

RADIOLOGIA DIGITAL: REVISÃO DE LITERATURA

DIGITAL RADIOLOGY: A LITERATURE REVIEW

George Tácio de Miranda **CANDEIRO**¹

Amanda de Sousa Ferreira **BRINGEL**²

Ilan Sampaio do **VALE**³

RESUMO

Diante das desvantagens da radiologia convencional surgiram diversas pesquisas para minimizá-las ou excluí-las. A radiologia digital foi introduzida em 1987, em Geneve, onde o dentista e inventor francês Francis Moyon demonstrou o primeiro sistema de radiografia digital intra-oral para a Odontologia. A imagem digital pode ser obtida de maneira indireta pela digitalização de radiografias convencionais ou de forma direta utilizando os sensores CCD (*Charge Coupled Device* – Dispositivo de Carga Acoplada), ligado ao computador diretamente por um cabo, ou os sensores com sistema de placas óticas, que necessitam de um scanner para serem lidos. As vantagens desse novo sistema são muitas tais como eliminar o processamento químico, a obtenção de cópias de imagem sem a necessidade de novas tomadas radiográficas, a facilidade de comunicação com outros profissionais e principalmente a redução da dose de exposição dos pacientes aos raios X. As limitações da radiologia digital ainda são bastante estudadas e questionadas e com isso algumas delas vão sendo resolvidas, como a sua validação jurídica, e outras ainda não, como a pequena perda de nitidez em relação ao filme convencional. O objetivo desse artigo é realizar uma revisão de literatura abordando a classificação, as vantagens e limitações, as aplicações clínicas e a validação jurídica da radiologia digital.

UNITERMOS: Diagnóstico; Radiologia Digital; Certificação Digital

INTRODUÇÃO

Desde o descobrimento dos raios X, em 1895, pelo físico alemão Wilhem Conrad Röntgen, a radiologia tornou-se uma especialidade muito importante para a medicina, sendo utilizada para diagnóstico, planejamento de tratamentos e registro dos casos clínicos. Atualmente, os exames radiográficos ainda são tidos como complementares, embora muitos profissionais da área odontológica os considerem obrigatórios.

Com o passar do tempo, foi-se conhecendo algumas desvantagens da radiografia convencional, como a alta dose de radiação requerida; a variabilidade na qualidade da imagem obtida; o processamento radiográfico longo; a utilização de produtos químicos tóxicos ao meio ambiente; a necessidade de um local próprio para o processamento radiográfico e a impossibilidade de modificação da imagem depois de adquirida^{1,21,41}.

Partindo dos pontos supracitados, buscamos alternativas para que tais desvantagens sejam

reduzidas ou mesmo eliminadas. A associação entre a informática e a odontologia teve início quando os prontuários, antes de papel, foram substituídos por programas odontológicos computadorizados⁴.

Assim, na radiologia foram desenvolvidos diversos aparelhos com possibilidade de modificação da dosagem de radiação ionizante aplicada, a fim de obtenção de uma imagem radiográfica de boa qualidade. Outro avanço também foi verificado na confecção de filmes radiográficos ultra-rápidos que permitiu diminuir consideravelmente o tempo de exposição aos raios X.

Entretanto, o desenvolvimento dos aparelhos radiográficos digitais, representou uma importante conquista para a radioproteção tanto ao paciente quanto profissional. A radiografia digital eliminou a necessidade do processamento químico, além de diminuir em quase 90% a dose de radiação necessária e de possibilitar diversos ajustes na imagem, como o melhoramento do brilho e do contraste.

¹ Especialista em Endodontia e Mestre em Odontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutorando em Endodontia pela FO-USP. Ex-professor substituto da Disciplina de Radiologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

² Acadêmica do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

³ Especialista, Mestre e Doutor em Endodontia pela FOB-USP. Professor Responsável pela Disciplina de Radiologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de fazer uma revisão de literatura acerca da aplicação da radiologia digital na odontologia, enfatizando suas vantagens e limitações, além da sua utilização na clínica odontológica e validade jurídica.

