

Proteção da integridade e da autenticidade das radiografias odontológicas digitais

Integrity and authenticity's protections of digital dental radiographs

Luciana Scardazzi Bruniere¹; Elisa Emi Tanaka²; Fábio Augusto Ito²

1. Acadêmica do Curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina/PR.

2. Professor(a) Doutor(a) da Clínica Integrada Diagnóstica do Curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina.

DESCRIPTORES:

Radiologia; Radiografia dentária digital; Processamento de Imagem Assistida por Computador.

RESUMO

A radiografia digital pode ser usada na odontologia em substituição ao sistema convencional, que utiliza filme para aquisição de imagens diagnósticas. Se comparada com esse sistema, a radiografia digital apresenta vantagens, como menor tempo para aquisição da imagem, eliminação do processamento, possibilidade de melhora na qualidade da imagem após a exposição aos raios-x e menor exposição do paciente à radiação. O sistema digital tem também desvantagens, sendo uma das mais significativas a possibilidade de alteração maliciosa das imagens por meio de programas gráficos, e, assim, o valor legal das radiografias, que antes era inquestionável, passou a ser discutível judicialmente, devido a essa possibilidade de manipulação. Este artigo é uma revisão de literatura que apresenta uma visão geral sobre radiografia digital odontológica e algumas técnicas que foram desenvolvidas e ainda causam interesse na comunidade de pesquisa, para garantir autenticidade, confiabilidade e integridade às imagens digitais adquiridas, transmitidas e armazenadas. O seu objetivo é que o cirurgião-dentista possa conhecer essa nova opção em aquisição de imagens diagnósticas e estar ciente de algumas alternativas de proteção de dados digitais, como técnicas criptográficas e de assinatura digital, Digital Imaging and Communication in Medicine, e os princípios de marca d'água digital.

Keywords:

Radiology; Radiography; Dental; Digital; Image processing computer - assisted.

ABSTRACT

Digital radiography can be used in dentistry as a substitute of the conventional system which uses radiographic film for the attainment of diagnostic images. If compared with the conventional system, digital radiography presents advantages such as shorter amount of time for the acquirement of images, possibility of an enhancement of the image quality after the exposure to the x-rays and less exposure of the patients to the x-rays. The digital system, however, has disadvantages and the most significant one is the possibility of malicious alteration of the images through graphic programs, that being, the legal value which used to be unquestionable, became judiciously debatable due to this possibility of manipulation. This article presents an overview of dental radiographs and some of the techniques that still cause interest within the research community developed to assure the authenticity, trustworthiness and integrity of the attainment, transmission and storage of digital images. The objective is that the dentists obtain knowledge about this new option of attainment of diagnosed images and becomes aware of some of the digital data protection's alternatives such as cryptography techniques and digital signatures, Digital Imaging and Communication in Medicine and the principles of digital watermarking.

Endereço para correspondência

Luciana Scardazzi Bruniere
Rua Pernambuco, 540 – Centro
Londrina – PR CEP: 86020-120
Telefone: (43) 3371-6752 Celular: (43) 9123-5179
e-mail: lucianascardazzi@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Os exames radiográficos odontológicos são usados universalmente com vários propósitos, que incluem diagnóstico e avaliação de patologias, cáries, lesões periapicais, reabsorções externas ou internas, determinação do comprimento de canais e avaliação de tratamentos endodônticos e restauradores já existentes¹.

A radiografia digital iniciou-se com a digitalização de imagens radiográficas convencionais, obtidas por filmes². Hoje, as radiografias digitais diretas (rdd), que utilizam um sensor em substituição à película radiográfica, são bem recebidas em diversas áreas da odontologia¹.

A técnica radiográfica é a mesma utilizada para a obtenção de radiografias convencionais¹. E, além das funções listadas acima, radiografias digitais podem ser aplicadas em

documentações digitais, processamento de imagens, mensurações e análise cefalométrica computadorizada e subtração radiográfica².

Os sistemas de rdd, em sua maioria, são compostos por um aparelho de raio-x convencional, com cronômetro e cone longo, e um sensor intra-oral charge couple device (ccd). No sensor, a energia ionizante transforma-se em energia elétrica, que é transmitida através de um cabo até um conversor análogo-digital, responsável pela conversão de sinais elétricos em sinais digitais. Estes são levados até o estabilizador de sinais, que os amplia e estabiliza, enviando-os posteriormente ao software específico, que será responsável pela formação da imagem digitalizada a qual surgirá na tela do computador¹.

