Documento descarregado de http://www.elsevier.es el 23/05/2013. Copia para uso pessoal, está totalmente prohibida a transmissão deste documento por qualquer meio ou forma.

ELSEVIER DOYMA

Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial

www.elsevier.pt/spemd

Revisão

Aplicação da norma DICOM em Medicina Dentária

*Andreia Moreira, Ana Reis Durão e André Correia**

Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto, Porto, Portugal

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:
Recebido a 29 de julho de 2011
Aceite a 4 de março de 2012
On-line a 17 de abril de 2012

Palavras-chave:
Radiografia Dentária Digital
Radiologia
Sistemas de informação em radiologia
Aplicação de informática médica
Informática Médico-Dentária

R E S U M O

A norma DICOM *(Digital Imaging and Communications in Medicine)* é formada por um conjunto de regras que permite a interoperabilidade de imagens, isto é, o intercâmbio de imagens médicas e dos respetivos dados associados, independentemente do fabricante dos equipamentos utilizados na aquisição e na observação dessas mesmas imagens. De modo a obter informação acerca desta norma, realizou-se uma pesquisa na Medline® (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/), utilizando como palavras-chave «DICOM» e «*Dentistry*»', combinadas com o operador boleano «*AND*». A pesquisa realizada teve como limites: artigos publicados em «Dental Journals», em língua Inglesa, entre 1990 e 2011. De acordo com as várias publicações encontradas na pesquisa, verificou-se que uma das principais vantagens da existência deste padrão de referência era o facto de assegurar a disponibilidade de toda esta informação médica por tempo indefinido, sem perda de qualidade das imagens originais, qualquer que fosse o equipamento que pudesse vir a ser utilizado para o seu armazenamento e visualização no futuro.

© 2011 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.

Use of DICOM standard in Dentistry

Keywords:
Dental Digital Radiography
Radiology
Radiology information systems
Medical informatics applications
Dental informatics

A B S T R A C T

The DICOM standard (Digital Imaging and Communications in Medicine) is formed by a set of standards that allows interoperability of images, i.e. the exchange of medical images and associated data, regardless of manufacturer of equipment used in the acquisition and observation of these same images. In order to obtain some information about this standard, we did a bibliographic research in Medline, using "DICOM" and "Dentistry" as keywords, combined by the boolean operator "AND". This research had as limits: articles published in Dental Journals, which were written in English, between 1990 and 2011. According to the obtained results, we could observe that one of its main advantages was that it ensured the availability of all this medical information indefinitely, without loss of original picture quality, whatever the equipment that was used for storage and display in the future.

© 2011 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

* *Autor para correspondência.*
Correio eletrónico: acorreia@fmd.up.pt (A. Correia).

1646-2890/$ – see front matter © 2011 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.
doi:10.1016/j.rpemd.2012.03.001

Documento descarregado de http://www.elsevier.es el 23/05/2013. Copia para uso pessoal, está totalmente prohibida a transmissão deste documento por qualquer meio ou forma.

Introdução

A integração das tecnologias de informação na Medicina Dentária tem sido uma mais-valia para o seu desenvolvimento, quer em termos de diagnóstico, prognóstico, terapêutica, monitorização, quer no registo e comunicação de informação médica entre profissionais de saúde ou mesmo entre médico dentista e paciente. De entre os meios auxiliares de diagnóstico, que desempenham um papel preponderante na prática clínica, a imagiologia tem conhecido avanços excecionais, tanto na aquisição como no processamento e armazenamento da imagem.

As imagens radiográficas obtidas de forma analógica, desde que devidamente adquiridas, processadas e armazenadas, mantêm ao longo do tempo ótimas características e podem ser facilmente visualizadas, utilizando um negatoscópio. No entanto, estas imagens têm sido digitalizadas por *scanner* e armazenadas de forma digital, sobretudo por motivos de espaço, acessibilidade e integração com os registos clínicos eletrónicos[1].

Atualmente, existe uma grande variedade de fabricantes e fornecedores de sistemas digitais (*hardware* e *software*) necessários para a avaliação das imagens obtidas de forma digital. No entanto, com a criação de plataformas informáticas cada vez mais desenvolvidas, surge a necessidade de interoperabilidade[1]. Segundo Farman, «a interoperabilidade de imagens digitais é desejável para garantir a preservação e disponibilidade da informação diagnóstica adquirida do paciente através de várias gerações de *hardware* e *software* de imagem, entre sistemas provenientes de diferentes vendedores e provenientes ou destinados a centros de referência externos»[1]. Assim, a interoperabilidade acaba por constituir um fator de extrema importância quando se conjetura a aquisição de equipamentos/sistemas de imagem digital, pelo que é essencial que a capacidade de exportar e ler ficheiros de imagem esteja em conformidade com as normas ISO *(International Organization for Standardization)*, sendo de referência o padrão DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine*[1–3].

