SISTEMAS RADIOGRÁFICOS DIGITAIS: REVISÃO DE LITERATURA

Yaporan da Fonseca Milhomem[1], Nayene Leocádia Manzutti Eid[2]

[1]Cirurgião Dentista graduado pela Faculdade de Odontologia do Centro Universitário UNIRG.

[2]Doutora em Fisiopatologia Médica (FCM/UNICAMP), Mestre e Especialista em Radiologia Odontológica (FOP/UNICAMP e HRAC/USP), Professora Titular de Radiologia Odontológica - Faculdade de Odontologia do Centro Universitário UNIRG e ITPAC-Porto.

RESUMO

As imagens digitais têm sido cada vez mais utilizadas em Radiologia Odontológica. A imagem digitalizada pode ser obtida de duas formas: indiretamente, através de radiografias convencionais que são convertidas para o formato digital por meio de câmeras de vídeos ou scanners, e diretamente através de sensores eletrônicos ou ópticos sensíveis à radiação. O mercado odontológico possui hoje duas formas de aquisição direta de imagem digital: os Sistemas CCD (Charge Coupled Device) em que se utilizam sensores ligados diretamente a um computador por meio de um cabo; e os Sistemas de Armazenamento de Fósforo, cujos sensores necessitam de um scanner para serem lidos. A captação de imagem por estes sistemas oferece vantagens e desvantagens, e o conhecimento de como são processadas as imagens determinam a escolha do equipamento a ser utilizado baseado nos objetivos a serem alcançados. O objetivo deste trabalho foi fazer considerações importantes sobre os sistemas radiográficos digitais CCD (Charge Coupled Device) e placas de armazenamento de fósforo, além de ressaltar suas vantagens e desvantagens em relação ao sistema convencional de aquisição de imagem e sua validade jurídica, por meio da revisão de bases literárias nacionais e internacionais.

Palavras chave: Radiologia Odontológica, Sistemas Radiográficos Digitais.

1 INTRODUÇÃO

Por quase um século, o filme radiográfico foi a única opção de receptor da imagem radiográfica e, ainda hoje, a sua reconhecida eficiência no radiodiagnóstico ocupa papel relevante na rotina clínica. Porém, os avanços tecnológicos radiográficos procuraram maneiras de viabilizar maior facilidade na aquisição de radiografias, redução do tempo de trabalho e da dose de exposição dos pacientes aos raios X, aliados a boa qualidade da imagem. Surgiu assim, a radiografia digital, cujo emprego do filme tradicional na função de fóton-detector, foi substituído por sensores digitais, fornecendo um maior dinamismo à imagem, comparativamente a condição estática da radiografia do sistema filme-base.

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos procurando analisar os mais diferentes aspectos da imagem digital. A grande maioria dessas pesquisas emprega o filme como parâmetro de comparação, em razão do amplo relato na literatura de suas propriedades e limitações, que foram ao longo de vários anos, bastante estudadas e conhecidas (OLIVEIRA, 2000a).

O objetivo deste trabalho foi fazer considerações importantes sobre os sistemas radiográficos digitais CCD (Charge Coupled Device) e placas de armazenamento de fósforo, além de ressaltar suas vantagens e desvantagens em relação ao sistema convencional de aquisição de imagem e sua validade jurídica, por meio da revisão de bases literárias nacionais e internacionais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os recursos da computação trouxeram consigo a tecnologia digital, que rapidamente ocupou os consultórios odontológicos. Primeiramente os prontuários de papel foram substituídos por programas odontológicos computadorizados e com a enorme evolução da informática, a Imaginologia conquistou seu lugar definitivo na área das ciências da saúde (CALVIELLI e MODAFFORE, 2003).

A natureza da imagem digital é completamente diferente da natureza da imagem convencional, apesar de ambas se apresentarem de forma similar (Van der Stelt, 2008). O mercado odontológico possui hoje duas formas de aquisição direta de imagem intrabucal digital: os Sistemas CCD (Charge Coupled Device) e os Sistemas

de Armazenamento de Fósforo (OLIVEIRA, 2000b; DOTTA, 2002). De acordo com Watanabe et al. (1999) a imagem radiográfica digital iniciou-se com a digitalização de imagens radiográficas convencionais, utilizando para isso um scanner ou uma câmera digital. Em 1987, em Geneve, o dentista e inventor francês Francis Moyen demonstrou o primeiro sistema de radiografia digital intra-oral para a Odontologia, que mais tarde se chamou de Radiovisiography (Trophy Radiologie, Marne la Vallee, França), com receptores de imagem por sensores CCD (Charge Coupled Device), ou seja, dispositivo de carga acoplado, colocado no mercado no ano de 1989. Em 1994, o primeiro sistema de armazenamento de fósforo foi lançado com o nome de Digora (Soredex, Orion Corporation, Helsink, Finland); o armazenamento de fósforo é semelhante a um filme convencional que deve ser lido por um scanner a laser após a exposição (WENZEL, 2002).

