

CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ
CURSO DE ODONTOLOGIA

CAROLAYNE DA VEIGA ALVES
JULIANE QUARTEROLI CORREA
LETTICIA COSTA DA MOTTA
ORIENTADORA Prof.^a THAIZA GONÇALVES ROCHA

COMPARAÇÃO DE DOIS SISTEMAS DE IMAGEM DIGITAL
EM RADIOGRAFIAS INTRAORAIS: SENSORES SÓLIDOS E
PLACAS DE ARMAZENAMENTO DE FÓSFORO

Rio de Janeiro

2021.2

**COMPARAÇÃO DE DOIS SISTEMAS DE IMAGEM DIGITAL
EM RADIOGRAFIAS INTRAORAIS: SENSORES SÓLIDOS E
PLACAS DE ARMAZENAMENTO DE FÓSFORO
COMPARISON BETWEEN TWO DIGITAL IMAGING SYSTEMS
OF INTRAORAL RADIOGRAPHS: SOLID SENSORS AND
PHORPHOR STORAGE PLATES**

**CAROLAYNE DA VEIGA ALVES, JULIANE QUARTEROLI CORREA E LETTICIA
COSTA DA MOTTA: Graduandas do Curso de Odontologia do Centro
Universitário São José.**

Orientadora

Prof.^a Thaiza Gonçalves Rocha

RESUMO

O avanço tecnológico permitiu que a radiologia odontológica evoluísse para o sistema de imagem digital, que vem substituindo o método convencional. O sistema de imagem digital tem como principais vantagens a redução da dose de radiação, a eliminação do processamento químico, a aplicação de ferramentas de ajuste de contraste, brilho, ampliação, facilidade no armazenamento das imagens. As placas de armazenamento de fósforo e os sensores sólidos são sistemas digitais em radiografias intraorais cada vez mais presentes nas clínicas de radiologia odontológica e nos consultórios odontológicos. É fundamental que o profissional tenha conhecimento sobre os sistemas de imagem digital disponíveis, para considerar qual atende suas necessidades e o que melhor se adapta à sua realidade de trabalho. O presente artigo tem o objetivo de apresentar e comparar, por meio de uma revisão de literatura, as principais características de dois sistemas de imagem digital em radiografias intraorais: os sensores sólidos e as placas de armazenamento de fósforo, ressaltando suas vantagens e desvantagens, bem como compará-los ao sistema radiográfico convencional.

Palavras-chave: Radiografia digital, Radiografia dentária, Diagnóstico.

ABSTRACT

Technological advances have allowed dental radiology to evolve into the digital imaging system that has been replacing the conventional method. The main advantages of the digital imaging system are: reduction of radiation dose, elimination of chemical processing, application of contrast, brightness, and magnification adjustment tools, ease of image storage. Phosphor storage plates and solid sensors are digital systems in intraoral radiographs increasingly present in dental radiology clinics and dental offices. It is essential that professionals have knowledge about the available digital imaging systems to consider which ones meet their needs and which best suits their work reality. This article aims to present and compare, through a literature review, the main characteristics of two digital imaging systems in intraoral radiographs: solid sensors and phosphor storage plates, highlighting their advantages and disadvantages, in addition to compare them to the conventional radiographic system.

Keywords: Digital radiography, Dental radiography, Diagnosis.

INTRODUÇÃO

Desde a descoberta dos raios x, o exame radiográfico se tornou um elemento fundamental para o diagnóstico. O filme convencional era a única opção de receptor de imagem e até os dias atuais desempenha um papel relevante nos serviços de saúde. Entretanto imagens radiográficas convencionais apresentam várias limitações (HAITER NETO; MELO, 2010).

O progresso tecnológico tem provocado grandes mudanças no campo da saúde, especialmente nos métodos de diagnóstico por imagem. A radiografia digital pode fornecer imagens de alta qualidade, reduzir a exposição à radiação ionizante e proteger o meio ambiente (CANDEIRO; BRINGEL; VALE, 2009). São citadas ainda outras vantagens quanto ao armazenamento das imagens, a aplicação de ferramentas de ajuste de contraste, brilho, ampliação em áreas específicas e inversão da escala de cinza (MOREIRA; BRAZ; LARENTIS, 2017).