O objetivo deste trabalho é efetuar uma revisão das publicações efetuadas sobre a aplicação da norma DICOM em Medicina Dentária, nos últimos 20 anos, de forma a obter uma perspetiva abrangente da evolução e do estado de arte deste formato.

Métodos

Para a realização deste artigo de revisão realizou-se uma pesquisa na Medline® (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/), utilizando como palavras-chave «DICOM» e «*Dentistry*», combinadas com o operador boleano «*AND*». A pesquisa realizada teve como limites: artigos publicados em «Dental Journals», em língua Inglesa, entre 1990 e 2011.

Esta metodologia de pesquisa obteve 39 resultados. Os resumos dessas publicações foram lidos por 2 autores e categorizados. As publicações incluídas deveriam conter informações sobre a norma DICOM e a sua aplicação diretamente relacionada com a Medicina Dentária. Quando um artigo foi considerado por pelo menos um dos autores como preenchendo estes requisitos, foi incluído nesta análise, e procedeu-se à leitura do texto integral. No final, foram então selecionados 14 artigos.

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)

Origem e evolução

A génese desta norma de referência remonta a 1983, quando o *American College of Radiology* (ACR) e a *National Electronics Manufacturer's Association* (NEMA) formaram uma comissão com vista à criação de um método de referência para a transmissão de imagens médicas e informação associada que permitisse a existência de interoperabilidade de imagens adquiridas utilizando equipamentos provenientes de diversos fabricantes[1,4,5]. A primeira versão deste padrão de referência surgiu então em 1985 e tinha como principal característica a necessidade de utilização de cabos de 50 *pins* para estabelecer a conexão física «*point to point*» entre sistemas. A segunda versão surgiu em 1988. A utilização desta complexa conexão física era desvantajosa em termos de aceitação e implementação do ACR-NEMA. Com a terceira versão do ACR-NEMA, em 1993, passou a ser utilizada apenas uma única conexão com cabo de 50 *pins* para o uso de redes baseadas em TCP/IP *(transmission control protocol/internet protocol)* e interligação de sistemas aberta. Com esta norma de referência estabeleceu-se uma terminologia e estrutura padronizadas para a troca de informação e passou-se a adotar a designação *Digital Imaging and Communications in Medicine Standard* (DICOM)[1,5].

Organização

A Comissão Executiva do padrão DICOM é constituída maioritariamente por fabricantes de equipamentos de imagiologia e membros de organizações de profissionais de saúde, embora as suas atividades sejam supervisionadas por um responsável da NEMA[1,4,6]. Contudo, o desenvolvimento do padrão de referência em si é da responsabilidade de grupos de trabalho, tendo cada um destes um responsável representante dos fabricantes e um responsável que representa os utilizadores, podendo também intervir voluntários[4,6,7]. Após conclusão dos trabalhos, os resultados obtidos (que geralmente acabam por constituir correções ou suplementos à norma) são sujeitos a revisão pelos Grupos de Trabalho *(DICOM Working Groups)*; quando se trata de um suplemento, este fica então sujeito a um período para que o público se possa pronunciar, após o qual a comissão autoriza a adição do suplemento como parte oficial do DICOM[4].

Estrutura da Norma DICOM

A norma DICOM é constituída por um conjunto de regras cujo espetro de utilização não se restringe apenas à radiologia, abrangendo também outras especialidades médicas[5]. É constituída por vários suplementos, já publicados, em desenvolvimento ou a aguardar publicação, por várias partes

Documento descarregado de http://www.elsevier.es el 23/05/2013. Copia para uso pessoal, está totalmente prohibida a transmissão deste documento por qualquer meio ou forma.

independentes que se inter-relacionam e encontra-se organizada nas seguintes partes[1,4,6]:

