

Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências e Tecnologia

**Integração de exames de diagnóstico em sistemas de
informação médica**

Mestrado em Imagiologia Médica

Luís Miguel dos Santos Guerra

2008

Nome: Luís Miguel dos Santos Guerra

DEPARTAMENTO: Faculdade de Ciências e Tecnologia

ORIENTADOR: Maria Margarida Madeira e Moura

DATA: 5 de Novembro de 2007

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Integração de exames de diagnóstico em sistemas de informação médica

Júri: Doutora Maria Graça Ruano, Doutor Mário Lopes e Doutora Margarida Madeira e Moura

Resumo

O trabalho realizado no âmbito das Ciências da Computação no apoio às Ciências Médicas descrito nesta tese tem por objectivo demonstrar a exequibilidade na utilização de sistemas livres, para a leitura e partilha de exames de diagnóstico, no âmbito dos sistemas de saúde.

Para tal, o serviço de Imagiologia do Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio serviu de fonte para obtenção das imagens. No decurso do trabalho, ultrapassando o objectivo inicial proposto, pretendeu-se criar um sistema de arquivo e comunicação de imagens (PACS), baseado em software com licença livre, que pudesse receber e enviar exames obtidos por modalidades técnicas de Radiologia Convencional, Tomografia Computorizada, Ressonância Magnética e Ultrassonografia. Considerou-se que as aplicações testadas deviam ser capazes de integrar os formatos, para imagens médicas, mais comuns e que o PACS a criar deve operar segundo os protocolos de comunicação vigentes de modo a poder comunicar com outras aplicações médicas. Escolheu-se as aplicações mais significativas, recolhidas livremente na Internet, segundo critérios funcionais para a visualização de imagens médicas e na perspectiva de actualizações periódicas futuras.

No final, conclui-se que apesar da exequibilidade na utilização de software de licença livre na integração de exames de diagnóstico radiológicos, as aplicações testadas não oferecem soluções completas e tão práticas quando comparadas com o sistema comercial utilizado no serviço de Imagiologia do Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio. No entanto a possibilidade de utilização das aplicações em conjunto, ou o carácter “código aberto” delas (permitindo a adição de funções) auspicia um futuro promissor na sua utilização em sistemas de informação médica.

Palavras-chave: Formato de Registo de Imagem, Licença Livre, PACS, Protocolo de Comunicação, Radiologia e Registo Electrónico de Saúde.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO EM INGLÊS:

Integration of the diagnostic examinations in medical information systems

Abstract

The work done under the Computer Sciences in support of Medical Sciences described in this thesis aims to demonstrate the feasibility of free systems for the reading and sharing of diagnostic examinations, as part of health systems.

To this end, the imaging service of the Hospital Center in Western Algarve served as a source to obtain the images. During the work, exceeding the original target proposed, the work aimed to create a system for archiving and communication of images (PACS), based on software with free license, which could receive and send examinations obtained by technical modalities of Conventional Radiology, Computerized Tomography, Magnetic Resonance and Ultrasonography. It was considered that the applications tested were to be able to integrate the formats for medical images, more common and that the PACS to create must operate according to existing protocols for communication so that it could communicate with other medical applications. It were chosen the most significant applications, gathered freely on the Internet, according to functional criteria for visualization of medical images and the prospect of future periodic updates.

In the end, it appears that despite the feasibility of the use of software license free in the integration of the diagnostic radiological examinations, the applications tested do not offer complete solutions and as practical as compared to the trading system used in the service of the Hospital Center of Imaging Western Algarve. But the possibility of using the applications together, or the character "open source" of them (allowing the addition of functions) predicts a promising future in its use in medical information systems.

Key-words: Image format registration, Free license, PACS, Communications Protocol, Radiology and Electronic health records.

Índice

Página com título, orientador e júri.....	ii
Resumo.....	3
Abstract.....	4
1. Introdução.....	9
1.1. Motivação.....	9
1.2. Objectivos.....	10
1.3. Metodologia e organização da tese.....	11
1.4. Contribuições do trabalho.....	12
2. Enquadramento.....	13
2.1. Introdução.....	13
2.2. Licenças de Software.....	13
2.3. Sistema Operativo.....	16
2.4. A aplicação do “Open Source” à Medicina.....	20
2.5. Registos Electrónicos de Saúde (Electronic Health Records).....	21
2.6. Telemedicina.....	21
2.7. Protocolos de Comunicação.....	22
2.8. Segurança dos dados.....	31
2.9. Tipos de formatos de registo de imagens.....	32
2.9. Conclusão.....	38
3. Caracterização do Serviço de Imagiologia do CHBA.....	40
3.1. Introdução.....	40
3.2. Valências do serviço de Imagiologia.....	40
3.3. Descrição do actual PACS do CHBA.....	43
3.4. Descrição do equipamento no Serviço de Imagiologia do CHBA.....	48
3.5. Conclusão.....	49
4. Avaliação das aplicações para Radiologia.....	50
4.1. Introdução.....	50
4.2. Aplicações para a Radiologia.....	50
4.3. Conclusão.....	58
5. Avaliação da utilização.....	59
5.1. Introdução.....	59
5.2. Aeskulap.....	59
5.3. Tudor DICOM Viewer + ImageJ.....	60
5.4. Conquest.....	61
5.5. Osiris.....	63
5.6. Comparação e escolha.....	64
5.7. Análise comparativa.....	67
5.8. Conclusão.....	68
6. Relatório de Procedimentos.....	69
6.1. Introdução.....	69
6.2. Relatório.....	69
6.3. Conclusão.....	72
7. Conclusão.....	73
7.1. Conclusões Gerais.....	73
7.2. Aplicação prática.....	74
7.3. Sugestões de trabalho futuro.....	75
8. Bibliografia.....	76

Anexos:	83
A. Outras aplicações e sistemas a ter em conta em projectos futuros.....	83
A.1.Charrua toolkit.....	83
B.2.Medwx.....	83
A.3.DicomWorks.....	84
A.4.EZDICOM.....	84
A.5.K-PACS Workstation.....	84
A.6.PACSONe Server.....	85
A.7.Radscaper.....	86
A.8.MyWebPACS.....	87
A.9.Offis Dicom Toolkit – DCMTK (versão 3.5.4) + DicomSCOPE.....	87
A.10.Osirix.....	88
B.Sistema de Gestão de Pacotes em GNU/Linux.....	89
B.1.Pacotes.....	89
B.2.dpkg.....	89
B.3.apt.....	90
B.4.Instalar pacotes.....	90
B.5.Alien.....	90
B.6.Compactadores.....	91
C.Extracto de um DICOM header.....	93

Índice de tabelas

Tabela 1: Seleccção de aplicações - X – Critério satisfeito.....	52
Tabela 2: Manipulação de imagens - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada.....	64
Tabela 3: Suporte a imagens DICOM - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada.....	65
Tabela 4: Implementação DICOM Network - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada.....	65
Tabela 5: Implementação DICOM Media Related Services - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada.....	66
Tabela 6: Suporte a outros formatos de imagem - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada.....	66
Tabela 7: Suporte a impressão - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada.....	66

Índice de figuras

Figura 1: Exemplo de um ficheiro DICOM (DICOM cook book, pag.43).....	26
Figura 2: Esquema de IOD (DICOM cook book, pag.8).....	27
Figura 3: Exemplo de IOD Composite (DICOM Cook book, pag.9).....	28

1.Introdução

Esta tese descreve o trabalho sob o tema “Integração de exames de diagnóstico em sistemas de informação médica” desenvolvido no âmbito do Mestrado em Imagiologia Médica centrado na aplicação das Ciências da Computação às Ciências Médicas.

1.1.Motivação

A integração de exames de diagnóstico em sistemas de informação médica tem sido abordada com diferentes perspectivas, entre as quais se salienta a oferta de soluções proprietárias (comerciais) e o desenvolvimento de soluções livres. Em qualquer dos casos, a utilização de um sistema de arquivo e comunicação de imagens – Picture Archive and Communication System (PACS) – visa facilitar o acesso e partilha de dados entre utentes e especialistas de Imagiologia, nomeadamente no que se refere às imagens de Radiologia Convencional Computorizada (CR), Tomografia Computorizada (TC), Ultra-Sons (US) e Ressonância Magnética (MR).

A integração de exames de diagnóstico em sistemas de informação médica exige que se lide com a diversidade patente no tipo de informação, nos equipamentos, nos *standards* e nos subsistemas médicos: a informação a registar baseia-se em dados discretos, de domínios tempo ou tempo-frequência ou imagens; existe grande variedade nos equipamentos médicos, em que cada firma proprietária (Siemens, Fuji, General Electric, Toshiba, etc.) tenta distinguir-se; os *standards* variam de acordo com a localização geográfica, sendo de referir os de origem europeia e os de origem americana; no contexto da Saúde nacional, existem vários subsistemas médicos (cuidados primários, cuidados especializados, cuidados comunitários, hospitais, centros de saúde, clínica privada, especialistas em análises clínicas e diagnósticos médicos). Dada essa

diversidade, a completa integração de toda a informação médica de uma única pessoa está a tornar-se uma exigência mas ao mesmo tempo um grande desafio.