Há outro tipo de sistema radiográfico digital que utiliza uma placa intensificadora de fósforo em substituição ao filme

radiográfico. essa placa não é ligada ao computador. Durante a exposição à radiação, informações são armazenadas sobre ela. Depois, ela é submetida a uma fonte de laser dentro de um scanner, que acompanha o sistema, e os dados são emitidos em forma de luz, que é captada por sensores do scanner e convertida para o modo digital³. Durante a conversão digital, as informações contidas nos sinais são decompostas em pixels, que são pequenas unidades formadoras de imagem digital. Cada pixel assume um valor digital, que corresponde a um tom de cinza¹.

A radiografia digital oferece muitas vantagens em relação à convencional². A imagem é fornecida em tempo real, sem necessidade de processamento químico do filme⁴. Existe uma série de possibilidades de manipulação das imagens digitais no intuito de obter vantagens de acordo com as necessidades específicas²⁻⁴. Os softwares que acompanham os sistemas digitais, apesar de algumas peculiaridades, apresentam, em geral, funções básicas que são recursos de brilho e contraste, réguas digitais, pseudocolorização e zoom⁵. Com uso desses recursos, uma imagem digital subexposta ou superexposta pode ser melhorada ou, até certo alcance, corrigida após exposição^{4,5}. A redução da dose de radiação é outra grande vantagem. A maior sensibilidade dos sensores aos raios-x em comparação ao filme convencional reduz de forma significativa a dose requerida por sistemas digitais, levando à maior proteção do paciente e dos profissionais envolvidos no processo de aquisição de imagem². Existe uma facilidade para repetição da radiografia, uma vez que o sensor não precisa ser removido e pode, logo após a primeira tomada, ser submetido novamente à radiação⁵.

O sistema digital também tem suas desvantagens, sendo elas: alto custo dos equipamentos e sua manutenção; reduzido tamanho da face ativa do sensor ccd assim como seu acentuado volume externo, que pode levar o paciente a relatar um desconforto quando da sua introdução na cavidade bucal; dificuldade em se obter, na impressão, a mesma qualidade da imagem exibida na tela do monitor; limitação pela falta de padronização e incompatibilidade entre algumas tecnologias, dificultando a comunicação entre computadores e fator legal que cerca as referidas imagens, pela possibilidade de se poder alterá-las na sua forma original, por meio de programas gráficos¹⁻⁵.

As imagens radiográficas tinham valor legal inquestionável, porém, com o desenvolvimento de tecnologia para a obtenção de imagens digitais ou digitalizadas, esse valor passou a ser discutível judicialmente, devido à possibilidade de manipulação eletrônica dessas imagens⁶. A fraude das radiografias digitais por práticas antiéticas pode ser usada em casos jurídicos que envolvem indenizações, na tentativa de mascarar tratamentos insatisfatórios ou que não foram realizados^{7,8}.

Calbenson et al. (2008) afirmam que há dois tipos de manipulação de imagem: a não-maliciosa e a maliciosa⁷. Na primeira, os valores de pixel podem ser alterados, na tentativa de aumentar a resolução diagnóstica, em um processo que não altera o conteúdo da imagem. Na segunda, o conteúdo da imagem é modificado pela adição ou eliminação de dados. Os softwares dentários permitem melhoras, mas não modificações do conteúdo da radiografia. As alterações maliciosas podem, no entanto, ser feitas em softwares comerciais de fotografia^{6,7}.

Quando uma radiografia digital original é exportada do programa dental em certo formato – tiff, jpeg, bmp, por exemplo – ela pode ser aberta e modificada em qualquer outro programa de fotografia⁷. Mesmo pessoas com mínima experiência em computação são capazes de usar programas disponíveis comercialmente para alterar imagens⁹.

Existe uma carência de legislação própria para imagens digitais e ferramentas que possam assegurá-las contra os riscos de manipulação ilícita⁶. Assim, a falta de procedimentos padronizados para proteger dados radiográficos e garantir sua autenticação constitui-se em uma das maiores desvantagens do uso de imagens digitais em odontologia⁷.