- Introdução e contextualização;
- Compatibilidade (requisitos);
- Informação acerca das definições do objeto (pacientes, imagens, estudos);
- Classes de serviço e operações que podem ser realizadas nos objetos de informação;
- Estrutura e semântica dos dados e codificação da informação que é trocada nas mensagens;
- Terminologia e características dos dados que representam a informação contida nos objetos;
- Protocolos utilizados para troca de mensagens;
- Rede de comunicação para a troca de informação em sistema aberto de interconexão e protocolo de controlo de transmissão/ transmissão por Internet;
- Comunicação ponto por ponto para a troca de informação (primeira versão da norma DICOM);
- Formato do ficheiro para armazenamento de informação DICOM em diversos meios;
- Perfis de aplicação (seleção de meios e objetos de informação);
- Meios físicos ou digitais para troca de informação;
- Suporte de gestão da comunicação ponto por ponto.

O formato DICOM é então composto por um arquivo DICOMDIR, que inclui informações do paciente e informações específicas sobre a aquisição das imagens e vários ficheiros das imagens obtidas com extensão .dcm.

Principais áreas funcionais

As principais áreas funcionais da norma DICOM são: a transmissão de objetos completos (imagens, documentos); a consulta e a recuperação desses objetos; o desempenho de ações específicas (de que é exemplo a impressão de imagens em filme); a gestão do fluxo de trabalho (suporte de listas de trabalho e informação do estado) e ainda a qualidade e consistência da imagem para observação e impressão.[4]

Fatores de sucesso da norma DICOM

As principais características deste padrão de referência que em muito contribuíram para o seu sucesso são:[5]

- Espetro de ação que abrange todas as modalidades de imagem digital com relevância para o uso comum;
- Protocolo de rede que se guia pelo protocolo TCP/IP que permite aos dispositivos DICOM usar *hardware* e *software* comum;
- Requisitos rigorosos para os conteúdos do cabeçalho da imagem e a informação por *pixel*, para cada modalidade, melhorando desta forma a interoperabilidade;
- Mecanismo de conformidade para que o utilizador possa decidir quais os dispositivos que estão disponíveis para a interoperabilidade;
- Processo de desenvolvimento de padrões aberto, que acaba por incentivar a participação e o consenso entre fornecedores e utilizadores, levando mesmo a uma adoção antecipada de produtos.

Importância do conceito de interoperabilidade

A interoperabilidade assume um papel de extrema importância, uma vez que protege a utilidade da informação diagnóstica, permite o acesso aos dados e a manutenção da integridade dos mesmos, assim como o envio de imagens a indivíduos que usem sistemas digitais de diferentes fabricantes capazes de ler ficheiros DICOM[6]. Exemplos de situações em que a interoperabilidade de arquivos de imagem digital pode ser necessária são mostrados na Figura 1.

Para além dos programas informáticos de visualização de imagens que vêm normalmente associados aos dispositivos de suporte dos exames radiológicos, é também possível descarregar da Internet um *software* de visualização DICOM (Tabela 1), o que permite a importação das imagens DICOM e a sua visualização em qualquer computador.

Além disso, a interoperabilidade acaba por proteger o investimento em equipamento digital feito pelo médico dentista, uma vez que permite a transferência para sistemas alternativos posteriormente. É necessário ter em conta que as imagens obtidas sem utilização do padrão DICOM podem apresentar várias limitações, como, por exemplo, a dificuldade em saber se a imagem original foi alterada ou mesmo na identificação do paciente a que se refere[6].

Uma forma de aumentar a probabilidade de interoperabilidade na leitura de imagens e das características do ficheiro que contém informações de elevada importância (identificação do paciente, hora de realização do exame, orientação e características dos parâmetros para observação) consiste na seleção de entradas idênticas para os campos DICOM[6].

A interoperabilidade por utilização do padrão de referência DICOM é uma vantagem, uma vez que as imagens médicas necessitam de proteção contra a perda de elementos identificadores, da orientação da imagem e preservação da sua fidelidade. A interoperabilidade não é apenas vantajosa para os profissionais de saúde e pacientes: para os vendedores, o DICOM surge como condição de interoperabilidade, apresentando-se como um único conjunto de normas a cumprir. É necessário ter em consideração que o DICOM não funciona como uma garantia contra a degradação ou obsolescência física dos equipamentos e, por isso, a informação deve ser devidamente armazenada e transferida para meios de suporte apropriados e atualizados com regularidade[1,3,6].