REVISÃO DE LITERATURA

Classificação da Radiologia Digital

Segundo Sarmento et al.³⁰ e Abreu¹, a imagem digital pode ser obtida através de duas formas: diretamente através de sensores eletrônicos ou óticos sensíveis à radiação e indiretamente, através de radiografias convencionais que são convertidas para o formato digital através de câmeras de vídeo ou *scanners*, sendo nessa segunda forma a imagem chamada digitalizada.

Van der Stelt³⁹ utiliza a seguinte classificação para os sistemas radiográficos digitais: os que utilizam receptores de imagem na forma de placas óticas, capturando a imagem indiretamente, e os receptores de imagem ou sensores no estado sólido, que capturam e digitalizam a imagem diretamente.

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. Esta tecnologia permitiu um importante avanço na ciência radiológica, vindo reforçar o valor da imagem no processo diagnóstico, tornando-a cada vez mais presente e precisa³⁷.

Em 1987, em Gênova, o dentista e inventor francês Francis Moyon demonstrou o primeiro sistema de radiografia digital intra-oral para a Odontologia, que mais tarde se chamou de *Radiovisiography* (Trophy Radiologie, Marne la Vallée, 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 placa ótica foi lançado com o nome de Digora® (Soredex, Orion Corporation, Helsinki, Finlândia)⁴⁴.

O CCD ou dispositivo de carga acoplada é um chip de silicone duro que possui semi-condutores sensíveis à luz e a raios X. São revestidos por uma superfície plástica rígida, apresentando em média 25 x 18 mm² de área efetiva e 8mm de espessura, ligada a um computador através de um cabo, constituindo a parte ativa que faz a função do filme radiográfico³.

O receptor do tipo placa de fósforo fotoestimulável 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. No entanto, é necessário um sistema de leitura conectado a um computador o qual transforma o sinal recebido pela placa ótica em sinal digital. Esse sistema também é conhecido como semi-direto³.

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.

Para Emmott⁹, as diferenças entre os sistemas no estado sólido (CCD e CMOS, este tem sido utilizado como uma alternativa mais barata àquele) e as placas de fósforo estão basicamente na velocidade de aquisição das imagens e na espessura física dos receptores. Alguns poucos sistemas no estado sólido conectam-se ao computador sem fio, via sinal de rádio.

Syriopoulos et al.³⁶ relatou que as imagens digitais são obtidas eletronicamente e, com a utilização do computador, são convertidas em dados numéricos e arquivadas através de um processo chamado amostragem. A partir deste recurso a imagem original é dividida em quadrados simétricos muito pequenos denominados pixels. A cada pixel associa-se um número que representa a cor desta parte da imagem ou a intensidade de tons cinza. Por fim, a imagem é convertida em um conjunto de números, o que permite o seu armazenamento na memória do computador e, conseqüentemente, a torna visível no monitor e passível de ser impressa. A tonalidade cinza correspondente obedece a uma amplitude que vai de zero, que é o preto absoluto (radiolucidez máxima), ao 255, que é o branco absoluto (radiopacidade máxima).

Os softwares de processamento de imagem permitem manipulação desta por meio de melhoramento, conversão negativo/positivo, zoom, ou modos de 3-dimensões¹³, entre outros recursos. Essa tecnologia pode ser aplicada em várias áreas da odontologia, podendo facilitar a visualização dos detalhes que mais interessar ao cirurgião-dentista.

Vantagens e Limitações da Radiologia Digital

As limitações da radiografia convencional motivaram o surgimento de uma tecnologia que minimizasse ou extinguisse essas restrições, porém a maior limitação da radiologia digital está na impossibilidade de reproduzir tridimensionalmente objetos com muita exatidão.