Actualmente, quase todas ou mesmo todas, as instituições de saúde a nível nacional que implementaram um sistema de informação médica optaram por soluções comerciais. Se bem que as soluções comerciais garantam um desempenho satisfatório para as funções que foram concebidas, essa garantia revela-se de custos elevados, não só monetários na sua aquisição mas também na exigência de uma dependência a nível de actualizações e extensões de funções da firma que licenciou as aplicações. Com o crescimento das comunidades que desenvolvem software livre, agora, existe a possibilidade de encontrar soluções livres que possam “concorrer” com as aplicações comerciais, não tendo estas as suas desvantagens (custos de aquisição e impossibilidade de implementações de novas funções sem custos).

1.2.Objectivos

Este projecto tem por objectivo criar/demonstrar a exequibilidade na utilização de sistemas livres, para a leitura e partilha de exames de diagnóstico radiológico, no âmbito dos sistemas de saúde, em particular num serviço de radiologia de um hospital.

Nesse sentido, pretende-se analisar as aplicações de suporte a sistemas de informação médica mais significativas (dentro de critérios estabelecidos) e avaliar a capacidade de integrar, numa dessas aplicações, imagens médicas de Radiologia Convencional, TC, US e RM.

Com o decorrer do projecto, transcendendo os objectivos iniciais, o autor propôs-se a encontrar uma alternativa ao PACS implementado no serviço de Imagiologia do CHBA com software livre escolhido.

1.3. Metodologia e organização da tese

Tendo como ponto de partida a exigência de encontrar soluções livres para sistemas de informação médica, procurou-se compreender melhor as vantagens dessas soluções em relação às soluções comerciais e quais os diferentes licenciamentos de modo a distingui-las. A necessidade de integrar essa informação de diversas origens tornou patente a exigência por standards comuns a todos. Como tal, foi necessário um levantamento de quais os standards vigentes no contexto deste trabalho. Uma vez tratando-se de informações médicas, o enquadramento das necessidades de confidencialidade e formas de o conseguir, foi alvo de pesquisa. O resultado da pesquisa inicial é apresentado no capítulo 2.

Considerando que as modalidades de exames consideradas se enquadram no âmbito da Radiologia, e tendo o autor acesso privilegiado ao serviço de Imagiologia do CHBA, tomou-se esse Serviço como referência. Assim, no capítulo 3, apresenta-se uma descrição deste Serviço, dando a conhecer a sua área de influência, bem como, as suas valências e organização e realçando o seu sistema de informação médica que servirá de referência para os objectivos.

Dada a grande oferta de aplicações disponíveis na Internet, o capítulo 4 incide sobre a escolha das aplicações com maior perspectiva de sucesso em relação aos objectivos. Foram definidos critérios de escolha, tecem-se considerações sobre as aplicações não incluídas e inclui-se uma breve apresentação das quatro aplicações escolhidas para teste.

No capítulo 5 apresenta-se a avaliação das aplicações testadas no que diz respeito à instalação, problemas de implementação e funcionalidades gerais disponíveis para cada uma.

Para traduzir as dificuldades sentidas e, ao mesmo tempo, fornecer uma referência cronológica da evolução do projecto, no capítulo 6, é descrito de forma geral os procedimentos tomados e registados os acontecimentos mais relevantes para o projecto.

No capítulo 7, conclui-se que apesar da exequibilidade na utilização de software de licença livre na integração de exames de diagnóstico radiológicos, as aplicações testadas não oferecem soluções completas e tão práticas quando comparadas com o sistema comercial utilizado no serviço de Imagiologia do Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio. No entanto, a possibilidade de utilização das aplicações em conjunto, ou o carácter “código aberto” delas (permitindo a adição de funções) auspicia um futuro promissor na sua utilização em sistemas de informação médica.

1.4. Contribuições do trabalho

A realização deste trabalho permitiu conhecer e dar a conhecer diversas aplicações livres que, no contexto de sistemas de informação médica, visam suprir as necessidades de manipulação, organização e gestão de imagens médicas.

É de referir que, procurando promover a colaboração entre as Ciências da Computação e as Ciências Médicas, parte deste trabalho foi apresentado numa comunicação intitulada “Integração de Exames de Diagnóstico em Sistemas de Informação Médica” que se enquadrou no âmbito dos Seminários do Departamento de Engenharia Electrónica e Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia, dos Seminários do Centro de Sistemas Inteligentes e dos Seminários da disciplina de Telemedicina do Curso de Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática.

2. Enquadramento

2.1.Introdução

Neste capítulo apresenta-se, a título de enquadramento, a revisão bibliográfica de alguns temas limítrofes para o trabalho desenvolvido.

Para a avaliação da exequibilidade de integrar exames de diagnóstico em sistemas de informação médica de licença livre, neste capítulo abordam-se os temas: licenças de software, sistemas operativos, registos electrónicos de saúde, telemedicina, protocolos de comunicação de dados médicos, segurança dos dados e formatos de imagens.

2.2.Licenças de Software

O software está sujeito a direitos de autor e direitos conexos, entre os quais se incluem os direitos de cópia e de utilização.

Como o software é facilmente replicado / copiado, licenças de software são licenças que atribuem permissões para se fazer algo com o software licenciado. O seu objectivo mais usual pretende autorizar actividades que por omissão estão proibidas por leis de “*copyright*” de modo a garantir o uso do produto ao cliente licenciado mas ao mesmo tempo impor restrições para prevenir que o mesmo o utilize para outros fins que não os licenciados.

Ferraz, N. (2002), aproveitando o trabalho da Free Software Foundation (2001), esclarece sobre as várias licenças aplicadas a software.

2.2.1.Free Software (Software livre)

Free Software é software que vem com permissão para qualquer um copiar, usar e distribuir, com ou sem modificações, gratuitamente ou por um preço. Em particular, isso significa que o código fonte deve estar disponível. Se um programa é livre, ele pode

potencialmente ser incluído em um sistema operacional livre, como o sistema GNU/Linux.

2.2.2.Código aberto (Open Source)

O termo “código aberto” é usado por algumas pessoas para dizer mais ou menos a mesma coisa que software livre.

2.2.3.Domínio público

Software no domínio público é software não protegido por *copyright*. Este é um caso especial de software livre não protegido por *copyright*, o que significa que algumas cópias ou versões modificadas podem não ser livres.

2.2.4.Software protegido com copyleft

O software protegido com *copyleft* é um software livre cujos termos de distribuição não permite que redistribuidores incluam restrições adicionais quando eles redistribuem ou modificam o software. Isto significa que toda cópia do software, mesmo que tenha sido modificada, precisa ser software livre. Se um programa é livre mas não protegido com *copyleft*, algumas cópias ou versões modificadas podem não ser software livre. Uma empresa de software pode compilar o programa, com ou sem modificações, e distribuir o arquivo executável na forma de um produto proprietário.

2.2.5.Software coberto pela GPL

As licenças, para grande parte do software desenvolvido, são construídas para retirar a liberdade para distribuir e modificar o software. Por contraste, a *GNU - General Public License (GPL)* tenciona garantir a liberdade para partilhar e modificar livremente software sobre esta licença, assim garantindo-o livre para todos. A *GNU GPL* é um conjunto de termos de distribuição específico para proteger um programa com *copyleft*.

2.2.6. GNU Lesser General Public License

A GNU – *Lesser General Public License* (LGPL) é normalmente utilizada para quase todas as bibliotecas GNU. Apesar de a *Lesser General Public License* ser menos protectora da liberdade dos utilizadores, assegura no entanto que o utilizador do programa que está ligado a determinadas bibliotecas tem a liberdade e o livre-arbítrio para correr esse mesmo programa com uma versão modificada dessas mesmas bibliotecas. A permissão para utilizar uma biblioteca particular em programas não livres permite a um maior número de pessoas usar um maior corpo de software livre.

Chama-se a esta licença "*Lesser*" *General Public License* porque faz menos para proteger a liberdade dos utilizadores que a licença vulgar *General Public License*.

2.2.7. The GNU Free Documentation License

A *GNU Free Documentation License* é uma forma de *copyleft* direccionada para o uso de um manual, livro ou outro documento assegurando liberdade efectiva na cópia e redistribuição, com ou sem modificações, comercialmente ou não, para todos.

2.2.8. Software GNU

Software GNU é um software lançado com apoio do Projecto GNU e é protegido com *copyleft*, mas nem todo. Contudo, todo software GNU deve ser software livre.

2.2.9. Software semi-livre

Software semi-livre é software que não é livre, mas que vem com permissão para indivíduos usarem, copiarem, distribuírem e modificarem (incluindo a distribuição de versões modificadas) para fins não lucrativos. No entanto não se pode usá-lo num sistema operacional livre.