Aplicações da norma DICOM

O padrão de referência DICOM pode suportar radiografias (por exemplo, intraorais e panorâmicas), tomografias computorizadas, ecografias, ressonância magnética, imagens de medicina nuclear, imagens obtidas por câmaras intraorais e endoscopia, microscopia (cirúrgica e histológica), eletrocardiogramas e eletroencefalogramas[1,3,6].

A versão atual da norma DICOM lida com informação de imagens bidimensionais, mas no caso de dados multidimensionais, ocorre uma combinação destas imagens bidimensionais como se se tratasse de objetos com múltiplas conformações. Nas modalidades de aquisição mais recentes,

Documento descarregado de http://www.elsevier.es el 23/05/2013. Copia para uso pessoal, está totalmente prohibida a transmissão deste documento por qualquer meio ou forma.

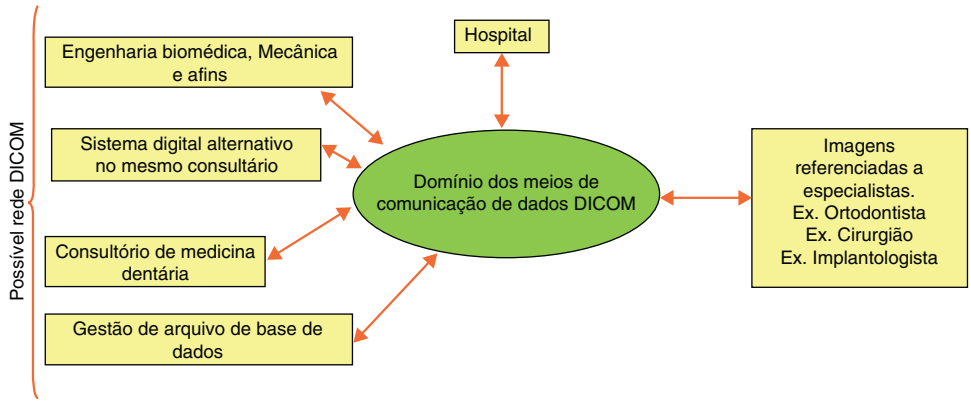

Figura 1 – Esquema representativo da comunicação de dados DICOM entre diferentes intervenientes relacionados com a Medicina Dentária (adaptado de Farman (2002)[1]).

assim como na visualização tridimensional e na análise quantitativa, é usada uma estruturação de dados volumétrica[4].

Outra inovação que merece referência é a segmentação de imagem, que assume particular importância nos casos de aplicações que necessitam da definição dos limites do objeto em termos de plano de tratamento, análise volumétrica, extração de características da imagem ou mesmo a definição de regiões funcionais usadas em programas informáticos de diagnóstico. Uma das limitações que se tem feito sentir está relacionada com o facto de haver dificuldade em alcançar uma consistência na apresentação de imagens, quer seja sob a forma analógica, quer digital, que seja independente da marca, tipo ou características do equipamento. Uma das medidas a tomar com vista à resolução deste problema é a criação de um padrão de referência que seja aplicável a qualquer equipamento, que especifique o nível a atingir em cada um dos parâmetros (luminosidade, densidade, entre outros) para determinado valor de entrada – estes valores são mapeados num intervalo linear e que é projetado num espaço que é percebido pelo observador como sendo linear, originando imagens semelhantes, o que permite a troca de imagens entre o radiologista e o clínico, que as observam na mesma escala de cinzentos *(DICOM Grayscale Display Function Standard*). Outro fator de extrema importância é a consistência de apresentação, que é suportada pelo *DICOM Presentation State Storage Service Class* – esta ferramenta permite que, após execução de alterações na imagem (ampliação, dimensão da janela, entre outras), esta seja guardada na forma original para posterior visualização[4].

DICOM e a Medicina Dentária

A utilização da norma DICOM na Medicina Dentária teve a sua origem na entrada da *American Dental Association* (ADA) para o Comité DICOM em 1996.[1,6] Em 2000, os fabricantes comprometeram-se a tornar os seus equipamentos DICOM compatíveis para exportação e leitura de imagem, fomentando assim o início da interoperabilidade de imagem. No mesmo ano, um grupo de trabalho da ADA sugeriu e encorajou a implementação da norma DICOM na comunicação de imagens em Medicina Dentária, tendo implementado as Resoluções B-164 e B-165[1,7].

