

Avaliação de manipulações das imagens radiográficas panorâmicas digitalizadas

Evaluation of manipulation of digitalized panoramic radiographyc images

Marcelo Gonçalves*
Evelyn Cristiane De Marco**
Raphael Freitas De Souza***
Andréa Gonçalves****

Resumo

A imagem digitalizada é representada pela captura de imagens preexistentes em um filme radiográfico convencional com a utilização de câmera de vídeo, scanner com leitor de transparência ou por algum equipamento especificamente criado com esse propósito, quando sistemas digitais diretos não estão disponíveis. O objetivo deste estudo foi avaliar se os cirurgiões-dentistas são capazes de identificar manipulações nas imagens digitalizadas de radiografias panorâmicas. Para tanto, foram produzidas manipulações em 15 radiografias panorâmicas digitalizadas, sendo suas imagens posteriormente analisadas por cinco profissionais formados há mais de dois anos e por cinco profissionais recém-formados. Os resultados mostraram que houve baixa porcentagem de acerto nos índices de detecção das manipulações realizadas nas imagens digitalizadas para os dois grupos analisados. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os examinadores do grupo de recém-formados e do grupo dos formados há mais de dois anos. Os resultados enfatizam a necessidade de haver um maior controle sobre a utilização e a legalidade das imagens digitalizadas.

Palavras-chave: radiografia digital, radiografia panorâmica, processamento de imagem assistida por computador.

Introdução

O exame radiográfico intrabucal convencional, cuja imagem se forma nos sais halogenados de prata da emulsão do filme, tem o seu reconhecido valor e importância, sendo o método mais extensamente utilizado na odontologia, pois oferece uma boa qualidade de imagem a um baixo custo. Apesar disso, o filme radiográfico apresenta algumas desvantagens, tais como é ineficiência como fóton-detector, pois absorve somente um pequeno percentual da totalidade de fôtons que colidem sobre ele; fornece uma imagem estática que não pode ser alterada significantemente; requer um processamento que pode levar a uma perda de informação se não for realizado dentro de condições ideais; necessita de soluções químicas para realização do processamento, que podem provocar alergias e poluição do ambiente; requer uma dose de radiação relativamente alta e é sensível à variação do tempo de exposição (BORG e GRÖNDHAL, 1996).

Com os avanços da tecnologia radiográfica computadorizada, pesquisas estão continuamente procurando maneiras de melhorar a precisão da interpretação e a redução da dose de radiação (TIRREL et al., 1996). Assim, consideráveis avanços têm sido feitos no campo da imagem radiográfica digital, observando-se que o sistema digital direto de radiografias intrabucais oferece um grande potencial para uma mudança na maneira com que os dentistas fazem o diagnóstico e tratamento das patologias dentais (VAN DER STELT e GERAETS, 1991). Enquanto o filme intrabucal representa, na técnica radiográfica convencional, o dispositivo que registra, exibe e armazena a imagem, na radiografia digital essas tarefas são realizadas separadamente com o sensor digital registrando a imagem, o monitor exibindo-a e o computador armazenando a imagem (WENZEL, 1993). A rapidez do avanço dessa tecnologia, associada aos benefícios do seu uso, obriga o profis-

* Professor Assistente, Doutor da disciplina de Radiologia, Faculdade de Odontologia de Araraquara, Unesp.

** Cirurgiã-dentista formada pela Faculdade de Odontologia de Araraquara, Unesp.

*** Doutorando em Reabilitação Oral da Área de Prótese, Faculdade de Odontologia de Araraquara, Unesp.

**** Professora Assistente, Doutora da disciplina de Radiologia, Faculdade de Odontologia de Araraquara, Unesp.

Recebido: 21.08.2003 Aceito: 16.10.2003

sional que quer se manter atualizado a buscar essas inovações que surgem e se aprimoram com espantosa velocidade, fazendo hoje parte de uma realidade importante e imprescindível em inúmeras clínicas e consultórios odontológicos.

Para Goaz e White (1994), a imagem digital representa aquela que pode ser registrada num receptor (sensor) que não seja o filme radiográfico e que, após ser sensibilizado pelos raios X, capta a imagem e a transfere ao computador. Neste então, por meio de cálculos matemáticos, há uma conversão dos sinais analógicos em sinais digitais, permitindo que seja arquivada, analisada, manipulada e quantificada. Vários autores, como Van der Stelt e Geraets, 1991; Furkart et al., 1992; Wenzel, 1993; Dunn e Kantor, 1993; Lim, Loh e Hang, 1994; Goaz e White, 1994; Razmus, 1994; Digora, 1994; Coleman e Davis, 1994; Vandré e Webber, 1995; Borg e Gröndahl, 1996; Ferreira, 1996, ressaltam existir inúmeras vantagens no uso desses sistemas de imagens digitais sobre a radiografia convencional.