Alguns autores^{5,16,41,43,45}, relatam que a radiografia digital oferece diversas vantagens em relação à radiografia convencional, tais como:

1. Ausência de processamento químico, não havendo necessidade de instalações hidráulicas especiais em uma câmara escura ou de soluções químicas para processamento radiográfico, sendo estas poluentes ao meio ambiente;

2. Redução da dose de exposição dos pacientes aos raios X, visto que o sistema digital direto requer entre 5% e 50% da dose necessária nas tomadas radiográficas convencionais;

3. Diminuição do tempo de atendimento;

4. Redução do número de repetições que ocorrem devido a falhas no processamento;

5. Eliminação do custo de filmes e de soluções processadoras;

6. Obtenção de cópias de imagem sem a necessidade de novas tomadas radiográficas

7. Melhor interpretação de imagens;

8. Acompanhamento mais acurado utilizando subtração de imagem;

9. Imagem com 256 tonalidades cinza, enquanto que, a olho nu, na radiografia tradicional, é possível diferenciar apenas 25;

10. Capacidade de ajustes e melhoramentos das imagens, permitindo alterações de contraste e densidade, ampliação e colocação de cores e texturas nas imagens, de modo a auxiliar no diagnóstico;

11. Facilidade de comunicação com outros profissionais

12. Possibilidade de exibição de imagens ao paciente, aumentando a confiança e a credibilidade no tratamento realizado.

Botelho et al.³, Haiter Neto¹⁶, e Whaites⁴⁵ relatam que embora essa tecnologia esteja em evolução, a radiologia digital ainda apresenta algumas limitações que são:

1. Pequena perda de nitidez em relação ao filme convencional;

2. O custo inicial e a manutenção do equipamento são muito altos, ficando ainda restrito aos grandes centros de diagnóstico por imagens;

3. Os sensores do sistema CCD apresentam tamanho reduzido e volume acentuado, além de apresentar rigidez quando comparado ao filme radiográfico;

4. Imagem digital impressa de qualidade inferior a do monitor;

5. Necessidade obrigatória do computador;

6. Necessidade de grande capacidade de memória nos computadores;

7. Necessidade de aprendizado específico para profissionais e técnicos;

8. Possibilidade de manipulação da imagem

Aplicação Clínica da Radiologia Digital

No diagnóstico, o objetivo do processamento da imagem é tornar a informação relevante mais evidente para o observador, através da criação de imagens que sejam mais propícias para a percepção visual humana, a fim de facilitar sua interpretação²⁰. Na Radiologia Digital, os recursos oferecidos pelos diversos *softwares* tornam possível essa evidência de acordo com o que desejar analisar o cirurgião-dentista.

Segundo Souza³⁵, os recursos de manipulação de imagem da radiologia digital podem auxiliar no diagnóstico de lesões, tanto ósseas quanto dentárias. Diversos recursos estão disponíveis nos *softwares*, como a alteração de relevo, do brilho e do contraste da imagem, a inversão dos tons cinza, a aplicação de cores à imagem e dos filmes que permitem o aumento da nitidez.

Botelho et al.³ relatam que as principais aplicações da Radiologia Digital na clínica odontológica envolvem o diagnóstico de cárie (utilizando diferentes filtros de imagem, que podem aumentar a eficiência do exame), o tratamento endodôntico (em mensurações mais exatas e melhor observação de detalhes anatômicos), a terapia periodontal (tornando possível medidas de perda e ganho ósseo através da subtração digital), o diagnóstico de lesões no sistema estomatognático (na obtenção de medidas e alterações de padrões de trabeculado ósseo no estudo de doenças sistêmicas além de tornar o acompanhamento mais preciso), o diagnóstico de fraturas e perfurações radiculares e a ortodontia (com programa que auxiliam na cefalometria e na análise do desenvolvimento ósseo).

O desenvolvimento de *softwares*, que utilizados em conjunto com um sistema extra-oral de radiologia digital (Sirona Dental Systems, Besheim, Germany), está sendo utilizado para realização de análises cefalométricas e faciais em pacientes portadores de fissura lábio-palatina, cujas principais características seriam a economia de tempo, maior facilidade de execução dos procedimentos de análise pré e pós-cirúrgica dos pacientes. Este programa foi criado para facilitar a realização dos procedimentos cefalométricos, criar um grande banco de dados com todas as informações obtidas, bem como ser de aplicação universal, tanto para a ortodontia tradicional quanto para os pacientes cirúrgicos¹⁴.

Na implantodontia, a radiografia panorâmica alcança cada vez mais papel de destaque na prática clínica. Mensurações de altura de rebordo alveolar são estimadas com maior precisão nas radiografias panorâmicas digitais disponíveis ao implantodontista, possibilitando um melhor planejamento cirúrgico³¹.