A radiografia digital tem diversas aplicações na Odontologia. Pode ser utilizada na Endodontia, Periodontia, Ortodontia e para o diagnóstico de cárie, de lesões periapicais, de fraturas e perfurações radiculares (BOTELHO, MENDONÇA e CARDOSO, 2003; SOUZA JUNIOR, AFONSO e PASSARELLI, 2014). As principais vantagens do sistema digital consistem na redução da dose de exposição dos pacientes aos raios X, eliminação do processo químico de revelação/fixação e na possibilidade de manipulação das imagens, como alteração de contrastes, brilho e a verificação de densidade óptica. Além disso, os autores acrescentam que estes sistemas simplificam o manuseio e principalmente, o arquivamento das imagens; a utilização de 225 tons intermediários de cinza, a possibilidade de tratamento das imagens, a imediata observação de imagens radiográficas, capacidade de ajustes e melhoramentos das imagens, melhor e mais eficaz armazenamento de dados, a possibilidade de enviar imagens para outros profissionais em questão de minutos, e facilidade de uso (CRUZ et al., 2004).

Dentre as limitações da radiografia digital citam-se pequena perda de nitidez em relação ao filme convencional; o alto custo dos dispositivos; custos de conversão de registros anteriores para digital; necessidade de aprendizado específico para profissionais e técnicos; o fio ligado ao sensor dificulta a movimentação do profissional; tamanho reduzido dos sensores; a espessura do sensor e a rigidez podem incomodar o paciente; custos altos de manutenção dos sensores; imagem digital impressa de qualidade inferior a do monitor; necessidade obrigatória do computador; necessidade de grande capacidade de memória nos computadores;

possibilidade de manipulação da imagem (HAITER-NETO et al., 2000; WHAITES, 2003; CHRISTENSEN, 2004).

2.1 RADIOGRAFIA CONVENCIONAL E RADIOGRAFIA DIGITAL

Os filmes radiográficos convencionais constituem-se no mecanismo receptor/captador formador de imagens, em base permanente, de menor custo e maior confiabilidade, sendo as imagens obtidas menos susceptíveis a manipulações. Para a obtenção da radiografia digital, é necessária a utilização de todos os equipamentos radiográficos convencionais, desde a técnica até a fonte de energia utilizada para a sua obtenção. Entretanto, o método de obtenção é feito substituindo o filme e o processamento convencionais por receptores ou sensores e um computador (HORNER et al., 1990; SANDERINK, 1994; WENZEL et al., 1995; VANDRE e WEBBER, 1995; GRONDHAL, 1996; CANDEIRO, BRINGEL e VALE, 2009).

Dois tipos de receptores estão disponíveis no mercado Odontológico e viabilizam a aquisição direta de imagem intrabucal digital: o receptor tipo Charge Coupled Device ou Dispositivo de Carga Acoplada (CCD ou CCD-APS) e o receptor de Fósforo foto-Estimulável (PSP) (QUADRO 1). Apesar de funcionarem de maneiras diferentes, em ambos os sistemas o próprio receptor capta a imagem estando diretamente conectado ou veiculado de algum modo a um computador, onde a imagem será processada e exibida em um monitor (OLIVEIRA, 2000b).

Existem alguns requisitos para que a imagem digital seja empregada e aceita pela comunidade científica, fatores que ditam que o sensor dever ser grande o suficiente para mostrar no mínimo um dente e suas estruturas anexas, a dose de radiação utilizada não deve exceder aquela utilizada para produção de imagem similar com filmes convencionais, o sensor utilizado deve suportar esterilização a frio ou com soluções desinfetantes, as propriedades da imagem obtida devem ser iguais ou melhores às obtidas com filmes convencionais e os dados digitais devem ser acessíveis a um computador pessoal e devem ser armazenados sem perda da qualidade ou da informação (WATANABE et al., 1999).