Um sistema de aquisição de imagens preexistentes num filme radiográfico com a utilização de câmera de vídeo, *scanner*, com leitor de transparência ou por algum equipamento especificamente criado com esse propósito, foi idealizado para permitir a captura dessas imagens quando sistemas digitais diretos não estão disponíveis, que são as imagens digitalizadas (SARMENTO, PRETTO e COSTA, 1999).

As imagens digitalizadas podem apresentar-se de estimado valor como auxiliar de diagnóstico, já que permitem que suas imagens sejam editadas e/ou manipuladas com o uso de programas de computador. Dentre as alterações disponíveis nesses *softwares*, podem-se citar o realce das bordas das imagens; alteração do brilho e contraste; modificação de cores; inversão da imagem (radiolúcida-radiopaca); permite também realizar mensurações lineares ou angulares sobre a imagem; rotação da imagem; colocação em terceira dimensão (relevo) e correção da super ou subexposição, ajustando o brilho e o contraste (SARMENTO, PRETTO e COSTA, 1999).

Com todas essas possíveis vantagens na edição e/ou manipulação das imagens digitais, existe a possibilidade de esse processo ser utilizado de forma abusiva para justificar possíveis atos iatrogênicos dentro dos consultórios e clínicas. Com o aumento crescente de processos jurídicos contra profissionais da área de saúde, a radiografia constitui um importante componente nos julgamentos desses casos, tornando-se uma forma desonesta de comprovar tais tratamentos. Por isso, é chamada atenção dos fabricantes de *softwares* que têm como finalidade a edição e/ou manipulação das imagens radiográficas no intuito de criar mecanismos de proteção contra essas atitudes abusivas ou até mesmo, de restringir o uso da radiografia computadorizada (HORNER, BRETTLE e RUSHTON, 1996; BRUDER et al., 1999).

Holmes (2000) delineou o aspecto legal das radiografias e das imagens digitais em geral, incluindo os laudos que delas são gerados. Investigou também os

aspectos médico-legais inerentes à manipulação das imagens, concluindo que podem ser úteis durante uma avaliação judicial e que, caso tenham sido extraviadas, o laudo realizado pelo profissional pode ser utilizado durante o andamento do processo. De forma semelhante, Richardson et al. (1995) sugerem que seja tomada uma rigorosa iniciativa para limitar os possíveis abusos das manipulações eletrônicas das imagens em publicações dos meios científicos e, com isso, estabelecer linhas direcionais para reprodução da imagem radiográfica.

Observando-se as informações descritas anteriormente, foi proposto avaliar se os cirurgiões-dentistas são capazes de identificar e diferenciar as manipulações realizadas nas imagens digitalizadas de radiografias panorâmicas em relação às imagens originais não manipuladas, e verificar se o tempo de experiência e atividade clínica desses profissionais teve influência sobre os resultados.

Materiais e método

Para a realização deste trabalho, 15 radiografias panorâmicas foram selecionadas do arquivo da disciplina de radiologia de uma faculdade de odontologia e digitalizadas pelo *scanner* Snapscan 1236 (AGFA), as quais foram gravadas em formato JPEG e sofreram manipulação de suas imagens (Fig. 1 e 2) por meio do Programa Adobe Photoshop versão 5.5 (Adobe Systems). As modificações possíveis de serem encontradas nas radiografias panorâmicas digitalizadas estão listadas no Quadro 1.

