

# INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO X E DO TAMANHO DE CAPTURA DA RADIOGRAFIA NA AMPLITUDE DINÂMICA DE IMAGENS DIGITALIZADAS

Viviane Almeida SARMENTO\*  
Cristina Bacellar de PINHO\*\*  
Cristiane Castro RIVAS\*\*

- **RESUMO:** Radiografias digitalizadas com uma maior amplitude dinâmica parecem ser preferíveis para interpretação. Este estudo teve por objetivo testar variáveis físicas do processo de digitalização de radiografias, para que imagens com melhor qualidade possam ser obtidas. Avaliando dois diferentes tempos de exposição na aquisição de radiografias convencionais e diferentes tamanhos de captura dessas radiografias por um scanner, pôde-se concluir que um tempo de exposição mais alto e uma maior ampliação produziram imagens digitalizadas de maior amplitude dinâmica.
- **PALAVRAS-CHAVE:** Intensificação de imagem radiográfica; imagem digital; tempo de exposição.

## Introdução

Desde 1987, quando o primeiro sistema para digitalização de imagens radiográficas intrabuciais foi lançado no mercado, inúmeros trabalhos têm sido realizados e publicados com o objetivo de avaliar o de-

---

\* Departamento de Diagnóstico e Terapêutica – Faculdade de Odontologia – Universidade Federal da Bahia – UFBA – 40110-150 – Salvador – BA – Especialista em Radiologia (FOUFBA); Mestre em Clínica Odontológica (FOUFBA); Doutora em Estomatologia Clínica (FOPUC-RS).

\*\* Bolsistas do Programa Especial de Treinamento (PET) – Faculdade de Odontologia – Universidade Federal da Bahia – UFBA – 40110-150 – Salvador – BA.

sempenho desses sistemas. As principais variáveis físicas das imagens digitalizadas que podem influenciar a sua qualidade são: resolução espacial (número de pixels por unidade de área), amplitude dinâmica (extensão da escala de cinza da imagem) e presença de ruído (flutuação indesejável na intensidade dos pixels<sup>9</sup>).

Sabe-se que a amplitude dinâmica de radiografias convencionais é maior do que a de imagens digitalizadas,<sup>2, 4, 11</sup> já que, em monitores de oito bits, estas podem exibir no máximo 256 tons de cinza,<sup>2, 5, 11</sup> enquanto as radiografias convencionais podem exibir mais de mil tons de cinza.<sup>10</sup> Quanto à capacidade do olho humano para distinguir diferentes tons de cinza, estima-se que esse patamar seja inferior à escala máxima de tons de cinza que imagens digitalizadas podem exibir e, portanto, uma grande amplitude dinâmica não seria essencial. Vários trabalhos que analisam a acurácia de diagnóstico em imagens digitalizadas não apontam diferenças entre estas e as radiografias convencionais na detecção subjetiva de lesões, porém, se o objetivo fosse a determinação do tom de cinza por meio de parâmetros quantitativos, parece que, quanto maior a escala de cinza, maior seria a sensibilidade desses sistemas em mostrar pequenas diferenças de densidade dos tecidos radiografados.<sup>7,8</sup> Por essa razão, tornava-se necessário determinar quais fatores físicos poderiam alongar a escala de cinza de imagens digitalizadas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a amplitude dinâmica de radiografias digitalizadas, dependendo do tempo de exposição utilizado na obtenção da radiografia e do tamanho de captura dessa imagem pelo scanner.

## Material e método

Foram escolhidos, por seleção aleatória simples, vinte ratos da linhagem Wistar, do gênero feminino e com 2 meses de vida (175 a 190 g de massa corporal), cujas mandíbulas foram dissecadas e radiografadas, após sacrifício do animal.

### A obtenção das radiografias convencionais

- As hemimandíbulas direita e esquerda, de cada rato, foram radiografadas em um único filme periapical, tamanho 2 (3 x 4 cm), de velocidade D (Ultra-speed – Eastman Kodak Company, New York, USA),

todos do mesmo lote de fabricação, de forma que suas faces linguais ficassem em contato com a superfície ativa do filme.