O CCD ou dispositivo de carga acoplada é um chip de silicone duro que possui semi-condutores sensíveis à luz e aos raios X (BOTELHO; MENDONÇA; CARDOSO, 2003). A principal característica do sistema de sensor sólido é o aparecimento da imagem no monitor segundos após a exposição aos raios X, por isso é denominado de sistema de aquisição direta, sendo uma vantagem em relação aos demais sistemas digitais e ao filme radiográfico convencional (VAN DER STELT, 2000 apud HAITER NETO; MELO, 2010).

Na aquisição de imagem digital semi-direta, o filme convencional é substituído por placas de armazenamento de fósforo. Quando exposta aos raios X, ela absorve e armazena essa energia formando uma imagem latente altamente sensível a luz. A visualização da imagem no monitor do computador é obtida mediante à leitura da placa de fósforo por meio de um scanner a laser. (HAITER NETO; MELO, 2010).

Diante do impacto tecnológico no desenvolvimento dos métodos de diagnóstico por imagem, é fundamental que o profissional tenha conhecimento sobre os sistemas disponíveis para considerar qual sistema atende suas necessidades e o que melhor se adapta à sua realidade de trabalho.

O presente artigo tem o objetivo geral apresentar e comparar dois diferentes sistemas de imagem digital em radiografias intraorais, por meio de uma revisão de literatura nas bases de dados Scielo, Pubmed, Bireme e outras publicações relevantes no período de 1991 a 2021, disponíveis gratuitamente e nos idiomas inglês e português. Este estudo tem como objetivos específicos descrever as principais características dos sensores sólidos e das placas de armazenamento de fósforo, ressaltando suas vantagens e desvantagens, bem como compará-los ao sistema radiográfico convencional.

A principal justificativa para o tema proposto está associada com a modernização da forma de apresentação da informação radiográfica. Apesar da substituição do sistema convencional pelo sistema digital ainda não ter se dado por completa, ela é inevitável.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

RADIOGRAFIA CONVENCIONAL

O filme convencional até os dias atuais desempenha um papel relevante nos serviços de saúde, entretanto imagens radiográficas convencionais apresentam várias limitações, pois são estáticas não permitindo manipulações com o objetivo de aperfeiçoar o diagnóstico (HAITER NETO; MELO, 2010).

O filme radiográfico intraoral é feito como um filme de dupla emulsão (WHITE; PHAROAH, 2007). A emulsão é constituída pelos sais halogenados de prata e a matriz onde estão os sais suspensos. Os sais são compostos por cristais de brometo de prata e por cristais de iodeto de prata. A sensibilidade do filme depende da estrutura, organização, tamanho, formato dos cristais de prata e da presença de uma determinada quantidade de um composto de enxofre (FENYO-PEREIRA, 2013).

A radiografia convencional pode ser considerada um meio analógico, no qual as diferenças no tamanho e distribuição dos cristais de prata metálica resultam em uma escala de densidade contínua (HAITER NETO; MELO, 2010). Quando um feixe de raios X atravessa uma estrutura, parte dos feixes é atenuada e os demais expõem o filme radiográfico convencional alterando os cristais de prata da emulsão. Os diferentes tons de cinza visualizados na imagem radiográfica são resultantes da atenuação dos feixes de raios X pelas estruturas radiografadas. As áreas mais radiolúcidas correspondem às regiões onde os cristais de prata permanecem na emulsão e as áreas radiopacas às regiões onde os cristais de prata foram removidos durante o processamento radiográfico (VAN DER STELT, 2008).

RADIOGRAFIA DIGITAL

Os recursos da computação trouxeram a tecnologia digital que rapidamente ocupou os consultórios odontológicos (CALVIELLI; MODAFFORE, 2003) e com a

enorme evolução da informática, a imagem digital conquistou seu lugar na área das ciências da saúde (WATANABE et al., 1999).