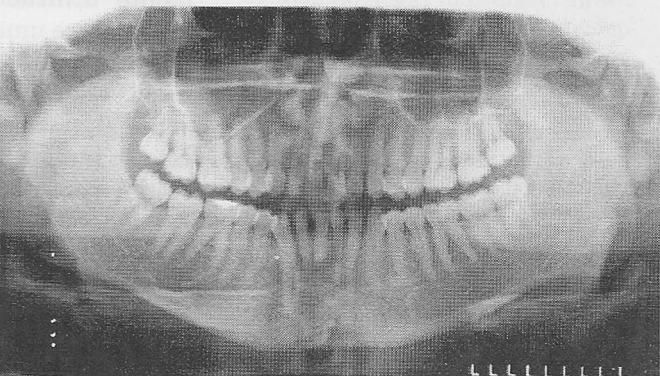


Figura 1 - Imagem radiográfica panorâmica original

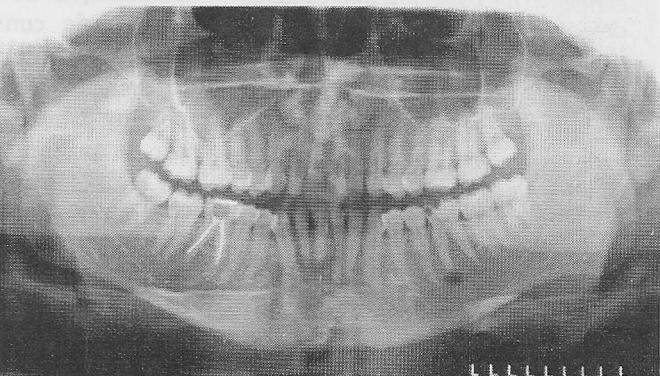


Figura 2 - Imagem radiográfica panorâmica com modificações: cárie mesio-occlusal no dente 36; rarefação óssea periapical na raiz mesial do dente 36; tratamento endodôntico no dente 46

Quadro 1 – Modificações possíveis de serem encontradas nas radiografias panorâmicas durante as avaliações realizadas pelos profissionais

- a) Implantes em locais variados
- b) Restaurações radiolúcidas ou radiopacas
- c) Procedimentos endodonticos
- d) Imagens de rarefações ósseas periapicais
- e) Pinos metálicos intra-radiculares e núcleos
- f) Dentes inclusos
- g) Cáries
- h) Reabsorções ósseas alveolares
- i) Corpo estranho
- j) Raízes residuais
- k) Peças protéticas
- l) Radiografia não manipulada

Para a análise das imagens radiográficas, dez avaliadores foram selecionados em diferentes áreas da odontologia, sendo cinco profissionais formados há mais de dois anos e cinco recém-formados, com menos de dois anos de experiência profissional. As imagens digitalizadas foram inseridas no Programa Microsoft Powerpoint 2000 na região central da tela e seus limites foram contornados por uma tela de cor negra, de maneira que somente as imagens radiográficas podiam ser observadas no monitor do computador. Toda a iluminação extra da sala onde se encontrava o computador foi desligada com a finalidade de evitar interferências durante a avaliação. Não foi permitido aos examinadores usar a ferramenta de ampliação de imagem em relação ao tamanho real da imagem analisada. A tela do monitor Super VGA (LG) foi configurada para uma resolução espacial de 800 x 600 pixels, trabalhando em 16 bits.

Os profissionais envolvidos na avaliação receberam um formulário com informações sobre como proceder durante a análise das imagens digitalizadas, sendo ressaltado que as imagens poderiam ou não apresentar alterações. O formulário também apresentava um espaço que deveria ser preenchido com os dados sobre cada radiografia numerada de 1 a 15 e os critérios utilizados pelos profissionais para chegarem às suas conclusões.

As alterações induzidas foram denominadas de “resultados positivos”, e os reparos presentes nas imagens originais, de “resultados negativos”. Dentre os reparos observáveis nas radiografias, quatro possibilidades poderiam estar presentes: a) o examinador identificar uma manipulação (verdadeiro positivo); b) o examinador julgar uma manipulação como própria da ima-

gem (falso negativo); c) o examinador não anotar um reparo normal como adulteração (verdadeiro negativo); d) o examinador observar uma estrutura original da imagem e considerá-la uma alteração (falso positivo). Tal classificação foi importante para o cálculo dos índices individuais de sensibilidade e especificidade, os quais foram utilizados como variáveis.

Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico com a finalidade de se avaliar a confiabilidade da interpretação intra e interexaminadores e verificar se o tempo de atividade profissional influenciaria nos achados. O nível de significância (α) empregado foi igual a 0,05. Para a execução dos cálculos estatísticos, foi utilizado o programa computacional “SPSS for Windows Version 7.5.1” (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados

A variável “sensibilidade”, que pode ser descrita como a proporção entre a quantidade diagnosticada de um evento e a prevalência real do mesmo evento, é calculada por meio da fórmula $a/a+c$, onde “a” representa o número de resultados positivos diagnosticados e “c”, os falsos negativos (BRUNETTE, 1996).