A seguir, serão apresentadas, em linhas gerais, algumas alternativas hoje existentes na busca de integridade, confiabilidade e autenticidade das imagens digitais.

ALTERNATIVAS PARA A PROTEÇÃO DAS IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS

Diante da possibilidade de manipulação maliciosa das imagens digitais ou digitalizadas, alguns esforços no sentido de garantir a segurança e a autenticidade das imagens estão sendo feitos.

Certos fabricantes de software não permitem que a radiografia original seja aberta ou modificada por outro programa de imagem pela codificação destas ou geração de um formato incomum. Assim, permite-se que a imagem seja processada somente no programa que a gerou. Outros programas permitem a abertura e a modificação da radiografia original em programas de fotografia, mas adicionam uma marca de erro para indicar que a imagem original foi modificada, ou então ela não é reconhecida no programa radiográfico no qual foi gerada⁷.

Digital imaging and communication in medicine (dicom) é um formato de imagem extremamente difundido na medicina e o padrão para transferência de imagens médicas entre usuários. A maioria dos programas de radiografia suporta esse formato, e provavelmente se tornará o formato padrão para a transferência de imagens em odontologia. Durante o processo de transferência, a questão de segurança aparece porque dados do paciente não podem ser distribuídos para usuários não-autorizados⁷⁻¹⁰.

Técnicas de autenticação da imagem baseadas em princípios de criptografia e assinatura digital protegem o dado contra modificação ou recuperação de informação durante a transmissão, mas não oferecem sempre proteção quando a transmissão já está concluída^{7-11,12}.

Calbenson et al. (2008) apresentam que a forma mais segura de proteger a imagem é anexar dados de verificação dentro dela. Os dados anexados, também conhecidos como marca d'água, modificam os bits da imagem sem modificar o significado de seu conteúdo⁷. Uma vez que os códigos foram anexados no conteúdo da imagem, e esta é manipulada, esses códigos serão também modificados, então, um profissional pode examiná-los e verificar a integridade do dado^{7-13,14}. Para maior garantia, a marca d'água digital deveria ser aplicada na imagem ainda no programa dental, antes de manipulações poderem ser realizadas⁷.

Nos últimos anos, imagens têm sido periciadas, podendo-se comprovar eventuais adulterações. Em medicina forense, já existem softwares específicos que evitam manipulação e, em consequência, as imagens digitais vêm sendo aceitas como provas legais nos estados unidos⁶.

TÉCNICAS DE CRIPTOGRAFIA E ASSINATURA DIGITAL

A transmissão de imagens radiográficas digitais e outros dados diagnósticos por um meio inseguro como a internet os torna mais susceptíveis a fraudes e manipulações¹⁵. Assim, para que esses documentos digitais sejam considerados confiáveis, os requisitos de segurança aceitos juridicamente como incontestáveis são autenticidade, integridade, irrefutabilidade

e tempestividade¹¹.

Problemas, como confiabilidade, integridade e autenticidade dos dados transmitidos, podem ser solucionados com técnicas de criptografia e assinatura digital¹². Criptografia é atualmente uma das mais importantes ferramentas em segurança da informação¹⁶.

Nobre et al. descrevem a criptografia como técnicas que permitem escrever em cifras ou códigos, tornando uma mensagem incompreensível¹¹. Esse processo visa assegurar que apenas o destinatário consiga ler uma mensagem eletrônica por meio da decifragem^{11,12}.

A criptografia se divide em dois grandes ramos: criptografia simétrica e criptografia assimétrica^{11,12}. A simetria se refere ao fato de que cifragem e decifragem são realizadas com a utilização de uma única chave¹¹. A criptografia assimétrica, ou de chave pública, é aquela que utiliza duas chaves diferentes para cada usuário, uma para cifrar e outra para decifrar^{11, 12-17}. Nesse sistema, as chaves são denominadas chave pública e chave privada, que consistem em números relacionados matematicamente entre si^{11,12}.