Na primeira década de utilização de imagem digital em Medicina Dentária foi necessário estabelecer um conjunto de objetivos que fomentassem a interoperabilidade[6,8]:

- Capacidade de exportação de imagens no formato DICOM;
- Normalização do plano de requisitos DICOM exigidos para ficheiros;
- Capacidade de leitura de imagens de 8, 12 ou mesmo 16 bits na escala de cinzentos em formato DICOM;

Tabela 1 – Exemplos de programas informáticos de visualização de ficheiros DICOM

SISTEMA	SISTEMA OPERATIVO	MARCA COMERCIAL	WEBSITE
Software de acesso livre disponível na WWW			
OsiriX (acesso livre)	Windows e MAC	Pixmeo	http://www.osirix-viewer.com/
Outros *softwares* de acesso livre disponíveis na WWW: Agnosco Viewer®, MRIcro®, Medical Image Viewer®, Mango®, Sobox Image Viewer®, VR-Render®, Paxera Viewer®, Sante Dicom Viewer®, iQ-View/Pro			http://www.e-dicom.com/viewers.php
Exemplos de outros softwares associados a aparelhos de aquisição de imagem			
InVivo 5	Windows	Anatomage	http://www.anatomage.com/
I-CAT Vision	Windows	Imaging Sciences	http://www.imagingsciences.com/
Romexis Viewer	Windows e MAC	Planmeca	http://www.planmeca.com/
Kodak Dental Imaging Software	Windows	Kodak	http://www.carestreamdental.com/
Dentalslice	Windows	Bioparts	http://dentalslice.com.br:8080/

Documento descarregado de http://www.elsevier.es em 23/05/2013. Cópia para uso pessoal, está totalmente proibida a transmissão deste documento por qualquer meio ou forma.

- Utilização da norma *DICOM Digital Image Standard*, incluindo a *Intraoral Image Standard*;
- Utilização de um segundo meio de aquisição (digitalização de radiografias);
- Utilização de compressão de imagem apenas em casos em que seja impossível a sua perda;
- Utilização de compressão de imagem apenas em casos em que seja impossível a sua perda;
- Utilização de suportes de informação removíveis para troca de imagens radiográficas dentárias;
- Utilização de rede para exportar e recuperar imagens (os padrões de impressão DICOM permaneceram opcionais por questões económicas);
- Utilização eventual de imagens de vídeo a cores

Ultimamente, tem-se verificado um esforço por parte das empresas para que sejam abrangidos todos os campos necessários para a compatibilidade, de modo a desenvolver um modelo uniforme[6,7].

Por exemplo, na Tomografia Computorizada de Feixe Cónico (CBCT), após a obtenção das imagens do paciente, estas podem ser manipuladas e melhoradas através da utilização de programas informáticos *de* visualização fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos (por exemplo: *hardware i-CAT®*: *software i-CAT® Vision*), ou podem ser exportadas para outros programas.Estas tomografias computorizadas podem ser utilizadas também por outros programas informáticos, como sejam os de planeamento pré-implantológico (por exemplo, SimPlant®Materialise, coDiagnostiX@Straumann). Estes programas importam e processam os dados DICOM da tomografia computorizada, possibilitando a reconstrução tridimensional dos maxilares e contribuindo, desta forma, para o planeamento pré-operatório da cirurgia de implantes[9–13].

Outra aplicação do formato DICOM está relacionada com os programas informáticos utilizados em Ortodontia, no planeamento de cirurgias ortognáticas e na análise cefalométrica tridimensional. Estes programas de análise de imagens volumétricas permitem a utilização simultânea de imagens fotográficas e radiográficas e consequente avaliação das verdadeiras relações existentes entre tecidos duros e moles (exemplos: *Anatomage®*, *Dolphin Imaging & Management Solutions®* e *NV Dental Materialise®*)[14–16].

Relação entre o DICOM e outros padrões de referência

O padrão de referência DICOM continua a manter relações de trabalho com outros padrões de referência, como sejam o *European Committee for Standardization*, a *Health Level 7* (organização que define as normas para comunicação entre sistemas informáticos clínicos) e a *International Organization for Standardization* (ISO). Em 2005 foi adotada como padrão de referência internacional a norma ISO 12052 «*Health Imaging Informatics – Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM) – *Including Workflow and Data Management*».[4]

O futuro do DICOM

Para além do papel que desempenhou na génese do padrão de referência ACR-NEMA (primeira versão do DICOM), a ACR tem acompanhado de forma contínua o seu desenvolvimento desde então, promovendo a existência de uma ligação contínua e ativa entre DICOM e ACR. Para além desta, outras sociedades de Radiologia estrangeiras (França, Japão, Alemanha) têm uma presença ativa na organização do Comité do DICOM e várias organizações profissionais (Oftalmologia, Cardiologia, Medicina Dentária, Medicina Veterinária, Patologia) adotaram o DICOM como norma e também têm contribuído ativamente para o seu progresso[4].