Foi possível tratar os acertos dos examinadores como resultados corretamente diagnosticados e as alterações não detectadas, como falsos negativos. Assim, calculou-se individualmente a sensibilidade nos grupos de profissionais formados há mais de dois anos e de profissionais recém-formados (Tab. 1 e 2 e Fig. 3). O valor acumulado para a mediana do grupo de profissionais formados há mais de dois anos ($n = 10$) foi de 0,36 e, para o grupo de recém-formados ($n = 10$), 0,31.

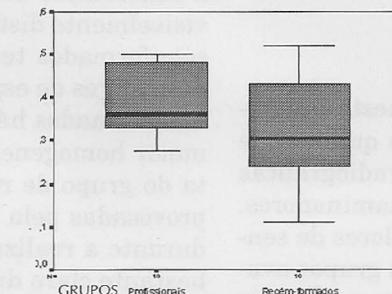


Figura 3 - Distribuição dos valores de sensibilidade obtidos para os examinadores de ambos os grupos de profissionais (gráfico tipo box-plot)

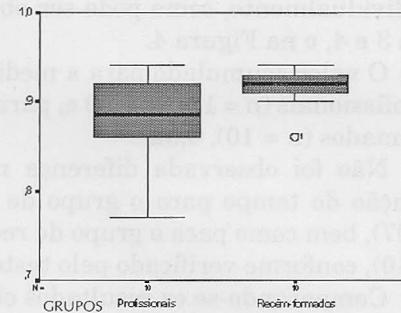


Figura 4 - Distribuição dos valores de especificidade obtidos para os examinadores de ambos os grupos de profissionais (gráfico tipo box-plot)

Assim, pôde-se verificar que não foi observada diferença nos resultados em função do tempo (avaliação intra-observador) para o grupo de profissionais formados há mais de dois anos ($P = 1,00$), bem como para o grupo de recém-formados ($P = 0,68$), conforme verificado pelo teste de Wilcoxon. Comparando-se os resultados obtidos para os dois grupos por meio do teste de Mann-Whitney, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($P = 0,15$).

A variável empregada para aferir a capacidade dos examinadores de identificar corretamente uma imagem verdadeira foi a “especificidade”, que pode ser definida como a habilidade de um exame detectar corretamente a ausência de anormalidades. Seu cálculo é feito por meio da fórmula $d/b+d$, onde “b” representa o número de negativos verdadeiros e “d”, o número de falsos positivos (BRUNETTE, 1996). Foi formulada uma lista de possíveis falsos positivos, ou seja, estruturas pertencentes às radiografias originais, mas que foram indicadas como possíveis adulterações das imagens. O total para os dez indivíduos que fizeram parte da amostra de avaliadores, nos dois retornos, foi assumido como o número total de valores negativos ($b+d$), e o número de reparos originais da radiografia, para cada repetição, foi admitido como os valores de negativos verdadeiros (d).

Feitas essas considerações, foi possível tratar os acertos dos examinadores como resultados corretamente diagnosticados e as supostas alterações detectadas como falsos positivos. Assim, calculou-se a especificidade por participante

individualmente, como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, e na Figura 4.

O valor acumulado para a mediana do grupo de profissionais ($n = 10$) foi 0,89 e, para o grupo de recém-formados ($n = 10$), 0,92.

Não foi observada diferença nos resultados em função do tempo para o grupo de profissionais ($P = 0,07$), bem como para o grupo de recém-formados ($P = 0,10$), conforme verificado pelo teste de Wilcoxon.

Comparando-se os resultados obtidos para os dois grupos por meio do teste de Mann-Whitney, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($P = 0,08$).

Tabela 1 - Valores de sensibilidade para cada examinador do grupo de profissionais formados há mais de dois anos

Profissionais	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação
1	0,48	0,50
2	0,37	0,48
3	0,28	0,35
4	0,35	0,28
5	0,50	0,33
Mediana	0,37	0,35

Tabela 2 - Valores de sensibilidade para cada examinador do grupo de recém-formados

Recém-formados	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação
1	0,11	0,26
2	0,43	0,24
3	0,37	0,52
4	0,28	0,46
5	0,33	0,20
Mediana	0,33	0,26

Tabela 3 - Valores de especificidade para cada examinador do grupo de profissionais formados há mais de 2 anos