A chave privada do emitente de uma documentação eletrônica fica guardada com ele, e somente ele tem acesso e conhecimento dela^{11, 12-18}. Já a chave pública é de conhecimento de todos e normalmente fica disponibilizada na internet¹¹⁻¹⁸. Quando uma das chaves é utilizada para cifrar uma mensagem ou documento, seu conteúdo somente pode ser decifrado com a utilização da outra chave¹¹⁻¹⁹. É importante ressaltar que é impossível reconstruir o segredo de qualquer indivíduo, baseando-se na sua chave pública¹⁷.

Existe um documento denominado certificado digital, que estabelece um vínculo entre uma pessoa e sua chave pública. Nesse documento, uma terceira parte confiável, denominada autoridade certificadora, atesta a autenticidade da chave nele contida, garantindo a identidade do emissor¹¹. Sendo o certificado autêntico, pode confiar-se que a pessoa possui a chave pública que está presente nele. Assim, se uma pessoa assina um documento e anexa seu certificado digital, qualquer um que conheça a chave pública da autoridade certificadora poderá autenticar o documento¹².

A infraestrutura de chaves públicas brasileira (icp-brasil) emite a autenticidade dos certificados digitais. A medida provisória 2200-2, de 24 de agosto de 2001 dá amparo ao icp-brasil, com poderes para formular, no Brasil, a cadeia de certificação digital¹⁹.

A assinatura digital, ou eletrônica, utiliza mecanismo de criptografia. Quando um documento é assinado eletronicamente, cria-se primeiro um resumo desse documento por meio de um método pré-definido, chamado hash unidirecional. Este será, ainda, cifrado com uma chave privada pessoal, devidamente certificada. Esse código hash é denominado unidirecional, pois é impossível inverter a operação e, com base nele, obter novamente a mensagem original¹¹⁻¹⁴.

As pessoas que recebem um documento assinado digitalmente podem decifrá-lo com a chave pública do remetente e ver se foi assinado com uma chave confiável certificada por uma autoridade certificadora^{11,12}. A técnica permite não só verificar a autoria do documento, como estabelece também uma "imutabilidade lógica" de seu conteúdo, pois qualquer alteração deste invalidaria a assinatura digital¹¹.

A assinatura digital não torna o documento sigiloso, pois ele em si não é cifrado. O sigilo do documento eletrônico poderá ser alcançado mediante a cifragem da mensagem com chave pública do destinatário, pois somente o emprego de sua chave privada poderá decifrar o documento eletrônico¹¹.

Faz-se necessário distinguir assinatura digital da assinatura digitalizada. A assinatura digitalizada é a reprodução da assinatura autógrafa por um equipamento tipo scanner,

originando um arquivo de imagem, que pode ser facilmente anexado a um documento. Ela não garante a autoria e a integridade do documento eletrônico, uma vez que ela pode ser facilmente copiada e inserida em outro documento¹².

MARCA D'ÁGUA DIGITAL

A comunidade de pesquisa tem buscado soluções complementares e/ou alternativas para superar os desafios a respeito da segurança de informações médicas e odontológicas, visto que, com técnicas atuais, é bastante fácil para adversários maliciosos interceptarem ou mexerem em dados médicos quando uma rede pública é usada para transferência de dados^{13,14}.

Marca d'água digital, que imperceptivelmente embute informação dentro de imagens, é uma técnica emergente para a proteção de dados multimídia⁷.

O conceito de dado oculto em outro dado é chamado estenografia. Para entender o princípio da estenografia, é preciso compreender que a imagem digital é formada de pixels, e cada pixel tem seu próprio valor de cor. O número de cores distintas que pode ser representado por um pixel depende do número de bits por pixel (bpp). Quanto mais bits por pixel, mais níveis de cor podem ser expressos. Na radiografia digital dentária, 8 bpp são suficientes para compor uma imagem nítida. Um bit pode ter 2 valores: 1 ou 0. Um pixel determinado pelo número 10010110 tem 8 bits e corresponde a um certo tom de cinza. Se o bit menos significativo (lsb – do inglês least significant bit) – o da direita – for trocado para 1 (10010111), a intensidade do pixel muda ligeiramente para o próximo nível de cinza. Nas imagens com 8 bpp, cada pixel pode ter 28, ou 256, níveis diferentes de cinza que oscilam do preto para o branco. Quando da alteração do lsb, haverá uma mudança máxima de 1/256 (0,39%) da intensidade do pixel. Assim, apesar da alteração dos lsbs da imagem, o resultado desta é perceptivelmente equivalente ao original.