Na endodontia, Vale e Bramante³⁸ avaliaram a capacidade de diversos filmes radiográficos periapicais e imagens digitais padrão, em relevo e com inversão de contraste na visibilidade de limas endodônticas de diferentes calibres. Concluíram que para a visibilidade de limas de menor calibre (n^{os} 6, 8 e 10), os filmes radiográficos convencionais foram melhores do que as imagens digitais, mas sem diferença estatisticamente significativa. Entretanto, as imagens digitais exibiram melhores resultados quanto à visibilidade de limas n^o 15, destacando-se a imagem digital com inversão de contraste.

Almeida et al.² enfatizam outro avanço alcançado com o advento da radiologia digital, que é a técnica de subtração radiográfica, comumente

utilizada para o diagnóstico de cárie, de doença periodontal, a visualização em relevo de dentes e estruturas de suporte na avaliação do trauma alvéolo-dentário e a análise computadorizada do trabeculado ósseo na detecção precoce de doenças sistêmicas. 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 destrutivas²⁸. A utilização desse recurso permite a detecção quando a perda é de apenas 5% de mineral, enquanto utilizando a radiografia convencional é necessária uma perda óssea de 30 a 50% de mineral⁴¹.

Validade Jurídica da Radiologia Digital

Com o aumento da utilização da radiologia digital alertou-se para a necessidade de que fosse criada uma legislação, concernente à aceitação destas imagens com legitimidade²⁹.

A princípio, 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, seu valor é reduzido, e elas são consideradas um auxílio visual, não se constituindo em evidências, mas tão somente em ilustrações¹⁸.

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 Justiça³³. Com a radiografia digital esses problemas seriam solucionados, mas face à inexistência de legislação específica que legitime as imagens manipuladas obtidas por computador, o profissional não pode ainda prescindir das radiografias convencionais¹¹.

Muito se questionou no passado sobre o valor legal dos arquivos digitais, sob a justificativa de que tais arquivos poderiam ser modificados com facilidade. Recentemente, foi instituída em âmbito internacional a autenticação dos arquivos digitais, o que os torna imutáveis e com validade jurídica²³. A autenticação poderá ser aplicada em todos os documentos digitais da odontologia, imagens fotográficas, radiográficas e textos, servindo ainda para autenticar trabalhos científicos divulgados na Internet²⁵.

A Medida Provisória nº 2200-2, de 24 de agosto de 2001, implementou, por meio da Instituição de Chaves Públicas – Brasil (ICP-Brasil), os meios para instituições públicas e organismos privados atuarem na validação jurídica de documentos produzidos, transmitidos ou obtidos sob a forma digital, garantindo sua autenticidade, integridade e validade jurídica. A legalização veio em boa hora, pois o mundo não suportava arquivar em papel o número crescente de documentos que se acumulam em todas as áreas²³.

A assinatura digital garante que o documento foi emitido por quem assina, sendo suficiente para dar validade jurídica aos documentos digitais quando a assinatura é colocada na data da emissão. A data de um documento eletrônico autenticado ou assinado não pode mais ser modificada²³.

Esse novo sistema de certificação está envolvendo também os convencionais, em papel, que podem a qualquer momento ser escaneados por autoridade competente. Muitos cartórios estão fazendo esses serviços, atestando a coincidência entre o papel apresentado e o documento digitalizado. Neste caso o suporte papel não mais é necessário, podendo ser eliminado²³.

Para o funcionamento correto da legalidade de tal tecnologia, é necessária uma cadeia organizada. Assim, o governo brasileiro, pela Medida Provisória (MP), instituiu a ICP-Brasil com poderes para formar, no Brasil, a Cadeia de Certificação Digital, destinada a garantir a autenticidade, a integridade e a validade jurídica dos documentos em forma eletrônica das aplicações de suporte e das aplicações habilitadas que utilizem certificados digitais, bem como a realização de transações eletrônicas seguras. Por fim, a Associação dos Notários e Registradores do Brasil (ANOREGBR) credenciou cartórios que passam a serem habilitados a autenticar documentos digitais²³.

