

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA E ORTOPEDIA  
ESPECIALIZAÇÃO EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA E IMAGINOLOGIA

**RADIOLOGIA DIGITAL  
NA CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

EDUARDO CASAROTTO DE SOUZA

PORTO ALEGRE

2011

EDUARDO CASAROTTO DE SOUZA

**RADIOLOGIA DIGITAL  
NA CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

Monografia apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a conclusão do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia, pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Nádia Assein Arús

Porto Alegre

2011

PROFESSORA ORIENTADORA

**NÁDIA ASSEIN ARÚS**

- Professora do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Mestre em Odontologia / Radiologia Odontológica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Especialista em Radiologia Odontológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

## **AGRADECIMENTOS**

À Andiele Milbradt Rosa pela compreensão, apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Aos meus sócios na Redimagem, Robledo Pedro Auler e Daniela Sonda, pela parceria diária.

À professora Nádia, pela disponibilidade e conhecimentos transmitidos.

Por fim, um agradecimento especial aos meus familiares, pelo contínuo apoio ao meu crescimento profissional.

## **RESUMO**

A radiografia digital representa hoje uma realidade em diversas clínicas e consultórios odontológicos. O presente trabalho realizou uma revisão de literatura sobre o uso da imagem digital na odontologia. Para tal, inicialmente foi feita uma explanação sobre os princípios da formação da imagem digital e classificação dos sistemas digitais existentes no mercado, sendo abordados os sistemas direto e semi direto. Em seguida, foi revisado o significado do formato DICOM e feitas considerações sobre os métodos de visualização das imagens adquiridas. Os estudos revisados tratam da aplicabilidade da imagem digital nas diferentes especialidades odontológicas e uso de ferramentas. Finalmente, foi feita uma exposição sobre a certificação digital, fator fundamental para validação das imagens digitais. Diante do exposto, conclui-se que a radiografia digital apresenta-se como uma tecnologia eficaz como auxiliar ao diagnóstico odontológico, com redução da dose de radiação em relação aos filmes convencionais, visualização instantânea da imagem adquirida, além da possibilidade de utilização de ferramentas que proporcionem o incremento da imagem radiográfica obtida.

Palavras-Chave: Radiografia Digital; Radiologia; Odontologia; Diagnóstico.

## **ABSTRACT**

The digital radiography is now a reality in several clinics and dental offices. This paper conducted a literature review on the use of digital imaging in dentistry. For this purpose it was originally made an explanation of the principles of digital image formation and classification of digital systems on the market. The systems explained were direct and semi direct. It was then revised the meaning of the DICOM format, and discussed visualization methods of images acquired. The studies reviewed deal with the applicability of digital imaging in the different dental specialties and use of tools. Finally, a presentation on the digital certificate was made, which is fundamental for the validation of digital images. After all, it is concluded that digital radiography is presented as an effective technology as an aid in dental diagnosis, with radiation dose reduction compared to conventional film, instant preview of the image acquired, plus the ability to use tools that provide increase of the radiographic image obtained.

**Keywords:** Digital Radiography; Radiology; Dentistry; Diagnostics.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	9
2.1 PRINCÍPIOS DA FORMAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL .....	9
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMAGEM RADIOLÓGICA DIGITAL .....	11
<b>2.2.1 Sistema de Aquisição Direto – Receptores de imagem do tipo Sensor Sólido</b> .....	12
2.2.1.1 Receptores CCD (Dispositivo de Carga Acoplada) .....	13
2.2.1.2 Receptores CMOS-APS (Semicondutores de Oxido de Metal Complementar- Sensor Ativo de Pixel) .....	14
<b>2.2.2 Sistema de Aquisição Semi-Direta</b> .....	15
2.2.2.1 Placa de Fósforo Fotoativada .....	15
2.3 FORMATO DICOM (DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATIONS IN MEDICINE) .	15
2.4 VISUALIZAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL.....	16
2.5 RADIOLOGIA DIGITAL NAS ESPECIALIDADES ODONTOLÓGICAS .....	17
2.6 CERTIFICAÇÃO DIGITAL.....	25
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	28
<b>4 APRESENTAÇÃO DE DADOS</b> .....	29
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	31
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e o aperfeiçoamento no emprego dos raios X, aliados à aplicação da informática, resultaram no surgimento da Radiologia Digital. Conforme Syriopoulos et al. (2000), o primeiro sistema digital direto tornou-se comercialmente disponível em 1987 como uma alternativa à radiografia convencional. Esse primeiro sistema foi o Radio VisioGraphy (RVG), criado pelo Dr. Frances Mouyens e fabricado pela Trophy Radiologie (Vincennes, França) em 1984.

Dentre as vantagens desta tecnologia em relação ao método convencional se destacam a redução das doses de radiação utilizadas, eliminação do processamento químico, visualização instantânea da imagem em meios rígidos, a transmissão dos dados via modem e a possibilidade de manipulação das imagens alterando suas características. Dessa forma, esta modalidade se apresenta como um instrumento muito útil em radiologia odontológica. Como desvantagens observam-se: o alto custo dos equipamentos, o espaço para armazenamento das imagens, o volume, a rigidez e a área de abrangência dos sensores, a não padronização dos computadores.

O propósito deste trabalho é realizar uma revisão da literatura sobre o uso dos sistemas de imagem radiográfica digital na clínica odontológica. O uso e divulgação desta tecnologia nas escolas de odontologia combinada com o aumento no número de fabricantes destes sistemas e consequente redução dos custos dos equipamentos resultará em uma maior difusão da imagem digital na classe odontológica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PRINCÍPIOS DA FORMAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL

A formação da imagem digital difere da formação da imagem convencional. Na radiografia convencional, quando um feixe de fótons de raios X atravessa um objeto, parte dos fótons deste feixe é atenuada, e os demais fótons expõem o filme radiográfico, modificando os cristais de prata presentes na emulsão. Dessa forma, a imagem apresenta-se contínua e ininterrupta, onde os tons de cinzas se intercalam de maneira sutil. Com isso, a radiografia convencional pode ser considerada um meio analógico, no qual as diferenças do tamanho e distribuição dos cristais de prata metálica resultam em uma escala de densidade contínua (WHITE; PHAROAH; 2007).

A radiografia digital representa um grande avanço tecnológico, permitindo recursos indisponíveis nas técnicas convencionais; no entanto, as bases técnicas, assim como a fonte de energia, permanecem inalteradas (BOTELHO; MENDONÇA; CARDOSO, 2003).