2.2.10. Software proprietário

Software proprietário é aquele que não é livre ou semi-livre. Seu uso, redistribuição ou modificação é proibido, ou requer que você peça permissão, ou é restrito de tal forma que você não possa efectivamente fazê-lo livremente.

2.2.11.Freeware

O termo “*freeware*” não possui uma definição clara e aceite, mas é muito usada para pacotes que permitem redistribuição mas não modificação (e seu código fonte não está disponível).

2.2.12.Shareware

Shareware é software que vem com permissão para redistribuir cópias, mas que qualquer um que continue a utilizar uma cópia deve pagar por uma licença.

2.2.13.Commercial Software (Software Comercial)

Commercial Software é software que é desenvolvido na procura de se obter lucro através do seu uso. A maior parte do *Commercial Software* é proprietário, mas existem softwares livres comerciais, e softwares não-comerciais e não-livres.

2.3.Sistema Operativo

Um sistema operativo é um conjunto de programas que fazem a gestão dos recursos da máquina e permitem a utilização desses recursos abstraindo detalhes de hardware.

Existem sistemas operativos proprietários ou livres. Os sistemas proprietários requerem a aquisição de uma licença enquanto os sistemas livres são de utilização gratuita.

Exemplos de sistemas operativos proprietários são Windows 98™ ou Windows XP™, produtos da Microsoft Corporation, ou MacOSX™ da Apple.

Os sistemas operativos livres mais utilizados são os baseados no núcleo Linux, notabilizando-se as distribuições GNU/Linux. O projecto GNU, suportado

financeiramente pela Free Software Foundation (FSF), visa a criação de um sistema operativo livre semelhante ao Unix.

2.3.1. Porquê utilizar Gnu/Linux?

Como sistema operativo aberto, o GNU/Linux, segundo Carmona T. (2005), notabiliza-se pelas suas vantagens absolutas em

Robustez e confiabilidade – um computador executando uma versão estável de GNU/Linux pode permanecer meses em funcionamento, sem que tenha a necessidade de reiniciar o sistema, característica importante em servidores de missão crítica.

Código aberto – o GNU/Linux possui código-aberto, disponível para alterações sem que seja necessário mudar o contrato ou, ainda, pedir a contratação de serviços de personalização do responsável pela distribuição.

Diversidade e compatibilidade – diversidades de programas, linguagens de programação e ambientes gráficos.

Segurança – códigos livres podem ser lidos abertamente, o que significa que também podem ser corrigidos abertamente. Além disso, em aplicações comprovadamente inseguras, pode-se reescrever o código, aproveitando as funcionalidades “boas” do código antigo.

Rapidez – o protocolo TCP/IP do GNU/Linux foi reescrito desde o início, utilizando novas técnicas de conexão e mais segurança, sendo 30% mais rápido do que a implementação de TCP/IP do Windows NT/2000. (p.18, 19, e 20)

No entanto no que respeita a **Custos**, Carmona (2005), baseado num estudo da Microsoft, alerta para o facto de embora parecer favorável a adopção de um sistema GNU/Linux, com base nos custos de aquisição de hardware e licença de uso (esta gratuita), podem tornar-se desfavoráveis os custos relacionados com a formação de pessoal, uma vez que este pode não ser igualmente intuitivo quando comparado com o sistema da Microsoft. Trezentos (2005), no seu livro “*Linux para PCs*”, contesta os dados lançados pelo estudo da Microsoft contra-argumentando, entre outras coisas, que um estudo patrocinado pela Microsoft não pode ser um estudo “independente”.

2.3.2.As origens do GNU/Linux

Para se perceber a filosofia gratuita dos sistemas operativos GNU/Linux, podemos recorrer a umas breves notas históricas. Carmona (2005) conta no seu livro que

Em 1991, um estudante finlandês chamado Linus Torvalds iniciou a escrita de *kernel* do seu sistema operativo. Linus tinha por objectivo criar um sistema que fosse substituto funcional do “Minix” – versão pedagógica do UNIX então muito utilizada nas universidades – com as mesmas funcionalidades, porém, que não custasse nada... (p.16)

Para o autor Carmona (2005), Linus acabou por criar muito mais que um simples clone do “Minix”, criou uma comunidade de trabalho espalhada pelo mundo que o assistiu no desenvolvimento de um sistema capaz de rivalizar com os sistemas proprietários mais sofisticados, capaz de utilizar os seus próprios erros e correcções – e dos próprios concorrentes – para se aperfeiçoar. Por isso, Carmona considera o Linux descendente do UNIX, mas bem diferente deste, uma vez que este foi reconstruído, a partir do zero, por Linus.

No entanto, tal como Carmona (2005) escreve, os comandos e ferramentas acoplados ao *kernel* desenvolvido por Linus Torvalds possuem uma grande herança do sistema GNU (Gnu is not UNIX), desenvolvido por Richard Stallman e a sua F.S.F. (*Free Software Foundation*). Daí que se atribui a designação de GNU/Linux ao sistema desenvolvido pela comunidade de software livre.

2.3.3. Distribuições GNU/Linux

Silva (2005) afirma que com apenas o *kernel* GNU/Linux, não é suficiente para se ter um sistema operacional.

Existem grupos de pessoas, empresas e organizações que optam por “distribuir” o GNU/Linux juntamente com outros programas essenciais (como por exemplo editores gráficos, processadores de texto, folhas de cálculo, banco de dados, etc.). Este é o significado de distribuição. Cada distribuição tem características próprias como o sistema de instalação, a localização de programas, nomes de arquivos de configuração, etc.

Segundo Silva (2006), a distribuição Debian é a distribuição que mais cresce no mundo, cada versão estável é somente lançada pós exaustivos testes de segurança e correcção de falhas, fazendo desta a distribuição mais segura, maior e actualizável dentre todas as distribuições GNU/Linux.

Apesar de todos os pontos fortes da distribuição Debian, esta pode ser, para implementadores menos experientes, difícil de instalar e configurar. De modo a contornar estas dificuldades, algumas distribuições, igualmente com intenções de captar mais seguidores, tornaram-se “auto-configuráveis”. Automatizando quer a instalação quer a configuração, adaptando-se ao computador conforme as suas características.

Uma dessas distribuições mais “amigáveis” para o utilizador, designa-se XUBUNTU, na sua página oficial são apresentadas algumas características:

- ✓ sistema é livre para todos;
- ✓ vem com pacotes de software instalados, permitindo assim a sua utilização imediata pós instalação;
- ✓ vem com o ambiente gráfico Xfce, que consome menos recursos em relação a outros ambientes, permitindo assim com um ambiente amigável correr em computadores com poucos recursos;
- ✓ qualquer versão é actualizável por um período mínimo de 3 anos.

2.4.A aplicação do “Open Source” à Medicina

Diversas comunidades de profissionais de saúde podem hoje ser encontradas pela Internet. Sendo que, muitas delas dedicam-se à criação e divulgação de software livre, baseado em GNU/Linux, para aplicação médica.

Porcano A. (2006) no seu artigo, demonstra a importância do GNU/Linux como um sistema mais suportável, em termos de custos, e de grande eficiência, permitindo assim que grandes e pequenos prestadores de cuidados de saúde possam usufruir de uma melhoria de cuidados com menos custos para os consumidores.

Noutra perspectiva, Ratib *et al.* (2002), afirmam que as novas estratégias de desenvolvimento de software, baseado em componentes *open source*, tem permitido

facilidade na partilha e troca entre diferentes instituições levando a uma maior utilização de registos electrónicos de saúde *standards*.

2.5.Registos Electrónicos de Saúde (Electronic Health Records)

A integração de imagens médicas de um paciente para sustentar uma decisão clínica, desde sempre, foi importante. A evolução dos registos electrónicos de saúde, ou seja, todos os outros documentos e dados clínicos em formato electrónico que ajudam na decisão, tornou óbvia a necessidade de integração entre as imagens médicas e os dados dos registos dos pacientes. Embora esta associação pareça natural, a sua combinação tem-se revelado bastante lenta devida à falta de *standards* e compreensão clara sobre os fluxos de trabalho e requisitos médicos. (Ratib et al., 2002)

É importante referir que os registos electrónicos clínicos vão muito além da informatização dos registos em papel. Segundo o Centro de Bioestatística e Informática Médica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (2003), estes sistemas permitem:

- ✓ Auxiliar na prestação de cuidados de saúde
- ✓ Auxiliar a decisão clínica
- ✓ Avaliar a qualidade dos cuidados prestados
- ✓ Fazer a gestão e planeamento dos recursos de saúde
- ✓ Auxiliar na investigação
- ✓ Auxiliar na educação médica

2.6.Telemedicina

A informatização dos registos electrónicos de saúde veio permitir um outro tipo de medicina, a medicina à distância.

O Centro de Bioestatística e Informática Médica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (2003), define telemedicina como a utilização das tecnologias da informação e comunicações na prestação dos cuidados e serviços médicos a pacientes e seus familiares. Mais, a telemedicina consiste na transferência de informação médicas (através de correio electrónico, telefone fixo, GSM, vídeo-conferência, cabo, RDIS, satélite, etc.), obtidas por diferentes meios (palavra escrita ou falada, sondas, digitalizadores de imagem ou versões electrónicas de instrumentos correntes).

