxillofac Radiol*. 1994;23(4):206-10.
16. Nelvig P, Wing K, Welander U. Sens-A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1992;74(6):818-23.
17. Sarmiento VA, Pretto SM, Costa NP. Entendendo a imagem digitalizada. *Rev Odonto Ciência*. 1999; 14(27):171-8.
18. Schwartz SF. Preparo para o tratamento. In: Cohen S, Burns RC. *Caminhos da polpa*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1992. p.46-62.
19. Souza PHC. Análise óptica da densidade óssea retromolar mandibular por meio de imagens digitalizadas, utilizando simuladores de tecidos moles. Porto Alegre, 1998. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul].
20. Tirrell BC, Miles DA, Brown CE, Legan JJ. Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. *J Endod*. 1996;22(2):74-8.
21. Yokota ET, Miles DA, Newton CW, Brown CE. Interpretation of periapical lesions using Radio-VisioGraphy. *J Endod*. 1994;20(10):490-4.
22. Wallace JA, Nair MK, Abomr D, Colaco MF, Kapa SF. A comparative evaluation of the diagnostic efficacy of film and digital sensors for detection of simulated periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001;92(1):93-7.

Recebido para publicação em: 28/01/2005; aceito em: 25/04/2005.

Endereço para correspondência:

VIVIANE ALMEIDA SARMENTO
Rua Macaúbas, 556 – Rio Vermelho
CEP 41940-250, Salvador, BA, Brasil
E-mail: viviane.sarmiento@terra.com.br