



## A importância da TI na Odontologia Digital Application of Information Technology in Dentistry

Aleksey Colione<sup>1</sup>  
Mauricio Accorsi<sup>2</sup>

### Resumo

Desde o início dos anos 90 a Odontologia vem se transformando e adotando práticas relacionadas a utilização de novas tecnologias que podem ser utilizadas tanto no processo de diagnóstico, como para a customização de dispositivos terapêuticos baseados em sistemas CAD/CAM. Dentro desse cenário, um entendimento ampliado sobre as novas tecnologias se faz necessário, especialmente para quem ainda quer permanecer na profissão obtendo lucro e clientes satisfeitos. Dessa forma, esse artigo oferece informações práticas e resumidas sobre a importância da Tecnologia da Informação aplicada a Odontologia, com ênfase no conceito de “computação gráfica” e suas demandas em relação à hardware, software, obtenção, transmissão, processamento e armazenamento de dados.

**Descritores:** Sistemas CAD/CAM em Odontologia, dispositivos terapêuticos customizados, Ortodontia Digital, Tecnologia da Informação

### Abstract

Since the early 90s, Dentistry has been transforming and adopting practices related to the new technologies that can be used both in the diagnostic process, as well as for the customization of therapeutic devices based on CAD/CAM systems. Within this scenario, an expanded understanding of new technologies is necessary, especially for those who still want to stay in the profession, profiting and generating satisfied customers. Thus, this article offers practical and summarized information about the importance of Information Technology applied to Dentistry, with an emphasis on the concept of “computer graphics” and its demands in relation to hardware, software, data obtaining, processing, networks, and storage.

**Descriptors:** CAD/CAM Systems in Dentistry, customized therapeutic devices, Digital Orthodontics, Information Technology.

<sup>1</sup> Engenheiro de Software, Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde - PUC-PR.

<sup>2</sup> Especialista e Mestre em Ortodontia - FOU SP, Coordenador Científico do DDS-BR (Editora Plena).

E-mail do autor: accorsi23@hotmail.com

*Como citar este artigo:*

Colione A, Accorsi M. A Importância da TI na Odontologia Digital. *Orthod. Sci. Pract.* 2020; 13(50):105-115.  
DOI: 10.24077/2019;1350-105115