A radiografia digital não usa filme radiográfico e, portanto, não envolve o emprego dos cristais de sais de prata. Uma imagem digital consiste de um arranjo de células individuais organizadas em uma matriz de linhas e colunas. Cada célula possui três numerações: 1- coordenada X, 2- coordenada Y e 3 – valor de cinza (VAN DER SELT, 2008). O valor de cinza corresponde à intensidade de radiação absorvida naquele local durante a exposição do

receptor da imagem digital. Cada célula isolada é denominada elemento de imagem, do inglês “picture element” (pixel). Cada pixel terá um valor correspondente à intensidade média dos fótons que atingiram a 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), conforme mostra a Figura 1.

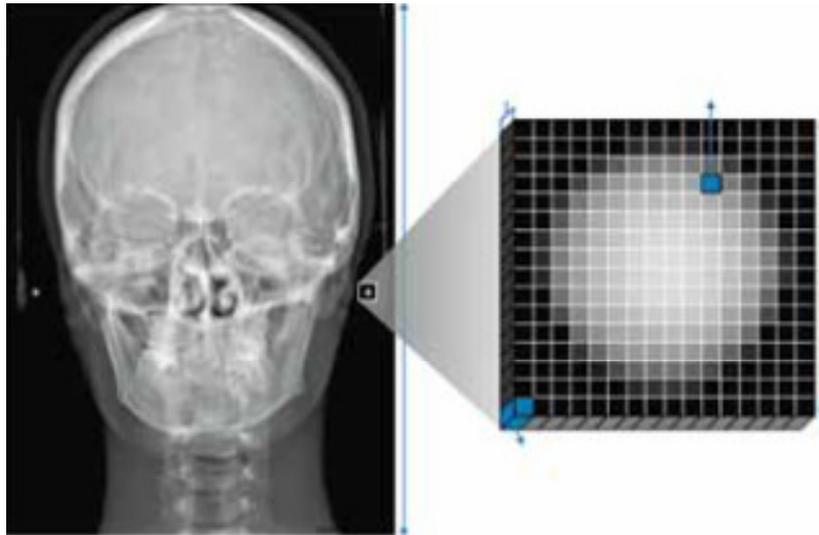


Fig 1- Imagem digital de telerradiografia em norma frontal com dimensão de 1834 pixels no sentido vertical. Ao analisar a região correspondente à imagem da oliva, verifica-se a dimensão de 16 pixels no sentido vertical. (Sannomiya, 2009)

Segundo os mesmos autores, o computador utiliza o sistema binário como base para todo seu funcionamento. Todos os sinais elétricos de entrada, inclusive os que dão origem a imagem radiográfica digital são convertidos em dígitos binários (bits). Oito bits podem ser agrupados para formar uma unidade maior denominada byte. O byte apresenta 256 possíveis combinações numéricas e conseqüentemente, no que diz respeito à imagem digital, 256 tons variando do preto ao branco. A cada campo da matriz é atribuído um valor numérico que representa um valor de tom de cinza. O olho humano pode perceber no máximo até 100 tonalidades de cinza (MILES, 1993).

Para fins de diagnóstico, as imagens com poucos tons de cinza são inadequadas. Na odontologia, trabalha-se com uma escala de 256 tonalidades de cinza. Nesse caso, o preto tem valor zero e o branco valor 255 (SANNOMIYA, 2009).

Durante a aquisição da imagem digital, o tamanho do pixel e a profundidade do bit são fatores importantes na determinação das resoluções espacial e de contraste. Atualmente, o tamanho do pixel varia de 19-50 micrometros, para sistemas radiográficos intra orais que proporcionam uma resolução espacial máxima de 25 pares de linha por mm (25 pl/mm), similar a dos filmes convencionais (FARMAN; FARMAN; 2005). O tamanho do pixel está relacionado à resolução espacial da imagem em pl/mm, e quanto menor o tamanho do pixel maior a resolução (ALMEIDA et al, 2000).

Existem sistemas digitais que permitem a aquisição de imagens digitais com 8, 10, 12 e 16 bits. Quando maior a profundidade do bit, maior resolução do contraste, resultando na visualização de diferenças sutis na imagem radiográfica digital final. É importante utilizar formas de armazenamento e visualização das imagens compatíveis com os aparelhos utilizados na sua aquisição para aproveitar ao máximo as vantagens pelo sistema adquirido (HAITER NETO; MELO; 2010).

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMAGEM RADIOLÓGICA DIGITAL

De acordo com Botelho; Mendonça; Cardoso (2003) e Pontual (2005) há três sistemas de captura de imagens digitais:

- Indireto: a imagem do filme convencional é digitalizada através de scanners eletrônicos ou câmeras de vídeo;

- Direto: o filme radiográfico é substituído por um sensor tipo CCD (*Charge Couple Device*) ou CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor Active Pixel*) sensível à luz e a raios-x. Possui um cabo de ligação com o computador, convertendo diretamente a energia do feixe de raios-x em sinal eletrônico, sendo a carga amplificada e convertida pelo computador em sinal digital, aparecendo no monitor em segundos. Exemplos: Radio Visiograph (RVG) – Trophy; Visualix ou Vixa – Gendex; Sidexis – Siemens; e NI-DX – Denstply; e
- Semi-direto: o filme radiográfico é substituído por um receptor do tipo placa de armazenamento de fósforo foto-estimulável, mas não apresenta um cabo de conexão ao computador. No entanto, é necessário um sistema de leitura conectado a um computador, o qual transforma o sinal recebido pela placa óptica em sinal digital, o que leva em torno de poucos segundos a minutos. Após o escaneamento, o receptor é dessensibilizado, tendo as imagens apagadas, podendo ser reutilizado. Exemplos: Digora – Soredex; DenOptix – Gendex; CD-Dent – DigiDent; e Combi-X – DigiDent.

Os receptores de imagens digitais, quando comparados aos sistemas convencionais, são mais sensíveis à radiação, o que significa que são necessárias menores doses de exposição para obtenção de imagens com a mesma qualidade de diagnóstico da radiografia convencional (HAITER NETO; MELO; 2010).

### **2.2.1 Sistema de Aquisição Direto – Receptores de imagem do tipo Sensor Sólido**

O método de aquisição direta de imagem digital utiliza receptores de imagem digital do tipo sensor sólido – Dispositivo de Carga Acoplada (CCD) ou Semicondutores de Oxido de Metal Complementar (CMOS).

Os sensores sólidos intra orais abrigam chips de silício em um invólucro de plástico rígido. Em um sensor sólido do tipo CCD/CMOS, a matriz de silício e o dispositivo amplificador localizam-se no interior do invólucro que os protege contra a deterioração e contaminação, ao mesmo tempo, o que torna este sensor volumoso e desconfortável ao paciente (HAITER NETO; MELO; 2010).