2.7. Protocolos de Comunicação

Aplicações computadorizadas apenas podem partilhar informação se comunicarem na mesma “língua”.

Oosterwijk, H. (1998) lembra que em muitos casos, um operador antes de efectuar um dado exame numa dada especialidade, re-introduz dados biográficos que já se encontram num sistema de informação algures na instituição hospitalar. Oosterwijk esclarece que para se obter uma identificação única e de elevada eficiência anexada ao exame, a interface entre o sistema de informação e o equipamento que efectua o exame, deve obedecer ao mesmo protocolo de comunicação.

Certas instituições dedicam-se a desenvolver protocolos de forma a normalizar as comunicações entre diferentes aplicações.

2.7.1.A norma HL7

A Health Level 7 (HL7) é uma instituição não lucrativa, com o objectivo de produzir normas para a Saúde especificamente relacionadas com informação clínica e administrativa. (Health Level 7, 2006)

O termo “*Level 7*” (Nível 7), refere-se ao mais alto nível de modelos de comunicação da ISO-International Standards Organization para OSI-Open System Interconnection, o nível da aplicação. Segundo Henriques e Carvalho (2004),

este nível relaciona-se com a implementação de sistemas abertos ou seja, não é assumida qualquer restrição acerca do meio de comunicação, tipo de rede ou sistema físico e está relacionado com o utilizador final, tendo por função a definição da estrutura da informação a trocar, a sequência e os instantes para o fazer e as correspondentes mensagens de confirmação/erro. (p.6)

Henriques e Carvalho (2004), indicam que a unidade básica de informação a ser trocada entre os vários intervenientes designa-se por mensagem, na norma HL7. A norma especifica quais os tipos de mensagem que podem ser trocados entre os vários sectores do hospital e define, igualmente, o formato dos dados da mensagem. O formato descreve a forma como os dados devem ser representados, o seu tipo e que caracteres serão utilizados na segmentação da mensagem.

Henriques e Carvalho (2004) referem ainda, que, é função da norma HL7 especificar em que circunstâncias as mensagens devem ocorrer, normalmente como consequência de eventos (*trigger events*). Henriques e Carvalho exemplificam,

se for definido à partida que os dados pessoais (nome, morada, etc.) de um paciente devem ser difundidos, então, quando se dá a admissão de um paciente, deve ser desencadeada uma mensagem que transmita a informação a todos os interessados (não solicitada – *unsolicited message*). (p.8)

Caso uma aplicação não receba os dados que esperava, a norma HL7 define que a aplicação deve comunicar uma mensagem de erro à aplicação emissora. Caso a transmissão for efectuada correctamente, então uma mensagem de confirmação será comunicada. (Henriques e Carvalho, 2004).

2.7.2. Norma CEN TC251

O CEN¹ (Comité Européen de Normalisation) TC (Technical Committee) 251 (251 diz respeito à área da Saúde) é um comité técnico europeu, criado em 1990, para o desenvolvimento de normas na área da informática médica, cujo principal objectivo é o de desenvolver normas para a comunicação entre sistemas informáticos médicos independentes (CEN TC251, 2006).

Segundo Cunha A. (2003), o objectivo do CEN TC 251 é desenvolver normas na área da informática médica e das tecnologias das comunicações. Através das normas produzidas pelo CEN TC 251, os dados clínicos e de natureza administrativa existentes num dado sistema podem ser transmitidos segura e eficazmente para outro sistema informático que os possa requerer. O CEN TC 251 tem diversos grupos de trabalho que reúnem vários delegados de diferentes países coordenados por um organizador do quadro executivo do TC 251. Estes grupos de trabalho coordenam os esforços realizados na área da normalização, definem objectivos e metas a cumprir bem como estipulam termos de referência para certas questões de trabalho. Também avaliam propostas e relatórios que chegam ao comité.

Cunha (2003) salienta, ainda, que o CEN TC 251 também trabalha em conjunto com os EUA através de grupos de trabalho.

¹ Em inglês - The European Committee for Standardization

2.7.3.DICOM

DICOM (Digital Imaging Communications in Medicine) é um conjunto de normas para tratamento, armazenamento e transmissão de informação médica (imagens médicas) num formato electrónico. As normas DICOM foram criadas com a finalidade de padronizar as imagens diagnósticas como Tomografias, Ressonâncias Magnéticas, Radiografias, Ultrassonografias, etc. (Rodén C., 2006)

Rodén (2006), explica que o padrão DICOM consiste numa série de regras que permitem que imagens médicas e informações associadas sejam trocadas entre equipamentos de imagem, computadores e hospitais. Um único ficheiro DICOM, como exemplificado na Fig. 1, contém um “cabeçalho” (contendo informações sobre o nome do paciente, o tipo de aquisição, o tamanho da imagem, etc.) bem como os dados da imagem (que pode conter informação até 3 dimensões). Os dados DICOM podem ser comprimidos utilizando variantes dos formatos JPEG e TIFF.

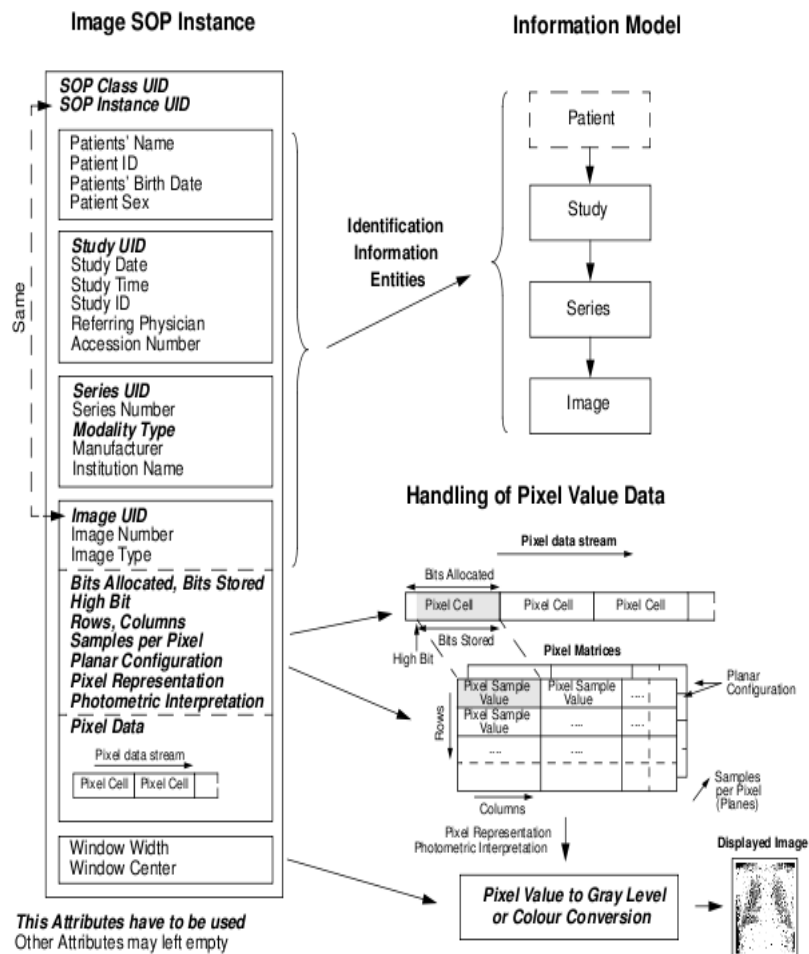


Figura 1: Exemplo de um ficheiro DICOM (DICOM cook book, pag. 43)

Os serviços de rede DICOM são baseados no conceito de cliente/servidor. Quando duas aplicações DICOM trocam informação, elas necessitam estabelecer uma conexão e negociarem alguns parâmetros: quais os serviços que serão utilizados e que formato de dados será utilizado (ex. com compressão ou sem compressão). Apenas se as duas aplicações acordarem num conjunto de parâmetros, a conexão será estabelecida.

O DICOM cook book (1997), explica resumidamente algumas das especificidades da norma DICOM importantes para a compreensão deste trabalho, que passamos a descrever.

Service Class e SOP Class:

A relação entre dois parceiros durante uma comunicação é definida pela *Service Class*.

Esta é atribuída segundo o papel que ambos desempenham na comunicação: *Service Class User* (SCU) para o cliente; *Service Class Provider* (SCP) para o servidor.

Um ou mais serviços combinados com uma única *Information Object Definition* (IOD) representam um *Service Object Pair Class* (SOP Class).

Uma IOD é uma colecção de informações relacionadas agrupadas em *Information Entities*. Cada entidade contém informação real sobre um determinado item (paciente, imagem, etc.). Dependendo do contexto definido pela SOP Class, uma IOD (Fig. 2) pode ser *normalized* (contendo uma única entidade) ou *composite* (contendo uma combinação de entidades). Um exemplo de uma IOD *composite* é ilustrado na Fig. 3.

