

Efeitos da Compressão JPEG na Subtração Radiográfica Digital Quantitativa de Perda Óssea Alveolar Simulada

Effects of JPEG Compression in Quantitative Digital Radiographic Subtraction of Simulated Bone Loss

Carlos Eduardo Winck Mahl*
Aderson Gegler*
Camila Porto Alegre Braga**
Liana Xavier Machado**
Vania Fontanella***

RESUMO

Para avaliar os efeitos dos diferentes níveis de compressão JPEG na subtração radiográfica digital quantitativa, 12 radiografias periapicais da região de molares inferiores foram digitalizadas em 300 dpi e 8 bits, digitalmente duplicadas e salvas no formato JPEG nível 12, como conjuntos A e B. Nas imagens do conjunto B foram demarcadas áreas, no interior das quais foi simulada perda óssea (1%, 3% e 5%). Todas as imagens foram reproduzidas digitalmente e salvas com compressões JPEG 10, 8, 6 e 4. Para cada compressão testada foi realizada a subtração de imagem e determinada a densidade média e o desvio padrão dos tons de cinza. A subtração radiográfica digital quantitativa, realizada pelo programa Image Tool, não foi afetada pela compressão JPEG nível 10. Os níveis 8 e 6, apesar de permitirem a detecção na alteração da densidade, tendem a resultar em imagens que superestimam a perda óssea.

PALAVRAS-CHAVE

Radiografia dentária – Intensificação de imagem radiográfica – Perda óssea alveolar

INTRODUÇÃO

A radiografia digital tem atualmente seu espaço estabelecido no cenário Odontológico, através da telemedicina, livros e revistas eletrônicas, bem como *websites* de auto-aprendizado (ARIJI et al, 1996), entretanto alguns fatores podem dificultar ou mesmo inviabilizar sua utilização (PABLA et al, 2003).

A imagem digital resulta em um tamanho de arquivo que depende da matriz de *pixels* (WENZEL et al, 1995). Arquivos grandes podem determinar que o espaço livre no disco rígido de um microcomputador seja rapidamente preenchido, aumentar consideravelmente o tempo de trabalho na manipulação das imagens, levar à interrupção sistemática no funcionamento dos programas, bem como dificultar o seu envio *online* (JANHOM et al, 1999).

A compressão de imagens pode contribuir na solução destes problemas, reduzindo o tamanho de arquivo para armazenamento. Yuasa et al (1999) afirmam que as imagens de radiografias periapicais digitalizadas com uma resolução de 400 dpi, salvas no formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) e comprimidas para no nível 6 usando o programa Adobe Photoshop v.4.0, apresentam um tamanho médio de 30 kb ou menos, proporcionando uma rápida e efetiva transmissão *online*.

As técnicas de compressão podem ser classificadas em “sem perda” e “com perda” (JANHOM et al, 1999). A primeira preserva todas as informações em cada pixel da imagem original, com uma limitada redução no tamanho do arquivo, normalmente de 1:2 (FIDLER et al, 2002 b), enquanto que a segunda determina maior diminuição no tamanho do arquivo (1:10 ou mais), mas acarreta na perda de uma certa quantidade de informações, quando comparada à imagem original. Devido ao fato do tamanho do arquivo no formato JPEG ser menor do que os originalmente trabalhados no formato TIFF (*Tagged Image File Format*), estudos têm sido realizados para determinar a influência da compressão no desempenho diagnóstico das imagens resultantes.

Wenzel et al (1996) concluíram que a compressão JPEG com uma taxa de 1:12 não prejudica o diagnóstico de lesões de cárie, em uma amostra de 116 radiografias de molares e pré-molares extraídos. Janhom et al (1999) testaram a compressão JPEG, no sistema Digora, para o diagnóstico de cáries em radiografias interproximais. Concluíram que a compressão média pode ser utilizada sem prejuízo à acurácia do diagnóstico. Posteriormente testaram uma alta taxa de compressão JPEG (1:21), no diagnóstico de cárie. Concluíram que a mesma é suficiente para a análise das imagens, não afetando a decisão de restaurar uma lesão.

Contudo não se mostrou eficiente para a detecção de lesões incipientes (JANHOM et al, 2000).

Fidler et al (2002 a) avaliaram o impacto da compressão JPEG na estimativa de ganho ósseo alveolar simulado e concluíram que com uma taxa de até 1:7 pode-se detectar e quantificar áreas alteradas em 4 mg de conteúdo mineral.