Uma vez que a marca d'água foi anexada ao conteúdo da imagem, e esta é manipulada, suas marcas serão também modificadas, podendo, então, um profissional examiná-las e verificar a integridade do dado. Quando aplicada em ambientes médicos, a imagem com marca d'água pode ainda adaptar-se ao formato dicom⁷.

No momento, não existe um padrão legal para regular quanta alteração de imagem induzida por marca d'água pode ser aceita. Nos atuais processos de marca d'água, a alteração pela marcação é distribuída em toda a extensão da imagem, pela incapacidade de seleção de região. Para aplicação dessas imagens em cuidados da saúde, faz-se necessário restaurar a imagem original para assegurar precisão de diagnóstico dentro da região de interesse. Isso pode restringir seu amplo uso em aplicação médica¹⁴.

Na tentativa de solucionar tal restrição, Guo et al. (2009) apresentaram um esquema de marca d'água baseada em região que é capaz de verificar autenticidade e integridade de imagens médicas. Esse esquema permite escolher regiões de anexação sem introduzir qualquer distorção na região de interesse para o diagnóstico. Assim, a imagem marcada pode ser usada sem a necessidade de restauração da imagem original o tempo todo, uma vez que apresenta a característica de não introduzir distorções na região de interesse. O esquema pode ocultar um determinado limite de dados, mantendo níveis de distorção suficientemente baixos. A exata recuperação da imagem original é requerida somente para verificar sua integridade, o que pode ser importante quando questões de segurança ocorrem. Qualquer modificação na marca d'água da imagem pode ser detectada¹⁴.

Uma das limitações do método proposto é que a região de interesse não pode ser identificada automaticamente, re-

querendo intervenção manual.

Giakoumaki et al. (2006) descreveram um esquema que embute múltiplas marcas d'água em imagens médicas, buscando melhorar proteção e confidencialidade dos dados e para permitir eficiente gestão e integridade des tes. O esquema simultaneamente insere uma marca d'água de assinatura, constando da assinatura digital do físico para autenticação de origem, uma marca d'água de índice, que contém palavras-chave e facilidades para recuperação de imagens por meio de base de dados, uma marca d'água de legenda, contendo dados pessoais e de exames do paciente, que concede uma conexão permanente entre o paciente e o seu dado médico, e uma marca d'água de referência, que é embutida por toda a imagem para o propósito de controle da integridade dos dados, fornecendo informações, se a imagem foi modificada e possíveis regiões mexidas¹³.

Esse esquema leva em consideração limitações éticas e legais que se aplicam à manipulação das imagens médicas e manutenção da integridade das partes significativas ao diagnóstico. ele permite a definição de uma região de interesse na qual a qualidade é perceptivelmente preservada por todo o processo de marcação¹³.

Cada uma das marcas d'água anexáveis tem diferentes características, dependendo do propósito a que é dirigida e consequentemente da natureza e do tamanho da informação que precisa ser acomodada.

A autenticação baseada na modificação de lsbs pode ser efetiva, mas não distingue entre manipulação maliciosa e não-maliciosa da imagem radiográfica. O ajuste de brilho e contraste é um procedimento comum na melhora da radiografia digital, mas não será tolerado pela técnica de verificação de bits⁷.

DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATION IN MEDICINE (DICOM)

As imagens diagnósticas digitais requerem hardware e software específicos para sua exibição. A interoperabilidade é desejável para garantir a preservação e disponibilidade das informações adquiridas pelas diferentes gerações de hardware e software e entre sistemas de diferentes vendedores¹². Dicom é uma especificação completa de elementos requeridos para alcançar nível prático de interoperabilidade²⁰.

Em 1985, um comitê foi formado por representantes da american college of radiology e national electrical manufacturers association (acr-nema) com o propósito de desenvolver um padrão universal de imagem que seria compatível com todas as modalidades e modelos de aparelhos de imagem feitos futuramente. O comitê continha representantes dos principais fabricantes de equipamentos de imagem, engenheiros e radiologistas. O resultado das discussões iniciais criou o primeiro padrão de imagem acr-nema, que mais tarde se tornaria dicom¹⁸.