- A distância focal empregada foi de 30 cm, o cabeçote do aparelho de raios X (Spectro 70X, Dabi Atlante S.A. Indústrias Médico Odontológicas, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil – 70 kVp e 8 mA) incidiu perpendicularmente sobre as peças cirúrgicas e os tempos de exposição, escolhidos no teste-piloto, foram de 0,5 ou 0,7 s.
- Os filmes foram processados automaticamente (9000 – DENT-X – Elmsford, New York, USA).

### Preparação das imagens

As radiografias obtidas com 0,5 ou 0,7 s foram capturadas por um scanner a laser com leitor de transparência (ScanJet 6100C/T – Hewlett Packard Company, Greeley, Colorado, USA) e as imagens foram digitalizadas com uma resolução espacial de 75 dpi (pixel de 340  $\mu\text{m}$ ), oito bits, no modo escala de cinza, salvas no formato BMP, com tamanho original (100% do seu tamanho – 1x) ou ampliadas duas (2x) ou quatro vezes (4x) e arquivadas em disquetes 3½". Cada primeira imagem teve seu brilho e contraste ajustados automaticamente pelo programa de captura, e esses valores foram mantidos para as demais, durante sua digitalização. Por causa de problemas operacionais, dez radiografias obtidas com 0,7 s de exposição e salvas em seu tamanho original não puderam ser acessadas para a análise.

### Análise das imagens

As imagens foram exibidas num monitor de 15" com tela Super VGA (matriz de 1024 x 768 pixels). Os tons mais claros e mais escuros do histograma de cada imagem foram mensurados pelo programa Photoshop 5.5 (Adobe Systems Incorporated, Mountain View, California, USA) e anotados por dois examinadores, graduandos em Odontologia, que trabalharam em conjunto. A amplitude dinâmica foi calculada pela diferença entre os dois valores obtidos. Todas as imagens foram analisadas três vezes, com um intervalo mínimo de uma semana entre as avaliações, e então se obteve a média aritmética dos valores encontra-

dos. Esses dados foram comparados em relação às variáveis tempo de exposição e tamanho de captura da imagem (tamanho original – 100% do seu tamanho – ou ampliada duas ou quatro vezes). Durante a anotação dos valores do histograma das imagens, estas foram exibidas em 100% do seu tamanho de captura, e os examinadores não puderam realizar qualquer alteração na sua aparência.

### Análise de dados

Foram empregados os testes estatísticos não-paramétricos de Friedman e o de Wilcoxon, para uma probabilidade de erro de 5%.

### Resultado e discussão

A Figura 1 mostra a amplitude dinâmica das imagens digitalizadas, dependendo do tempo de exposição empregado na obtenção da radiografia e do tamanho de captura da imagem.

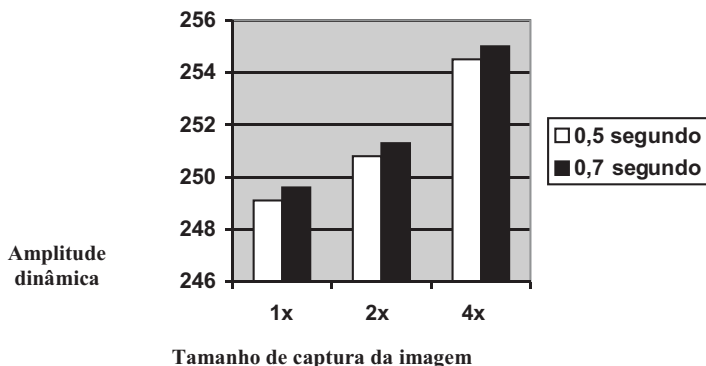


FIGURA 1 – Média do número de tons de cinza exibidos em cada imagem (digitalizadas com 75 dpi), dependendo do tempo de exposição utilizado na radiografia original e do tamanho de captura da imagem.