A imagem radiográfica digital iniciou-se com a digitalização de imagens radiográficas convencionais, utilizando um scanner ou uma câmera digital. Em 1987, o dentista e inventor francês Francis Moyon demonstrou o primeiro sistema de radiografia digital intraoral para a odontologia, que mais tarde se chamou de Radiovisiography da Trophy Radiologie, com receptores de imagem tipo sensores CCD (*Charge Coupled Device*) (WENZEL, 2002 apud CANDEIRO; BRINGEL; VALE, 2009).

Para a obtenção da radiografia digital, utiliza-se o mesmo aparelho de raios-x utilizado para a aquisição da imagem convencional, no entanto, o filme convencional é substituído pelos receptores de imagem digital. Esta tecnologia resultou em um progresso significativo no diagnóstico por imagem, tornando-a cada vez mais presente e precisa (TAVANO; SILVA 1999).

O método digital é considerado um sistema que dispensa a utilização de filme radiográfico e conseqüentemente da câmara escura. Neste método o filme radiográfico é substituído por um receptor que recebe as informações e transmite em um monitor (SOUZA JUNIOR; AFONSO, SEWELL; PEREIRA; VAROLI, 1997 apud PASSARELLI NETO, 2014).

As imagens digitais são numéricas e distintas em relação à distribuição espacial dos pixels e em relação aos diferentes tons de cinza de cada pixel. Uma imagem digital consiste de um arranjo de células individuais organizados em uma matriz de linhas e colunas (HAITER NETO; MELO, 2010).

O valor de cinza corresponde à intensidade de radiação absorvida naquele local durante a exposição do receptor de imagem digital. A célula isolada é denominada "Picture elements", o que corresponderia em português a elementos da imagem, e vem sendo relatada na forma abreviada "pixel". Cada pixel terá um valor correspondente à intensidade média dos fótons que atingiram a sua área correspondente. Os valores numéricos que estes elementos apresentam

corresponderão ao tom de cinza e a posição na qual o pixel aparecerá no monitor (HAITER NETO; MELO, 2010).

Um pixel é o equivalente digital do cristal de prata de um filme convencional e significa um simples ponto na imagem digitalizada. A grande diferença entre os cristais de prata e os pixels é que esses últimos são ordenadamente distribuídos sobre a tela do computador, e sua localização, cor ou tom de cinza é representado por números (CRUZ et al., 2004).

Cada pixel pode atingir 256 valores de cinza, do preto (0) ao branco (255). Os softwares de processamento de imagem permitem manipulação da imagem por meio de melhoramento, conversão negativo/positivo, zoom ou modos de 3 dimensões (FRIEDLANDER et al., 2002).

Cruz et al. (2004) afirmaram que as principais vantagens do sistema digital consistem na diminuição da dose de exposição, eliminação do processamento químico de revelação/fixação e na possibilidade de manipulação das imagens, como alteração de contraste, brilho e a verificação de densidade óptica.

SENSORES SÓLIDOS – CCD/CMOS (AQUISIÇÃO DIRETA)

Os sensores sólidos podem ser encontrados no mercado em dois tipos: Os sensores que utilizam a tecnologia CCD (*Charged Coupled Device*) – Dispositivo de Carga Acoplada ou CMOS-APS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor Active Pixel*) – Semicondutores de Óxido de Metal Complementar – Pixel Ativado (HAITER NETO et al., 2000).

No sistema CCD é usado um chip de silício como dispositivo de captação da imagem. São revestidos por uma superfície plástica rígida ligada a um computador através de um cabo, assim, a imagem é exibida quase imediatamente no monitor após a exposição. Os sensores CCD apresentam um tamanho reduzido de sua face ativa, apesar de um maior volume externo em relação ao filme convencional (HAITER NETO et al., 2000) (Figuras 1 e 2).



Figura 1: Radiografia periapical no sistema sensor sólido. Fonte: HAITER NETO; MELO, 2010.



Figura 2: Sistema digital do tipo sensor sólido. Fonte: HAITER NETO; MELO, 2010.