#### 2.2.1.1 Receptores CCD (Dispositivo de Carga Acoplada)

O receptor Charge Couple Device, foi o primeiro tipo de receptor de imagem digital lançado no mercado como alternativa a radiografia convencional, representado pelo sistema RadioVisioGraphy em 1987. Estes dispositivos consistem de uma matriz de pixels individuais, formados por uma camada de silício do tipo N e outra do tipo P. À frente desta superfície de silício existe uma camada cintilante de cristais fluorescentes similares às camadas intensificadores dos écrans. Os feixes de raios X incidem primeiramente nesta camada, onde são convertidos em luz de espectro variado. A luz então interage com os cristais de silício, e as ligações covalentes entre os átomos de silício são quebrados produzindo pares de elétrons ionizados. Estes pares de elétrons formam um pacote de carga que representa um pixel individual, o qual possui um valor proporcional à radiação a qual foi exposto, o que representará futuramente um tom de cinza ( VAN DER STELT, 2008). Para que esta imagem seja visualizada, os elétrons do pacote de carga de cada pixel são atraídos para o pólo de potencial mais positivo, sendo transferida para um amplificador de leitura e transmitida como um sinal analógico de voltagem para o conversor analógico-digital. No conversor, o sinal é convertido em unidades binárias e transmitido ao computador, e assim, toda informação colhida será visualizada na tela do computador (HAITER NETO; MELO; 2010), conforme demonstrado na Figura 2.

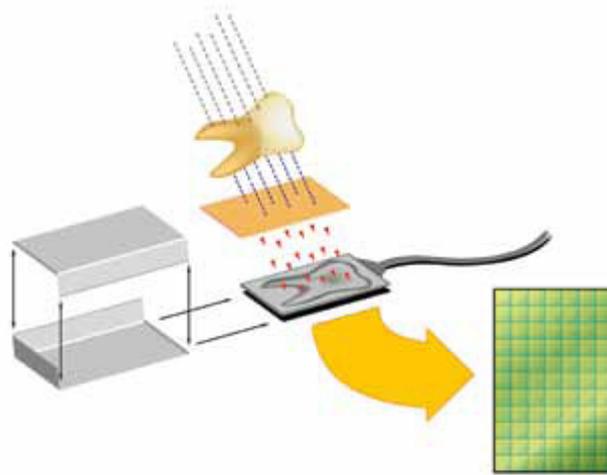


Fig 2- Esquema mostrando a formação da imagem radiográfica digital em um sensor CCD intrabucal. Sannomiya, 2009

#### 2.2.1.2 Receptores CMOS-APS (Semicondutores de Oxido de Metal Complementar- Sensor Ativo de Pixel)

Os receptores CMOS tem estrutura semelhante aos receptores CCD, mas diferem na forma com que o pacote de carga elétrica derivado da ionização dos cristais de silício é transmitido. Na matriz de cristais de silício do receptor CMOS, cada elemento da imagem digital é isolado, ou seja, cada pixel é isolado do pixel vizinho, sendo diretamente conectado ao conversor. O pacote de carga de cada pixel é transferido como uma voltagem isolada, permitindo que cada pixel seja avaliado individualmente. Isto significa que o sinal representando o valor médio de cinza de cada pixel é lido isoladamente (HAITER NETO; MELO; 2010).

## **2.2.2 Sistema de Aquisição Semi-Direta**

### **2.2.2.1 Placa de Fósforo Fotoativada (PSP)**

O sistema de aquisição semi-direto da imagem digital, utiliza placas de fósforo ou placas de fósforo fotoestimuladas (Photostimulate phosphor plates – PSP).

As PSP são constituídas de uma base de poliéster encoberta em uma de suas faces por uma camada de Flúor Haleto de Bário, acrescido de Europium. O Bário em combinação com o Iodo, Cloro ou Bromo forma uma gelatina cristalina, que com a adição do Europium apresenta imperfeições. Quando expostos à radiação X, os elétrons do Europium absorvem energia, e migram para os centros F dos Haletos na gelatina, onde permanecem no estado de latência (WHAITES, 2009). A visualização da imagem é obtida mediante leitura de um scanner a laser próprio para cada sistema digital. A leitura é realizada por um feixe de luz vermelha que estimula os elétrons do flúor haleto de bário, fazendo com que estes migrem e retornem ao Europium, liberando a energia armazenada em forma de luz do espectro verde ou azul, dependendo do sistema utilizado. Posteriormente, uma luz branca se encarrega de apagar a imagem latente da placa, para posterior reutilização (ANAS; ASSAD; TARBOUSH, 2010).

## **2.3 FORMATO DICOM (DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATIONS IN MEDICINE)**

O formato de imagem DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) – Comunicações de Imagens Digitais em Medicina, foi criado com a finalidade de padronizar a troca de informações entre vários equipamentos de imagem diagnóstica, como tomografias, ressonâncias magnéticas, radiografias, entre outros. O padrão DICOM consiste em uma série de regras que permite que imagens médicas e informações associadas sejam transferidas entre

equipamentos de imagem, computadores e hospitais. O padrão estabelece uma linguagem comum entre os equipamentos de marcas diferentes, que geralmente não são compatíveis. (GRAHAM; PERRISS; SCARSBROOK, 2005). Diferentemente de outros formatos de dados, o DICOM agrupa a informação em série. Isso significa que uma radiografia contém a identificação do paciente no arquivo, de modo que a imagem nunca possa ser separada dessa informação. Além disso, as imagens não perdem a definição (NAIR et al, 2009).

## 2.4 VISUALIZAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL

A resolução dos monitores (resolução vertical e horizontal), níveis de renovação da imagem (refresh rate), tamanho da matriz dos pixels, bem como as condições do ambiente no qual este monitor está (luz ambiente/penumbra/escuridão total) e as próprias limitações na performance de observação do olho humano, levam a controvérsias no diagnóstico de detalhes existentes na imagem radiográfica (CEDERBERG et al., 1999). Muitos dos monitores usados nos consultórios dos cirurgiões-dentistas atualmente para exibição de radiografias digitais tem um tamanho de pixel de 0.3 mm e o olho humano é menos sensível a matrizes menores ou maiores que 1 mm. Nos sistemas digitais, a resolução da imagem é diretamente proporcional à capacidade de resolução do sensor utilizado e do monitor. Embora não existam estudos conclusivos, as características das placas aceleradoras e/ou compactadoras de imagem também exibem importância ímpar na capacidade de diagnóstico devido à variabilidade na exibição da imagem mostrada no vídeo. Os dispositivos de visualização utilizados atualmente têm geralmente resolução de 1024 X 768 (17 polegadas), mas monitores capazes de exibir imagens com resolução de 2048 X 2048 já existem no mercado.