Profissionais	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação
1	0,86	0,86
2	0,90	0,94
3	0,86	0,89
4	0,77	0,92
5	0,88	0,93
Mediana	0,86	0,92

Tabela 4 - Valores de especificidade para cada examinador do grupo de recém-formados

Recém-formados	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação
1	0,86	0,92
2	0,91	0,92
3	0,91	0,93
4	0,94	0,93
5	0,90	0,93
Mediana	0,91	0,93

Discussão

O teste de sensibilidade empregado nesta pesquisa representou, de uma maneira geral, a quantidade das alterações provocadas nas imagens radiográficas que foram detectadas pelos diferentes examinadores. Assim, levando-se em consideração os valores de sensibilidade para cada examinador dos dois grupos avaliados (Tab. 1 e 2), pôde-se perceber que esses índices foram relativamente baixos, dada a grande quantidade de erros inseridos nas radiografias não detectados pelos examinadores. Além disso, os examinadores estavam cientes da possível presença de adulterações

nas imagens radiográficas, o que provavelmente os levou a um resultado acima do real. Se esse tipo de avaliação fosse realizado nas condições do dia-a-dia, solicitando que eles realizassem avaliações minuciosas sem nenhum aviso prévio de que manipulações nas imagens radiográficas poderiam estar presentes, possivelmente, os resultados encontrados seriam bem inferiores.

Como observado na Figura 3, os resultados variaram entre 11 e 52% para ambos os grupos, com as medianas não apresentando grandes dessemelhanças; além disso, os dois grupos não variaram estatisticamente entre si. Tais resultados demonstram que a falta de experiência do grupo de profissionais recém-formados não teve influência sobre os valores obtidos.

Levando-se em consideração os testes de sensibilidade, ficou bastante evidente que as modificações gráficas das imagens digitalizadas realizadas durante este experimento tiveram baixa porcentagem de detecção. Esse fato, associado à grande aceitação dos exames radiográficos que se utilizam de imagens digitais e digitalizadas na atualidade, levou a que Horner, Brettle e Rushton (1996), Bruder et al. (1999) e Holmes (2000) relatassem nos seus trabalhos que deveria haver, por parte do fabricante dos sistemas digitais, uma maior preocupação com mecanismos de segurança que impedissem a manipulação dessas imagens, ou que permitissem a implantação de símbolos sobrepostos às imagens originais e que indicassem que prováveis alterações foram realizadas. Holmes (2000) citou ainda que, durante uma perícia judicial, pode ser solicitado o empréstimo de radiografias ou laudos resultantes das mesmas do arquivo pessoal do profissional, sendo importante a conservação dos exames por um período de aproximadamente oito anos.

A especificidade dos grupos avaliados, a qual pode ser definida como a capacidade dos indivíduos em julgar os reparos anatômicos da imagem radiográfica como sendo realmente próprios dela, variou entre 77 e 94%, o que mostra que os indivíduos não tenderam a acusar, na grande maioria das vezes, reparos irrelevantes às próprias radiografias como sendo adulterações das imagens (Tab. 3 e 4). Foi observado que, em ambos os grupos, a etapa de avaliação (primeira ou segunda) não influenciou nos valores de especificidade encontrados.

Além disso, pode ser observado na Figura 4 que a distribuição dos dois grupos apresentou um padrão visivelmente distinto, pois o grupo de profissionais recém-formados teve variação extremamente reduzida dos valores de especificidade em relação aos profissionais formados há mais de dois anos. Isso mostra uma maior homogeneidade e especificidade mais compacta do grupo de recém-formados que, se deduz serem provocadas pela maior colaboração desses indivíduos durante a realização do protocolo da pesquisa. Ficou bastante claro durante o contato com os profissionais envolvidos na pesquisa que os indivíduos recém-formados apresentaram-se mais receptivos do que os do outro grupo, talvez pela maior disponibilidade de tempo ou pelo maior interesse em captar e assimilar novos conhecimentos envolvidos num projeto de pesquisa.

Conclusão

Com a realização e avaliação do presente trabalho, pode-se concluir que:

- houve baixa porcentagem de acerto nos índices de detecção das manipulações realizadas nas imagens digitalizadas das radiografias panorâmicas para os dois grupos analisados;
- não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre a primeira e a segunda avaliação das imagens digitalizadas e entre os examinadores recém-formados e os formados há mais de dois anos.