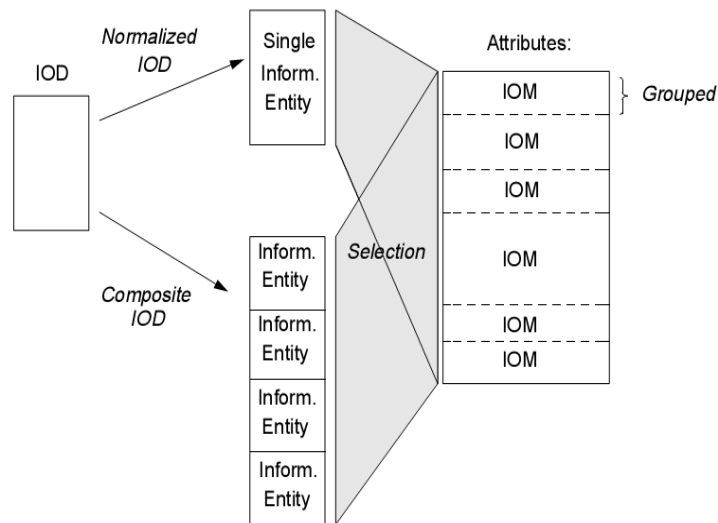


Figura 2: Esquema de IOD (DICOM cook book, pag.8)

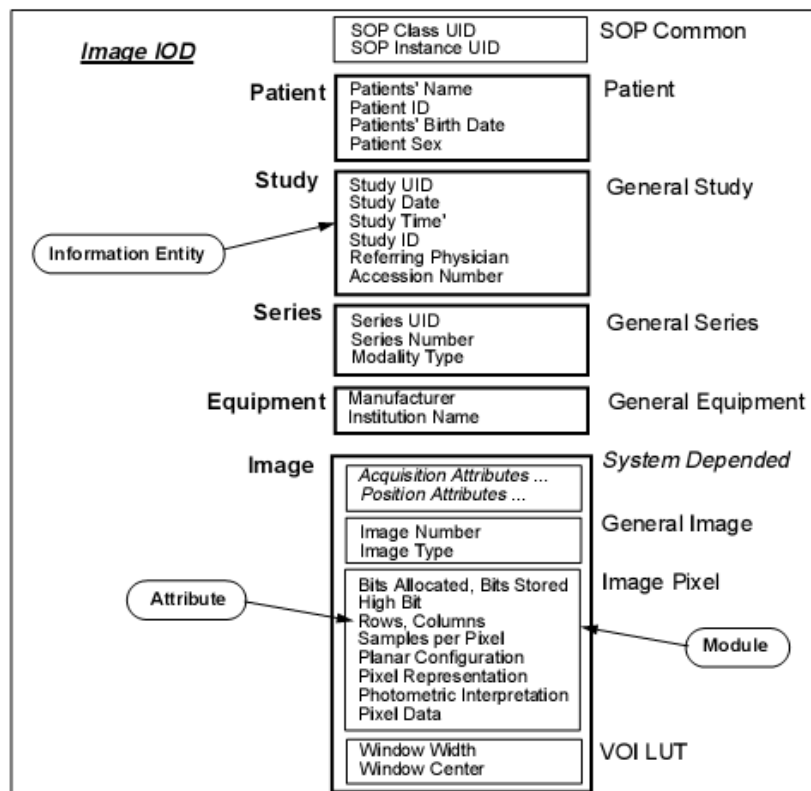


Figura 3: Exemplo de IOD Composite (DICOM Cook book, pag.9)

Para as SOP's Class criadas para funções de gestão, geralmente são utilizadas IOD normalizadas. Em transferências de imagens são utilizadas IOD *composite*.

Os *attributes* constituem uma *information entity*, e definem-se segundo alguns parâmetros, sendo os seguintes importantes para avaliar as aplicações:

- **Attribute Name** (para leitura do utilizador humano)
- **Attribute Tag** (para leitura do sistema)
- **Attribute Description** (semântica)

Uma aplicação que se integre numa rede DICOM, deve permitir a execução de algumas *Service Classes*, que se dividem em categorias.

Dentro da categoria das "**Image Storage Service Classes**":

Query/Retrieve Service Class. Inclui os *service elements* FIND, MOVE e GET SOP Classes. Pode iniciar uma transferência mas a transferência em si é realizada por outra (*Storage Service Class*). Permite a pesquisa de imagens no arquivo de um PACS segundo um determinado critério (nome, modalidade, data) e recolher selectivamente as imagens do arquivo.

Para funções de impressão, é fundamental permitir executar uma “**Print Management Service Class**”:

Esta *service class* permite o acesso a impressoras na rede de modo que várias estações e equipamentos de aquisição possam partilhar uma impressora.

Uma *Service Class* que não encaixa em nenhuma outra categoria é a “**Verification Service Class**”:

Esta é utilizada para testar se é possível criar uma associação entre duas aplicações. Executa um comando sem dados (C-ECHO), no qual nenhum IOD está envolvido.

Service Elements

As operações permitidas para uma determinada *Service Class*, são denominadas de *Service Elements*. Estes podem ser agrupados de acordo com o tipo de IOD:

- IOD normalize: **N-GET, N-SET, N-ACTION, N-CREATE, N-DELETE e NEVENT-REPORT.**
- IOD composite: **C-STORE, C-FIND, C-MOVE, C-GET, C-CANCEL, C-ECHO.**

- Os *Media related Service Elements*, utilizam SOP *normalize* ou *composite*: **M-WRITE**, **M-READ**, **M-DELETE**, **M-INQUIRE-FILE-SET** e **M-INQUIRE-FILE**.

Application Entity

Numa rede DICOM, cada aplicação constitui um *Service User* de um processo contendo funções para a configuração da conexão e para a transferência da informação, formando uma *application Entity*. De maneira a facilitar o seu reconhecimento na rede a cada *application Entity* deve ser atribuído um título, denominado *application Entity Title* (AET). As AET não passam de nomes simbólicos para os processos que ocorrem numa comunicação. Logo, no contexto de rede, será necessário criar um endereço de rede compatível com o protocolo de rede utilizado. A maioria das redes DICOM utiliza o protocolo TCP/IP, sendo neste caso o endereço mapeado segundo um TCP/IP *socket*. Quando o protocolo utilizado é OSI, um *OSI Presentation Service Access Point* (PSAP) deverá ser atribuído a cada aplicação.

Media related Service Elements

De maneira a assegurar uma verdadeira compatibilidade de acesso a este tipo de dados, a norma DICOM define perfis de aplicação “*application profiles*” que definem exactamente de que modalidades as imagens tiveram origem (ex. radiologia computadorizada), que formato de codificação foi utilizado (ex. sem codificação ou JPEG *lossy* ou *lossless*) e que tipo de formato físico foi utilizado (para CD-R utiliza-se o sistema de ficheiros ISO). Para além dos ficheiros com imagens, os dados DICOM em suporte físico contêm a “*DICOM directory*” ou “*dicomdir*”. Este directório contém a informação (dados demográficos, dados da modalidade, números de identificação) para

todas as imagens que se encontram naquele único suporte físico. Com a ajuda deste ficheiro de índice é possível rapidamente navegar e procurar por todas as imagens sem que seja necessário “ler” completamente todos os ficheiros de imagem.

Conformance Statement

A norma DICOM requer, ainda, a criação de uma declaração de conformidade "*Conformance Statement*" para cada equipamento ou programa que pretende ser conforme a norma DICOM. Esta declaração explicará que serviços DICOM e opções são suportadas, que extensões e peculiaridades foram implementadas pelo vendedor, e como os dispositivos comunicam com outros sistemas DICOM. Teoricamente a comparação de duas declarações determinaria se esses dispositivos podem comunicar-se.

2.8.Segurança dos dados

Apesar das evidentes vantagens que a tecnologia trás para a saúde, levanta igualmente vários outros problemas.

De modo a garantir a privacidade e confidencialidade do doente, garantir a identificação genuína dos intervenientes, garantir a segurança no meio de comunicação (Intranet e Internet) e a responsabilidade legal dos intervenientes, a Associação para a Promoção e Desenvolvimento da Sociedade de Informação (APDSI, 2004) lembra que o sistema de cuidados de saúde deverá ser apoiado por sistemas de informação cuidadosa e conscientemente concebidos para produzir cuidados eficientes, centrados nos pacientes e seguros para eles.

Clunie, D. (2000), enuncia as diferentes possibilidades para garantir a segurança dos dados numa comunicação:

- “Autenticação” – confirmação da identidade de ambos os intervenientes;

- “Controlo de acesso” – restringir acesso a informação específica com base na identidade do utilizador;
- “Monitorização” – registar quem acedeu, a que informação e quando a acedeu;
- “Confidencialidade” – proteger informação de uma possível interceptação aquando no trânsito da comunicação;
- “Assinatura digital” – reconhecer que um documento ou objecto foi criado por uma entidade particular;
- “Integridade” – verificar se um documento ou objecto foi alterado desde a sua criação;
- “Não-repúdio” – registar que um documento foi realmente criado.