Em relação à capacidade de emissão de luz pelos monitores utilizados atualmente, está em torno de 86 a 240 CD/mm, comparada com os valores de 1542 a 1713 CD/mm emitidos

pelos negatoscópios utilizados rotineiramente. O nível de emissão de luz gerado pelo dispositivo utilizado para visualização tem significativo papel no diagnóstico final emitido pelo profissional. Até determinado ponto, quanto maior a luminescência do monitor, menor a sensibilidade do olho humano aos detalhes, chegando a um ponto que o brilho seria excessivo, prejudicando sobremaneira a execução de um diagnóstico preciso (FREITAS, ROSA, SOUZA, 2004).

## 2.5 RADIOLOGIA DIGITAL NAS ESPECIALIDADES ODONTOLÓGICAS

Em 2000, Oliveira et. al. ressaltaram a importância de algumas características dos sensores digitais intra-orais que devem ser consideradas. Com relação ao tamanho da face ativa do sensor, o sistema de placa de fósforo oferece tamanhos infantil e adulto equivalentes aos filmes periapicais. Já nos sistemas CCD, o tamanho da face ativa varia, sendo menor que o filme padrão, às vezes, até mesmo menor que o filme infantil. Quanto à flexibilidade e volume externo do sensor, os sistemas CCD são rígidos e de maior volume externo que as placas de fósforo, trazendo desconforto ao paciente. Já o sistema de armazenamento de fósforo assemelha-se em espessura e flexibilidade ao filme padrão, podendo ser usado com posicionadores. A ergonomia deve ser considerada principalmente nos sistemas CCD, que exigem um aparato computadorizado e um posicionamento em proximidade com o paciente, devido ao fio conector do sensor, ao contrário do sistema de placa de fósforo, que não necessita dessa proximidade com o paciente. Em relação ao desconforto do paciente, Wenzel et al. (1999) compararam os sistemas CCD (Trophy RVG) e PSP (Digora). Constataram que 58% dos pacientes preferiram o Digora, 30% o RVG e 12% não tiveram preferência.

A escala dinâmica de um sistema radiográfico é a amplitude de exposição à radiação X, dentro da qual um sistema pode oferecer imagens em condição de diagnóstico. Quando um

sistema radiográfico possui uma ampla escala dinâmica, significa que, independente do tempo de exposição (muito alto ou muito baixo), a imagem adquirida apresenta uma qualidade aceitável para análise clínica (COWEN, WORKMAN, PRINCE, 1993). Por exemplo, o sistema digital de armazenamento de fósforo Digora possui uma ampla escala dinâmica, podendo ter seu sensor irradiado tanto com tempo de 0,02 segundos ou até mesmo com o de 2,32 segundos, e mesmo assim, são obtidas imagens visíveis (LIM, LOH, HONG, 1996).

Ao contrário das placas de fósforo, os sensores CCD e os filmes convencionais apresentam uma escala dinâmica estreita (BORG et al., 1998). Assim, com o uso de filmes convencionais ou sensor CCD é necessário que o tempo de exposição à radiação X seja seguido rigorosamente, para que as imagens obtidas sejam adequadas para o diagnóstico (VELDERS, SANDERINK, VAN DER STELT, 1996). Sendo assim, os aparelhos de raios X ideais para trabalhar com os sistemas CCD são aqueles que possibilitam a seleção de pequenos tempos de exposição, como frações de décimo de segundo.

Os sistemas digitais reduzem a dose de exposição ao paciente, dependendo do objeto radiografado. O sistema de placa de fósforo (Digora) reduz de 50% a 80% a dose de radiação ionizante quando comparado ao filme convencional E-speed. Já o sistema CCD reduz em torno de 30% a 50% da dose quando comparado ao mesmo filme convencional. Outro aspecto importante é o software que acompanha os sistemas digitais que, de uma forma geral, apresentam funções básicas como: brilho, contraste, negativo, zoom. Já outros sistemas apresentam maiores opções de recursos, incluindo filtros digitais, ferramentas de mensurações angulares e de histograma e maior número de formatos de arquivos para armazenamento de imagem (Oliveira et. al., 2000).

Wenzel e Kirkevang (2004) compararam os dois sistemas radiográficos digitais (CCD e PSP) na mensuração de tratamentos endodônticos. Os trinta e um estudantes de Odontologia

que fizeram as análises identificaram que o CCD proporcionou um tratamento mais ágil, enquanto o PSP foi mais fácil de utilizar em relação ao posicionamento do sensor ao dente.

Com o objetivo de comparar a qualidade das imagens digitais, Almeida et al (2000) realizaram estudo avaliando comparativamente a qualidade das imagens adquiridas, por meio da placa de fósforo, com três diferentes resoluções, 150, 300 e 600 dpi, e a eficiência de alguns recursos de manipulação disponíveis no software do sistema estudado. Os objetos de análise constituíram-se de quinze dentes com a lima endodôntica nº 8 em seu interior, cujas mensurações foram realizadas por cinco avaliadores. O sistema digital utilizado foi o DenOptix (Dentsply International/Gendex). Os resultados mostraram diferença estatística entre as diferentes resoluções empregadas, com as imagens adquiridas com 150 dpi apresentando-se de qualidade inferior às de 300 e 600 dpi, e estas equivalentes entre si. Os diferentes recursos digitais empregados não se apresentaram estatisticamente significantes entre si. Com base nos resultados, conclui-se que as imagens de 150 dpi apresentam-se com qualidade inferior àquelas adquiridas com 300 e 600 dpi, que oferecem similar nível de eficiência, apresentando-se como imagens em condições satisfatórias para uma análise radiográfica. Quanto à aplicação dos diferentes recursos de manipulação da imagem estudados, pode-se concluir, em função dos resultados equivalentes que apresentaram, que, em mensurações endodônticas, a escolha de se trabalhar com um recurso isoladamente ou em associação fica ao encargo de um critério subjetivo de seleção.

Lozano et. al (2002) compararam os sistemas CCD (Radiovisiography), PSP (Digora) e Convencional para mensuração do canal radicular, onde foram utilizadas limas K números 8, 10 e 15. A capacidade dos três sistemas foi testada na determinação do comprimento do canal radicular pela distância da ponta da lima ao ápice. Quando se utilizou lima nº 15, resultados similares foram encontrados com as técnicas digitais e com a técnica convencional.

Para limas nº 10 ou nº 8, a radiografia digital não propiciou precisão diagnóstica suficiente para determinar o comprimento de trabalho.

Friedlander et al (2002) realizaram estudo em que o objetivo foi de comparar imagens produzidas pelo sistema de imagem PSP (Digora) com o filme radiográfico convencional E-speed para percepção de limas K nº 6, bem como para observação de lesões ósseas periapicais. As imagens digitais foram inferiores à convencional na verificação da ponta da lima e também na observação de lesões ósseas. Entretanto, os mesmos autores citaram que limas endodônticas com diâmetro menor que o da lima nº 15 não são satisfatórias para a determinação do comprimento de trabalho.