Uma das vantagens da imagem digital é que ela pode ser trabalhada quanto ao contraste, inversão (positivo – negativo), relevo, rotação, colorido. A alteração da imagem radiográfica digital pode ser necessária quando houver erros de técnica,

exemplo: aumento ou diminuição do tempo de exposição, prejudicando a interpretação. As imagens poderão ser melhoradas usando o software, alterando-se o brilho, o contraste e nitidez. Entretanto, a manipulação mal intencionada da imagem leva ao falso diagnóstico. Nesse particular assunto, é importante ressaltar o aspecto legal de se trabalhar a imagem, pois se podem criar imagens de estruturas ou tratamentos falsos (Azevedo-Vaz et al., 2013).

Quadro 1. Sistemas digitais intra-orais (CCD e PSP) comercialmente disponíveis no mercado.

Nome do produto	Companhia Fabricante	Tipo
CD-Dent	Digident	Placa de fósforo
CDR	Schick	CCD*
CignusRay2	Cignus Imaging	CCD
Combi-X	Digident	Placa de fósforo
Denotptix	Gendex	Placa de fósforo
DEXIS	MedzinRechner	CCD
Digora	Soredex	Placa de fósforo
Dixi	Planmeca Group	CCD
Flash Dent	Villa Sistem Medical	CCD
NI-DX	Denstply New Image	CCD
RVG	Trophy	CCD
Sens-A-Ray 2000	Dent-X	CCD
VistaRay	Durr Dental	CCD
Visualix	Gendex	CCD

2.2 CONCEITOS DE AQUISIÇÃO DE IMAGEM NOS SISTEMAS CCD E NOS SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE FÓSFORO.

O sensor CCD (figura 1) é um chip de silicone duro que possui semicondutores sensíveis à luz e a raios X. São revestidos por uma superfície plástica rígida apresentando em média 17,3 x 26mm² de área efetiva e 8mm de espessura; contém 385x576 pixels, caracterizando uma resolução equivalente a 10 linhas por mm², constituindo a parte ativa que faz a função do filme radiográfico. É ligado a um computador através de um cabo e a imagem aparece quase instantaneamente no monitor após este ter sido exposto aos raios X. Pode ser reutilizado em média 30.000 vezes e seu funcionamento é semelhante ao mecanismo de captação da imagem existente em uma máquina fotográfica digital

(SARMENTO, 2000; OLIVEIRA, 2000b; BOTELHO, MENDONÇA e CARDOSO, 2003; CANDEIRO, BRINGEL e VALE, 2009).