2.9. Tipos de formatos de registo de imagens

Lopes, J. (2002/2003) afirma que existe um grande número de formatos de imagem empregues em aplicações de Medicina. Estes formatos variam de fabricante para fabricante de equipamentos médicos e, muitas vezes, de geração para geração de equipamentos de um mesmo fabricante. Alguns destes formatos baseiam-se em extensões a formatos de carácter geral adaptados ao tipo de aplicações e aos equipamentos. Para além dos dados das imagens, os formatos empregues em Medicina apresentam geralmente enormes quantidades de informação, agrupada em blocos de comprimento e estrutura muito variáveis. As imagens contidas nestes formatos estão normalmente localizadas na parte final dos respectivos ficheiros, depois de toda a informação sobre o paciente e sobre o exame ou exames realizados.

Clunie, D. (2006), afirma que existem 3 tipos de informação numa imagem médica:

- dados da imagem (inalterados ou compactados);
- informação sobre o paciente e dados demográficos;
- informação técnica sobre o exame, série e corte/imagem.

No seu FAQ, Clunie (2006) descreve vários formatos de imagens médicas, que se apresentam em seguida.

2.9.1.ACR/NEMA 1.0, 2.0 e DICOM 3.0

O formato de arquivo genérico DICOM, contém um pequeno cabeçalho, o "Dicom File Meta Information Header".

Na terceira revisão (DICOM 3), cada *Transfer Syntax* codifica os *data elements* segundo o padrão, excepto para os dados referentes aos pixels da imagem em si, que é definido para serem codificados segundo um conjunto válido de *streams* de bytes JPEG. Quer processos reversíveis como processos irreversíveis são permitidos. Ainda que, originalmente todos os algoritmos de compressão JPEG (ISO 10918-1) fossem previstos no standard, recentemente, todos menos os mais comuns (8 e 12 bit DCT *lossy huffman* e o 16 bit *lossless huffman*) foram retirados. À partida a compatibilidade nunca estará comprometida, uma vez que o *standard* permite as transferências sem compressão (definição por defeito no *standard*). Os formatos, JPEG-LS e JPEG 2000 também foram incorporados, mais tarde, na norma. A compressão RLE (Run Length Encoded), que utiliza o mecanismo TIFF *PackBits*, está igualmente presente na norma e é utilizado essencialmente em aplicações de ultrasons.

2.9.2.Papyrus

Um outro formato é o PAPYRUS, um formato baseado na versão 2.0 do ACR/NEMA, desenvolvido pelo Digital Imaging Unit do University Hospital of Geneva para o

projecto europeu de telemedicina TELEMED. A versão 3 é compatível com a Parte 10 da norma DICOM 3.

2.9.3. Interfile V3.3

Um outro formato é o Interfile V3.3, estabelecido para a troca de arquivos de medicina nuclear para satisfazer as necessidades do projecto europeu COST B2, e que incorpora as definições do Report No. 10 do American Association of Physicists in Medicine (AAPM).

A imagem binária pode estar contida no mesmo ficheiro onde se encontra a “informação administrativa”, ou num ficheiro à parte referenciado segundo uma chave (nome do ficheiro de dados).

O Interfile não é, de maneira nenhuma, um protocolo de comunicação pois trabalha estritamente com ficheiros *offline*.

2.9.4. DEFF

Existe ainda o padrão DEFF (Data Exchange File Format), definido para a transmissão, impressão e arquivo de imagens de ultrasons, que teoricamente pode ser lido por qualquer programa que aceite imagens TIFF (Tagged Image File Format), desde que as imagens tenham 8 *bits*.

A última versão, 2.5, foi estabelecida em 1994. É baseada na especificação TIFF 5.0.

Para além destes, podemos referir ainda outro formato, não descrito por Clunie (2006), de alguma importância nas imagens médicas digitais:

2.9.5.Analyze

Analyze é um formato imagem produzido pela clínica Mayo (instituição de saúde privada de referência nos E.U.A.). A Mayo Clinic (2003) esclarece que a estrutura da base de dados de imagens em formato ANALYZETM consiste em pelo menos dois ficheiros:

- o ficheiro de imagem
- o ficheiro de cabeçalho

Ambos os ficheiros têm o mesmo nome distinguindo-se pela sua extensão “.img” para o ficheiro de imagem e “.hdr” para o cabeçalho.

O formato do ficheiro de imagem é bastante simples, contendo usualmente os dados que constituem os pixels da imagem sem compressão.

2.9.6.Standards para compressão de imagens

Foram apresentados alguns dos formatos de imagem digitais específicos usados em medicina. No entanto, dada a necessidade de manter arquivadas as imagens adquiridas, quer por necessidade clínica (comparação de exames anteriores) quer por imposição legal (por um período não menor que 5 anos), constata-se que, de modo a possibilitar a transmissão rápida dentro de uma rede e para reduzir as necessidades de arquivo muitos deles apoiam-se em algoritmos de compressão baseados, também eles, em *standards*.

No White Book – Jpeg Compression in Medical Imaging (1996), refere-se alguns problemas inerentes à compressão de imagens médicas:

- A escolha de algoritmos *lossy* poderá não ser aceitável;
- Imagens que serão sujeitas a ajustes de brilho e contraste terão de ser comprimidas com conservadorismo;

- Imagens com 8 bits podem ser insuficientes para diagnóstico (logo será necessário utilizar algoritmos que suportem 12 ou mais bits);
- Apesar de se poder obter imagens de altas taxas de compressão com grande qualidade, de modo a não provocar artefactos que impeçam um diagnóstico, as taxas de compressão devem ser escolhidas de acordo com a resolução, tipo de exame, modalidade de origem da imagem, etc.

2.9.6.1.JPEG

JPEG é a sigla de Joint Photographic Experts Group. No seu site oficial, explica-se que se trata de um formato de compressão, aplicado inicialmente em imagens fotográficas. A perda de dados é proporcional ao factor de compressão desejado. O arquivo (ou ficheiro) que usa este método de compressão é chamado normalmente por JPEG; as extensões de arquivos para este formato são “.jpeg” , “.jif” , “.jpe” e “.jpg” , este último, o mais comum. Os algoritmos de compressão utilizados por este formato, estão definidos na norma ISO/IEC 10981-1.

O JPEG 2000 providência boas taxas de compressão com algoritmos *lossless*, no entanto possui recursos adicionais, particularmente interessantes para imagens médicas:

- partes de imagens seleccionadas podem ser definidas como “Regiões de Interesse” (ROI) - elas podem ser entregues antes de outras partes da imagem, com compressão *lossless*, enquanto as outras, menos críticas, podem ser comprimidas com algoritmos *lossy*. Em adição estes “ROIs” podem ter associados outros dados, como por exemplo anotações que podem estar nouro formato de multimédia (áudio);
- o código pode ser ordenado para enviar imagens de baixa resolução, bem antes da imagem total ser transmitida, o que facilita a navegação das aplicações;

- informação extra pode ser incluída na imagem, proporcionando uma fácil, integração em base de dados;
- os diferentes tipos de imagem produzidos em medicina podem ser melhorados com várias técnicas nomeadamente a utilização de pseudo-cor;
- o recurso, Motion JPEG 2000, permite a inclusão de informação áudio nos ficheiros de imagem, ideal para a modalidade Doppler;
- em aquisições *multi-frame*, cada *frame* é uma imagem codificada separadamente podendo ter as suas próprias características.

2.9.6.2.TIFF

TIFF ou Tagged Image File Format. No site oficial da Adobe, o actual dono do formato, define-o como um contentor de imagens utilizado grandemente em fotografias e imagens *lineart*. Actualmente na versão 6.0 (1992), que define a sua estrutura:

- um ficheiro TIFF, começa com um cabeçalho de 8-byte que se relaciona com um directório de ficheiro de imagem (Image File Directory). O cabeçalho contém informação sobre a ordem de bytes e a localização do IFD. Estes IFD contêm informação sobre as imagens, bem como referências para os dados da imagem.
- cada ficheiro TIFF, pode ter mais de um IFD definindo um sub-ficheiro, o que possibilita arquivar imagens relacionadas num mesmo ficheiro (ex. imagens *multi-frame*, imagens com várias camadas);
- um ficheiro TIFF, pode ser (*lossless*) ou não comprimido;
- um ficheiro TIFF, suporta imagens a cor.

2.9.6.3.BMP

Os ficheiros Windows bitmap são gerados num formato que não depende do dispositivo de visualização (device-independent bitmap – DIB). Isto permite ao Windows exibir o mapa de bits (bitmap) em qualquer dispositivo de exibição. A referência “não dependente de dispositivo” significa que a cor é apresentada independentemente do método exibição de cor do dispositivo. Por defeito, os ficheiros Windows DIB, têm a extensão “.bmp”.