Dessa forma, o presente estudo avalia os efeitos dos diferentes níveis de compressão JPEG do programa Adobe Photoshop v. 6.0 na subtração radiográfica digital quantitativa (SRDQ) em casos perda óssea alveolar simulada na região posterior da mandíbula, utilizando o programa Image Tool®.

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra do estudo foi constituída de 12 radiografias periapicais da região de molares inferiores, que apresentavam padrão de trabeculado ósseo dentro dos limites de normalidade, contraste e densidade adequados, selecionadas de um banco de radiografias. As imagens foram capturadas para um microcomputador através de um scanner de mesa Epson Perfection 2450 com leitor de transparências (Epson - EUA), tendo uma máscara acrílica padronizando a posição de captura e limitando a incidência de luz aos limites das radiografias. Estas foram

- 1 – Alunos do Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Clínica Odontológica/Radiologia – FO/UFRGS
2 – Alunas de graduação FO/UFRGS – Bolsistas PIBIC
3 – Professora Orientadora

adquiridas individualmente, com ajuste automático de brilho e contraste, na resolução de 300 dpi e modo 8 bits.

As imagens foram então digitalmente duplicadas, no programa Adobe Photoshop versão 6.0 (Mountain View, Califórnia – EUA), e salvas no formato JPEG com compressão mínima e qualidade máxima (nível 12), como conjuntos A e B.

Nas imagens do conjunto B, sobre o tecido ósseo alveolar do septo interdentário, foram demarcadas quatro áreas medindo 45 x 45 pixels, numeradas como 0, 1, 3 e 5. No interior das áreas 1, 3 e 5, com a ferramenta pincel sombra projetada, cor preta e modo normal do programa Adobe Photoshop versão 6.0 (Mountain View, Califórnia – EUA), foi desenhada uma área com opacidade de 1%, 3% e 5%, respectivamente, para simular perda óssea, com conseqüente perda de densidade. As imagens de ambos os conjuntos foram então duplicadas digitalmente cinco vezes e salvas, cada uma, com compressões 12, 10, 8, 6 e 4.

A SRDQ foi realizada no programa Image Tool® (UTHSCSA - EUA), pelo mesmo operador, subtraindo-se sempre as imagens do grupo A (sem perda óssea simulada) com as do grupo B (com perda óssea simulada), dentro de cada uma das compressões testadas (figura 1).

Em cada imagem resultante de subtração, foi selecionada uma área de 8X8 pixels dentro de cada uma das quatro áreas previamente demarcadas, onde se determinou a densidade média, bem como o desvio padrão dos tons de cinza.

RESULTADOS

A Análise de Variância, utilizando o delineamento em blocos casualizados, complementada pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%, demonstrou não haver interação significativa entre os níveis de compressão e o grau de perda detectada na subtração. Todos os níveis de perda diferiram entre si, quanto à densidade média, de acordo com a tabela 1.

Para que uma alteração na densidade óptica na área de interesse represente diferença considerada significativa na subtração, a mesma deve variar pelo menos dois desvios padrão obtidos de uma área controle na mesma imagem (RUTTIMANN; WEBBER; SCHMIDT, 1986). Assim, para cada grau de compressão, calculou-se o valor crítico, que representa esta perda de densidade significativa, tendo como base o desvio padrão da área inalterada (área 0). Na tabela 2 observa-se que,

em todos os níveis de compressão, perdas ósseas simuladas na ordem de 3% e 5% são consideradas significativas. Entretanto, para 1% de grau de perda, nos níveis de compressão 4, 10 e 12 esta não foi significativa.

Na tabela 3 são apresentados os tamanhos médios dos arquivos das imagens onde foi simulada a perda óssea (conjunto B) e a taxa de compressão das mesmas. Observa-se que na compressão 10 o tamanho do arquivo diminuiu em 52,8%. Entretanto para os outros graus de compressão, o tamanho do arquivo não foi reduzido na mesma proporção.

DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento da radiologia digital e aumento da necessidade de armazenamento de dados, torna-se necessária a compressão eficiente de arquivos de imagens. Entretanto, suas limitações devem ser estabelecidas, pois o modo de compressão com perda pode alterar o resultado de avaliações, principalmente quando se utiliza a subtração radiográfica.

O presente estudo avaliou pequenas perdas ósseas simuladas através da SRDQ em imagens JPEG com diferentes graus de compressão, visto que o formato TIFF determina um tamanho de arquivo muito grande, o qual pode causar interrupção sistemática dos programas, dificultando sua operação (PABLA et al, 2003).