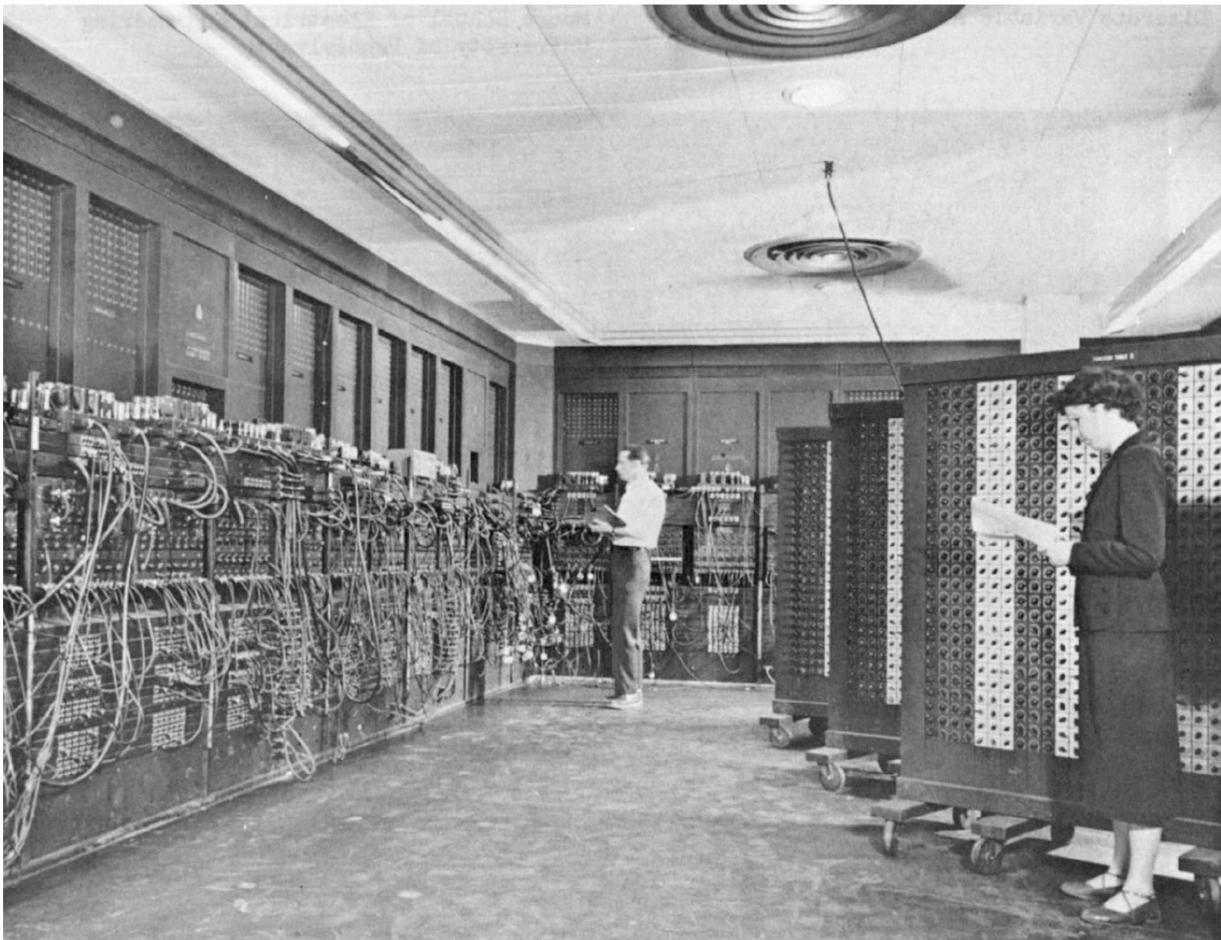
## Introdução

Desde o início dos anos 90 a Odontologia vem se transformando e adotando práticas relacionadas a utilização de novas tecnologias que podem ser utilizadas tanto no processo de diagnóstico, como para a customização de dispositivos terapêuticos baseados em sistemas CAD/CAM. O pioneiro dessa jornada rumo ao digital é o conhecido sistema CEREC (Dentsply – Sirona), que teve sua primeira versão com lançamento mundial em 1988, na IDS - *International Dental Show*, a feira mais importante da Odontologia Mundial, que acontece a cada dois anos em Colônia, na Alemanha. De lá pra cá, muita coisa mudou e evoluiu, com o aparecimento de inúmeros scanners intraorais e de face, tomógrafos dedicados a região maxilofacial que utilizam a TC *Cone-beam*, além de inúmeros sistemas e *softwares* poderosos, que, aliados as facilidades da impressão 3D, estão representando um momento disruptivo na profissão, com uma conseqüente necessidade de adaptação técnica, científica e conceitual. O cliente hoje demanda muito mais do que 30 anos atrás, e traz como característica principal a sua autonomia na determinação dos objetivos de tratamento e na decisão terapêutica, primando sempre pela praticidade, conforto, preço, rapi-

dez e estética. Da mesma forma, a indústria está aproveitando esse momento único para impor sua agenda baseada na obtenção de lucro, com o aparecimento de monopólios na fabricação e distribuição de dispositivos, o que, se por um lado traz ainda mais avanços e tecnologias, por outro, traz consigo uma insidiosa ameaça à algumas especialidades da Odontologia, como a Ortodontia, por exemplo. Dentro desse cenário, o entendimento ampliado sobre as novas tecnologias se faz necessário, especialmente para quem ainda quer permanecer na profissão obtendo lucro e clientes satisfeitos. Dessa forma, a compressão da importância da Tecnologia da Informação aplicada à Odontologia com ênfase no conceito de “computação gráfica” no que diz respeito à *hardware*, *software*, obtenção, transmissão e processamento de dados, se faz necessária.

## O computador

Desde 1946, quando o primeiro computador de propósito geral foi inventado na Universidade da Pensilvânia<sup>1,2</sup>, os computadores pessoais vêm melhorando de forma exponencial, tornando-se mais rápidos, principalmente nas últimas décadas, o que torna possível diversas tarefas que eram antes inimagináveis.



**Figura 1** - Primeiro computador ENIAC - Electronic Numerical Integrator and Computer.

A computação gráfica é uma destas tarefas realizadas pelos computadores e vem sendo utilizada em diversos campos do conhecimento<sup>3</sup>, tais como Medicina, Engenharia, Odontologia, dentre outras<sup>4,5</sup>. Para entender melhor como o computador funciona precisamos de algumas noções básicas. Podemos definir tecnicamente o computador como um conjunto de circuitos e

componentes integrados que se destinam a receber e processar informações. Dispositivos de entrada enviam informação para o sistema computacional e dispositivos de saída reproduzem ou mostram o resultado daquele processamento.

Pode-se dizer que um computador, para ser funcional, necessita de duas partes, o *hardware* e o *software*<sup>6</sup>.

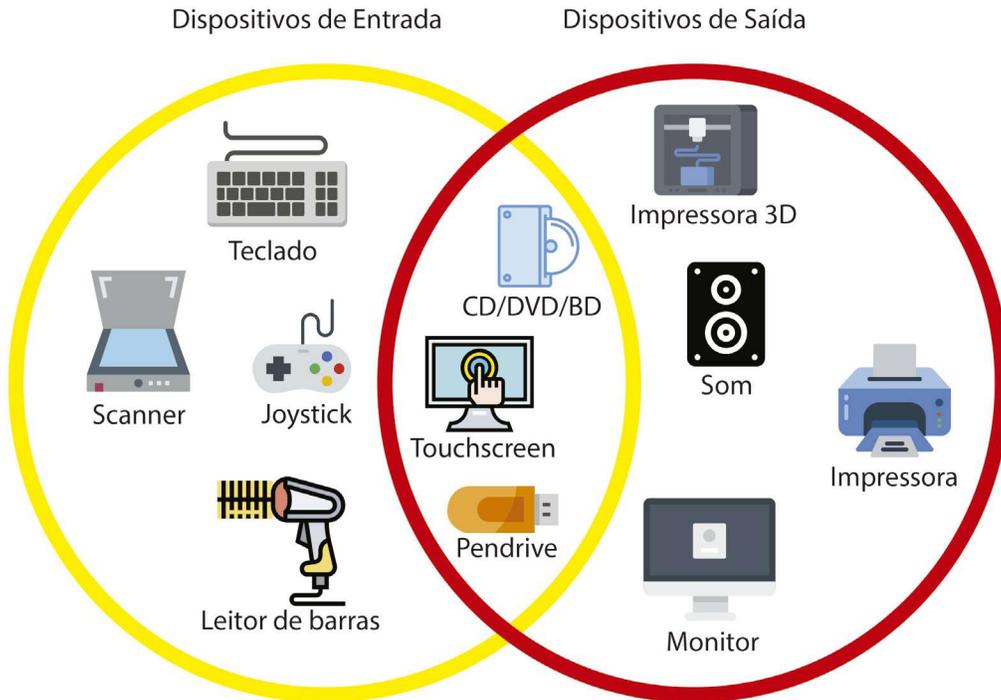


Figura 2 - Dispositivos de entrada e saída.

