



Sistemas digitais na Radiologia Dento-Maxilo-Facial: uma nova fase na Odontologia?

Digital systems in Dentomaxillofacial Radiology: new era in Dentistry?

Hená Elizeth Meireles Duarte
Cláudia Cristina Machado Araújo

Mestrandas em Ortodontia pela Universidade Metodista de São Paulo

Eduardo Kazuo Sannomiya

Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Ortodontia da Universidade Metodista de São Paulo

Resumo

O desenvolvimento de novos sistemas de informática contribuiu sobremaneira para avanços em diversos setores da sociedade e também na Odontologia, principalmente na área da Radiologia. A reduzida exposição à radiação ionizante é uma das grandes vantagens do uso da radiografia digital, assim como uma maior facilidade de armazenamento das imagens e, conseqüentemente, intensificação da troca de informações entre os grandes centros e profissionais da saúde. O presente trabalho visa apresentar esta nova tecnologia, discutir suas vantagens e desvantagens, assim como fazer uma breve revisão da literatura.

Palavras-chave: radiografia digital; imagem digital.

Abstract

The development of new computer systems, by means of sophisticated hardware and software, have been contributing remarkably to advances in several society segments and also in dentistry, especially in the radiology field. The reduced exposure to ionizing radiation is one of the great advantages of using digital radiographs, as well as ease of image storage, making it possible to improve the exchange of information between relevant organizations and health professionals. This work aims to present this new technology and make a brief review on the literature.

Keywords: digital radiography; digital image.

Introdução

A radiação X, desde sua descoberta por Röntgen, em 1895, na Alemanha, vem sendo cada vez mais utilizada como meio auxiliar de diagnóstico, aliada ao progressivo aperfeiçoamento dos aparelhos que utilizam essa forma de energia. Nesse processo, novas formas de diagnóstico por imagem foram desenvolvidas, passando desde a radiografia convencional biplanar até as sofisticadas imagens tridimensionais obtidas com o uso de tomógrafos computadorizados, assim como o surgimento da nova e promissora especialidade da Radiologia intervencionista. Esse avanço tem tornado cada vez maior e mais preciso o uso do recurso da imagem na Odontologia e na Medicina de uma maneira geral, trazendo benefícios inestimáveis à pesquisa, auxiliando no diagnóstico de incontáveis doenças, que outrora seria impossível (11).

O desenvolvimento de novos sistemas de computador dotados de programas com maior facilidade de utilização, máquinas com extensas capacidades de processamento, armazenamento e comunicação por meio da internet, torna a radiografia digital cada vez mais usada no campo da Radiologia. A informática viabiliza a obtenção de imagens para auxiliar no diagnóstico com uso de menor dose de radiação e agressão ao meio ambiente, devido à eliminação da fase do processamento radiográfico.

A radiografia digital é uma forma de imagem produzida por aparelhos de raios X, observada no monitor de um computador. A radiografia digital é simplesmente a representação de uma imagem bidimensional organizada em números (12). A imagem radiográfica digital pode ser avaliada, ampliada e mesmo receber melhorias em sua apresentação, por meio de ajuste de contraste e brilho, que se tornam possíveis pelo uso de softwares específicos. Tais imagens são ditas digitalizadas ou indiretas se foram obtidas de uma imagem convencional convertida para o formato digital por meio de câmeras de vídeo ou scanners. Já as diretas podem ser obtidas por meio de sensores eletrônicos ou óticos sensíveis à radiação como o sistema CCD e os sistemas de armazenamento de placa de fósforo fotoativada.

Este trabalho apresenta um estudo das imagens radiográficas digitais, seus meios de captação, suas vantagens e desvantagens, assim como a legalidade do uso dessas imagens na Odontologia.

Imagem Digital Direta x Imagem Digitalizada

Por imagem radiográfica digital entende-se aquela na qual a imagem visualizada em um monitor é obtida de duas maneiras: o método direto, no qual a imagem é captada diretamente por meio de um sensor de carga acoplada (CCD) (Figura 1) ou pelo

sistema de placa de fósforo fotoativada (Figura 2). Já no método indireto, a imagem radiográfica é obtida de forma convencional, com o uso do conjunto de películas e/ou écrans intensificadores, processadas quimicamente e submetidas a um processo de digitalização por meio de câmeras digitais ou com uso de scanners, sendo assim convertida em linguagem binária e então enviada para o computador, onde é tratada e armazenada para consultas posteriores (17).