Observou-se que todas as perdas simuladas foram detectadas pelo programa, em todos os níveis de compressão, pois apresentaram médias significativamente diferentes. Contudo apenas aquelas de 3% e 5% atingiram os limites de dois desvios-padrão preconizados como referência por Ruttimann, Webber e Schmidt (1986). Entretanto, nos níveis de compressão 6 e 8, também as perdas simuladas de 1% foram significativas, indicando que níveis mais altos de compressão JPEG podem determinar que a perda óssea seja superestimada.

Fidler et al (2002 b) afirmam que com altas taxas de compressão (1:7) a imagem apresenta distorções que impedem a realização da SRDQ, até mesmo pela dificuldade de localização dos limites das áreas de interesse. Esta pode ter sido a razão pela qual a os resultados do nível de compressão 4 (1:5,7) não tenham seguido o padrão dos níveis 6 e 8.

Observa-se que nos níveis de compressão 10, 8 e 6, os quais não interferiram na detecção de perda óssea, houve redução de aproximadamente 50, 70 e 75% no tamanho dos arquivos, quan-

do comparados às imagens originais (nível 12).

CONCLUSÃO:

A subtração radiográfica digital quantitativa do programa Image Tool não é afetada pela compressão JPEG nível 10. Os níveis 8 e 6, apesar de permitirem a detecção na alteração da densidade, tendem a resultar em imagens que superestimam a perda óssea.

SUMMARY

In order to evaluate the effect of JPEG compression in quantitative digital radiographic subtraction, 12 periapical x-rays of the lower molar region were digitized at 300 dpi and 8 bits, duplicated and saved as two subsets of images labelled 'A' and 'B' using the JPEG level 12 format. Areas simulating bone loss (1%, 3% and 5%) were digitally demarcated in the 'B' subset of images. All the images were reproduced digitally and saved using JPEG 10, 8, 6 and 4 compressions. For each compression tested, image subtraction was performed and the mean density and standard deviation of the gray levels was measured. The quantitative digital radiographic subtraction, using the Image Tool software application, was not affected by compression JPEG level 10. Although levels 8 and 6 allow the detection of changes in density, they tend to result in overestimation of the bone loss.

KEYWORDS

Radiography, dental – Radiographic image enhancement – Alveolar bone loss

REFERÊNCIAS

- ARIJI, E. et al. Oral and Maxillofacial Radiology Teaching File on the World Wide Web. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, St. Louis, v. 81, no. 4, p. 498-502, Apr. 1996.
- FIDLER, A. et al. Impact of JPEG Lossy Image Compression on Quantitative Digital Subtraction Radiography. *Dentomaxillofac. Radiol.*, Houndsfills, v. 31, no. 2, p. 106-112, Mar. 2002 a.
- FIDLER, A. et al. Comparative Evaluation of JPEG and JPEG2000 Compression in Quantitative Digital Subtraction Radiography. *Dentomaxillofac. Radiol.*, Houndsfills, v. 31, no. 4, p. 379-384, Sep. 2002 B.
- JANHOM, A. et al. Effect of Noise on the Compressibility and Diagnostic Accuracy for Caries Detection of Digital Bitewing Radiographs. *Dentomaxillofac. Radiol.*, Houndsfills, v. 28, no. 1, p. 6-12, Jan. 1999.

JANHOM, A. et al. Interaction Between Noise and File Compression and its Effect on the Recognition of Caries in Digital Imaging. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 29, no. 1, p. 20-27, Jan. 2000.

PABLA, T et al. Effect of Data Compression on Proximal Caries Detection: Observer Performance with DenOptix® Photostimulable Phosphor Images. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 32, no. 1, p. 45-49, Jan. 2003.

RUTTIMANN, U.E; WEBBER, R.L; SCHMIDT, E. A Robust Digital Method for Film Contrast Correction in Subtraction Radiography. **J. Periodontal Res.**, Copenhagen, v. 21, p. 486-495, 1986.

WENZEL, A. et al. Accuracy of Caries Diagnosis in Digital Images from Charge-Coupled Device and Storage Phosphor System: an in vitro Study. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Basingstoke, v. 24, no. 4, p. 250-254, Nov. 1995.

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. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 81, no. 3, p. 351-355, Mar. 1996.