## Hardware/Software

### Hardware

O Hardware é o equipamento físico propriamente dito com a carcaça (gabinete), fios, componentes eletrônicos em geral. Podemos citar como principais componentes a CPU, memória, placa lógica, HD e fonte de alimentação.

### CPU (Central Processor Unit – em português UCP) (A)

Responsável pela execução das instruções aritméticas e lógicas. Para facilitar seguem algumas denominações comerciais: Intel i3, i5, i7 e mais recentemente o i9 bem como AMD Ryzen 7, 5 e 3. Cada processador possui diversos núcleos de processamento, o i9 por exemplo possui 8 núcleos.



Figura 3 - Hardware de um computador pessoal padrão.

### Memória RAM (Random Access Memory) (B)

Responsável pelo armazenamento temporário de informações, diz-se que a memória RAM é volátil pois necessita de energia para manter os dados armazenados.

### Placa Lógica ou placa mãe (C)

Responsável por manter os componentes conectados entre si, provendo a troca de informações entre os mesmos.

### HDD ou HD (Hard Disk drive) (D)

Responsável pelo armazenamento das informações, pode-se dizer que é uma memória não volátil pois mesmo sem alimentação mantém os dados armazenados.

### Fonte de alimentação (E)

Responsável por converter corrente elétrica alternada em corrente contínua para alimentar de maneira filtrada e estabilizada todos os componentes do computador, uma fonte tem diversas saídas de tensão: 3.3v, 5v e 12v.

### Placa de vídeo dedicada

Algumas tarefas que necessitam de grande poder computacional exigem do computador um sexto elemento na lista de *hardware* acima, a GPU dedicada (Graphics Processor Unit). Sua tarefa é reduzir a carga de processamento da CPU através de tecnologias como a CUDA<sup>a</sup>, da Nvidia, que permitem a utilização de milhares de pequenos núcleos trabalhando em paralelo, o que promete velocidade e agilidade desde que o *software* envolvido dê suporte a estas tecnologias.

É extremamente recomendável que se utilize uma placa de vídeo dedicada para trabalhar com computação 3D.

Assim como outros produtos os componentes de um computador possuem diferentes níveis de qualidade e preço. Os fabricantes fazem várias linhas de preços diferentes para as mais diversas missões. Componentes de alta qualidade são recomendados para o tipo de missão crítica que as *workstations* de computação gráfica costumam exigir. As memórias que possuem radiador de calor e com velocidades altas são preferíveis. As placas mãe com capacitores sólidos japoneses são preferidos sobre os capacitores chineses pela estabilidade e durabilidade. Os HDDs do tipo SSD são, hoje, a escolha correta pela alta performance entregada. Fontes com capacidade energética medida em watts coerente com a utilização do computador e seus periféricos são especialmente importantes para a estabilidade geral do sistema. As placas de vídeo dedicadas mais caras e com mais de 4gb de memória são fundamentais para a agilidade da edição das malhas tridimensionais. Todos os equipamentos eletrônicos estão sujeitos à deterioração com o passar do tempo, sendo assim imprescindível a

a - **CUDA** é uma plataforma de computação paralela, criada para que desenvolvedores possam usar de forma mais precisa e livre o alto potencial de processamento paralelo proporcionado por uma placa de vídeo.

manutenção preventiva com o intuito de minimizar a manutenção corretiva dos equipamentos<sup>7</sup>, que é mais cara e pode deixar o equipamento parado durante semanas. A manutenção pode ser definida como o conjunto de ações que permitem manter o estado original de funcionamento de um equipamento, essas manutenções devem ser executadas por profissional capacitado e como os problemas geralmente acontecem quando há pouco tempo para correção é recomendável um bom profissional de TI dentro da estrutura da clínica ou hospital.



**Figura 4** - Workstation otimizada para computação gráfica, utilizada para operar softwares como o Maestro 3D e Invivo6 (Coli-one Informática, Curitiba, Brasil).

## Software

Os *softwares* seriam os programas ou aplicativos lógicos que fazem o computador funcionar e executar diversas tarefas, como o sistema operacional, editores de texto e editores de imagem.

O principal *software* de um computador, sem o qual ele se torna inútil, é o sistema operacional<sup>8</sup>. O **Sistema Operacional** é um conjunto de programas que tem a função de gerenciar os recursos do sistema tais como sistema de arquivos, gerenciamento de memória entre outros. É responsável por “interfear” a comunicação entre o usuário e o *Hardware*. A figura abaixo ilustra o funcionamento básico de um sistema computacional.



**Figura 5** - Ilustração educativa de um sistema computacional.

Existem diversos sistemas operacionais de diversos fabricantes com funções parecidas, os mais conhecidos são o Microsoft Windows, Apple OsX, Linux e Unix, sendo o OsX e o Linux baseados no Unix. Novamente todos apresentam vantagens e desvantagens em sua utilização.