Desde a obtenção da primeira radiografia odontológica, em 1896, o exame radiográfico tornou-se essencial para auxiliar o diagnóstico e o planejamento de tratamentos nos consultórios dentários. Embora os filmes tivessem sua sensibilidade aumentada em alto grau, seu uso ainda requer doses de radiação maiores do que as radiografias digitais e processamento químico. No final dos anos 70, uma nova tecnologia denominada dispositivo de carga acoplada (CCD - Charge-Coupled-Device) foi desenvolvida para ser aplicada em videotecnologia. Durante esse período, a Sony lançou a primeira câmera que utilizava um sensor sólido chamado Mavica. A utilização dos sensores CCDs também tornou-se comum no campo científico. Em 1983, o Departamento de Radiologia da Universidade de Umea (Estocolmo, Suécia) iniciou pesquisas para a utilização de sensores sólidos para a obtenção de radiografias intraorais. Além dos CCDs, outra forma de captação direta é a chamada placa de fósforo fotoestimulada (PSP - Photo Stimulate Phosphor Plate) (7).

O primeiro sistema digital direto para radiografia intraoral foi comercializado para cirurgiões-dentistas no final dos anos oitenta (8). Esse sistema usou um computador pessoal (PC) com pouco espaço de armazenamento e um sistema operacional DOS

com um Hardware para exibição da imagem (18).

Para a aquisição da imagem radiográfica digital direta intra ou extraoral utilizam-se dois tipos de receptores: o sensor CCD (Charge-Coupled Device) e a placa de fósforo fotoativada (PFF). No sistema CCD, a imagem é capturada com o sensor ligado ao computador e a imagem é apresentada na tela do mesmo. A grande maioria dos CCDs é constituída por uma grade de sílica. Em sua forma cristalina, cada átomo de silício possui uma ligação covalente com seu átomo adjacente. É necessária uma energia maior que 1,1 V para quebrar essa ligação e criar uma instabilidade na eletrosfera. A incidência de uma radiação eletromagnética na forma de fótons de comprimento de onda menor que 1 micrômetro pode romper as ligações covalentes, provocando desequilíbrio da eletrosfera. Para mensurar a carga elétrica produzida pela incidência dos fótons, é necessário ter um coletor de carga, denominado método potencial. Desta maneira, haverá a formação de um sinal eletrônico analógico. Uma imagem radiográfica é composta de uma escala de tons de cinza estendendo-se do preto ao branco e é conhecida como uma imagem de tom contínuo. Para converter essa imagem em uma forma digital, a imagem é dividida em pedaços individuais de informações. Essas informações descrevem a intensidade de luz (brilho) e sua localização (coordenadas x e y) dentro da imagem. Os pedaços individuais de informação são denominados pixels (picture elements), que é a representação de um elemento da imagem digital. Cada pixel funciona como um pequeno capacitor que armazena uma carga elétrica quando exposto à luz ou aos raios x. A digitalização da imagem é um processo de quebra e quantização de uma imagem óptica.

Quanto maior for o número de pixels utilizado para definir uma imagem digital, melhor será a representação espacial da imagem digital (4, 7).

Um sistema utilizado para aquisição de imagens foi o proposto em 1983, pela Fuji Film Company denominado de Radiografia Computadorizada (RC) baseada na tecnologia de placas de fósforo fotoativadas. As placas de fósforo fotoativadas têm a capacidade de armazenar a energia absorvida dos fótons dos raios X e emití-los na forma de luz correspondente à energia absorvida quando realizado o escaneamento da placa pelo sistema de leitura. As placas de fósforo são acondicionadas em chassis semelhantes aos utilizados com o filme convencional. A imagem latente obtida será lida por um feixe de laser de hélio-neônio para liberação da energia armazenada sob a forma de luz. Esta luz será detectada por um fotodetector do aparelho de leitura sendo a imagem analógica convertida em digital. A placa pode ser apagada para reutilização pela exposição a uma luz forte. A imagem poderá ser armazenada no computador e posteriormente trabalhada na estação de trabalho ou pode ser impressa por meio de uma impressora a laser (12).