A principal característica dos sistemas de sensores sólidos é o aparecimento da imagem no monitor segundos após a exposição dos sensores aos raios X o que representa aparentemente uma vantagem em relação aos demais sistemas digitais e ao filme radiográfico convencional (VAN DER STELT, 2000 apud HAITER NETO, MELO, 2010; SANDERINK; MILES, 2000).

Os sensores sólidos possuem uma fina superfície de silício acondicionada no interior do seu invólucro plástico onde se dá a captura da imagem radiográfica digital. Os cristais ficam distribuídos como os pixels que configuram unidades de uma matriz. Quando expostos à radiação, as ligações covalentes entre os átomos de silício são quebradas, produzindo pares de elétrons ionizados livres e vacâncias de carga. O número de pares de elétrons formados é proporcional à quantidade de exposição que a área recebe (WHITE; PHAROAH, 2007; WHAITES, 2009 apud HAITER NETO; MELO, 2010).

Estas informações na forma de carga elétrica são transferidas para um conversor analógico-digital que transformará a informação da voltagem de cada ponto em unidades binárias que corresponderão a um determinado o valor de pixel correspondente a um tom de cinza. Dessa forma a imagem será visualizada no monitor do computador (HAITER NETO et al., 2000).

PLACAS DE ARMAZENAMENTO DE FÓSFORO (AQUISIÇÃO SEMI- DIRETA)

O receptor do tipo placa de fósforo fotoestimulável ou placa de armazenamento de fósforo é uma placa ótica constituída por uma base de poliéster revestida por uma camada de flúor halogenato de bário. Esse sistema não possui um cabo e seu tamanho e espessura assemelha-se a um filme convencional (BOTELHO; MENDONÇA; CARDOSO, 2013; HAITER NETO; MELO, 2010) (Figura 3).

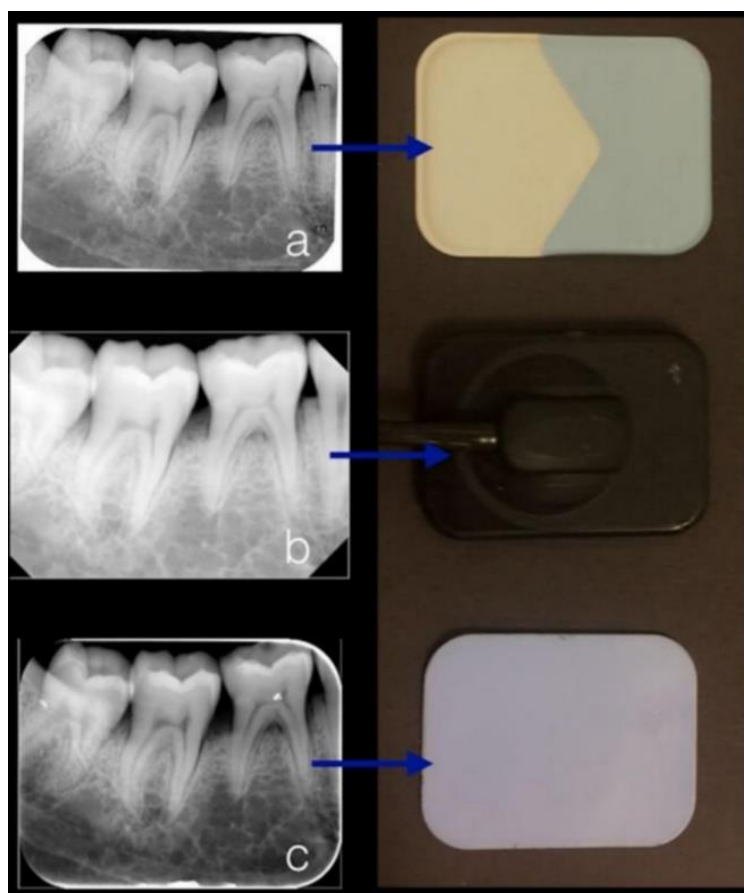


Figura 3: Comparação de uma radiografia periapical nos sistemas: convencional (a), sensor sólido (b) e placa de armazenamento de fósforo (c). Fonte: IKUTA, SALZEDAS; 2018.