## Computação Gráfica - CG

### Aquisição da malha tridimensional

A aquisição dos modelos tridimensionais para edição nos computadores pessoais pode ser realizada por diversos meios. Os *scanners* de bancada (desktop scanners), scanners intraorais e de face (fotogrametria), ou mesmo TCFC (Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, que é uma aquisição volumétrica que utiliza a radiação ionizante na obtenção dos dados) têm a

função de copiar um modelo biológico e transformá-lo em uma malha computacional que pode ser trabalhada com o auxílio de ferramentas CAD - *Computer Aided Design* (desenho assistido por computador) nos arquivos de superfície, ou em um volume que pode ser renderizado quando tratar-se de uma aquisição de TCFC.

A forma mais comum de representar modelos biológicos tridimensionais é com uma malha de polígonos<sup>9</sup>. São gerados pontos tridimensionais (geometria) denominados vértices (Figura 4), estes pontos devem ser ligados por linhas denominadas arestas para gerar polígonos fechados (Figura 5), formando as faces (topologia) (Figura 6). Essas malhas tridimensionais podem ser editadas e alteradas com *softwares* de computação gráfica específicos.

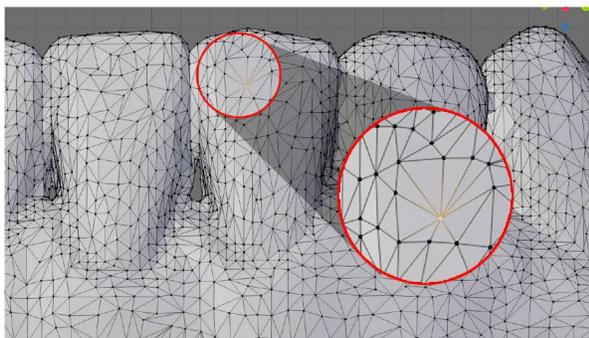


Figura 6 - pontos tridimensionais ou vértices.

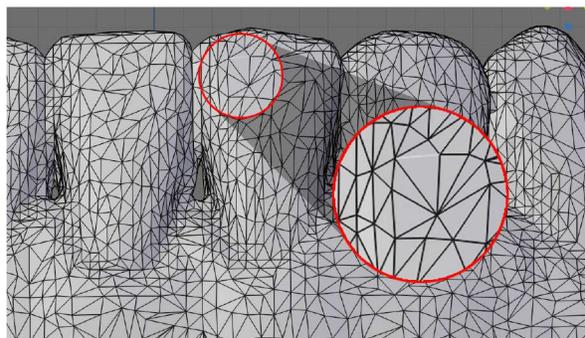


Figura 7 - Arestas são linhas interligando os vértices.

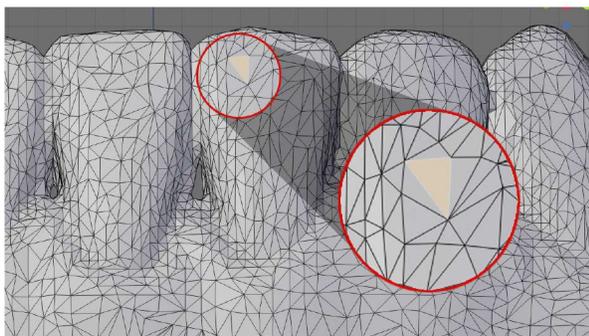


Figura 8 - Face selecionada.

Após ser adquirida, a malha tridimensional deve ser salva (armazenada) e para isso os fabricantes de *software* criaram alguns padrões. No caso da TCFC, o arquivo nativo gerado é em formato DICOM e trata-se de um arquivo volumétrico, com parâmetros específicos como tamanho de voxel<sup>b</sup>, FOV (área de interesse a

<sup>b</sup> - **Voxel** é resumidamente um elemento de volume com representação tridimensional, partindo de um conjunto de dados (matriz), onde cada elemento é chamado de voxel. Além de ser tridimensional, ele também é isotrópico, ou seja, indica que o objeto possui o mesmo tamanho em todas as dimensões. Um voxel isotrópico é consequentemente um cubo. O conjunto de vários voxels é que dá a formação base de uma imagem.

ser escaneada), resolução espacial, etc., e que quando renderizado por uma *workstation* de pós-processamento pode ser reformatado e visualizado em cortes ou em 3D, dando ao operador múltiplas possibilidades de visualização de forma dinâmica, inclusive com a possibilidade da realização de simulações virtuais de inúmeros procedimentos terapêuticos, além é claro do grande potencial de diagnóstico, por oferecer uma imagem 3D da anatomia real da área escaneada. Existem hoje ferramentas de *software* que permitem a modelagem 3D de DICOMs, e a conversão desses arquivos em formato .stl para impressão.



**Figura 09** - Exemplo de manipulação da malha tridimensional por meio da computação gráfica utilizando o software Maestro 3D (AGE Solutions S.r.l.) para a montagem virtual de aparelho ortodôntico fixo EasyClip (Aditec do Brasil) para posterior confecção de guia de colagem indireta.