Abstract

Digitalized imaging is represented by the capture of image from an existent radiographic film (indirect digital image) using video camera, transparent reader scanner or another specific device with this purpose. The aim of this study was to evaluate the ability of dentists to identify image manipulations in digitalized panoramic radiographs. Thus, 15 digitalized panoramic radiographs were manipulated, and their images were evaluated by 5 graduated professionals with at least 2 years of experience and 5 recently graduated professionals. The findings showed a low percentage of right answers in determining the radiographic manipulations for both analyzed groups. There was no statistical difference between the groups. These results point out the need for a greater control upon the use and legality of digitalized images.

Key words: radiographic image enhancement, panoramic radiograph, computer-assisted image processing.

Referências

- BORG, E.; GRÖNDHAL, 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.*, Oxford, v. 25, n. 2, p. 82-8, Apr. 1996.
- BRUDER, G. A. et al. Alteration of computer dental radiography images. *J Endod.*, Baltimore, v. 25, n. 4, p. 275-76, Apr. 1999.
- BRUNETTE, D. M. Reliability, sensitivity, and specificity of diagnosis tests and measurements. In: Brunette, D. M. *Critical thinking: understanding and evaluating dental research*. Chicago: Quintessence Publishing Co. cap. 10, p. 99-111. 1996.
- COLEMAN, S.; DAVIS S. Computer-aided diagnosis and treatment planning. *Curr Opin Cosmet Dent.*, v. 36, n. 2, p. 113-122, 1994.
- Digora Instruction Manual, Soredex, Finlândia, 1994.
- DUNN, S. M.; KANTOR, M. L. Digital Radiology - facts and fictions. *J Am Dent Assoc.*, Chicago, v. 124, n. 12, p. 38-47, Dez. 1993.
- FERREIRA, R. A. Odontologia em imagens. *Rev Assoc Paul Cir Dent.*, São Paulo, v. 50, n. 3, p. 218-228, mai/Jun. 1996.
- FURKART, A. J. et al. Direct digital radiography for the detection of periodontal bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, Saint Louis, v. 74, n. 5, p. 652-60, Nov. 1992.
- GOAZ, P. W. e WHITE, S. C. *Oral radiology - principles and interpretation*. 3-ed. Mosby, 1994.
- HOLMES, S. Medicolegal issues relating to retention, ownership and transmission of images and image reports. *Imag.*, v. 12, n. 4, p. 292-297, 2000.
- HORNER K, BRETTLE D. S., RUSHTON V. E., The potencial medico-legal implications of computed radiography. *Br Dent J.*, London, v.180, n.7, p.271-273, Apr. 1996.
- LIM, K. F., LOH, E. E., HONG, Y.H. Intra-oral computed radiography - an in vitro evaluation. *J Dent.*, Great Britain, v. 24, n. 5, p. 359-64, Sept. 1996.
- RAZMUS, T. F. Caries, periodontal disease and periapical changes. *Dent Clin North Am.*, Philadelphia, v. 38, n. 1, p. 13-31, Jan. 1994.
- RICHARDSON, M. L., FRANK, M. S., STERN, E. J. Digital image manipulation: what constitutes acceptable alteration of a radiologic image? *Am J Roentgenol.*, Springfield, v. 164, n. 1, p. 228-229, Jan. 1995.
- SARMENTO, V.A.; PRETTO, S. M.; COSTA, N.P. Entendendo a imagem digitalizada. *Rev. Odonto Ciênc.*, Porto Alegre, v. 14, n. 27, p. 171-178, jun. 1999.
- TIRRELL, B.C. et al. Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. *J Endod.*, Baltimore, v. 22, n. 2, p. 74-78, Feb.1996.
- VAN DER STELT, P.F.; GERAETS, W.G. Computer-aided interpretation and quantification of angular periodontal bone defects on dental radiographs. *IEEE Trans Biomed Eng.*, v. 38, n. 4, p. 334-338, Apr. 1991.
- VANDRE R. H.; WEBBER, R. L. Future trends in dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, Saint Louis, v. 80, n. 4, p. 471-478, Oct. 1995.
- WENZEL, A. Computer-aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. *Int Dent J.*, London, v. 43, n. 2, p. 99-108, Apr. 1993.

Endereço para correspondência

Marcelo Gonçalves
Faculdade de Odontologia de
Araraquara – Unesp
Departamento de Diagnóstico e Cirurgia
Rua Humaitá, 1680
14801-903 – Araraquara – SP