Em estudo realizado por Sanabe et.al (2009) foi comparada a radiografia convencional com a radiografia digital na determinação do comprimento de incisivos descíduos. Os resultados deste estudo não mostraram diferença significativa entre estes métodos radiográficos. O consenso entre os examinadores revelou-se excelente no método radiográfico digital, em que as imagens foram mensuradas diretamente no monitor com a utilização de zoom de 100%. Concluíram os autores que algumas características das imagens digitais, como a redução da exposição à radiação, possibilitando imagens instantâneas e eliminação das soluções químicas, tornam o método digital como uma alternativa para mensuração do comprimento da dentição primária.

Bóscolo et al. (2001) avaliaram subjetivamente a qualidade de imagem de dois sistemas digitais CCD (Sens-A-Ray 2000 e CDR), de um sistema digital de armazenamento de fósforo (Digora), do filme digitalizado e do filme E-speed. Cinco foram os objetos de análise, empregando-se 50, 60, 70 kVp com tempos de exposição de 0,08; 0,13; 0,2; 0,4 e 0,8 segundos, perfazendo 375 imagens do estudo. A análise radiográfica foi conduzida por seis avaliadores, totalizando 2.250 avaliações. Os resultados apontaram que todos os sistemas,

com exceção do Sens-A-Ray, ofereceram imagens com qualidade diagnóstica, desde que respeitadas suas latitudes, entretanto o sistema PSP (Digora) foi o que apresentou o maior número de imagens em condições de diagnóstico, seguido, em ordem decrescente pelo filme digitalizado, filme E-speed, CDR e Sens-A-Ray. Os filmes digitalizados foram manipulados, utilizando ferramentas digitais proporcionando melhores condições de diagnóstico. Entretanto, para radiografias de maior densidade, o aumento da intensidade da luz do negatoscópio, alcançou melhores resultados que a digitalização do filme que para estes casos não se mostrou eficiente.

Wenzel e Kirkevang (2004) compararam a acurácia de diagnóstico dos sistemas de alta resolução CCD e PSP na detecção de fraturas radiculares experimentalmente induzidas, e avaliaram as diferenças entre as duas imagens variando-se os ângulos verticais e horizontais. O CCD mostrou maior sensibilidade do que o PSP ( $P < 0,05$ ). Os autores sugerem que a diferença deve-se à resolução espacial do CCD (15-20 lp mm<sup>-1</sup>), maior que a do PSP (aproximadamente 8 lp mm<sup>-1</sup>).

Ganzerli (2001) comparou os sistemas digitais Digora e DenOptix com o filme radiográfico Ektaspeed Plus na detecção de lesões de cárie proximais e oclusais, comparando os resultados da avaliação radiográfica com os obtidos pela microscopia óptica (padrão ouro). As imagens de 48 dentes extraídos, 24 pré-molares e 24 molares, apresentando lesões de cárie com diferentes profundidades, foram interpretadas por 13 alunos do último ano da graduação e um radiologista. Os avaliadores classificaram as superfícies em híginas, cárie em esmalte, cárie na junção amelodentinária e cárie em dentina, conferindo escores de 0 a 3 para as imagens. A autora concluiu que não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas digitais e o filme radiográfico no diagnóstico de cárie oclusal e proximal.

Haak et. al. (2002) verificaram a validade de três sistemas de radiografia intra oral (convencional, PSP e CCD) para detecção de imperfeições marginais de restaurações de resina (classe II). Os autores concluíram que a verificação das imperfeições marginais foi pouco afetada pelo sistema radiográfico utilizado.

Torriani et al. (2000) compararam decisões de tratamento restaurador de superfícies oclusais, sem cavitação, quando realizadas por meio dos aspectos clínicos e radiográfico convencional ou digitalizado (Digora). Foram examinados 33 sítios das superfícies oclusais de 30 molares permanentes extraídos, com e sem pigmentação. O plano de tratamento para cada região foi realizado por cinco cirurgiões-dentistas, professores universitários, utilizando dois tipos de exames: exame visual de fotografias e radiografia interproximal convencional; e exame visual de fotografias e radiografia digitalizada. Concluíram que os métodos radiográficos convencional e digitalizado não demonstraram diferenças na efetividade da determinação do plano de tratamento de superfícies oclusais sem cavitação. Os autores sugerem que a radiografia digitalizada, a qual envolve uma tecnologia de alto custo para o profissional, pode ser substituída pela radiografia convencional no plano de tratamento das lesões oclusais.

Pereira et. al. (2009) realizaram comparações sobre a acurácia da radiografia convencional e dois diferentes sistemas digitais (CDR e Sidexis) para detectar lesões na superfícies oclusais. O presente estudo demonstrou a equivalência diagnóstica dos dois sistemas digitais com radiografia convencional usando similares condições visuais. As imagens digitais observadas apresentaram superiores resultados quanto ao consenso inter examinadores, entretanto não houve efeito adicional na performance diagnóstica se comparado aos filmes convencionais.

Almeida et. al. (2001) compararam três métodos radiográficos: radiografia periapical convencional, radiografia periapical digital (PSP) e radiografia panorâmica, no sentido de observar qual método detecta mais precocemente lesões periapicais produzidas artificialmente e se o tamanho da lesão interfere no diagnóstico radiográfico. As lesões foram feitas em cinco fases distintas: ausência de lesão, lesão produzida com broca nº 6, nº 8, nº 10 e destruição óssea atingindo a cortical vestibular. Os três métodos radiográficos avaliados demonstraram resultados muito próximos no diagnóstico de lesões apicais; entretanto, a radiografia digital mostrou-se estatisticamente superior na região de incisivos na lesão produzida com a broca nº 6 e na região de pré-molares na fase em que foi produzida lesão da cortical vestibular. Isto pode ser justificado pelo fato que a radiografia digital apresenta melhor baixo contraste, o que permite avaliar matizes de cinza mais facilmente, devido a uma escala dinâmica maior quando comparada ao filme periapical convencional. Na região de molares, o melhor método para diagnóstico precoce de lesões atingindo a cortical vestibular foi a radiografia panorâmica e em lesões produzidas com a broca nº10 foi a radiografia digital. Na região de caninos, observou-se não haver diferença estatisticamente significativa entre as técnicas e fases, demonstrando que a situação foi bem avaliada em todas as fases e em todas as técnicas.