A informação respeitante ao DICOM está disponível em vários jornais, livros e pode ser descarregada da Internet sem qualquer custo. As reuniões são de entrada livre, ocorrendo maioritariamente durante o congresso anual da Sociedade Norte-Americana de Radiologia (*Radiological Society of North America*). Todos os avanços conseguidos para aumentar a eficiência e a qualidade da imagem médica são em parte devidos à contribuição de compradores de tecnologia de imagem, radiologistas, radioterapeutas, oncologistas e físicos[4].

Conclusão

A interoperabilidade de imagens assegura aos profissionais de saúde e aos pacientes a garantia de disponibilidade das mesmas e da informação relacionada, por tempo indefinido, sem perda de qualidade da imagem original, qualquer que seja o equipamento que venha a ser utilizado.

A implementação da norma DICOM garante a possibilidade de intercâmbio de imagens, sem que a utilização de equipamentos provenientes de diferentes fabricantes constitua uma barreira à visualização e manipulação das mesmas.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

BIBLIOGRAFIA

1. Farman AG. Use and implication of the DICOM standard in dentistry. Dent Clin North Am. 2002;46:565–73, vii.
2. Oosterwijk H, Farman A, Gihring P. Standardization of image exchange for dentistry using DICOM. Int Congr Ser. 2004;1268:1174–8.
3. DICOM Standards Committee Web site. 2010 [consultado 11 Jun 2011]; Disponível em: http://medical.nema.org.
4. Kahn Jr CE, Carrino JA, Flynn MJ, Peck DJ, Horii SC. DICOM and radiology: past, present, and future. J Am Coll Radiol. 2007;4:652–7.
5. Benn DK, Bidgood Jr WD, Pettigrew Jr JC. An imaging standard for dentistry. Extension of the radiology DICOM standard. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1993;76:262–5.
6. Farman AG, Lapp RP. Image file interoperability for data protection, communication and trans-system connectivity. Orthod Craniofac Res. 2003;6 Suppl. 1:151–5.
7. Gotfredsen E, Wenzel A. Integration of multiple direct digital imaging sources in a picture archiving and communication system (PACS). Dentomaxillofac Radiol. 2003;32:337–42.
8. Farman AG. Raising standards: digital interoperability and DICOM. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005;99:525–6.
9. Howerton Jr WB, Mora MA. Advancements in digital imaging: what is new and on the horizon? J Am Dent Assoc. 2008;139 Suppl.:20S–4S.

Documento descarregado de http://www.elsevier.es el 23/05/2013. Copia para uso pessoal, está totalmente proibida a transmissão deste documento por qualquer meio ou forma.

10. Miyamoto S, Ujigawa K, Kizu Y, Tonogi M, Yamane GY. Biomechanical three-dimensional finite-element analysis of maxillary prostheses with implants. Design of number and position of implants for maxillary prostheses after hemimaxillectomy. Int J Oral Maxillofac Surg. 2010;39: 1120–6.
11. Okumura N, Stegaroiu R, Nishiyama H, Kurokawa K, Kitamura E, Hayashi T, et al. Finite element analysis of implant-embedded maxilla model from CT data: comparison with the conventional model. J Prosthodont Res. 2011;55:24–31.
12. Rubio Serrano M, Albalat Estela S, Penarrocha Diago M, Penarrocha Diago M. Software applied to oral implantology: update. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2008;13:E661–5.
13. Sohmura T, Kusumoto N, Otani T, Yamada S, Wakabayashi K, Yatani H. CAD/CAM fabrication and clinical application of surgical template and bone model in oral implant surgery. Clin Oral Implants Res. 2009;20:87–93.
14. Decker JD, Bollen AM, Chen CS. A model for digital archiving of radiographs into a searchable database. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007;132:856–9.
15. Magni A, De Oliveira Albuquerque R, De Sousa Jr RT, Hans MG, Magni FG. Solving incompatibilities between electronic records for orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007;132:116–21.
16. Grauer D, Cevidanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;136:460–70.