O padrão dicom especifica um protocolo de intercâmbio de dados independente do fabricante, um formato de imagem digital e uma estrutura de arquivo para imagens biomédicas e informações relacionadas²⁰. É um padrão voluntário desenvolvido para a medicina e que tem se tornado de alcance internacional, podendo incorporar também outras profissões²¹.

Dicom foi originalmente desenvolvido para permitir a conveniente leitura de imagens de diferentes aparelhos digitais. Hoje é um conjunto de regras que fornece especificações detalhadas para formatação e intercâmbio de imagens e materiais relacionados²².

O formato dicom contém mais do que uma imagem básica, mas também detém importantes informações de identificação do paciente e procedimentos²³, incluindo nome do paciente, número de identificação, data de nascimento, data e modalidade da aquisição de imagens, número de imagens,

posição da área registrada, condições de exposição, achados clínicos e radiológicos, se a imagem é inalterada ou se ela foi melhorada^{23,24}. Tais detalhes são importantes para a segurança da integridade da imagem.

Existe um comitê dicom que se reúne periodicamente para dirigir negócios, mas ações também são realizadas continuamente via internet. O comitê do padrão dicom é também respaldado por um número de grupos de trabalho que fornecem contribuições para estender e atualizar o padrão¹⁰.

Desde o início, o comitê fez importantes decisões organizacionais que são cruciais para seu sucesso.

- o comitê operaria independentemente de qualquer fabricante.
- as especificações para transmissão de dados deveriam ser feitas no protocolo da internet, permitindo aos fabricantes usar software e hardware já existentes para suportar o padrão.
- o comitê seria responsável por desenvolver especificações técnicas; entretanto, ele não descreveria como as especificações seriam implementadas. isso dá ao fabricante o controle criativo sobre seus produtos.
- todas as especificações técnicas desenvolvidas deveriam ser abertas a todos, ou seja, o documento gerado pelo comitê seria disponível a todos os fabricantes e usuários.
- o comitê encorajou a criação da declaração de adaptação do fabricante, ou seja, um documento não-técnico que descreve o nível de colaboração do fabricante com o padrão dicom¹⁸.

Prováveis compradores e vendedores usam a declaração de adaptação para divulgar os tipos de transações que são possíveis de um dispositivo comercial. Cuidadosa comparação desses documentos pode ser útil em determinar se dois dispositivos compartilham mecanismos compatíveis para a transferência de dados¹⁸.

A publicação da declaração de adaptação por um fabricante é completamente voluntária. O comitê não faz cumprir conformidade com o padrão nem desempenha teste dicom dos produtos para assegurar a precisão da declaração¹⁸.

A associação dentária americana (ada) é membro do comitê desde 1996²³. Em 2000, o comitê de trabalho da ada sugeriu a implementação de dicom para a comunicação de imagens em odontologia e encorajou os fabricantes a implementá-lo como o padrão para transmissão de imagem digital dental¹⁰.

O grupo de trabalho 12.1 da ada foi encarregado do desenvolvimento de especificações e também da educação do profissional da odontologia sobre a interoperabilidade da imagem digital, usando dicom¹⁰. Esse grupo fornece diferentes cenários para demonstrar diversas aplicações do padrão para transferência de imagens diagnósticas, usando meio de comunicação removível e rede. demonstrações de interoperabilidade agora são parte do congresso anual da ada, na forma de seminários e exposições não-comerciais¹⁰⁻²⁵.

A disponibilidade dos componentes de hardware com compatibilidade dicom em odontologia é muito limitada, o que tem causado atraso significativo em adaptação ao padrão²⁴.

Diferentemente da medicina, vendedores de equipamentos de imagem digital odontológica somente agora se tornaram adeptos ao dicom. Este já está se ampliando, e a sua mais recente versão pode suportar radiografia intraoral, radiografia panorâmica, cefalogramas, tomografia computadorizada e câmeras intraorais¹⁰. Assim, essa recente versão é prontamente adaptável ao uso em odontologia, sendo a melhora da estrutura genérica do padrão uma opção eficiente para desenvolver um padrão digital de comunicação para a odontologia²³.