### Principais formatos de arquivos

O formato de um arquivo é uma maneira de identificar o mesmo, de maneira que o computador saiba como ler, executar, interpretar e armazenar este tipo de arquivo. Com a popularização da tecnologia nas diversas áreas surgiu a necessidade da adoção de padrões para regulamentar seu uso<sup>10</sup>. O problema disso é que cada fabricante de *software* definiu padrões próprios distintos para transferência e armazenamento de dados digitais, como .stl (stereolithography), .ply (polygon file format - MathLab) e .obj (geometry definition file - Wavefront Technologies), são dezenas de formatos diferentes, por isso o importante aqui é atentar para os formatos compatíveis com seu fluxo de trabalho.

### DICOM

Acrônimo para *Digital Imaging and Communications in Medicine*<sup>6</sup>, que tem a finalidade de comunicação de diagnóstico e informações de terapêutica, imagens e dados associados<sup>11</sup>. Os fabricantes de aparelhos de tomografia e ressonância magnética aderiram a esse formato padrão. São geradas diversas imagens (Figura 7) como em cortes

c - O formato DICOM é um padrão de arquivos digitais desenvolvido pelo American College of Radiology (ACR) e pela National Electrical Manufacturers Association (NEMA).



**Figura 10** - Cortes DICOM.

(tomos), quando importados para o computador esses cortes DICOM devem ser convertidos em outros formatos, tornando possível a edição (reformatação) desse volume, pelo pós-processamento realizado por softwares dedicados como Invivo6 (Anatomage Inc.) Dolphin (Dolphin Imaging), ou por *softwares open source*<sup>d</sup> como o InVesalius, Slicer 3D, entre vários outros.

### STL - Estereolitografia

O formato .stl é muito usado na área Odontológica e na impressão 3D, geralmente o fluxo de trabalho costuma ser importar as imagens tomográficas em DICOM e convertê-las em .stl através de alguma forma de segmentação, mas o formato não pode armazenar informações de cor ou material pro exemplo (Figura 8).

### OBJ

Assim como o .stl, este formato .obj também é muito usado na odontologia, e além do volume 3D pode armazenar informações de textura e cor.

*Paciente Virtual (sobreposição de diferentes formatos de arquivos)*

Todos esses formatos de arquivos podem ser entrelaçados por *softwares* como o Invivo6 (Anatomage Inc.,) criando um modelo que é conhecido hoje como o "paciente virtual", onde basicamente os arquivos da TCFC (DICOM) do escaneamento intraoral (.ply, ou .stl) e do escaneamento de face (.obj) são sobrepostos e servem tanto para um diagnóstico mais acurado, quanto para inúmeras simulações virtuais de tratamento, como *setups* ortodônticos, posicionamentos virtuais de implantes e TADs e também para o planejamento virtual de cirurgias ortognáticas, com a possibilidade de confecção de guias terapêuticos que podem ser exportados e impressos para serem levados ao ato cirúrgico.

d - **Software de código aberto** é o software de computador com o seu código fonte disponibilizado e licenciado com uma licença de código aberto no qual o direito autoral fornece o direito de estudar, modificar e distribuir o software de graça para qualquer um e para qualquer finalidade.

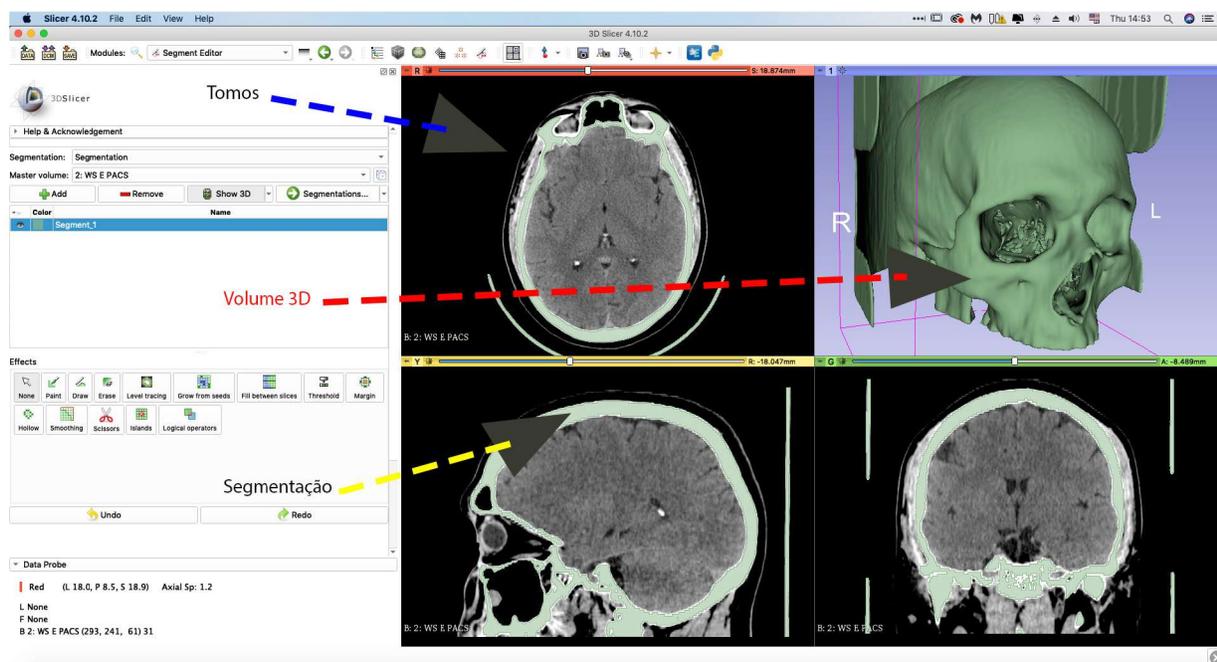


Figura 11 - Software Slicer 3D - segmentação e volume 3D que vai ser exportado para stl.