Cada ficheiro contém um cabeçalho do ficheiro, um cabeçalho da informação, uma tabela de cores e um arranjo de bytes contendo a imagem em si.

O cabeçalho do ficheiro contém informação sobre o tipo, o tamanho e o *layout* da imagem. O cabeçalho de informação, define a dimensão, a compressão e o formato da cor. A tabela de cor, contém tantos elementos quantos cores têm o mapa de cor. (Encyclopedia of Graphics File Formats, 2008)

2.9. Conclusão

Neste capítulo foi apresentada a revisão bibliográfica de temas considerados relevantes no enquadramento deste trabalho: os tipos de licenças de software mais comuns, telemedicina - registos electrónicos de saúde e protocolos de comunicação de dados, e o uso de sistemas livres e abertos em Medicina; segurança dos dados; tipos de formatos de imagens.

Designa-se por software livre aquele cuja utilização é gratuita ou que, não sendo gratuita, permite a redistribuição e a incorporação de alterações. Designa-se por software aberto aquele cujo código-fonte está disponível.

Existem sistemas operativos e aplicações disponíveis como software livre e/ou aberto, frequentemente aliadas de acordo com uma filosofia de utilização no que se designa por

distribuição. No âmbito deste trabalho merecem especial destaque as distribuições GNU/Linux: Debian e Xubuntu.

Acompanhando o desenvolvimento tecnológico, surge a possibilidade de incorporar em modo digital registos de saúde, nomeadamente as imagens médicas que podem assumir diversos formatos, tendo em conta o seu objectivo e especificidade de diagnóstico. Com a digitalização da informação, constata-se a facilidade na transmissão dessa informação e seu arquivo, promovendo assim novos esforços na optimização dos cuidados de saúde, tais como a telemedicina. No entanto, inerente a esta nova facilidade de acesso a informação confidencial surgem problemas legais que não podem ser descurados, o que obriga ao desenvolvimento de procedimentos de segurança que mantenham a confidencialidade dessa mesma informação.

Com a crescente implementação dos registos electrónicos de saúde, torna-se óbvio a necessidade de implementar protocolos de comunicação entre modalidades de aquisição e arquivos desses registos, de modo a facilitar a interoperabilidade dos diversos equipamentos utilizados. Nesta procura de normalizar procedimentos e conteúdos, o software livre é referenciado como uma óptima fonte de propagação.

Para a avaliação da utilização de sistemas livres considerou-se como caso de estudo o Serviço de Imagiologia do Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio, cuja caracterização é apresentada no próximo capítulo.

3. Caracterização do Serviço de Imagiologia do CHBA

3.1. Introdução

O serviço de Imagiologia do Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio, destina-se a servir residentes na sua área de influência, Barlavento do Algarve, mesmo que estejam de passagem e independentemente do sistema de saúde que beneficiem. É responsabilidade deste serviço, efectuar exames nas especialidades médicas de Pediatria, Ortopedia, Pneumologia, Cirurgia, Medicina, Otorrinolaringologia, Neurologia e Oncologia.

A caracterização do Serviço apresentada neste capítulo descreve o equipamento existente, os exames efectuados, as estações de trabalho, arquivos de informação e outros aspectos relevantes para o trabalho aqui apresentado. No decurso do trabalho registaram-se algumas alterações no equipamento no Serviço. Por essas alterações não estarem concluídas à datada escrita desta tese, a descrição que aqui se apresenta reflecte o funcionamento do Serviço à data do início, em Dezembro de 2006.

3.2. Valências do serviço de Imagiologia

O serviço de Imagiologia do Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio, sendo um serviço relativamente novo e importante para a região, conta com várias modalidades de aquisição de imagens. Modalidades, essas, que são descritas resumidamente por Bontrager, K. (2001) no seu Tratado, com se mostra em seguida.

3.2.1.Radiologia Convencional Digital Indirecta

Esta modalidade consiste na exposição, a um feixe de radiação X, da aérea anatómica a estudar. O feixe ao interagir com o corpo é atenuado diferencialmente consoante a densidade da estrutura atravessada. O feixe emergente é absorvido por um ecrã, formando-se neste uma imagem latente que após excitação por laser é convertida em luz visível com uma intensidade proporcional à captação do feixe de radiação X. Essa luz é então captada e digitalizada por um digitalizador que assim forma uma imagem digital que pode ser processada num computador.

3.2.2.Radiologia para Exames Especiais

Esta modalidade distingue-se da radiologia convencional pelo facto de se utilizar um meio de contraste adicional à anatomia normal. Esse meio de contraste pode ser um elemento atenuante (compostos de bário ou iodo), produzindo um contraste positivo, ou um elemento não atenuante (ar ou outro gás) como contraste negativo.

Normalmente estes estudos são dinâmicos observando-se o seu progresso em “tempo real”. Nestes casos, a captação da imagem é feita através de um intensificador de imagem aclopado a uma câmara de vídeo que transmite o sinal para um televisor.

3.2.3.Mamografia

Esta modalidade é uma especialização da radiologia convencional a um órgão anatómico, a Mama, onde ocorrem variadas patologias com maior incidência no género feminino.

Esta técnica implica a necessidade de uma grande resolução de imagem o que exige um equipamento específico (nomeadamente um dispositivo de compressão) e calibrado somente para esta modalidade.

3.2.4. Tomografia Computorizada

A Tomografia Computorizada caracteriza-se pela exposição de um feixe de radiação X em torno de um eixo (normalmente longitudinal) do paciente de modo a obter dados suficientes para reconstruir através de complexos algoritmos matemáticos uma matriz de *pixels* formando uma imagem tomográfica. Esta imagem representa um “corte anatómico” sem sobreposição de estruturas onde cada *pixel* assume uma intensidade (valor numérico; unidade Hounsfield) de acordo com o valor de atenuação calculado.

3.2.5. Ressonância Magnética

Esta modalidade consiste na medição de pulsos electromagnéticos gerados pelos núcleos de Hidrogénio presentes no corpo humano. Uma imagem de Ressonância Magnética mostra o contraste entre as concentrações de protões de Hidrogénio, no entanto, assumindo que esses protões têm “comportamentos” distintos conforme o tecido onde se encontram podemos obter diferentes contrastes consoante a ponderação (T1, T2, T2* e DP) e sequência (*spin echo*, *fast spin echo*, *echo gradiente*, etc.) da aquisição das imagens. Cada *pixel* representa um conjunto de protões que geram impulsos numa determinada frequência e fase.

3.2.6. Ultra-sonografia

A Ultra-sonografia é uma técnica de obtenção de imagens que usa ondas sonoras de alta-frequência para produzir imagens de órgãos e estruturas do corpo humano. Essas imagens são produzidas pelo registo das reflexões (ecos) das ondas sonoras dirigidas para o interior do corpo através de uma sonda. Quanto mais intensa for a reflexão entre duas interfaces com impedâncias acústicas diferentes, mais intenso será o sinal captado. A localização do sinal dependerá do tempo que demora a retornar à sonda. Esta técnica, de baixo custo em relação às outras técnicas, permite a aquisição de imagens em “tempo real” sendo perfeita para distinguir entre tecidos sólidos de tecidos aquosos.

3.3. Descrição do actual PACS do CHBA²

Actualmente, o serviço de Imagiologia encontra-se ligado em rede através de um PACS com quase todos os outros serviços do hospital, e pode ainda comunicar com outras instituições hospitalares através de ligação TCP/IP.

3.3.1. Arquivo da Informação

Cada novo exame, será sujeito a um processo específico de auto *backup* na livraria de CD's, ao qual se segue a produção de etiqueta com correspondente identificação e catalogação para fácil acesso em caso de necessidade futura.

Naturalmente, cada CD está caracterizado com um *link* com o "motor" de gestão global da base de dados, isto é, o PACS "conhece" em que CD está arquivado um determinado episódio e sempre que um utilizador acede a determinado episódio residente no CD, uma mensagem surge de imediato no sistema administrador.

² A descrição descreve a situação do PACS no ano de 2006, entretanto foi feita uma actualização, pelo que o actual arquivo da informação não se comporta tal como é descrito.

3.3.2. Distribuição de imagens

Esta rege-se sob uma plataforma de distribuição de imagem segundo o standard Web. Este tipo de solução é totalmente integrada na estrutura PACS que converte as imagens de formato DICOM em formato de imagem JPEG, para visualização via navegador Internet Explorer (Siemens MagicWeb) permitindo facilmente aceder às imagens.

Este tipo de distribuição de imagens destina-se a todos os serviços médicos excepto o serviço de Imagiologia.

3.3.3. Estações de trabalho

Existem várias estações de trabalho MagicView 1000 no serviço de Imagiologia, postos de trabalho para Técnicos de Radiologia e Médicos Radiologistas

3.3.3.1. Processamento de Imagem:

Alteração das escalas de cinzento e luminosidade através do rato

- Valores de janela predefinidos
- Inversão
- Rotação
- Espelhamento
- Lupa
- Zoom e deslocação da imagem
- Medição de comprimento e ângulos
- Medição do valor do *pixel*
- Comentários às imagens com texto e gráfico
- Configuração do *layout* do texto
- Arquivo de funções de processamento de imagens
- Intercâmbio de imagens com outros programas através do “Clipboard“

- Impressão de imagens e relatórios em impressoras *PostScript*

Nos restantes serviços, as estações de visualização são compostas por computadores Siemens Senic com visualização das imagens via browser Internet Explorer (Siemens MagicWeb).