Dispositivos de aquisição de imagem digital usados em radiologia oral e maxilofacial podem colocar a imagem em formato dicom e depois armazená-la no servidor dicom. Se a ra-

diografia digital é obtida de forma indireta, as imagens podem ser automaticamente cortadas e salvas, ou existe uma seleção manual de região de interesse. Essas imagens são depois armazenadas no servidor dicom, que pode estar conectado ao sistema de informação da clínica ou hospital²⁴.

Durante o processo de transferência, a questão de segurança aparece porque dados do paciente não podem ser distribuídos para usuários não-autorizados⁵. Além disso, uma seção "perfis seguros" foi adicionada ao padrão dicom, no sentido de possibilitar comunicações seguras nele. Essa seção faz uso de princípios de segurança em transmissão de imagens baseados em assinaturas digitais e criptografia¹⁵.

Como um procedimento médico-legal preventivo, é importante prevenir perda de dados de imagem. Cópia das imagens pode ser impressa através de impressoras dicom²⁴. O serviço de impressão dicom foi elaborado para superar o problema de múltiplas interfaces de impressão para fabricantes específicos¹⁸. As imagens digitais necessitam, ainda, ser armazenadas em meio durável e regularmente transferidas entre meios atualizados. O intercâmbio de imagens é necessário para proteger a utilidade da informação diagnóstica adquirida, dessa forma, fornecendo ao dado do paciente integridade e confiabilidade²⁵.

ARMAZENAMENTO DAS IMAGENS DIGITAIS

A presença da radiografia odontológica nos arquivos profissionais constitui um imperativo de ordem técnica, científica e legal⁶. Assim, a imagem deve ser armazenada de maneira segura e acessível. Fundamentalmente, o armazenamento de registros dentários digitais deve preservar o conteúdo original e a exibição visual. O registro deve incluir informações completas sobre a criação ou qualquer modificação - autor, data, tempo e fonte exata de registro²⁶.

Na transição do filme para a imagem digital, houve uma mudança de espaço físico para espaço digital de armazenamento. O arquivo digital requer menos espaço físico, permite rápido armazenamento e recuperação de dados e evita perda de qualidade da imagem pelo tempo ou com a duplicação desta²⁶.

As imagens digitais devem ser armazenadas em um formato não particular, como o padrão dicom. Armazenar imagens neste formato ajudará a proteger contra problemas futuros de transferência de dados²¹.

É importante regularmente copiar imagens da unidade rígida do computador, a fim de evitar que erros destruam todas as cópias dos dados de imagens²⁷.

Diferentes meios de armazenamento podem ser usados em diferentes configurações para fornecer proteção do dado digital. Fitas magnéticas têm ampla capacidade de armazenamento, entretanto a maioria dos sistemas de fita magnética permite aos dados serem alterados, e assim as informações podem ser desacreditadas no tribunal. Essas fitas podem ser danificadas por campo magnético, calor e pela ação do tempo, tornando essencial a substituição periódica destas. Cds e dvds são fáceis de replicar, mas são meios de única escrita, então, eles não podem ser alterados e por isso passam em exames minuciosos no tribunal. Blu ray disc tem capacidade de armazenamento de 25 ou 50 gb¹⁵.

O ponto mais importante é que se escolha um sistema de armazenamento que manterá o dado seguro do acesso não-autorizado, falha de hardware e desastres clínicos.

CONCLUSÃO

A radiografia digital é uma opção interessante para a ob-

tenção de imagens diagnósticas na odontologia, mas a falta de procedimentos padronizados para proteger dados radiográficos e garantir sua autenticidade pode colocar em dúvida o seu valor legal. Algumas técnicas para autenticação e transmissão segura de dados digitais existem e são difundidas principalmente na medicina. Na área odontológica, essa preocupação é ainda recente, e são necessários esforços para que haja uma padronização dos procedimentos relacionados às imagens digitais. uma opção seria a adaptação de técnicas criptográficas, dicom e marcação das imagens à prática odontológica. Faz-se necessária também uma legislação mais específica para imagens digitais, definindo os requisitos necessários para que estas sejam consideradas incontestáveis, assim como são as imagens em filmes convencionais.