O processo para se obter a certificação digital tem como primeira autoridade o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI), que é responsável por emitir, expedir, distribuir, revogar e gerenciar a lista de certificados emitidos, revogados e vencidos, assim como fiscalizar e auditar as demais Autoridades Certificadoras e Autoridades de Registro e prestadoras de serviços habilitados na ICP-Brasil. A AC-Raiz (Autoridade Credenciada) não autentica documentos diretamente para o usuário final; quem faz isso são as Autoridades Credenciadas (AC) e instituições públicas e organismos privados habilitadas pelo ITI²⁷.

O Certificado Digital – padrão ICP-Brasil – é uma carteira de identidade eletrônica do indivíduo, que possibilita a assinatura digital em documentos na forma eletrônica, mensagens pela internet e arquivos em geral²⁴.

Atualmente existem programas capazes de rastrear qualquer modificação ou adulteração, o que obviamente anularia a veracidade de qualquer prova e, sendo acusada essa manipulação o juiz solicita um exame pericial¹². Esse novo sistema permite que a radiologia digital possa ser usada como provas em processos, sendo reconhecidas inclusive pelo Superior Tribunal Federal²⁶.

DISCUSSÃO

Abreu¹ e Sarmiento et al.³⁰ classificam a obtenção da imagem digital da seguinte maneira: diretamente através de sensores eletrônicos ou óticos sensíveis à radiação e indiretamente, através de

radiografias convencionais que são convertidas para o formato digital através de câmeras de vídeo ou *scanners*, sendo nessa segunda forma a imagem chamada digitalizada. Entretanto, Van der Stelt³⁹ utiliza a seguinte classificação para os sistemas radiográficos digitais: os que utilizam receptores de imagem na forma de placas de fósforo foto-estimulável, capturando a imagem indiretamente, e os receptores de imagem ou sensores no estado sólido, que capturam e digitalizam a imagem diretamente. Diferenciando do anterior por não citar na classificação a digitalização de imagens radiográficas obtidas com os filmes convencionais

Quando algo moderno é disponibilizado no mercado acredita-se que a tecnologia usada anteriormente seja inferior a mais recente, mas a maioria das pesquisas demonstra que a radiografia convencional é superior aos sistemas digitais quanto à qualidade de definição da imagem, verificada na avaliação de cáries proximais profundas, mensurações de canais radiculares e diagnóstico de lesões ósseas^{13,41}.

Moystad et al.²² mostraram existir uma diferença significativa entre o uso da imagem digital processada digitalmente e a radiografia convencional no diagnóstico de cárie, sendo a primeira estatisticamente superior na detecção tanto de lesões em esmalte como em dentina. Wenzel et al.⁴², Gotfredsen et al.¹⁵ e Shrout et al.³² sugerem que o uso de ferramentas de processamento da imagem digital constitui em um auxílio no diagnóstico de cárie, concordando com o que foi demonstrado por Moystad et al.²².

Leddy et al.¹⁹ não detectaram diferença estatisticamente significativa entre a imagem digital convencional, a invertida e a radiografia convencional na observação da ponta de instrumentos endodônticos em relação ao ápice dental radiográfico, porém Elligsen et al.⁷, em um estudo *in vitro*, também na observação da ponta de instrumentos endodônticos em relação ao ápice dental radiográfico, demonstraram que a imagem digital invertida ampliada foi superior à radiografia convencional com filme do grupo E, e equivalente à radiografia convencional com filme do grupo D.

Em um estudo *in vivo*, Elligsen et al.⁸ relataram que a imagem digital invertida e a invertida ampliada foram inferiores a radiografias convencionais com filme do grupo D e equivalentes a radiografias com filme do grupo E. Em contrapartida, Vale e Bramante³⁸ demonstraram que a imagem digital invertida exibiu os melhores resultados na visibilidade de limas endodônticas de número 15 quando comparada a outros métodos de processamento de imagens digitais e radiografias convencionais. Entretanto, quando foram utilizadas limas de menores calibres, não houve diferença estatisticamente significativa.