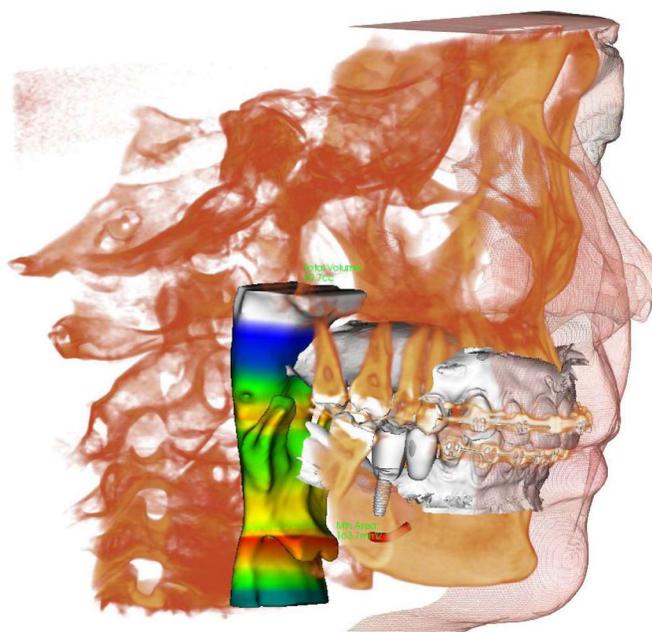
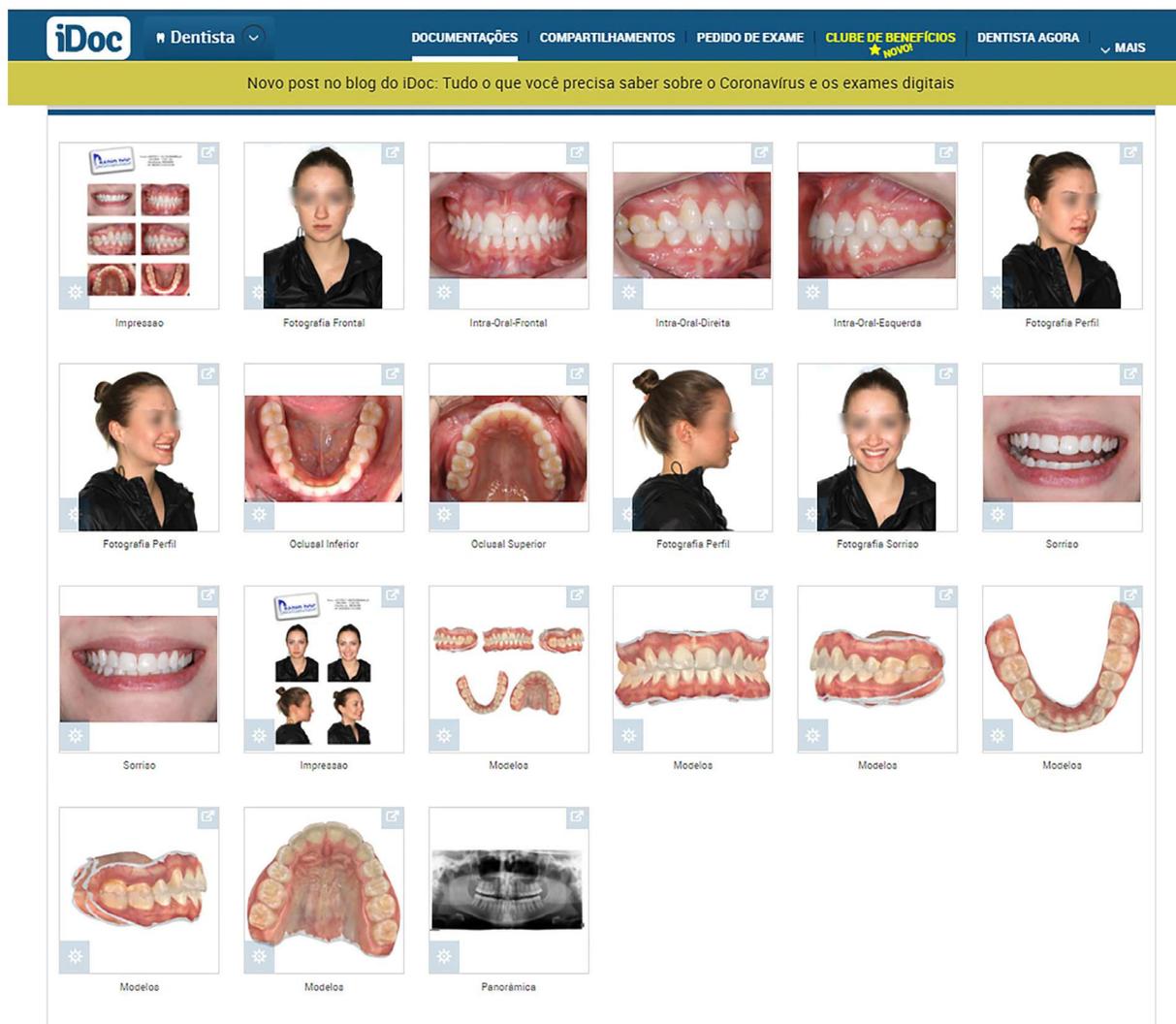


Figura 12 - Sobreposição de arquivos gerando o paciente virtual com o software Invivo6 (Anatomage Inc.).