Existem no mercado diversos tipos de sistemas digitais, dos quais utilizam a placa de fósforo, o Denoptix Ceph (Gendex Dental System), Combi-X (Orex), Digora PCT (Soredex) e Fuji Medical (Fuji) (Figura 3). O sistema CCD está representado pelo Dimax 2 (planmeca), CDR Pan (Schick technologies), Orthophos DS Ceph (Sirona Dental Systems), DigiPan (Trophy Radiology) (7, 18).

A utilização da tecnologia digital é indicada para qualquer situação que necessite de um aumento, restauração, inversão dos tons de cinza (de negativa a

positiva), reorientação, colorização, análise ou criação da imagem produzida. Assim com a inversão da imagem, podemos melhorar nossa capacidade de diagnóstico, permitindo uma melhor visualização de reparos anatômicos importantes como o assoalho de seio maxilar, a espinha nasal, o canal mandibular e o forame mental na mandíbula (Figura 4). Podemos delimitar e visualizar melhor os processos patológicos que envolvem o complexo maxilo-mandibular. Com a ampliação da imagem, podemos melhorar a visualização de patologias periapicais, permitindo, por exemplo, uma melhor análise da lâmina dura e estruturas circunvizinhas (7). Assim, esta tecnologia tem indicação em várias áreas da Odontologia: Estomatologia, Endodontia, Dentística, Cirurgia, Implantodontia e Ortodontia.

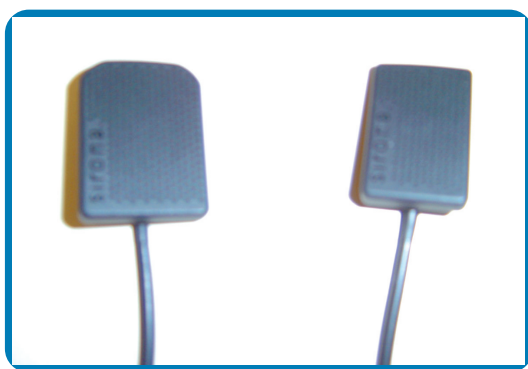


Figura 1. Sensor CCD - intrabucal

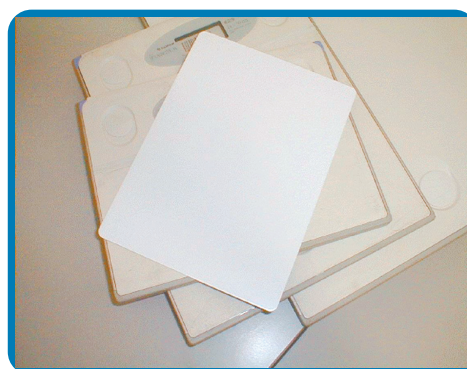


Figura 2. Sensor placa de fósforo – fotoativada



Figura 3. Leitora e impressora a laser (Fuji Medical)

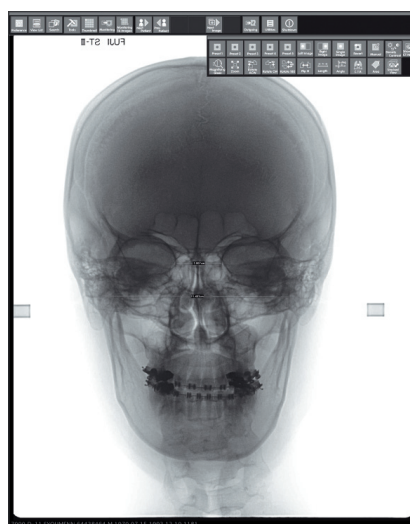


Figura 4. Telerradiografia frontal negativo digital

Revisão da Literatura

SVANAES *et al.* (16) avaliaram o sistema Digora quanto a sua capacidade de demonstrar a presença de lesões de cárie de superfícies proximais com a utilização do recurso de ampliação. Foram produzidas artificialmente cáries proximais em 25 pré-molares e 25 molares. Estes dentes foram radiografados com fil-

mes convencionais de velocidade e com o sistema digital Digora. As imagens ampliadas quatro vezes foram interpretadas por dez examinadores quanto à detecção de lesão de cárie. A sensibilidade e especificidade do exame com filme convencional foram 0,48 e 0,94, respectivamente. A distorção da imagem resultante em um sistema digital que emprega placas de fósforo ativa-

das foi demonstrada ser pouco significativa quando comparada com a imagem obtida por um filme do tipo Ektaspeed. O sistema digital apresentou resultados de 0,61 de sensibilidade e 0,86 de especificidade. Os valores de acurácia para o exame de radiografia convencional foi 0,79 e para radiografia digital, 0,72 a 0,88. Os autores concluíram que não houve diferença entre os re-

sultados obtidos com as imagens digitalizadas e as convencionais na detecção de lesões de cárie interproximal.