As placas de armazenamento fósforo são constituídas de uma base de poliéster revestida em por uma camada de flúor haleto de bário e europium. Quando expostos aos raios X, os elétrons do europium absorvem energia e migram para os centros F dos haletos onde permanecem em estado de latência. Os elétrons latentes são proporcionais a energia absorvida dos raios X e representam a imagem latente (WHITE; PHAROAH, 2007). A leitura é realizada por um feixe de luz vermelha de aproximadamente 600 nm que estimula os elétrons do flúor haleto de bário liberando a energia armazenada em forma de luz do espectro verde ou azul, a depender do sistema utilizado (VAN DER STELT, 2008 apud HAITER NETO, MELO, 2010).

O sinal energético é quantificado por um conversor analógico-digital e então esta energia é convertida em dígitos binários e disposta como imagem digital no monitor do computador. Neste método é necessário um sistema de leitura conectado a um computador que transforma o sinal recebido pela placa óptica em sinal digital. Esse sistema também é conhecido como semi-direto (BOTELHO; MENDONÇA; CARDOSO, 2013; HAITER NETO; MELO, 2010).

Após a leitura da imagem pelo computador, a energia que ainda permanecer na placa pode ser eliminada expondo a placa à luz solar ou a própria luz do aparelho. Ao eliminar esta energia remanescente, a placa pode ser reutilizada (CANDEIRO; BRINGEL; VALE, 2009).

O sistema de placa de armazenamento de fósforo possui a vantagem de oferecer escala dinâmica mais ampla, sendo possível utilizar uma variedade maior de tempos de exposição produzindo imagens radiográficas de qualidade, apresentando dessa forma, menor risco de sub e superexposições levarem a uma imagem pouco ou muito densa a ponto de não poderem ser utilizadas, e diminuindo o número de repetições (VAN DER STELT, 2005 apud HAITER NETO; MELO, 2010).

Uma desvantagem dos sistemas que utilizam placas de fósforo é a facilidade com que estas podem ser danificadas, podendo trazer prejuízos na qualidade da imagem radiográfica (ROBERTS, MOL, 2004).

Tabela 1: Comparação das características dos receptores de imagem intraoral:

CARACTERÍSTICAS	Filme Convencional	Sensores Sólidos	Placas de Fósforo
Dose de radiação	Maior	Menor	Menor
Geração da imagem visível	Processamento químico	Computador	Scanner a laser Computador
Visualização da Imagem	Posterior Negatoscópio	Instantânea Monitor de vídeo	Posterior Monitor de vídeo
Estrutura	Fino Flexível	Grosso Rígido	Fino Flexível
Vida Útil	Usado somente uma vez	Reutilizável	Reutilizável
Processamento da Imagem	Imagem fixa Não permite ajustes	Múltiplos ajustes: contraste, densidade, ampliação.	Múltiplos ajustes: contraste, densidade, ampliação.
Armazenamento	Prontuário do paciente	Arquivo em mídia digital	Arquivo em mídia digital

Fonte: PARKS; WILLIAMSON, 2002.

PROCESSAMENTO DIGITAL

Tanto o sistema digital de sensores sólidos quanto o sistema de placas de armazenamento de fósforo, necessitam de uma estação de trabalho computadorizada. O processamento da imagem é praticamente imediato no sensor sólido. Já no sistema do tipo placas de armazenamento de fósforo, a placa deve ser escaneada para que a imagem latente seja visualizada no monitor, e, portanto, o processamento da imagem é operador-dependente (IKUTA; SALZEDAS, 2018) (Figura 4).



Figura 4: Sensor sólido acoplado a saída USB do computador (a); Posicionamento da placa de fósforo fotoestimulável no escaner para leitura (b). Fonte: IKUTA, SALZEDAS; 2018.

Quando se iniciou a utilização de sistemas digitais nos anos 80, os monitores não possuíam resolução espacial, nem escala de cinza suficiente para disponibilizar uma imagem de qualidade suficiente para substituir a radiografia convencional (INSIDOR et al., 2009; WENZEL A et al., 1991).