### Redes

A comunicação entre os computadores é fundamental para esse fluxo de trabalho, e o tráfego de informações entre os computadores acontece através de redes e seus protocolos de rede. Essas redes podem ser locais (LAN - *Local Area Network*) ou a própria internet que é a rede mundial de computadores, cada computador recebe um identificador único chamado IP, a informação é então trocada entre dois ou mais

computadores ou dispositivos informáticos (tablets, smartphones, relógios.). O crescente número de imagens e arquivos digitais bem como a segurança dos dados do paciente tornou necessário a criação de sistemas como o *picture archiving and communication systems* (PACS), um sistema (hardware + software) que permite o arquivamento e a troca de informações entre o equipamento que faz a aquisição (TC, RNM) e o local onde serão armazenados.



**Figura 13** - Exemplo de plataforma digital onde existe o tráfego digital de arquivos como fotografias, modelos digitais (.ply ou .stl) e DICOMs.

### Sistemas de gerenciamento de imagens - PACS

A sigla PACS é um acrônimo para *Picture Archiving and communication Systems* (Sistema de armazenamento e comunicação de imagens). Imagens eletrônicas e relatórios são transmitidos digitalmente via PACS, eliminando as barreiras impostas pelos filmes antigamente<sup>12</sup>. O formato universal para o PACS é o DICOM.

O sistema PACS consiste em 4 componentes principais: Sistema de imagem (TC e RNM), uma rede segura para a transmissão dos dados do paciente, workstations para visualização e interpretação das imagens e armazenamento de imagens e relatórios.

### Armazenamento de dados

Quando falamos em armazenamento de dados precisamos estar atentos para os riscos inerentes a esta tecnologia, qualquer descuido pode ser fatal para o

negócio, invasão por pessoas não autorizadas, destruição dos dados e roubo são algumas das preocupações. Na maioria das vezes a pressa ou a conveniência acabam tornando a operação perigosa, enviar um arquivo por meios não seguros como webmail e aplicativos de chat não criptografados aumentam a exposição e o risco. Além dos cuidados com a vulnerabilidade na troca de arquivos, outra preocupação deve ser levada em consideração, o Backup.

O Backup pode ser definido como uma cópia de segurança das informações de um dispositivo computacional em outro ambiente, de modo que possa ser restaurado em caso de perda dos dados originais, seja por erro do usuário, ataque de hackers ou por falha em dispositivos de hardware<sup>13</sup>. As consequências deste tipo de catástrofe podem ser gigantescas, prejuízos financeiros, perda de informações estratégicas, perda da credibilidade, dentre outras, são apenas algumas das que podemos citar.

## Capacidade de Armazenamento

O espaço em disco necessário para o armazenamento das informações de backup por exemplo, possui como unidade de medida os bytes. O bit é uma unidade binária, ou seja, pode conter apenas dois valores, 0 e 1

e serve como base para o processamento e armazenamento de dados usada pelos computadores atuais com exceção dos novos computadores quânticos, mas isso é assunto para outro dia. Do mesmo modo que 100 centímetros são iguais a 1 metro, 8 bits são iguais a 1 byte.

```
00110001 00000000 00000000
00010001 00000001 00000001
00110011 00000001 00000010
01010001 00001011 00000010
00100010 00000010 00001000
01000011 00000001 00000000
01000001 00000001 00000001
00010000 00000010 00000000
01100010 00000000 00000000
```

Figura 14 - "Código de máquina" linguagem binária.

Seguindo esse raciocínio:

Nome	Abreviação	Tamanho no Sistema Internacional
Quilo	Kb	$10^3 = "1\ 000"$
Mega	Mb	$10^6 = "1\ 000\ 000"$
Giga	Gb	$10^9 = "1\ 000\ 000\ 000"$
Tera	Tb	$10^{12} = "1\ 000\ 000\ 000\ 000"$
Peta	Pb	$10^{15} = "1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000"$
Exa	Eb	$10^{18} = "1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000"$
Zetta	Zb	$10^{21} = "1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000"$
Yotta	Yb	$10^{24} = "1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000"$

Tabela 1: Unidades de medida usados em computação.

Dispositivo	Positivo	Negativo	Capacidades	Recomendação de uso
Pen Drive	Memória Flash menos sujeita a falhas.	É lento e limitado em capacidade, o custo por Gb fica muito alto a partir de grandes capacidades.	Capacidades médias entre 4 e 256 Gigabytes.	Backups de poucos arquivos pequenos de pouca importância.
Nuvem	Conveniência, disponibilidade e preço (pode ser grátis).	Risco de acesso indevido, é lento.	Varia de 2 GB a 5Tb ou mais.	Cópias de segurança de dados não sensíveis a vazamento.
Hard Disk	Grande quantidade de armazenamento, custo acessível.	Risco de falhas físicas devido a quedas ou até mesmo uso.	Varia de 500 Gb a 12 Tb.	Cópias de segurança de dados sensíveis.
DVD ou Blue Ray	Custo baixo.	Risco de falhas alto, armazenamento limitado.	Dvd entre 4 e 8 Gb e no Blue Ray de 25 a 50 Gb.	Transporte de arquivos.
SSD	Memória Flash menos sujeita a falhas e velocidade alta.	Custo por Gb fica muito alto a partir de grandes capacidades.	Varia de 120 Gb a 2 Tb em média.	Uso no computador substituindo o HD convencional (lento).