Estudo realizado por Ferrão Junior; Tavano; Silva (2009) teve como objetivo analisar as imagens digitais das reabsorções ósseas alveolares interproximais usando os recursos disponíveis no Digora e comparando com as margens reais do sítio aberto cirurgicamente. O exame radiográfico foi padronizado para se obter uma imagem digital com maior detalhe e mínimo de distorção. Contraste, densidade e exposição de raios X foram padronizados. As imagens foram observadas e analisadas em um monitor com o software do Digora (DFW 2.5) usando a ferramenta de medição de distância no centro do defeito ósseo, em imagens padrão, 3D e negativa. Concluíram que imagem mais confiável para a observação e medição das

cristas ósseas interdentárias foi a imagem padrão, seguida pela imagem 3D e, finalmente a negativa.

Gijbels et al.(2001) observaram a eficácia clínica de imagens cefalométricas digitais e convencionais. Para isso, utilizaram três cadáveres humanos, submetidos a nove diferentes exposições. Os resultados revelaram que a qualidade das imagens digitais foi superior à das convencionais. As imagens digitais sofreram muito pouca variação entre as exposições, ao contrário das imagens convencionais.

Abraão et al (2009) realizaram estudo com objetivo de avaliar, por meio do traçado cefalométrico e medidas cefalométricas, a dificuldade na localização das estruturas e dos pontos, tanto na radiografia convencional quanto na digital. Não foram observadas diferenças estatísticas significantes entre os dois métodos de estudo, concluindo que independentemente do método aplicado, o indivíduo que realiza o traçado, seja manual ou por meio de programas de computador, tanto na radiografia convencional quanto na digital, deve estar treinado e calibrado para a execução do mesmo.

Clasen e Aun (2001) e Westphalen et al. (2004) relatam que o maior número de acertos na detecção das reabsorções radiculares externas foi observado quando o avaliador utilizou das radiografias digitais CCD (RVG Trophy ou DRS- Digital Radiographic Sensor) ao invés da radiografia convencional, independente da manipulação das imagens por meio de recursos dos *software* e do tamanho da lesão. Porém, as reabsorções radiculares de tamanho maior foram mais facilmente diagnosticadas que as menores em ambos os sistemas radiográficos digital e convencional (WESTPHALEN et al., 2004).

Conforme Rawlinson et. al (1999), a subtração digital é uma análise computadorizada que compara minuciosamente imagens digitais e permite detectar sutis modificações na

mineralização tecidual. Estes autores verificaram a habilidade da subtração radiográfica digital em detectar pequenas diferenças na densidade óssea entre imagens dentais capturadas com o sistema radiográfico Digora. Foi investigada a relação entre o volume estimado pelo sistema em comparação com o volume real de blocos ósseos corticais de 1,2 mg a 35,3 mg sobrepostos ao osso alveolar de mandíbulas humanas secas. Bons resultados foram obtidos com pequenas perdas ósseas (1-8 mg), sendo estas de interesse clínico. Os autores concluíram que o sistema de subtração radiográfica digital é satisfatório para investigações clínicas de pequenas mudanças do osso alveolar e para o diagnóstico e monitoramento de doenças periodontais.

## 2.6 CERTIFICAÇÃO DIGITAL

Os arquivos eletrônicos proliferam de forma crescente na Odontologia, oferecendo significativas vantagens de armazenamento, manipulação e cópias idênticas. Muitos destes arquivos já são produzidos em formato digital, como textos, odontograma, relatórios de frequência, radiografias, eletromiografias, ressonância magnética, tomografias, fotografias. Segundo Pereira (2003), alguns destes têm formato próprio e seus originais não podem ser modificados, o que garante confiabilidade. Porém, para que se tenha a validade jurídica inquestionável, é recomendada a autenticação por entidade credenciada. Alguns Cartórios, usando a sua fé pública notarial, estão capacitados para autenticar documentos eletrônicos, da mesma forma e com a mesma validade do que os documentos em papel. Trata-se de um método para reconhecimento da autenticidade de um documento digital (Certificado Digital) semelhante a um “reconhecimento de firma” de um cartório notário. Após identificação e cadastramento do usuário por uma entidade oficial Brasileira chamada de AR (Autoridade Certificadora), lhe é fornecido uma “chave” (chamada de Token) uma espécie de carteira de

identidade. Tecnicamente, um dispositivo USB (Universal Serial Bus) plugado ao computador libera, através de uma senha (assinatura digital), um texto que é impresso no documento que se deseja autenticar. É uma espécie de “carimbo eletrônico” incorporado ao documento, que pode ser visualizado e atesta sua autenticidade. Esta assinatura é arquivada ou impressa junto ao documento ou enviada com ele ao destinatário. Mas se por algum motivo houver a alteração de um byte, por exemplo, desaparece o registro de autenticação e conseqüentemente há cancelamento do reconhecimento. Desta forma, o documento está protegido contra adulteração. O Certificado Digital por si só já é válido para dar autenticidade a um documento, mas deve-se ainda enviar via Internet uma cópia do documento autenticado, a um dos Cartórios Credenciados pelo sistema ICP, integrantes da ANOREG (Associação dos Notários e Registradores do Brasil) para registro e autenticação, o que lhe confere fé Pública. Equiparam-se para fins de registro de documentos, imagens fotográficas ou radiográficas e “pacotes” de bancos de dados compactados (“zipados”), ou seja, qualquer informação digital.

De acordo com o mesmo autor, tecnicamente, os Certificados Digitais vinculam um par de chaves eletrônicas que pode ser usado para criptografar e assinar informações digitais. Um Certificado Digital possibilita verificar se um usuário tem, realmente, o direito de usar uma determinada chave. Os Certificados Digitais fornecem uma solução de segurança completa, assegurando a identidade de uma ou de todas as partes envolvidas em uma transação. Os métodos criptográficos empregados impedem que a assinatura eletrônica seja falsificada, ou que os dados do documento sejam adulterados ou copiados, tornando-o absolutamente inviolável. Garante-se, assim, por quem assina, que os dados de identificação do certificado são verdadeiros. A Certificação Digital garante os três princípios básicos da comunicação segura em ambiente de rede de computador: autenticidade, privacidade e inviolabilidade.

Então, uma vez instalada no computador, a Certificação Digital o reconhecerá como habilitado. Da mesma forma, o equipamento estará apto a reconhecer um site certificado como verdadeiro. Em outras palavras, o documento eletrônico gerado por quem possui um Certificado Digital não pode ser posteriormente refutado, sendo estabelecido um vínculo tão forte quanto o que é gerado por uma assinatura de punho em um documento em papel. O Comitê Gestor da Infra-Estrutura de Chaves Públicas publicou no Diário Oficial da União a versão final da Resolução Nº 13 da ICP-Brasil. Essa resolução trata da declaração de práticas de certificação da AC Raiz da ICP-Brasil, os critérios e procedimentos de credenciamento das entidades integrantes da ICP-Brasil, os requisitos mínimos para as declarações de práticas de certificação das autoridades certificadoras da ICP Brasil, os requisitos mínimos para as políticas de certificado na ICP-Brasil (BRASIL, 2002, p. 1 e 2).