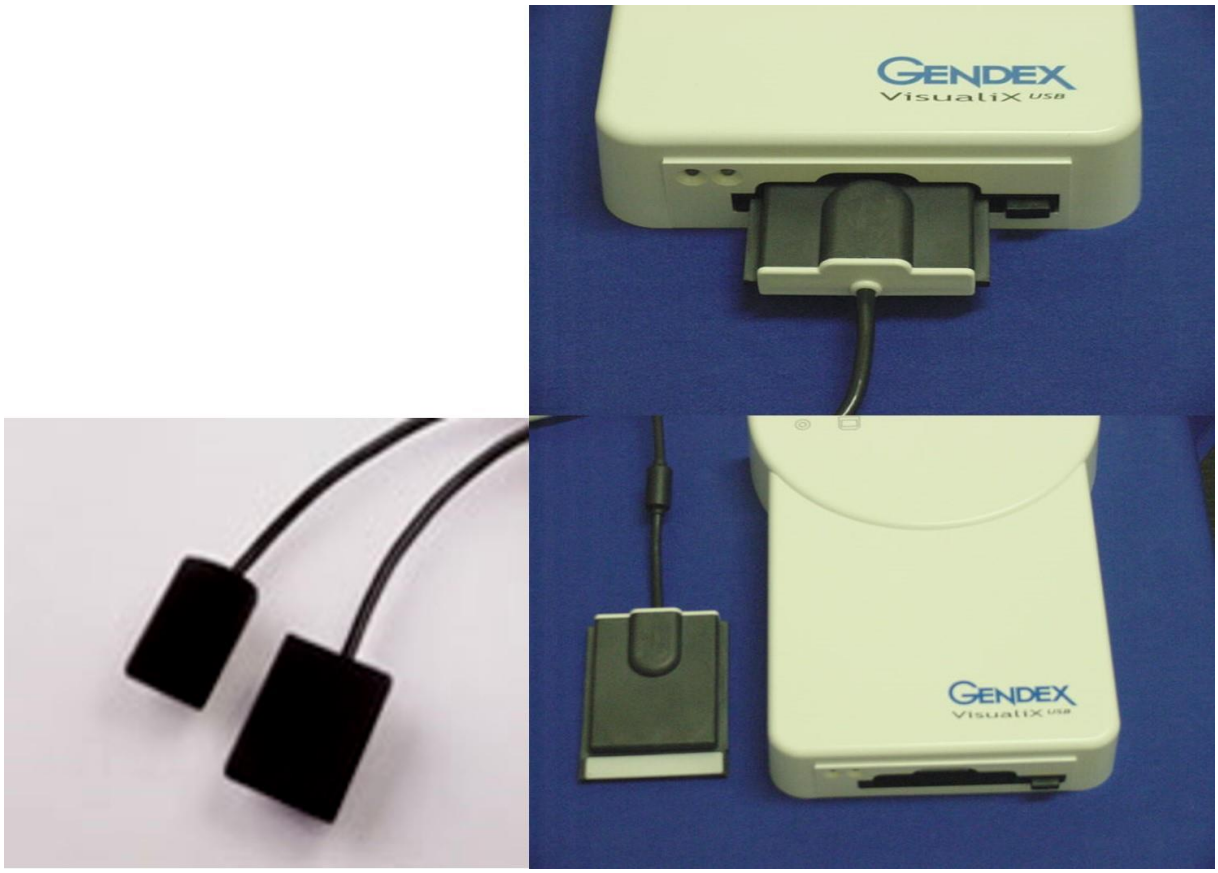

Figura 1- Sensores tipo CCD - Sistema Visualix (Gendex)

Os CCD sensíveis a luz mais comuns possuem uma lâmina de ecran intensificador localizada sob a superfície plástica do receptor de Imagem. Os raios X, ao interagirem com o ecran, fazem-no fluorescer, emitindo a luz a qual este tipo de CCD é sensível. Então, uma carga elétrica é criada e armazenada pelos pixels, criando um sinal elétrico (forma analógica) de saída do CCD que será então enviado a um conversor, que transforma este sinal (analógico) em digital. O sinal digital, por sua vez, é enviado ao computador por meio de um cabo acoplado ao receptor de imagem. Dentro do computador, o sinal digital é transformado em sinal analógico novamente, tornando possível a exibição da imagem no monitor (OLIVEIRA, 2000b).

A chamada radiografia digital indireta utiliza placas de armazenamento de fósforo foto-estimuláveis (PSP) (Figura 2), as quais tem a aparência externa de um filme periapical convencional, com tamanho (área) e espessura semelhantes. Ao contrário do receptor tipo CCD, ele não possui cabo que o conecte ao computador,

característica esta que se constitui numa das vantagens deste tipo de receptor; no entanto, é necessário um sistema de leitura conectado a um computador o qual transforma o sinal recebido pela placa óptica em sinal digital. Esse sistema também é conhecido como semidireto (BOTELHO, MENDONÇA e CARDOSO, 2003). 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 ser eliminada esta energia remanescente a placa pode ser reutilizada (CANDEIRO, BRINGEL e VALE, 2009).

A maioria dos sistemas digitais que utiliza tecnologia de placa de fósforo fotoestimulada tem dessensibilização interna, isto é, logo após o escaneamento da imagem ela é dessensibilizada dentro do próprio scanner do sistema. O sistema DenOptix® possui dessensibilização externa, que é realizada expondo a face ativa da placa a luz de um negatoscópio, por um tempo correspondente a intensidade de luz utilizada para que haja a sua total dessensibilização. Este tipo de dessenssibilização se torna uma desvantagem deste sistema por aumentar seu tempo de trabalho, além de tornar a placa mais vulnerável a danificações (MELO et al., 2009).

Figura 2 - Unidade leitora dos sensores à base de fósforo (PSP)

O funcionamento do sistema de fósforo foto-estimulável (PSP), consiste numa placa de imagem formada por quatro camadas. A primeira fica do lado a ser exposto, é formada por uma base de poliéster coberta por compostos de haletos cristalinos à base de flúor, haletos de bário impregnado de európio ativado (BaFBr:Eu2+). A energia dos raios X é convertida em luz visível, que forma uma imagem latente na segunda camada, onde a imagem é armazenada por fósforo fotossensível. A terceira camada é uma lâmina de metal que será atraída pelo ímã do sistema de leitura óptica. A quarta camada consiste de um plástico protetor. Quando um feixe de laser He-Ne (Hélio-Neônio) é direcionado sobre a placa, esta energia é emitida como luz azul fluorescente. O resultado dos sinais ópticos fluorescentes é então convertido em sinais elétricos que é interpretada pelo computador (OLIVEIRA, 2000b).