Tabela 2: Principais meios de armazenamento de dados e suas aplicações.

## Na era das nuvens

Computação em nuvem é uma tendência mundial e proporciona serviços de tecnologia da informação, com o pagamento baseado em uso como água, luz, etc<sup>14</sup>. A tão temida nuvem nada mais é do que um agrupamento de servidores, ou seja, computadores físicos (hardware) que

rodam programas específicos (software) e que estão em algum lugar no mundo provendo algum tipo de serviço sob demanda<sup>15</sup>. Existem diversos tipos de servidores, servidores de arquivos, servidores de e-mail, dentre outros. No caso da nuvem, pode ser utilizado para armazenar os documentos de um usuário ou em alguns casos serviços que terceirizam toda a infraestrutura de TI de uma empresa.



**Figura 15** - Exemplo de instalações físicas com estruturas de hardware onde os dados são armazenados nesse ambiente virtual conhecido como nuvem.

Para consumirem esses serviços o usuário deve ter acesso à internet, em alguns locais do mundo, principalmente no Brasil, onde a internet é lenta e instável isso pode causar problemas como demora para abrir um determinado arquivo ou até mesmo corrupção de dados. Outro problema é a segurança das informações<sup>16</sup>, 91,7% dos usuários tem esse medo quando entrevistados, a falta de controle sobre os dados também é outro fator de preocupação<sup>15</sup>.

Muitos usuários estão utilizando a nuvem como forma de backup, a opção apesar de correta, não deve ser a única, você não está totalmente protegido só por armazenar seus dados em alguma nuvem. O correto seria armazenar os dados em 3 ou mais lugares distintos, separados fisicamente, e utilizando sistemas diferentes, DVD, HD externo ou preferivelmente um sistema de armazenamento de dados que possua redundância como o sistema FreeNAS<sup>e</sup>, por exemplo.

<sup>e</sup> - FreeNAS é um servidor de arquivos em rede

## Conclusão

A tecnologia vem ajudando a humanidade de forma extraordinária, principalmente nos últimos anos e agora mais recentemente com a pandemia da Covid-19, porém ela também traz problemas inerentes ao seu uso. A utilização indiscriminada da tecnologia sem o conhecimento adequado traz riscos à integridade dos dados e dos pacientes. A utilização de computadores inadequados para o fim que se destinam, a falta de manutenção dos equipamentos e desconhecimento dos métodos de backup são riscos inaceitáveis visto que podem e devem ser evitados. Métodos ditos de vanguarda como nuvens e scanners intraorais devem ser utilizados para melhoria da qualidade do diagnóstico e tratamento dos pacientes e não apenas como métodos de venda e publicidade. Não podemos nos esquecer que o computador e métodos tecnológicos constituem ferramentas de auxílio que estão a disposição profissional da área da saúde, este sim detentor do valor essencial do serviço prestado.

## Referências

1. Hartree DR. The Eniac, an Electronic Computing Machine. *Nature*. 1946;158(4015):500-6.
2. Goldstine HH, Goldstine A. The Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC). *IEEE Annals of the History of Computing*. 1996;18(1):10-6.
3. Foggiatto JA. O uso da prototipagem rápida na área médico-odontológica. *Revista Tecnologia e Humanismo*. 2006;30(20):60-8.
4. Dardon U, de Souza RS, Abranches CTS, Bergqvist LP. Modelagem 3D e suas aplicações na pesquisa paleontológica. *Gaea-Journal of Geoscience*. 2010;6(2):76-89.
5. Camardella L, Rothier EKC, Camardella EG, Chaves R. A utilização dos modelos digitais em Ortodontia. *Ortodontia SPO*. 2014;47(1):75-82.
6. Velloso FdC. Esquema do computador. *Informática: conceitos básicos*: Elsevier; 2017.
7. Barreiros TJGT. Sistema de gestão da manutenção de equipamentos e instalações técnicas. 2012.
8. Maziero CA. Sistemas operacionais: Conceitos e mecanismos. Livro aberto. 2014.
9. Magalhaes LP. *Computação Gráfica*. Ed Papirüs, Campinas. 1986.
10. Mustra M, Delac K, Grgic M, editors. Overview of the DICOM standard. 2008 50th International Symposium ELMAR; 2008 10-12 Sept. 2008.
11. Mildemberger P, Eichelberg M, Martin E. Introduction to the DICOM standard. *European radiology*. 2002;12(4):920-7.
12. Dreyer KJ, Hirschhorn D, Thrall JH, PACS M. *A guide to the digital revolution*: Springer; 2006.
13. Moraes EM. Planejamento de backup de dados. Texto base da disciplina de Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional. 2007.
14. Sousa FR, Moreira LO, Machado JC. *Computação em nuvem: Conceitos, tecnologias, aplicações e desafios*. II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI). 2009:150-75.
15. Carroll M, Van Der Merwe A, Kotze P, editors. *Secure cloud computing: Benefits, risks and controls*. 2011 Information Security for South Africa; 2011: IEEE.
16. Kaufman LM. Data security in the world of cloud computing. *IEEE Security & Privacy*. 2009;7(4):61-4.