Rawlinson et al.²⁸ obtiveram resultados satisfatórios no diagnóstico da mineralização tecidual

na perda óssea, causada por doença periodontal, empregando o método de subtração digital, concordando com Heo et al.¹⁷ que no diagnóstico de reabsorções apicais encontraram bons resultados com o método de subtração digital, sendo estes, superiores quando comparados com o método radiográfico convencional.

A subtração não traz informações a mais do que existe nas radiografias, porém, essa técnica apresenta a vantagem de permitir ao operador visualizar o quanto de perda ou ganho mineral ocorreu em determinado período de tempo, já que esse ganho ou perda assumirá tonalidades mais claras ou mais escuras na imagem subtraída, sendo sobreposta à imagem final sobre a inicial, mas o questionamento com relação ao recurso da subtração radiográfica é se a padronização poderia ser realizada em consultório odontológico com pacientes. Para isso, deveria haver alguma maneira de posicionar as películas no mesmo local ou algum programa que conseguisse sobrepor as estruturas mesmo os filmes/sensores não estando posicionados exatamente no mesmo ponto¹⁰.

No estudo feito por Côrrea⁶ foi extremamente alto o número de erros anotados pelo painel de observadores nas imagens obtidas com as duas modalidades radiográficas, sendo de 81% com o sensor digital e 64% com o filme. Tal fato deveu-se ao caráter extremamente criterioso com que o referido painel avaliou as imagens, apontando falhas nas mínimas imperfeições das imagens. Tal número de erros é superior ao encontrado em um estudo similar realizado por Sommers et al.³⁴, onde 69% das imagens com sensor digital CCD apresentavam erros de técnica em comparação aos 39% de imagens com erros com filme. Versteeg et al.⁴⁰, observaram que 6% dos filmes necessitavam serem repetidos em comparação com 28% do sensor digital. Em relação à qualidade geral das imagens radiográficas, o presente trabalho obteve um maior número de radiografias inaceitáveis com o sensor digital, semelhante ao estudo de Versteeg et al.⁴⁰. O tempo para a realização de cada tomada radiográfica, que é o tempo de posicionar e expor o sensor ou filme foi anotado durante este estudo. Observou-se que não houve diferença entre as modalidades sensor digital e filme. No estudo de Versteeg et al.⁴⁰, mesmo que não avaliado formalmente, os técnicos que realizaram os exames também acharam que o tempo de operação do sensor digital era similar ao do filme, no entanto, nesse estudo, não foi levado em consideração o tempo do processamento da imagem.

CONCLUSÕES

A radiografia digital é um advento com potencial para ser aprimorado e tende a substituir a radiografia convencional. Uma limitação inicialmente muito colocada era a respeito da sua validade jurídica, mas a amplitude do uso da imagem digital fez com que se

criassem meios legais de autenticação dos arquivos digitais, através da Medida Provisória nº 2200-2 de 24 de agosto de 2001, tornando-a imutável e com validade jurídica.

Assim, torna-se necessário que o profissional conheça seus benefícios e suas limitações para usufruir corretamente das suas propriedades adicionais que diferem dos métodos convencionais e que vem potencializar o papel da imagem no diagnóstico.

ABSTRACT

Given the disadvantages of conventional radiology emerged several studies to minimize them or delete them. Surge digital radiology in 1987, in Geneva, the French dentist and inventor Francis Moyer demonstrated the first digital radiography system for intra-oral dentistry. The digital image can be obtained indirectly by scanning conventional radiographs or directly using the CCD (Charge Coupled Device) sensors, connected to the computer directly through a cable or the sensors with a phosphor storage system, which needs a scanner to read it. The advantages of this new system are too many as, to eliminate the chemical treatment, to obtain copies of the image without need new radiographs, ease of communication with other professionals and especially the reduction of the dose of patient exposure to X-rays. The limitations of digital radiology are still widely studied and questioned and therefore, some of them are being solved, as its legal validation, and others not, as a small loss of sharpness compared to conventional film. The objective of this article is to review the literature addressing the classification, the advantages and limitations, clinical applications and legal validation of digital radiology.