A radiografia digital pode ser avaliada na tela do computador, impressa em filme radiográfico ou papel fotográfico. Estudos apontam que a impressão em papel fotográfico resulta em perda de qualidade das imagens comparando com a visualização em monitores (CRUZ et al., 2004).

A imagem digital oferece as vantagens de permitir ajustes de contraste, brilho, ampliação em áreas específicas e inversão da escala de cinza, além de não se deteriorar e de não perder a qualidade com o passar do tempo (PANELLA, 2006; CASTILHO et al., 2003). A manipulação digital permite que erros derivados de subexposição possam ser corrigidos sem a necessidade de se realizar outra radiografia (KOTSITBOWOMCHAI et al., 2004; LI et al., 2002).

Todos os sistemas digitais diretos e semi-diretos disponíveis no mercado vêm acompanhados de programas próprios que permitem a manipulação das imagens digitais. São aplicados os recursos de manipulação do brilho e contraste, mensurações lineares e angulares, zoom, negativo, cores, relevo/3D, nitidez. A redução do tempo de trabalho é uma das principais vantagens dos sistemas digitais,

e deve ser considerada quando se fizer uso de manipulação da imagem, procurando tornar esta fase o mais curta possível. (HAITER NETO; MELO, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos autores concordam que a radiografia digital promoveu muitas mudanças favoráveis à área da saúde. A radiografia digital oferece vantagens como a redução da dose de radiação, a eliminação de substâncias químicas do processamento convencional, melhor qualidade da imagem, aplicação de ferramentas de ajuste de contraste, brilho, ampliação. O método digital também reduz o tempo de trabalho, promovendo agilidade no atendimento e a facilidade de acesso e armazenamento das imagens. A principal desvantagem é o elevado custo inicial, mas que é compensado a longo prazo pelas vantagens que o sistema oferece.

A característica mais importante dos sensores sólidos é o aparecimento imediato da imagem no monitor após a exposição aos raios X, representando uma vantagem em relação ao sistema de placas de armazenamento de fósforo e ao filme radiográfico convencional. No entanto, sua face ativa é menor e seu volume externo maior, dificultando o posicionamento na boca do paciente.

As placas de armazenamento de fósforo possuem face ativa, tamanho e espessura semelhantes a um filme convencional. Como desvantagem, o processamento da imagem é operador-dependente, sendo necessário um sistema de leitura conectado a um computador.

As características dos sensores sólidos e das placas de armazenamento de fósforo descritas na literatura reiteram as vantagens que estabelecem a radiografia digital como um método padrão ouro. Cabe ao profissional avaliar qual sistema atende melhor suas necessidades, pois a substituição do sistema convencional pelo sistema digital é necessária e inevitável.

REFERÊNCIAS

BOTELHO T. L., MENDONÇA E. F., CARDOSO L. L.; Contribuição da radiologia digital na clínica odontológica. **Robrac** 2003.

CALVIELLI, I. T. P.; MODAFFORE, P. M. A validade dos arquivos digitais como meio de prova processual. **Revista da APCD**, v.57, n.1, jan./fev., 2003.

CANDEIRO, G. T. M.; BRINGEL, A. S. F.; VALE, I. S. Radiologia Digital: revisão de literatura. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v.30, n.2, p. 38-44, 2009.

CASTILHO, J. C. M, MORAES L. C. COSTA N. P, DOTTO G. N. Radiografia digital - histórico e evolução. **Rev Odonto Ciênc.** 2003; 18

CRUZ G. A, MORAES L. C, MÉDICE FILHO E, CASTILHO J. C. M. Utilização de radiografia digital em Odontologia. **Rev ABO Nac.** 12(5): 283-286, out.-nov. 2004.

FENYO-PEREIRA, M. - 2. ed. - São Paulo: Santos, 2013. **Radiologia odontológica e irraginologia** / Organizadora Marlene Fenyo-Pereira;

FRIEDLANDER, L. T.; LOVE, R. M.; CHANDLER, N. P. A comparison of phosphor-plate digital images with conventional radiographs for the perceived clarity of fine endodontic files and periapical lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.93, p.321-7, 2002.