O desenvolvimento de um *software* em conjunto com um sistema extra-oral de radiografia digital (Sirona Dental Systems, Bescheim, Germany) está sendo utilizado para realização de análises cefalométricas e faciais em pacientes portadores de fissura lábio-palatal e suas principais características seriam a economia de tempo e maior facilidade na execução dos procedimentos de análise pré e pós-cirúrgica desses pacientes. Este programa foi criado para facilitar a realização dos procedimentos cefalométricos, criar um grande banco de dados com todas as informações obtidas, bem como ser de aplicação universal, tanto para a Ortodontia tradicional quanto para os pacientes cirúrgicos (5).

Segundo MANSINI *et al.* (7), o sistema digital permite realizar medidas lineares ou angulares muito importantes para auxiliar o ortodontista e o cirurgião buco-maxilo-facial no seu planejamento. Utilizando o sistema, é possível medir o comprimento de uma raiz, auxiliando no tratamento endodôntico para obtenção do comprimento real de trabalho.

Importantes características das imagens digitais na realização de mensurações em radiografias panorâmicas têm sido relatadas. Com o advento da Implantodontia, a radiografia panorâmica alcança cada vez mais papel de destaque na prática clínica. Mensurações de altura de rebordo alveolar são estimadas com relativa precisão nas radiografias favorecendo o implantonista. Mensurações verticais são menos reproduzíveis que as horizontais, embora a existência de erros não invalide ou incapacite a realização de medidas lineares e angulares nos sistemas de radiologia digital disponíveis

no comércio. Embora existam variações entre as imagens em diferentes graus de magnificação, as medidas mais confiáveis são aquelas obtidas de objetos lineares no plano horizontal, conforme relatou SCHULZE *et al.* (14).

A resolução adequada de radiografias interproximais para detecção de lesões de cárie foi determinada por JANHOM *et al.* (6). Em seu estudo, utilizaram 52 pré-molares e 48 molares para obtenção de radiografias convencionais que foram escaneadas em três resoluções: 150, 300, 600 d.p.i. (pontos por polegada). Dez examinadores fizeram o reconhecimento de cáries interproximais e o teste “padrão ouro” realizado para comparação foi o histopatológico. Os autores concluíram que a profundidade influenciava significativamente no reconhecimento da lesão. Não houve diferença significativa nos resultados encontrados entre 300 e 600 d.p.i. Os melhores resultados para detectar a profundidade das lesões foram encontrados em radiografias escaneadas com 300 d.p.i., sendo essa resolução indicada para esses estudos.

Objetivando investigar qual a redução máxima da dose de raios X sem perda da acurácia na marcação de pontos cefalométricos, NASLUND *et al.* (9) avaliaram telerradiografias digitais obtidas por meio da placa de fósforo e visualizadas no monitor do computador em formato Dicom (Imagem Digital e Comunicação em Medicina). As imagens foram dispostas no monitor em três maneiras: qualidade ótima, baixa exposição extrema e baixa exposição extrema com redução do chuvisco. A amostra foi composta de 24 voluntários. Três ortodontistas marcaram 18 pontos cefalométricos em cada imagem e subjetivamente julgaram sua qualidade. Dezesseis das marcações foram melhores identificadas na imagem com

baixa exposição extrema e processamento padrão em relação à imagem ótima. Esta imagem tinha uma redução de 94% da exposição em relação à dose usada numa radiografia convencional. No entanto, a avaliação subjetiva da qualidade da imagem feita pelos ortodontistas por meio da escala analógica visual mostrou o contrário: que a imagem ótima teve melhor qualidade, seguida da imagem com baixa exposição extrema com redução de chuvisco e por último a imagem com baixa exposição extrema.