UNITERMS: *Diagnosis; Digital radiology; Legal validation.*

REFERÊNCIAS

- 1 - Abreu MV. Avaliação do exame de imagem digitalizada no diagnóstico da lesão de cárie incipiente em superfície oclusal de dentes permanentes: um estudo *in vitro*, 2003. 97f. [Dissertação Estomatologia] – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais.
- 2 - Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter Neto F, Santos JCB. Avaliação de três métodos radiográficos (periapical convencional, periapical digital e panorâmico) no diagnóstico de lesões apicais produzidas artificialmente. *Pesq Odontol Bras.* 2001; 15 (1): 56-63.
- 3 - Botelho TL, Mendonça EF, Cardoso LL. Contribuição da radiologia digital na clínica odontológica. *Robrac.* 2003; 12 (33): 55-9.

- 4 - Calvielli ITP, Modaffore PM. A validade dos arquivos digitais como meio de prova processual. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2003; 57 (1): 63-5.
- 5 - Christensen GJ. Why switch to digital radiography?. *J Am Dent Assoc.* 2004; 135 (10): 1437-9.
- 6 - Côrrea, LR. Avaliação clínica de um sensor digital intra-oral: comparação com filme radiográfico convencional. 2006. [Dissertação] - Universidade Federal de Santa Catarina.
- 7 - Ellingsen MA, Harrington GW, Hollender LG, Odont D. Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. I. *In vitro* evaluation. *J Endod.* 1995; 21(6): 326-31.
- 8 - Ellingsen MA, Hollender LG, Odont D, Harrington GW. Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. II. *In vivo* evaluation. *J Endod.* 1995; 21(10): 516-20.
- 9 - Emmott LF. The digital revolution, images and X-rays. *N Y State Dent J.* 2005; 71(1): 40-3.
- 10 - Ferrari KC, Westphalen FH, Souza PHC, Theotônio JMC, Costa JM. Westphalen VPD, et al. Avaliação da subtração radiográfica digital na detecção de cáries proximais simuladas. *Rev Odonto Ciênc.* 2006; 21 (51): 67-70.
- 11 - Ferreira CM, Campos AA, Fröner IC, Pardini LC. Implicação ética da imagem digital. In: Anais da 14ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, 1997. Águas de São Pedro, 1997.
- 12 - Fischman A. Imagens digitais. Disponível em: <<http://www.cleber.com.br/alberto.html>>. Acesso em: 4 fev. 2005.
- 13 - Friedlander LT, Love RM, Chandler NP. 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.* 2002; 93 (3): 321-7.
- 14 - Gotfredesen E, Krasgkov J, Wenzel A. Development of a system for craniofacial analysis from monitor displayed digital images. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999; 28: 123-6.
- 15 - Gotfredsen E, Wenzel A, Gröndahl HG. Observers use of image enhancement in assessing caries in radiographs taken by four intra-oral digital systems. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996; 25(1): 34-8.
- 16 - Haiter FN, Oliveira AE, Tuji FM, Rocha AS. Estágio atual da radiografia digital. *Rev ABRO.* 2000; 1 (3): 1-6.
- 17 - Heo MS, Lee SS, Lee KH, Choi HM, Choi SC, Park TW. Quantitative analysis of apical root resorption by means of digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 9: 369-73.