O processo de formação da imagem nestes sistemas pode ser assim explicado: Ao incidir raios X no sensor, este capta a imagem em uma disposição bidimensional de filas e colunas de elementos denominados pixels. O pixel é a menor unidade de informação da imagem, representa o equivalente digital do cristal de prata das radiografias convencionais. A caracterização da matriz e a resolução espacial são dependentes do tamanho e número de pixels. A informação da imagem é decomposta em bits, *binary digits*, A quantidade de informação presente em cada pixel depende do número de bits para cada byte (*binary term* - unidade de memória do computador) (HAITER-NETO e MELO, 2010).

Quando um sistema opera com 8 bits por *byte*, cada pixel poderá ser representado por uma entre 256 possíveis combinações. A presença ou ausência de corrente são representados pelo número um, ou zero, respectivamente. Assim as letras, os sons e as imagens são codificados durante a digitalização da exposição radiográfica e o registro radiográfico é enviado para o computador através da conversão desses bits em sinais pela unidade digitalizadora. O computador armazena a imagem no monitor como figuras numéricas. Quando os fótons incidem sobre a unidade de informação da imagem, os elétrons são aprisionados, e cada pixel apresentará um valor digital correspondente a uma tonalidade de cinza, obedecendo a uma amplitude que vai desde o zero, que é o preto absoluto (radiolucidez máxima), até o 255 correspondente ao branco absoluto apresentando radiopacidade máxima (SARMENTO, 2000; HAITER-NETO et al., 2000; SANNOMIYA, 2009; HAITER-NETO e MELO, 2010).

As diferenças entre os sistemas CCD e as placas de fósforo estão basicamente na velocidade de aquisição das imagens e na espessura física dos receptores. Alguns poucos sistemas CCD conectam-se ao computador sem fio, via sinal de rádio (EMMOTT, 2005). Os sistemas CCD são mais rápidos que os sistemas que empregam placa de fósforo no que se refere à velocidade de tempo para aquisição/visualização da imagem radiográfica, e ambos se sobressaem ao sistema convencional.

O conhecimento do tempo de aquisição da imagem se faz importante na seleção de um sistema radiográfico digital. Os sistemas CCD (Charge Coupled Device) fornecem imagens quase que instantaneamente, e o sistema de armazenamento de fósforo necessita que os sensores ópticos sejam submetidos a uma varredura a laser (scanner) para a obtenção da imagem latente. O profissional deve relacionar o tipo de sistema com sua finalidade clínica. As radiografias digitais não necessitam de processamento químico, diminuindo sobremaneira o tempo de trabalho. Para profissionais endodontistas que realizam várias incidências radiográficas em uma mesma sessão recomenda-se utilizar o sistema CCD, que permite produção instantânea da imagem radiográfica (OLIVEIRA, 2000b).

2.3 ASPECTOS LEGAIS DAS RADIOGRAFIAS DIGITAIS

Os arquivos eletrônicos e as imagens digitais na Odontologia têm beneficiado profissionais de todas as especialidades com suas inúmeras vantagens em relação aos documentos em papel (PEREIRA, 2003). Em relação às imagens digitais, dentre outras vantagens, podem-se citar: a rapidez no processo de sua aquisição, a melhoria no processo de gerenciamento e arquivamento de dados favorecendo o controle e a organização, bem como, a agilidade na busca por exames, além de um maior aproveitamento de espaço físico conseguido com esta prática.

Sabe-se que para fins legais, as radiografias e as fotografias pertencem à mesma classe de provas, somando itens de evidências reais para inspeção perante a Justiça; todavia, uma vez que as imagens digitais são passíveis de manipulação, questionou-se que seu valor pudesse ser reduzido e, desta forma, elas seriam consideradas apenas um auxílio visual, não se constituindo em evidências, mas tão somente em ilustrações (JONES, BEHRENTS, BAILEY, 1996). As radiografias estão presentes, como matéria de prova na maioria dos processos jurídicos, embora

muitas vezes não estejam devidamente arquivadas ou não tenham sido reveladas e fixadas adequadamente, tornando-se imprestáveis quando requisitadas pela Justiça (SILVA, 1997). Com a radiografia digital esses problemas podem ser solucionados, com validade jurídica resguardada, desde que estas imagens digitais estejam devidamente assinadas com um Certificado Digital.