YUASA, H. et al. Joint Photographic Experts Group Compression of Intraoral Radiographs for Image Transmission on the World Wide Web. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 88, no. 1, p. 93-99, July 1999.

Tabela 1. Média e desvio padrão das densidades ópticas obtidas para cada nível de compressão (Porto Alegre, 2003).

Nível de Compressão	Grau de Perda								Total Média	Desvio-padrão
	0		1%		3%		5%			
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão		
4	127,17	1,11	126,42	1,56	123,33	1,78	122,25	1,82	124,79	2,58
6	128,00	0,85	125,83	1,59	124,08	1,16	122,50	1,93	125,10	2,49
8	128,17	0,94	126,17	1,53	123,67	1,23	122,67	1,92	125,17	2,59
10	128,33	0,98	126,92	1,24	124,00	1,04	122,42	1,88	125,42	2,69
12	128,00	0,95	126,67	1,50	124,00	1,41	122,50	1,93	125,29	2,62
Total (Perda)	127,93 ^a	1,02	126,40 ^b	1,49	123,82 ^c	1,33	122,47 ^d	1,84	125,15	2,58

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente

Tabela 2. Comparação das médias de densidade óptica para cada nível de compressão com o valor crítico para perda (Porto Alegre, 2003).

Nível de Compressão	Grau de Perda					
	0 Média	Desvio-padrão	Valor Crítico	1% Média	3% Média	5% Média
4	127,17	1,11	124,95	126,42	123,33*	122,25*
6	128,00	0,85	126,30	125,83*	124,08*	122,50*
8	128,17	0,94	126,29	126,17*	123,67*	122,67*
10	128,33	0,98	126,37	126,92	124,00*	122,42*
12	128,00	0,95	126,10	126,67	124,00*	122,50*

Valor crítico = Média da área controle (Grau de perda 0) - (DP x 2)

* Médias que refletem perda significativa

Tabela 3. Média do tamanho e taxa de compressão dos arquivos - conjunto B (Porto Alegre, 2003).

Imagem	Tamanho médio do arquivo (em bytes)	% em relação à imagem original	Taxa de compressão aproximada
JPEG 12	58.583	100	1:1
JPEG 10	30.750	52,8	1:1,9
JPEG 8	17.833	30,4	1:3,3
JPEG 6	15.083	25,7	1:3,9
JPEG 4	10.333	17,6	1:5,7

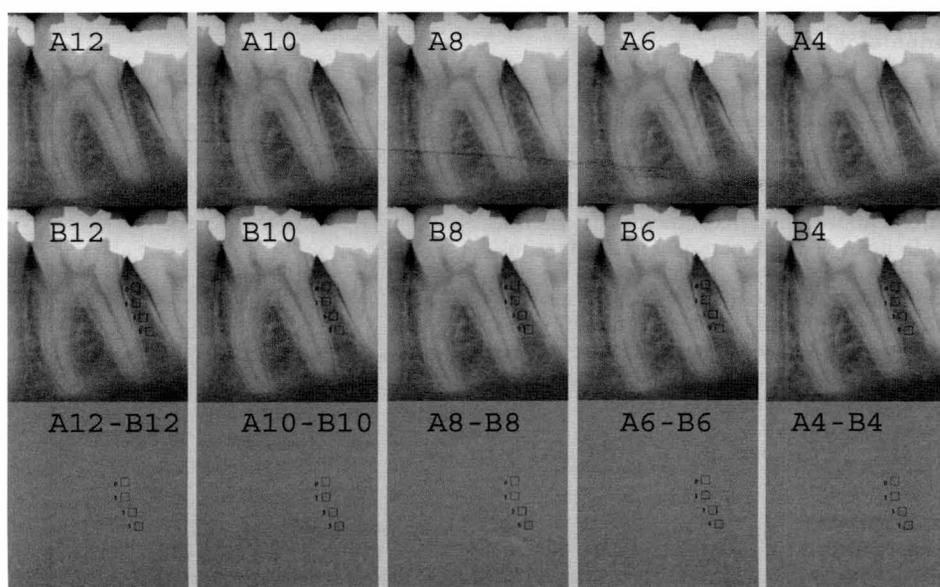


Figura 1. Imagens de uma mesma radiografia da amostra, submetidas aos níveis de compressão JPEG 12, 10, 8, 6 e 4, bem como a imagem resultante da subtração. No conjunto B observa-se a presença de áreas padronizadas, onde a perda óssea alveolar foi simulada.