- 18 - Jones GA, Behrents RF, Bailey CP. Legal considerations for digitized images. *Gen Dent.* 1996; 44 (3): 242-4.
- 19 - Leddy BJ, Miles DA, Newton CW, Brown Junior CE. Interpretation of endodontic file lengths using radiovisiography. *J Endod.* 1994; 20 (11): 542-5.
- 20 - Mol A. Image processing tools for dental applications. *Dent Clin North Am.* 2000; 44 (2): 299-318.
- 21 - Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and a physical evaluation of adioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989; 68 (2): 238-42.
- 22 - Moystad A, Svanaes DB, Risnes S, Larheim TA, Grondahl HG. Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X- ray film. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996; 25(4): 204-6.
- 23 - 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: 19 abr. 2010.
- 24 - Pereira CB, Eid NLM. Introdução à certificação digital. In: Simpósio Certificação Digita. 14º Congresso de Ortodontia e Ortopedia Funcional dos Maxilares, SPO 2004, São Paulo. Disponível em: <<http://www.spo.org.br/orto2004/nayene.html>>.
- 25 - Pereira, CB. Arquivos digitais na odontologia. *Rev Ortodont.* 2000; 63. Disponível em: <<http://www.cleber.com.br/cro-sp.html>>. Acesso em: 27 set. 2007.
- 26 - Pereira CB. C Conselho da Justiça Federal. Nova Autoridade Certificadora do ICP-Brasil Justiça Federal, 24 fev. 2005. Disponível em: <<http://www.cleber.com.br/conselhojf.html>>. Acesso em: 27 set. 2007.
- 27 - Portugal JH. Saiba mais: sigilo e privacidade. *Rev Tema.* 2003. Disponível em: <http://www.cleber.com.br/certifi4.html>. Acesso em: 27 abr 2010.
- 28 - Rawlinson A, Ellwood RP, Davies RM. An in vitro evaluation of a dental subtraction radiography system using bone chips on dried human mandibles. *J Clin Periodontol.* 1999; 26: 138-42.
- 29 - Richardson ML. Digital image manipulation: what constitutes acceptable alteration of a radiologic image? 1995; 164 (1): 228-9.
- 30 - Sarmiento VA, Pretto SM, Costa NP. Entendendo a imagem digitalizada. *Rev Odonto Ciência.* 1999; 14(27): 171-8.
- 31 - Schulze R, Krummenauer F, Schalldach F, d'Hoedt B. Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000; 29 (1): 52-6.
- 32 - Shrouf MK, Russell CM, Potter BJ, Powell BJ, Hildebolt CF. Digital enhancement of radiographs: can it improve caries diagnosis?. *J Am Dent Assoc.* 1996; 127 (4): 469-73.
- 33 - Silva M. Compêndio de odontologia legal. Rio de Janeiro: MEDSI, 1997.
- 34 - Sommers TM, Mauriello SM, Ludlow JB, Platin E, Tyndall DA. Pre-clinical performance comparing Intraoral film and CCDbased systems. *J Dent Hyg.* 2002; 76 (1): 26-33.
- 35 - Souza PHC. Semiologia dos dentes: radiologia odontológica digital. In: Tommasi, AF. Diagnóstico em patologia bucal. São Paulo: Pancast; 2002. p.118-28.
- 36 - Syriopoulos K, Sanderink GC, Velders XL, van der Stelt PF. Radiographic detection of approximal caries: comparison of dental films and digital imaging systems. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000; 29 (5): 312-8.
- 37 - Tavano O, Silva MAGS. A radiografia digital na odontologia. *Rev Fac Odontol.* 1999; 1 (1): 52-5.
- 38 - Vale IS, Bramante AS. Visibilidade de algumas limas endodônticas por meio do sistema de imagem digital Digora e de três filmes radiográficos periapicais. *Rev FOB.* 2002; 10 (1): 29-33.
- 39 - Van der Stelt PF. Principles of digital imaging. *Dent Clin North Am.* 2000; 44 (2): 237-48.
- 40 - Versteeg CH, Sanderink GC, Van Ginkel FC, Van der Stelt PF. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. *Dentomaxillofac Radiol.* 1998; 27 (2): 97-101.
- 41 - Versteeg CH, Sanderink GCH, Stelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent.* 1997; 25 (3-4): 215-24.
- 42 - Wenzel A, Fejerskov O, Kidd E, Joyston-Bechal S, Groeneveld A. Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional filmradiographs, and by digitized, processed tadiographs. *Caries Res.* 1990; 24(5): 327-33.
- 43 - Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 1998; 27 (1): 3-11.
- 44 - Wenzel A. Two decades of computerizes information technologies in dental radiography. *J Dent Res.* 2002; 81 (9): 590-3.
- 45 - Whaites, E. Princípios da radiologia odontológica. 3.ed. Porto Alegre: Artmed; 2003. p.215-20.

Endereço para correspondência:

George Táccio de Miranda Candeiro

Av. Desembargador Moreira, 2660 – Dionísio Torres
Fortaleza-CE, Brasil - CEP: 60.135-690
e-mail: georgecandeiro@hotmail.com