Independentemente do tempo de exposição empregado, esses resultados revelam que, quando imagens digitalizadas possuem uma mesma resolução espacial, quanto maior o tamanho de captura da imagem, maior é a sua amplitude dinâmica ( $p = 0,000$ ). Sabe-se que ampliar imagens digitalizadas significa criar novos pixels nas imagens. Provavelmente, o método de captura empregado pelo equipamento de digitalização utilizou interpolações para criar os novos pixels. Interpolares significa calcular ou estimar valores intermediários com base em valores conhecidos.<sup>1</sup> Não se sabe, porém, qual método de interpolação o programa do scanner utilizou para criar esses novos pixels. Diante dos resultados que ora se apresentam, parece correto afirmar que nesse scanner, quando se ampliam imagens, os novos pixels criados parecem situar-se nas extremidades do histograma, aumentando a escala de cinza das imagens.

Comparando a amplitude dinâmica das imagens em relação ao tempo de exposição (0,5 ou 0,7 s), nota-se que um maior tempo de exposição determinou uma maior amplitude dinâmica da imagem. Essas diferenças, no entanto, não foram estatisticamente significantes para as imagens capturadas com seu tamanho original (1x) ( $p = 0,670$ ), nem para aquelas ampliadas duas vezes ( $p = 0,307$ ). Nas imagens ampliadas quatro vezes, as diferenças foram estatisticamente significativas ( $p = 0,023$ ).

Os tempos de exposição de 0,5 ou 0,7 s foram escolhidos no teste-piloto, quando as peças cirúrgicas foram radiografadas com tempos de exposição variando de 0,3 a 0,8 s. Aquelas radiografias obtidas com 0,5 e 0,7 s foram subjetivamente mais agradáveis para o examinador, e então esses tempos de exposições foram selecionados para o estudo. Depois de digitalizadas, as imagens obtidas com 0,7 s demonstraram possuir uma amplitude dinâmica superior à das imagens obtidas com 0,5 s. A maior amplitude dinâmica das imagens de 0,7 s aconteceu porque na maioria delas o valor mínimo de cinza foi zero (valor do tom mais escuro de cinza, ou seja, o preto), e, se a radiografia for, exposta a um maior tempo de exposição, tende a ser mais escura e, conseqüentemente, exibir mais pixels com valor zero. É preciso, no entanto, estudar a linearidade dessa relação (maior tempo de exposição–maior amplitude dinâmica), uma vez que deve existir um limite superior a partir do qual um tempo de exposição muito elevado tenderá a reduzir a qualidade da imagem.

No presente estudo, pôde-se observar que, à medida que maiores tempos de exposições foram empregados, assim como quando as imagens foram capturadas com maiores ampliações, mais os histogramas

dessas imagens tenderam a mostrar valores mais próximos às extremidades da escala de cinza, o que aumentou a amplitude dinâmica dessas imagens. Pode-se destacar ainda que as imagens obtidas com 0,7 s e capturadas com ampliação de quatro vezes exibiram a amplitude máxima da escala de cinza.

Quando uma imagem radiográfica é digitalizada, dependendo do tipo de scanner utilizado, no momento da captura deve-se escolher o nível de brilho e contraste, a resolução espacial e o tamanho de captura dessa imagem. Quando se opta por uma melhor resolução espacial, a imagem aumenta de tamanho ao ser exibida, em razão do grande número de informações. Para uma melhor compreensão e desprezando-se os efeitos da resolução do monitor, pode-se assim exemplificar: uma radiografia periapical de 3 x 4 cm, quando capturada com uma resolução espacial de 75 dpi (75 pontos ou pixels em cada 2,54 cm da imagem – 1 polegada = 2,54 cm), será formada por cerca de 10.500 pixels. Se ampliada para o dobro de seu tamanho original, mantendo-se a mesma resolução, o número de pixels quadruplicará para 42.000. A quadruplicação se deve ao fato de a imagem possuir largura e altura, sendo o seu tamanho representado pela área total que a imagem ocupa.

Porém, o tamanho da imagem exibida não depende apenas da quantidade de pixels, mas também do tamanho e da resolução do monitor no qual ela será exibida. Assim, menores resoluções do monitor (menos pixels por área) determinam pontos maiores e aumentam o tamanho de uma imagem quando exibida. Um monitor de melhor resolução espacial diminui o tamanho de exibição de uma imagem.