SERRA *et al.* (15) compararam as medidas cefalométricas obtidas por meio de digitalização indireta de imagens radiográficas, obtidas com Scanner HP 4C com leitor de transparência (grupo controle), com duas máquinas fotográficas digitais Sony (Mavica FD-91 e DSC-707). Após a captura das imagens, todas foram traçadas por um programa de cefalometria computadorizada (Radiocef 2000-Brasil) e comparados entre si. Em seguida, realizaram a análise estatística dos dados coletados e concluíram que a utilização da máquina fotográfica digital, substituindo o Scanner, é perfeitamente possível, desde que se mantenha a regulagem da lente das máquinas fotográficas digitais no modo *standart*.

SANTORO, JARJOURAD, CANGIALOSIC (13) avaliaram a acurácia de medidas cefalométricas digitais comparadas com as equivalentes convencionais. Cinquenta e cinco telerradiografias foram obtidas pela técnica sanduíche, ou seja, a placa de fósforo e um filme convencional foram colocados no mesmo chassi e expostos simultaneamente, para evitar erros de posicionamento diferente da cabeça, evitar exposições múltiplas e assegurar a equivalência das imagens digitais as convencionais. Um único examinador marcou os

pontos, medidas lineares e angulares duas vezes. As radiografias convencionais foram traçadas manualmente. Uma variabilidade geral maior foi encontrada nas medidas digitais, porém clinicamente insignificante, devido ao erro ser menor que 1 mm, 1° ou 1%, exceto para as medições de difícil localização. Os autores concluíram que o *software* cefalométrico digital pode ser confiável como ferramenta de diagnóstico rotineiro.

Discussão

Os recursos do programa da radiografia digital permitem o uso de ferramentas para facilitar a visualização das imagens: retoque da imagem, alterando o brilho e o contraste; inversão da imagem, passando de negativo para positivo; mensurações lineares e angulares nas radiografias cefalométricas e periapicais; colorir imagem, determinando diferentes cores para diferentes densidades de imagem; alto e baixo relevo; ampliação da imagem; close na região de maior interesse (7).

A radiografia é um meio auxiliar de diagnóstico indispensável na Odontologia. Quando adquirida pelos sistemas digitais diretos apresentam várias vantagens em relação à convencional: dispensa o uso de filmes radiográficos e de processamento químico; possibilita o armazenamento das imagens sem perda da qualidade; permite manipulação da imagem; possibilita a redução do tempo de exposição aos raios X pelo paciente, o que está de acordo com a recomendação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária: o uso da dose mínima necessária ao paciente, bem descrito na portaria 453 (10). Inúmeras pesquisas têm sido relatadas neste sentido (2, 17), sendo que no sistema digital a dose pode ser reduzida em 60% a 65%. A imagem digital não perde sua

qualidade com o passar do tempo (7). Outra vantagem é a possibilidade de armazenamento da imagem e posterior envio a outros profissionais, via internet, permite uma troca de informações com maior rapidez e qualidade. Em alguns hospitais estas imagens podem ser compartilhadas entre departamentos por meio de um sistema de gerenciamento de imagens denominado PACS (*Picture Archive and Communication System*) (18). Outra questão importante a ser considerada é a escassez do depósito de prata no mundo, necessitando de uma alternativa para a aquisição das imagens radiográficas, uma vez que o filme convencional utiliza esse minério.

Os profissionais da Odontologia sempre temeram o uso das imagens digitais por questões legais. Com objetivo de garantir autenticidade aos registros digitais criaram-se serviços de infraestrutura de chaves públicas, denominados de PKI (*Public Key Infrastructure*), que fornecem serviços de criptografia. No Brasil com a medida provisória 2200-2, criou-se a ICP-Brasil em 24 de agosto de 2001, com poderes para formar a cadeia de certificação digital com autoridade para emissão de certificados digitais com valor jurídico. Dos documentos digitais, o mais comum é o e-mail seguro (cifrado ou criptografado), que, se alterado, perde a validade como documento. Na Odontologia brasileira o padrão seguido é o ICP-Brasil A3 em escalas de segurança. O CRO em parceria com a CertiSign desenvolveram cartão personalizado (2). A radiografia digital, no entanto, ainda apresenta alto custo para a aquisição do aparelho, necessita de computadores com alta capacidade de memória e os cabos de CCD intra-orais são desconfortáveis (11).