Certificados Digitais são meios eletrônicos de autenticação e verificação da identidade digital das partes envolvidas numa transação. O Certificado Digital é a carteira de identidade eletrônica de um indivíduo. Esta tecnologia possibilita a assinatura digital de documentos na forma eletrônica, em arquivos de qualquer formato, garantindo segurança, sigilo, autenticidade, integridade e reconhecimento da assinatura de pessoas que trocam informações ou realizam transações digitais (EID, 2004; EID, 2013). Desta forma, “os cirurgiões dentistas que utilizam arquivos digitais como instrumento de trabalho devem assiná-los com o Certificado Digital padrão ICPBrasil". A recomendação - feita pelos Conselhos Regionais de Odontologia do Rio Grande do Sul, Goiás e São Paulo, durante fóruns da classe - leva em conta a vigência da Medida Provisória 2200-2, editada em agosto de 2001, que instituiu a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira (IPC-Brasil), com poderes para formar no Brasil a Cadeia de Certificação Digital destinada a garantir autenticidade, integridade e validade jurídica de documentos na forma eletrônica. Desta forma, documentos eletrônicos assinados com Certificados Digitais padrão ICP-Brasil têm validade jurídica inquestionável, não se restringindo ou temendo mais a sua utilização (EID, 2013). A Certificação Digital garante, além do sigilo e privacidade de documentos, a segurança dos mesmos, impedindo que estes sejam adulterados (EID, 2007; EID, AQUILINO e PEREIRA, 2008; EID, 2013). O desenvolvimento desta tecnologia vem transpor as relações de confiança que já existem no mundo físico para o ambiente digital (PEREIRA e EID, 2004).

3 DISCUSSÃO

A imagem radiográfica digital tornou-se uma realidade a partir do momento em que as primeiras radiografias convencionais com o uso de filme radiográfico foram digitalizadas e, a partir daí, armazenadas em formato digital em um computador. Mais tarde, surgiram os sistemas radiográficos digitais, que em vez de

utilizar filmes radiográficos, possuem uma placa de circuitos sensíveis a raios X que gera uma radiografia digital e a envia diretamente para o computador através de um cabo. O processo é bem mais rápido do que aquele com a utilização de filmes, pois dispensa a etapa do processamento radiográfico e obtém uma imagem instantânea no computador, além da diminuição da dose de exposição à radiação ao paciente.

Para Dotta (2002) podem-se obter imagens digitais em Odontologia por meio de dois métodos: indireto e direto. No método indireto, uma radiografia convencional é registrada através de uma câmera de vídeo ou de um scanner e convertida em dígitos em um computador por meio de um programa de digitalização. Já no sistema direto, a imagem digital dispensa a utilização do filme radiográfico e, consequentemente, da câmara escura.

Oliveira et al. (2000b) ressaltaram a importância do tempo de aquisição da imagem na seleção de um sistema radiográfico digital, afirmando que o CCD (Charge Coupled Device ou Dispositivo de Carga Acoplada) fornece a imagem quase que instantaneamente e o sistema de armazenamento de fósforo necessita que os sensores ópticos sejam submetidos a uma varredura a laser (scanner) para a obtenção da imagem latente. Os autores acrescentam que profissional deve relacionar o tipo de sistema com sua finalidade clínica. São radiografias que não necessitam de processamento, diminuindo sobremaneira o tempo de trabalho. Para profissionais endodontistas que realizam várias incidências radiográficas em uma mesma sessão recomenda-se utilizar o sistema CCD, que permite produção instantânea da imagem radiográfica.