Um monitor com uma configuração de 1.024 x 768 pixels (Super VGA), considerado de alta resolução, tem uma área de quase 790.000 pontos. Uma imagem com número de pixels superior a esse valor, se exibida em 100% do seu tamanho, será vista parcialmente, devendo-se correr com as barras de rolagem vertical e horizontal do computador para apreciá-la em toda sua extensão. Em contrapartida, monitores com ultra-alta resolução (1.280 x 1.024 pixels) mostram um maior número de pixels (1.300.000). O tamanho de cada pixel no monitor depende das dimensões deste e da sua resolução. Um monitor de 15", cuja área ativa mede aproximadamente 28 x 21 cm (588 cm<sup>2</sup>), terá pixels de 0,28 x 0,28 mm (280 µm), se tiver uma tela Super VGA. Com uma tela de ultra-alta resolução, o mesmo monitor de 15" terá pixels menores e, conseqüentemente, uma imagem com maior detalhe.

Em relação à escolha da melhor ampliação para digitalização, cabe o bom senso do profissional. No caso de radiografias periapicais, origi-

nalmente pequenas, é interessante capturá-la com uma certa ampliação, já que sua pequena dimensão poderia prejudicar a interpretação. Além disso, aumentada, a amplitude dinâmica da imagem poderá ser alongada. Pode-se, no entanto, capturar a radiografia com seu tamanho original e ampliá-la subseqüentemente no programa de análise, caso ele possua essa ferramenta. Vale a pena ressaltar que a ampliação, realizada no scanner no momento da digitalização ou pelo programa de análise, poderá alterar os valores de cinza da imagem, caso métodos de interpolação sejam aplicados. Isso vai depender do equipamento disponível. Infelizmente, quando modificações na escala de cinza ocorrem, o operador desconhece o método matemático empregado pelo programa. Quando os sistemas digitais odontológicos permitem a importação de imagens digitalizadas, geralmente conservam os valores originais dos pixels das imagens, mesmo que o operador modifique seu brilho ou contraste ou altere seu tamanho. Isso é interessante quando o objetivo é avaliar mudanças nos tons de cinza decorrentes de mudanças arquiteturas nos tecidos radiografados, e as ferramentas do programa podem ser usadas indiscriminadamente, já que não alterarão os valores originais do histograma.

As radiografias que originalmente são grandes (oclusais ou extrabucais) podem ser capturadas em seu tamanho original, se o problema não for espaço para armazenamento e se o sistema de captura puder empregar uma boa resolução espacial. Se, no entanto, o modelo quadrilátero dos pixels puder ser distinguido, para uma boa interpretação, será necessário reduzir a imagem, o que determinará a eliminação de pixels, ou o observador deverá afastar-se da tela, de modo que o poder de resolução do seu olho se torne menor que o do monitor. Isso é recomendado porque, ao distinguir o formato dos pixels, o examinador perde o modelo anatômico de referência, comprometendo a interpretação da imagem.<sup>3</sup>

Com a finalidade de mensurar diferenças quantitativas nos tons de cinza em imagens digitalizadas, recomenda-se que a imagem seja digitalizada com a maior ampliação que equilibre tamanho da imagem e espaço para seu armazenamento. Isso porque se sabe que maiores arquivos contêm uma maior quantidade de informações, embora requeiram maior espaço para armazenamento.<sup>6</sup> Deve-se ainda testar qual o tempo de exposição que determinará uma maior amplitude dinâmica para cada caso e optar por esse tempo. É importante também padronizar o brilho e contraste durante todas as capturas nos scanners, para que as diferenças encontradas nos histogramas representem oscilações nas estruturas radiografadas e não nas características da captura.

Neste estudo, a influência da amplitude dinâmica na interpretação das imagens não foi analisada porque, em relação à interpretação, existem fatores psicológicos e físicos difíceis de ser mensurados.<sup>12</sup> Se, no entanto, o objetivo for uma análise quantitativa, uma escala de cinza mais larga aumentará as diferenças numéricas entre áreas de distintas densidades, facilitando a diferenciação de regiões com tons de cinza visualmente indistinguíveis.<sup>7, 8</sup> Porém, é difícil prever o quanto pequenas diferenças em tamanho de escala podem repercutir na acurácia do diagnóstico.