Nesta nova fase, grandes avanços estão sendo alcançados

com o auxílio da informática na área de saúde e, principalmente, nos consultórios odontológicos. Isto possibilita a realização de uma gama enorme de tarefas diárias de maneira eficiente e prática. A radiografia digital é sem dúvida uma ferramenta de grande valia como auxiliar no diagnóstico das afecções do complexo maxilo-facial. O uso de pequenas doses de radiação para obtenção de imagens com valor diagnóstico é um dos maiores fatores para o emprego da radiologia digital. A padronização dos sistemas permitirá um melhor intercâmbio entre os centros de imagem. A tendência é a diminuição do investimento inicial com os sistemas comercialmente disponíveis para obtenção da radiografia digital, tornando-os assim acessíveis aos clínicos. É um sistema viável para o futuro. No momento esta tecnologia ainda está fora dos padrões do CD brasileiro, limitando-se a alguns centros de radiologia e documentação ortodôntica. 

Recebido em: 20/04/2007

Aprovado em: 30/07/2007

Eduardo Kazuo Sannomiya

Rua do Sacramento, 230, Sala 241, Rudge Ramos

São Bernardo do Campo, São Paulo/SP - CEP: 09640-000

E-mail: eduardosannomiya@hotmail.com

Referências Bibliográficas

1. ABREU, M. V. *et al.* Imagem Radiográfica Digital Odontológica. Disponível em: <http://www.npdi.dcc.ufmg.br>. Acesso em: 25/02/2007.
2. FERREIRA, F.V., FERREIRA, A. C., MACE-DO, A. M. A informática na Ortodontia. In: VELLINI, Flávio. *Ortodontia – Diagnóstico e Planejamento Clínico*. 6ª ed., SP: Editora Artes Médicas, 2004, p. 428-495.
3. FILDER, A., LIKAR, B., SKALERIC, U. Lossy JPEG compression: easy to compress, hard to compare. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 35, p. 67-73, 2006.
4. FORSYTH, D. B., SHAW, W. C., RICHMOND, S. Digital imaging of cephalometric radiographs. Part 1: advantages and limitations of digital imaging. *Angle Orthod.*, v. 66, n. 1, p. 37-42, 1996.
5. GOTFREDESEN, E., KRASGKOV, J., WENZEL, A. Development of a system for craniofacial analysis from monitor displayed digital images. *Dentomaxillofac. Radiol.*, v. 28, p. 123-126, 1999.
6. JANHOM, A. *et al.* Scanning resolution and the detection of approximal caries, *Dentomaxillofac. Radiol.*, v. 30, n. 3, p. 166-171, May, 2001.
7. MANSINI *et al.* Imagenologia. In: DE FREITAS, Leônidas. *Radiologia Bucal- Técnicas e interpretação*. 2ª ed., editora Pancast, São Paulo, 2000, p. 355-363
8. MOUYEN, F., BENZ, C., SONNABEND, J. P. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v. 68, p. 238-242, 1989.
9. NASLUND, E. B. *et al.* Cephalometric analysis with digital storage phosphor images: Extreme low-exposure images with and without postprocessing noise reduction. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, v. 124, n. 2, p. 190-197, 2003.
10. PORTARIA/MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998.
11. SALES, M. A. O., NASCIMENTO NETO, J. B. S., COSTA, L. J. Controvérsias em Radiologia Digital. *Revista Brasileira de Patologia Oral*, v. 1, n. 1, 2002.
12. SANOMIYA, E. K. *et al.* A arte da radiografia digital aplicada na Ortodontia. *Odontologia*, p. 106-111, jul.-dez., 2003.
13. SANTORO, M., JARJOURA, K., CANGIALOSI, T. J. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, v. 129, n. 3, p. 345-351, Mar., 2006.
14. SCHULZE, R. *et al.* Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac. Radiol.*, v. 29, p. 56-56, 2000.
15. SERRA, J. G. *et al.* Captura da imagem para cefalometria, *RGO*, v. 53, n. 4, p.356-360, out., 2005.
16. SVANAES, D. B. *et al.* Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification: comparison with conventional radiography. *Oral Surg. Oral Méd. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v. 82, n. 1, p. 94-100, July, 1996.
17. WATANABE, P. C. A. *et al.* Estado atual da arte da imagem digital em Odontologia. *Rev. Assoc. Paul. Cirur. Dent.*, v. 53, n. 4, p. 320-325, jul./ago., 1999.
18. WENZEL, A., GOTFREDESEN, E. Digital radiography for the orthodontist, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 121, n. 2, p. 231-235, 2002.