### **3 METODOLOGIA**

A presente monografia foi realizada durante o curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Metodologia, segundo Perez-Wilson (1999), é um conjunto de ferramentas, técnicas, métodos, princípios e regras organizados de forma clara, lógica e sistemática, para uso como guia, e uma descrição passo a passo de como se alcançar alguma coisa.

Com vistas a revisar conhecimentos sobre a radiologia digital na clínica odontológica, foi realizada busca em periódicos nacionais e estrangeiros, disponíveis no portal da CAPES, base de dados LILACS, MEDLINE, SCIELO e BIREME.

Os termos radiografia digital; imagem digital e radiologia foram utilizados como palavras chaves e cruzados com Odontologia e diagnóstico. Foi realizada a coleta dos artigos, onde foram selecionadas as referências mais relevantes sobre o tema proposto. Finalmente os artigos e livros didáticos pesquisados foram analisados e comparados entre si.

#### 4 APRESENTAÇÃO DE DADOS

O sensor PSP é o que mais se assemelha à película radiográfica convencional em relação ao tamanho da face ativa, espessura e flexibilidade, sendo o que fornece maior conforto ao paciente para o uso intra oral (Wenzel 1999; Oliveira, 2000). Já o sistema CCD apresenta variação no tamanho do sensor, rigidez, maior volume externo, quando comparado ao PSP, trazendo desconforto aos pacientes (Oliveira, 2000). Entretanto, quando há necessidade de um tratamento mais ágil, o sistema CCD proporciona uma imagem praticamente instantânea após a exposição aos raios X, mostrando-se muito eficaz nestes casos. (HAITER NETO, 2010; WENZEL e KIRKEVANG, 2004)

Conforme a literatura revisada, é consenso entre os autores que os sistemas digitais com escalas dinâmicas amplas, como o sistema PSP, apresentam imagens em melhores condições de diagnóstico quando há variação no tempo de exposição. Já sistemas CCD, que se caracterizam por apresentar escala dinâmica estreita, é necessário que os tempos de exposição sejam rigorosamente seguidos para que sejam obtidas imagens adequadas para diagnóstico. (COWEN; WORKMAN; PRINCE, 1993); (LIM; LOH; HONG, 1996).

Em relação à detecção de cárie oclusal, quando se comparam os sistemas PSP e a radiografia convencional, os autores não identificaram diferenças entre os métodos estudados. (GANZERLI, 2001; TORRIANI, 2000; PEREIRA et al, 2009).

A realização de traçados cefalométricos, realizados a partir de radiografias convencionais e o sistema digital, não se encontraram diferenças significativas em estudo realizado por Abraão et al (2009). Já Gijbels et al (2009) observaram a eficácia clínica de imagens cefalométricas digitais e convencionais e revelaram que a qualidade das imagens digitais foi superior à das convencionais.

Quando comparando os sistemas PSP e radiográfico convencional, para mensuração dos canais radiculares, os autores constataram que, para limas endodônticas com calibre inferior a lima nº 15, o sistema digital não propiciou precisão diagnóstica. (LOZANO, 2002; FRIEDLANDER, 2002).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realizar a revisão de literatura sobre o uso da radiografia digital na clínica odontológica, pode-se concluir que os sistemas digitais apresentam:

- Possibilidade de obtenção imediata das imagens radiográficas;
- Capacidade de ajustes e melhoramentos das imagens, permitindo alterações de contraste e densidade, ampliação e colocação de cores e texturas nas imagens, facilitando o diagnóstico;
- Facilidade de armazenamento das imagens;
- Inexistência de processamento químico;
- A facilidade de comunicação com outros profissionais por meio da transmissão rápida dos dados via Internet;
- Diminuição da dose de radiação.

## REFERÊNCIAS

ABRAÃO, T.S.K; GOLDENBERG, F. C; TACOLA, C.G; SANNOMYA E.K. Avaliação qualitativa entre as radiografias cefalométricas laterais digital e convencional. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**. Maringá, v. 14, n.3, p. 60-68, maio/jun. 2009.

ALMEIDA, S.M. et al. Avaliação da qualidade das imagens digitais com diferentes resoluções em um sistema de armazenamento de fósforo. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v.14, n. 3, p. 262-7, jul./set. 2000.

ALMEIDA, S. M. de; BÓSCOLO, F. N.; HAITER NETO, F.; SANTOS, J. C. B. Avaliação de três métodos radiográficos (periapical convencional, periapical digital e panorâmico) no diagnóstico de lesões apicais produzidas artificialmente. **Pesqui Odontol Bras**, v.15, n.1, p.56-63, jan./mar., 2001.

ANAS A, ASSAD J, TARBOUSH K. **A Comparison of intra-oral digital imaging modalities: Charged Couple Device versus Storage Phosphor Plate**. [Journal Article] Int J Health Sci (Qassim). 4(2):156-67. Nov., 2010

BORG Eva et al. Film and digital radiography for detection of simulated root resorption cavities. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, St. Louis, v.86, n.1, p.110-114, July 1998.

BOTELHO, T.L.; MENDONÇA, E.F.; CARDOSO, L.L.M. Contribuição da radiologia digital na clínica odontológica. **Rev. ROBRAC**, v. 12, n. 33, p. 55-9, 2003.

BÓSCOLO, F. N.; OLIVEIRA, A. E. F. de; ALMEIDA, S. M. de; HAITER, C. F. S.; HAITER NETO, F. Estudo clínico comparativo da qualidade de imagem de três sistemas radiográficos digitais, filme E-speed e filme digitalizado. **Pesqui Odontol Bras**, v.15, n.4, p.327-333, out./dez., 2001.

BRASIL. Medida Provisória 2200-2 de 24 de agosto de 2001, Decretos nº 4.520, nº 4.521 e nº 4.522, de 16 de dezembro de 2002, baixados pelo Presidente da República, ed. nº 243, de 17.12.2002, alteração na Resolução nº 13 da ICP-Brasil, publicados no D.O.U. e D.J., nas respectivas datas.

CEDERBERG,R.A; FREDERIKSEN,N.L; BENSO,B.W; SHULMAN,J.D. Effect of diferent background lighting conditions on a diagnostic performance of digital and film images. *Dentomaxillofac radiol*. 27(5):293-7. 1998

CLASEN, Naya Flaitt; AUN, Carlos Eduardo. Estudo comparativo entre radiografia convencional e radiografia digital direta no diagnóstico de reabsorção radicular externa. **Revista de Odontologia da UNICID**, São Paulo, v.13, n.2, p.95-102, Maio/Ago. 2001.