De acordo com Botelho, Mendonça e Cardoso (2003) e Souza Junior, Afonso e Passarelli (2014), a radiografia digital tem diversas aplicações na Odontologia. Pode ser utilizada na Endodontia, Periodontia, Ortodontia e para o diagnóstico de cárie, de lesões periapicais, de fraturas e perfurações radiculares. Cruz et al. (2004) salientam que os sistemas radiográficos digitais vieram para simplificar o manuseio e principalmente, o arquivamento das imagens e acrescentam que, dentre outras vantagens destes sistemas podem-se citar: a utilização de 225 tons intermediários de cinza, a possibilidade de tratamento das imagens, a redução da dose de radiação para o paciente, a imediata observação de imagens radiográficas, capacidade de ajustes e melhoramentos das imagens, melhor e mais eficaz armazenamento de dados, a possibilidade de enviar imagens para outros profissionais em questão de minutos, redução da dose de exposição dos pacientes aos raios-X e facilidade de

uso. Já, Haiter-Neto et al. (2000), Whaites (2003) e Christensen (2004) citam, como limitações da radiografia digital, pequena perda de nitidez em relação ao filme convencional; o alto custo dos dispositivos; custos de conversão de registros anteriores para digital; necessidade de aprendizado específico para profissionais e técnicos; o fio ligado ao sensor dificulta a movimentação do profissional; tamanho reduzido dos sensores; a espessura do sensor e a rigidez podem incomodar o paciente; custos altos de manutenção dos sensores; imagem digital impressa de qualidade inferior a do monitor; necessidade obrigatória do computador; necessidade de grande capacidade de memória nos computadores; possibilidade de manipulação da imagem.

Para Azevedo-Vaz et al. (2013) a imagem pode ser trabalhada quanto ao contraste, inversão (positivo – negativo), relevo, rotação, colorido. Os autores relataram que a alteração da imagem radiográfica digital pode ser necessária quando houver erros de técnica, exemplo: aumento ou diminuição do tempo de exposição, prejudicando a interpretação. As imagens poderão ser melhoradas usando o software, alterando-se o brilho, o contraste e nitidez. Os autores alertam que a manipulação mal intencionada da imagem leva ao falso diagnóstico. Nesse particular assunto, é importante ressaltar o aspecto legal de se trabalhar a imagem, pois se podem criar imagens de estruturas ou tratamentos falsos. Pereira e Eid, 2004 salientam que uma radiografia digital deve ser assinada com Certificado Digital para que tenha sua validade jurídica resguardada e acrescentam que o desenvolvimento desta tecnologia vem transpor as relações de confiança que já existem no mundo físico para o ambiente digital.

Watanabe et al. (1999) e Christensen (2004) salientam a questão financeira e o custo material, ressaltando que tal tecnologia é bastante onerosa, principalmente, nos países em desenvolvimento; problema que inviabiliza a aquisição dos sistemas radiográficos digitais pela maioria dos clínicos, ficando estes sistemas restritos a Centros de excelência em pesquisa e clínicas especializadas em radiologia, o que sobremaneira impede a propagação desta importante ferramenta em radiologia.

4 CONCLUSÃO

O estudo de imagens radiográficas digitais obtidas por método direto, faz parte de uma linha crescente de pesquisa em buscar métodos de diagnósticos cada vez mais precisos, utilizando-se menor dose de radiação ao paciente e minimizando o impacto ambiental em decorrência da eliminação da etapa do processamento radiográfico, que carece de soluções químicas para que seja executado. A captação de imagem por estes sistemas oferece vantagens e desvantagens, e o conhecimento de como são processadas as imagens determinam a escolha do equipamento a ser utilizado baseado nos objetivos a serem alcançados. Por ser uma tecnologia, até o momento, bastante onerosa, principalmente nos países em desenvolvimento, a aquisição dos sistemas radiográficos digitais torna-se inviável para a maioria dos clínicos, ficando estes sistemas restritos a Centros de excelência em pesquisa e clínicas especializadas em radiologia, o que sobremaneira impede a propagação desta importante ferramenta em radiologia.

REFERÊNCIAS

Azevedo-Vaz SL, Rovaris K, Campos PSF, Haiter-Neto F. Filtros de Imagem em Radiografia Digital. **Rev. Bras. Pesq. Saúde**. 2013;15(4):137-43.

Botelho TL, Mendonça EF, Cardoso LL. Contribuição da radiologia digital na clínica odontológica. **Rev Robrac**. 2003; 12(33):55-9.

Calvielli ITP, Modaffore PM. A validade dos arquivos digitais como meio de prova processual. **Rev Assoc Paul Cir Dent**. 2003; 57(1):63-5.

Candeiro GTM, Bringel, ASF, Vale IS. **Rev Odontol de Araçatuba**. 2009; 30(2):38-44.

Christensen GJ. Why switch to digital radiography? **J Am Dent Assoc**. 2004; 135(10):1437-39.