REFERÊNCIAS

- 1- Clasen NF, Aun Ce. Radiografia digital direta: análise dos principais sistemas e recursos. *Rev odontol unid* 1998; 10(2):109-20.
- 2- Watanabe PCA, Tanaka Ee, Pereira Mf, Panella j. Estado atual da arte da imagem digital em odontologia. *Rev assoc paul cir dent* 1999; 53(4): 320-5.
- 3- Sarmento va, Pretto Sm, Rubira Irf, Costa Np. Imagem digitalizada em odontologia – evolução até os dias atuais. *rev fac odontol univ fed bahia* 2000; 20(1): 38-42.
- 4- Versteeg Ch, Sanderink Gch, Van der stelt pf. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J dent* 1997; 25(3-4): 215-24.
- 5- Oliveira Ae, Pistóia G, Chicarelli M, Beltrame M. Aspectos de relevante importância na seleção de um sistema radiográfico digital. *rev facul odont. univ passo fundo* 2000; 5(1): 21-6.
- 6- Falcão Afp, Sarmento Va, Rubira Irf. Valor legal das imagens radiográficas digitais e digitalizadas. *R. A. Med Biol* 2003; 2(2): 263-8.
- 7- Calbenson Flg, Rj. Fraudulent use of digital radiography: methods to detect and protect digital radiographs. *j endod* 2008; 34(5): 530-6.
- 8- Güneri P, Akdeniz Bg. Fraudulent management of digital endodontic images. *int end j* 2004; 37:214-20.
- 9- Bruder Ga, Casale J, Goren A, Friedman S. Alteration of computer dental radiography images. *j endod* 1999; 25(4): 275-276.
- 10- Farman Ag, Lapp Rp. Image file interoperability for data protection, communication and trans-system connectivity. *orthod craniofac rev*. 2003; 6(suppl. 1): 151-5.
- 11- Nobre If, Von Wangenheim A, Maia Rs, Ferreira I, Marchiori E. Certificação digital de exames em telerradiologia: um alerta necessário. *radiol. bras*. 2007; 40(6): 415-1.
- 12- Traviesso lym. La criptografia como elemento de la seguridad informática. *acimed* 2003; 11(6).
- 13- Giakoumaki A, Pavlopoulos S, Koutsouris D. Secure and efficient health data management through multiple watermarking on medical images. *med biol*.
- 14- Guo X, Ge Zhuang t. A region-based lossless watermarking scheme for enhancing security of medical data. *j digit imaging* 2009; 22(1): 53-64.
- 15- Schütze B, Kroll M, Geisbe T, Filler Tj. Patient data security in the dicom standard. *eur j radiol* 2004; 51: 286-9.
- 16- Cid C. recent developments in cryptographic hash function: security implication and future directs. *information security technical report* 2006; 2: 100-7.
- 17- Biskup J, Bleumer G. Cryptographic protection of health information: cost and benefit. *int j biomed comput* 1996; 43: 61-7.
- 18- Flanders Ae, Carrino Ja. Understanding dicom and ihe. *Se-min Roentgenol* 2003; 38(3): 270-81.
- 19- Soares Mg, Moraes Mel, Moraes Ic, Castilho Jcm, Takeshita Wm. Digital archives in the dentistry. *rev assoc paul cir dent*

2006; 60(4): 281-4.

20- Bidgood Jr. Wd, Honrrii Sc, Prior Fw, Van Syckle de. Understanding and using dicom, the data interchange standard for biomedical images. J Amer med Inform Assoc 1997; 4(3): 199-212.

21- Wallack S. Digital image storage. Vet radiol ultrasound 2008; 49(1): 37-41.

22-Benn Dk, Bidgood Wd, Pettigrew Jr. Jc. An Imaging standard for dentistry. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1993; 76(3): 262-5.

23- Farman Ag. Raising Standards. Digital interoperability and dicom. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 99(5): 525-6.

24- Chen Sk. Oral and maxillofacial radiology. integration of the digital imaging and communication in medicine standard into an oral and maxillofacial image management and communication system. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001; 91(2): 235-8.

25- Farman Ag. Applying dicom to dentistry. J Digit Imaging 2005; 18(1): 23-7.

26- Jankowski Dms, Orpe Ec. Some current legal issues that may affect oral and maxillofacial radiology: part 1. basic principles in digital dental radiology. J Can Dent Assoc 2007; 73(5): 409-14.

27- Johnson Dh. Basic science in digital imaging. Storage and retrieval. Arthroscopy: Arthroscopy 2002; 18(6): 648-53.