## Conclusão

Os resultados deste estudo permitem-nos ressaltar que:

- Um maior tempo de exposição empregado na radiografia, que foi subsequentemente digitalizada, aumentou a amplitude dinâmica da imagem, embora deva existir um limiar superior que determine a deterioração da qualidade da imagem.
- Conservando-se a mesma resolução espacial, um maior tamanho de captura da imagem determinou uma maior amplitude dinâmica, utilizando-se o presente equipamento de digitalização.

## Agradecimentos

À FOPUCRS, na pessoa da Profa. Dra. Nilza Pereira da Costa, por disponibilizar a utilização de vários equipamentos necessários à realização deste trabalho. E ao Prof. Jean Loup Coudert, por permitir o acesso e uso dos equipamentos no Laboratoire d'Image, Signal et Acoustique (LISA) de l'École Supérieure de Chimie, Physique et Electronique (CPE) de l'Université Claude-Bernard (UCB), Lyon, France (Laboratório de Imagem, Sinal e Acústica da Escola Superior de Química, Física e Eletrônica da Universidade Claude-Bernard, Lyon, França).



SARMENTO, V. A., PINHO, C. B. de, RIVAS, C. C. Evaluation of radiographic exposure time and file size during the digitalization on dynamic range of digitalized images. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.31, n.1, p.61-70, jan./jun. 2002.

- **ABSTRACT:** Digitalized images which have a largest dynamic range seem to be preferable for interpretation. The aim of this study was to test variables involved in the process of radiographic digitalization, which produce good quality images. Two different exposure time and different file size during the digitalization by a scanner were evaluated. It was concluded that the biggest exposure time and file size resulted in digitalized images with the largest dynamic range.
- **KEYWORDS:** Radiographic image enhancement; digital image; exposure time.

## Referências bibliográficas

- 1 FULTON, W. A few scanning tips [online]. Disponível em: <<http://www.scan-tips.com>>. Acesso em: 20 maio 2001.
- 2 KHADEMI, J. A. Digital images & sound. *J. Dent. Educ. (Washington)*, v.60, n.1, p.41-6, Jan. 1996.
- 3 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. (St. Louis)*, v.82, n.5, p.585-9, Nov. 1996.
- 4 OHKI, M., OKANO, T., NAKAMURA, T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofac. Radiol. (Basingstoke)*, v.23, n.2, p.77-82, May 1994.
- 5 ROBERTS, D. P., SMITH, N. L. *Radiographic imaging: a practical approach*. 2.ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1994. 252p.
- 6 SANDERINK, G. C. H. Imaging: new versus traditional technological aids. *Int. Dent. J. (Guildford)*, v.43, n.4, p.335-42, Aug. 1993.
- 7 SARMENTO, V. A. Diagnóstico radiográfico de alterações periapicais de origem endodôntica através da determinação do nível de cinza em imagens digitalizadas – estudo experimental em ratos. Porto Alegre, 2000. 284p. Tese (Doutorado em Estomatologia Clínica) – Faculdade de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

- 8 SARMENTO, V. A., PRETTO, S. M., COSTA, N. P. Entendendo a imagem digitalizada. *Rev. Odonto Ciência (Porto Alegre)*, v.14, n.27, p.171-8, jun. 1999.
- 9 SHROUT, M. K. et al. 35-mm film scanner as an intraoral dental radiograph digitizer. I: a quantitative evaluation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. (St. Louis)*, v.76, n.4, p.502-9, Oct. 1993.
- 10 VANDRE, R. H., WEBBER, R. L. Future trends in dental radiology. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. (St. Louis)*, v.80, n.4, p.471-8, Oct. 1995.
- 11 VERSTEEG, C. H., SANDERINK, G. C. H., Van der STELT, P. F. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J. Dent. (Guildford)*, v.25, n.3-4, p.215-24, May-July 1997.
- 12 WELANDER, U. et al. Basic technical properties of a system for direct acquisition of digital intraoral radiographs. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. (St. Louis)*, v.75, n.4, p.506-16, Apr. 1993.