Cruz GA, Moraes LC, Médici Filho E, Castilho JCM. Utilização de radiografia digital em Odontologia. **Rev. Abo Nac**. 2004; 12(5): 283-86.

Dotta EAV. Imageologia. Publicado no Odontologia.com.br em 24 set. 2002. MedCenter.com. Disponível em: <http://www.odontologia.com.br/artigos.asp> acesso em: 13 de junho de 2016.

Eid NLM. Certificação Digital na Odontologia. **Jornal Ortodontia**. 2004; 76:05.

Eid NLM. Avaliação do Conhecimento e Utilização da Certificação Digital em Clínicas de Radiologia Odontológica. 2007. 73f. Dissertação (Mestre em Radiologia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba. 2007.

Eid NLM, Aquilino RNA, Pereira CB. O que o cirurgião dentista precisa saber sobre a certificação digital. **Revista da APCD.** 2008; 62(3):173-6.

Eid NLM. Certificação Digital para Cirurgiões Dentistas. **Revista da AcBO.** 2013. Disponível em < http://www.rvacbo.com.br/ojs/index.php/ojs/article/viewFile/117/78 Acesso em 15 jun. 2016.

Emmott LF. The digital revolution, images and X rays. **N Y State Dent J**. 2005; 71(1): 40-3.

Grondahl HG, Wenzel A, Borg E, et al. An image plate system for digital intra-oral radiography. **Dent Update**. 1996; 23(8):334-7.

Haiter-Neto F, Oliveira AE, Tuji FM, Rocha AS. Estágio atual da radiografia digital. **Rev ABRO**. 2000; 1(3):1-6.

Haiter-Neto F, Melo DP. Radiografia Digital. **Rev da ABRO**. 2010; 11(1):5-17.

Horner K, Hirschmann PN. Dose reduction in dental radiography. **J Dent Oxford.** 1990; 18(4):171-84.

Jones GA, Behrents RF, Bailey CP. Legal considerations for digitized images. **Gen Dent.** 1996; 44 (3):242-4

Melo DP, Pontual AA, Almeida SM, Campos PSF, Tosoni GM. Alternative erasing times of the DenOptix system plate: performance on the detection of proximal caries. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2009; 107:122-6.

Oliveira AE. et al. Comparative study of two digital radiographic storage phosphor system. **Braz Dent J**. 2000a; 11(2):111-6.

Oliveira AE. et al. Aspectos de relevante importância na seleção de um sistema radiográfico digital. **RFO – UPF**. 2000b; 5(1):21-6.

Pereira CB. Confiabilidade dos documentos digitais. **Jornal do Site.** 2003; 5(68). Disponível em < http://www.jornaldosite.com.br/arquivo/anteriores/bidegain/artbidegain67.htm> Acesso em 15 jun. 2016.

Pereira CB, Eid NLM. Validação Jurídica dos Documentos Digitais. **Jornal Ortodontia**. 2004; 75:04.

Sanderink GCH. et al. Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal length. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, 1994; 78(1):125-32.

Sannomiya EK. Qual a diferença entre uma radiografia convencional e uma radiografia digital? **Rev Clin Ortodo Dental Press Maringá**. 2009; 8(5).

Sarmento VA. Diagnóstico radiográfico de alterações periapicais de origem endodôntica através da determinação do nível de cinza em imagens digitalizadas: estudo experimental em ratos. 2000. 281f.

Silva M. Compêndio de odontologia legal. Rio de Janeiro: MEDSI, 1997.

Souza Junior JCD, Afonso AP, Passarelli Neto A. Aplicabilidade clínica da radiografia digital na Odontologia. **Odonto**. 2014; 22(43-44):83-92.

Van der Stelt PF. Better imaging The advantages of digital radiography. **J Am Dent Assoc.** 2008; 139:7S-13S.

Vandre RH, Webber RL. Future trends in dental radiology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 1995; 80(4): 471-8.

Watanabe PCA, Tanaka EE, Pereira MF, Panella J. Estado atual da arte da imagem digital em odontologia. **Revista APCD**. 1999; 53(4): 320-25.

Wenzel A, Borg E, Hintze H, Grönahl HG. Accuracy of caries diagnosis in digital images from charged-coupled device and storage phosphor systems: and in vitro study. **Dentomaxillofac Radiol**. 1995; 24:250-4.

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

Whaites, E. Princípios da radiologia odontológica. 3.ed. Porto Alegre: Artmed; 2003. p.215-20.