HAITER NETO, F., MELO, D. P. Radiografia Digital, **Revista da Abro** 2010; 11(1): 5-17.

HAITER NETO, F.; OLIVEIRA, A. E.; TUJI, F. M.; ROCHA, A. S. Estágio Atual da Radiografia Digital. **Revista da ABRO**, v.1, n.3, p.01-06, set./dez., 2000.

HELEN L. O. MOREIRA, MARCYLENE A. BRAZ, NAIARA L. LARENTIS; Preferências dos docentes de um curso de odontologia quanto à forma de visualização de radiografias digitais. **ABENO**. 17(1): 36-44, 2017.

ISIDOR S., FAABORG-ANDERSEN M., HINTZE H., KIRKEVANG L. L., FRYDENBERG M., HAITER-NETO F., WENZEL A. Effect of monitor display on detection of approximal caries lesions in digital radiographs. **Dentomaxillofac radiol.** 2009; 38:537-41.

IKUTA, C. R. S.; SALZEDAS, L. M. P. Comparação clínica de dois sistemas digitais de radiografias intraorais. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, v. 7, p. 213-216, 2018.

KOTSITBOWOMCHAI S., BASIW M, PROMWANG Y., MORAGORN H., SOOKSUNTISAKOONCHAI N. Accuracy of diagnosing occlusal caries using digital images. **Dentomaxillofac Radiol.** 2004; 33: 236-40.

OLIVEIRA MOREIRA, H. L., BRAZ, M. A., & LARENTIS, N. L. (2017). Preferências dos docentes de um curso de Odontologia quanto à forma de visualização de radiografias digitais. **Revista Da ABENO**, 17(1), 36–44.

PANELLA J. **Radiologia odontológica e imaginologia**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

PARKS, E. T.; WILLIAMSON, G. F. Digital Radiography: An Overview, **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v.3, n.4, p.23-39, Nov.2002.

ROBERTS M. W., MOL A. Clinical techniques to reduce sensor plate damage in PSP digital radiography. **J Dent Child (Chic)**. 2004; 71:169-170.

SANDERINK G. C, MILES D. A. Intraoral detectors. CCD, CMOS, TFT, and other devices. **Dent Clin North Am.** 2000; 44:249-55.

SEWELL C. M. D, PEREIRA M. F., VAROLI O. J. Princípios de produção da imagem digitalizada. **RPG** 1997; 4(1):55-8. (6)

SOUZA J., AFONSO A. P.; PASSARELLI NETO. Aplicabilidade clínica da radiografia digital na Odontologia. **Odonto** 2014; 22(43-44): 83-92.

TAVANO O., SILVA M. A. G. S. A radiografia digital na odontologia. **RevFac Odontol.** 1999; 1 (1): 52-5

VAN DER STELT P. F. Principles of digital imaging. **Dent Clin North Am.**2000; 44:237-48.

VAN DER STELT P. F. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. **J Am Dent Assoc.** 2005; 136: 1379-1387.

VAN DER STELT, P.F. Better imaging the advantages of digital radiography. **J Am Dent Assoc.** 2008; 139: 7S-13S.

WATANABE, P. C. A.; TANAKA, E. E.; PEREIRA, M. F.; PANELLA, J. Estado atual da arte da imagem digital em odontologia. **Revista APCD**, v.53, n.4, jul./ago., 1999.

WENZEL A., HINTZE H., MIKKELSEN L., MOUVEN F. Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. A comparison of conventional film radiographs, digitized film radiographs, and RadioVisioGraphy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1991; 72:621-6.

WENZEL A. Two decades of computerized information technologies in dental radiography. **J Dent Res.** 2002; 81 (9): 590-3.

WHAITES E. **Princípios de Radiologia Odontológica.** 4a Ed.Elsevier Editora. 2009.

WHITE, S. C.; PHAROAH M. J. **Radiologia Oral: Fundamentos e Interpretação.** 5ª Edição. Elsevier Editora Ltda. 2007.