COWEN, A. R.; WORKMAN, A.; PRICE, J. S. Physical aspects of photostimulable phosphor computed radiography. **The British journal of radiology**, London, v.66, n.784, p.332-345, Apr. 1993.

FARMAN, AG; FARMAN, TT. A comparison of 18 different X-Ray detectors currently used in dentistry. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 99:485-9. 2005

FERRÃO JUNIOR, J.P; TAVANO, O.; SILVA, P.G. Influência da variação radiográfica na leitura da imagem radiográfica digital nas avaliações das reabsorções alveolares interproximais. **RGO**, v.57,n.4, p 385-388, Out/Dez. 2009.

FREITAS A, ROSA JE, SOUZA IF. Radiologia Odontológica. 6ª ed. São Paulo: Artes Medicas; 2004.

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.

GIJBELS, F. et al. Diagnostic yield of conventional an digitalcephalometric images: a human cadaver study. **Dentomaxillofac.Radiol.**, Houndsmills, v. 30, p. 101-105, 2001

GANZERLI, A.S.R. **Avaliação interexaminadores no diagnóstico de cáriesproximais e oclusais, utilizando imagens convencionais e digitais**. [Dissertação]. Piracicaba (São Paulo): FOP/UNICAMP. 142p., 2001

GRAHAM, R N J; PERRISS, RW; SCARSBROOK, A F. DICOM demystified : A review of digital file formats and their use in radiological practice. **Cin. Radiol**. Oxford, v60.nº11.p 1133-1140, Nov. 2005.

HAAK R.; WICHT M.J.; HELLMICH M.; NOACK M.J. Detection of marginal defects of composite restorations with conventional and digital radiographs. **Eur J Oral Sci**, v.110, p.282-286, 2002.

HAITER NETO, F.; MELO, D.O. Radiografia digital. **Revista da ABRO**, 11(1):5-17, 2010.

LIM, K. F.; LOH, E. E. M.; HONG, Y. H. Intra-oral computed radiography – an in vitro evaluation. **Journal of dentistry**, Bristol, v.24, n.5, p.359-364, Sept. 1996.

LOZANO A.; FORNER L.; LLENA C. In vitro comparison of rootcanal measurements with conventional and digital radiology. **International Endodontic Journal**, v.35, p.542-550, 2002.

MILES, D.A. **Imaging usinhg solid-state detectors**. Dent Clin North Am.; 37:531-40. 1993

NAIR, M.K; PETTIGREW JR., J.C; LOOMIS, S.J; BATES, R.E; KOSTEWICZ,S; ROBINSON, B; SWEWITZER,J; DOLAN, T.A. Enterprise-wide Implementation of digital radiography in Oral and Maxillofacial imaging: The university of Florida Dentistry System. **Journal of Digital Imaging**. Vol 22, n.3 : pp232-241. June, 2009.

OLIVEIRA, E. O.; PISTÓIA, G.; CHICARELLI, M.; BELTRAME, M. et al. Aspectos de relevante importância na seleção de um sistema radiográfico digital. **Revista Faculdade de Odontologia de Passo Fundo**, v.5, n.1, p.21-26, Jan./Jun., 2000.

PEREIRA, AC; EGGERTSSON,H; MOUTAFA,A; ZERO, D.T; ECKERT,G; MIALHE,F.L. Evaluation of three radiographic methods for detecting occlusal caries lesions. *Braz J Oral Sci*. Vol 8, Number 2. Abril/June 2009.

PEREIRA, CB. **Confiabilidade dos documentos digitais**. *Jornal do Site*. 2003; 5 (68). [acesso 2011 Jul]. Disponível em <http://www.jornaldosite.com.br/arquivo/anteriores/bidegain/artbidegain67.htm>

PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma: Compreendendo o Conceito, as Implicações e os Desafios**. 1. ed. Rio de Janeiro. Qualitymark Editora Ltda. 283p.1999

PONTUAL, A.A. **Comparação de sistemas digitais e filme radiográfico convencional diagnóstico de cáries proximais em esmalte**. [Dissertação]. Piracicaba (São Paulo): FOP/UNICAMP. 64p.2005

RAWLINSON A; ELLWOOD R. P.; DAVIES R.M. An invitro evaluation of a dental subtraction radiography system using bone chips on dried human mandibles. **J Clin Periodontol**, C Munksgaard, v.26, p.138-142, 1999.

SANABE,M.E; BASSO,M.D;GONÇALVES,M.A;CORDEIRO,R.C;SANTOS-PINTO,L. Digital versus convencional radiography for determination of primary incisor length. *Braz J Oral Sci*. Vol 8, number 2. April/June, 2009.

SANNOMIYA, E.K. **Qual a diferença entre uma radiografia convencional e uma radiografia digital?** *Ver. Clin. Orto. Dental Press*, Maringá, V.8, n.5, Out/Nov. 2009

SANTOS, A S. Radiologia digital: como fica o laudo radiológico? **Radiol Bras** Jan/Fev, 43(1): IX-X, 2010.

SYRIOPOULOS,K. et al. Radiographic detection of approximal caries: a comparison of dental films and digital imaging systems. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v.29, n.5, p.312-8, Sept. 2000.

TORRIANI, D.D.; GONÇALVES, M.R.; VIEIRA, J.B. Comparação entre os exames radiográficos convencional e digitalizado em relação ao plano de tratamento de superfícies oclusais. **Pesqui. odontol. bras**;14(3):256-61, Jul./Set., 2000.

VELDERS, Xandra L.; SANDERINK, Gerard C. H.; VAN DER STELT, Paul F. Dose reduction of two digital sensor systems measuring file lengths. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, St. Louis, v.81, n.3, p.607-612, May 1996.

VAN DER STELT, PF. Better Imaging The advantages of digital radiography. **J Am Dent Assoc.**; 139:7S-13S. 2008

WENZEL, A.; FRANDBSEN, E.; HINTZE, H. Patient discomfort and cross-infection control in bitewing examination with a storage phosphor plate and a CCD-based sensor. **Journal of Dentistry**, v.27, p.243-246, 1999.

WENZEL, A. Two decades of computerized information technologies in dental radiography. **Journal Dent Res**, v.81, n.9, p.590-3, sep., 2002.

WENZEL A.; KIRKEVANG L.L. Student's attitudes to digital radiography and measurement accuracy of two digital systems in connection with root canal treatment. **Eur J Dent Educ**, v.8, p.167-171, 2004.

WESTPHALEN, V. P. D. et al. Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study. **Dento maxillo facial radiology**, Tokyo, v.33, p.233-235, 2004.

WHAITES, E. **Princípios de radiologia odontológica**. 4ª Ed. Elsevier Editora, 2009.

WHITE SC, PHAROAH MJ. Radiologia Oral: **Fundamentos e Interpretação**. 5ª Edição. Elsevier Editora Ltda.2007.