3.3.3.2. *Funções avançadas:*

Esta função é necessária para configurar o syngo Imaging como Servidor numa configuração em “Cluster“ Operação com um ou dois monitores Reorganização das imagens através das funções de cortar, copiar e colar Selecção e combinação de imagens e estudos Abrir e processar as imagens enquanto estas estão a ser recebidas Função de *autorouting* configurável;

- DICOM *worklist* para importação de dados das imagens DICOM “*query provider*“;
- Possibilidade de dar permissões de acesso a outros “*clusters*“;
- Possibilidade de criar *worklists* manuais;

3.3.3.3. Gestão de estudos:

- Activação e exibição de “*flags*“ para imagens relevantes ao diagnóstico;
- Gestão de estados em ambiente “*syngo Imaging*“: pode-se configurar a Estação para criar e exibir os níveis de estado da mesma;
- Apoio ao Workflow da Estação

3.3.3.4. Módulo Básico 3D:

- Exibição 3D de MIP para CT e MR projecção de máxima e mínima intensidade para visualização de vasos sanguíneos a partir de qualquer ponto incluindo oblíquo duplo (CT / MR angio), criação de séries
- MIP, cálculo de MIP interactivo
- Correlação entre exibição MIP e MRP

- Editor 3D para eliminação de estruturas interferentes (ex.: ossos) para CTA, MRA, VRT e cálculo de superfícies 3D MPR em tempo real para CT e MR; cálculo interactivo de coronária, sagital, oblíquo, duplo oblíquo e vistas curvas a partir de uma série de cortes. Criação de séries MPR (oblíquo, horizontal e vertical).

3.3.3.5. *DICOM Basic Print:*

- Envio de imagens para impressão a partir do visualizador usando “*Drag&Drop*” ou através de um ícone;
- *Layouts* de formatos predefinidos;
- Re-formatação das imagens na folha para impressão através das funções cortar/copiar & colar;
- Selecção de diferentes tamanhos de filme;
- Configuração de diferentes impressoras;
- Escolha do número de cópias;
- Monitorização do estado de impressão;
- Impressão de resolução até 4K (dependendo da impressora conectada).

3.3.3.6. *Outras funcionalidades:*

- Compatibilidade DICOM 3.0 para envio e recepção de imagens e estudos radiológicos;
- Operação via símbolos intuitivos;
- Função Ajuda Online;
- Função de “*Auto-Load*”;
- *Layout* do écran ajustável;
- Expansão do écran com um clique do rato;
- Deslocação através dos exames (ex.: com a „roda“ do rato);

- Exibição de exames “*multi-frame*”;
- Exibição de imagens em formato “*true-color*” (16 milhões de cores) ou a preto e branco;
- Exibição sincronizada de dois exames em simultâneo;
- Exibição dinâmica de exames (função cine);
- Transmissão de imagens individuais;
- IWA (Integrated Windows Authentication);
- Importação e exportação de formatos DICOM, TIFF, JPEG e BMP;
- Possibilidade de abrir estudos a partir de listas de pacientes ou de listas de exames;
- Selecção de filtros de pesquisa a partir da lista de pacientes;
- Selecção de critérios de exclusão de exames antigos;
- Interface que permite visualizar o “SIENET Sky” a partir de outras aplicações;
- Compressão de imagens para envio;
- Acesso a outros servidores com permissões de acesso.

3.3.4. INTEGRAÇÃO DAS MODALIDADES E SISTEMAS

De modo a simplificar o método de trabalho e as aplicações a utilizar a integração com outras aplicações de gestão clínica pode ser necessária.

3.3.4.1. Integração com o Sistema Alert:

A partir da aplicação Alert, e para um determinado doente seleccionado, pode-se chamar o visualizador de imagens do sistema MagicWeb, acedendo assim directamente aos exames imagiológicos relativos ao doente específico que se encontra seleccionado.

3.4. Descrição do equipamento no Serviço de Imagiologia do CHBA

À data, o serviço de Imagiologia tem como equipamentos de produção de imagem no formato DICOM:

Seriógrafo: Siemens Flurospot T.O.P. versão 1

Digitalizador de IP's: Siemens Digiscan 2C Plus

Tomografia Computorizada: Picker PQ 2000S

Ressonância Magnética: Siemens Magnetom Symphony 1,5T versão Syngo MR 2002

Ecógrafo: Aloka Prosound SSD – 5000, uma vez que este dispositivo não tem possibilidade de comunicação sobre "Ethernet", "TCP/IP" e "DICOM 3.0", este exporta as imagens vídeo para um computador anexo onde são convertidas pelo software "Framegrabber DICOM Gateway". O equipamento "Framegrabber" é ligado à saída de vídeo do ecógrafo e têm por função a digitalização do sinal de vídeo PAL standard ou NTSC, conversão das imagens capturadas para o formato DICOM 3.0 e envio do estudo para uma estação PACS através do protocolo DICOM 3.0.

O processo de aquisição de imagem é digital, sendo o sinal inserido na rede Ethernet no formato DICOM. Os equipamentos de raios X recorrem a um processo mais tradicional; a aquisição de imagem é obtida em ecrã de fósforo, o qual é posteriormente introduzido manualmente no digitalizador de IP's, sendo seguidamente convertida no formato DICOM.

As estações MagicView 1000 permitem a visualização de imagens e o seu tratamento pelos técnicos e clínicos. O tipo de monitores associados a estas estações, possuem uma matriz de Software para processamento e análise de imagem médica 2K*2.5pixel.

3.5. Conclusão

Dada a relação privilegiada do autor com o serviço de Imagiologia do CHBA, este serviu de base de referência para o trabalho.

O serviço de Imagiologia do CHBA com todo o investimento que foi feito, tem, neste momento, capacidade para trabalhar sem recurso à impressão de películas (“*filmless*”), permitindo reduzir custos, embora na transferência de doentes para instituições que não estão ligadas em rede com o CHBA se tenha de recorrer à impressão em película. Um PACS completamente operacional é uma ótima ferramenta de gestão.

Após a descrição do sistema que irá servir de referência, seguidamente, no próximo ponto, irá se escolher as aplicações para teste.

4. Avaliação das aplicações para Radiologia

4.1.Introdução

Neste capítulo apresenta-se o estudo de algumas aplicações seleccionadas como candidatas ao suporte de informação clínica de diagnóstico. Cada uma das aplicações é descrita em termos gerais, apresentando-se em seguida a comparação e justificação da escolha feita e, finalmente, a metodologia de avaliação das aplicações.

4.2.Aplicações para a Radiologia

Como plataforma de eleição, e dadas as características do computador disponibilizado para o projecto, foi escolhido o sistema operativo *opensource* XUBUNTU 6.10, pois este possui as seguintes características:

- ✓ Baseado em sistema Debian (facilidade de instalação de aplicações através de pacotes);
- ✓ Grande comunidade de utilizadores com inúmeras páginas *web* de entajuda;
- ✓ Facilidade de instalação e configuração de hardware;
- ✓ Pouca exigência de hardware;
- ✓ Disponível para várias arquitecturas (PC, AMD64, PowerPC, SPARC, IA-64 e Playstation 3 na última versão 7.10).

Como segunda plataforma, tendo em conta as características de hardware disponíveis, optou-se pelo sistema operativo Windows 98. Apesar de não ser de licença livre, o ambiente Windows, é largamente aceite e utilizado, pelo que se achou pertinente a inclusão deste no estudo.

As aplicações testadas surgiram referenciadas em *sites* de software para imagens médicas (www.idoimaging.com; www.rtstudents.com/pacs/free-dicom-viewers.htm).

4.2.1 Seleção de aplicações

O processo de escolha para teste seguiu o seguinte conjunto de critérios, por ordem de importância:

- 1) Licença livre (critério essencial)
- 2) Capacidade de leitura DICOM (critério essencial)
- 3) Interface Gráfico (critério essencial)
- 4) Capacidade de integração em servidores DICOM
- 5) Instalação por pacote instalador
- 6) Ferramentas de análise (ex.: distâncias, ângulos, ROI's)
- 7) Compatibilidade com múltiplos formatos de imagem
- 8) Ferramentas de processamento (ex.: filtros, crop)
- 9) Código-livre

A tabela 1, organiza as aplicações testadas segundo a satisfação dos critérios propostos.

<i>Aplicações</i>	<i>Crítérios</i>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>DCMTK</i>	x	x		x		x	x	x	x
<i>DICOMSCOPE</i>	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Imagej</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Conquest</i>	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Aeskulap</i>	x	x	x	x	x				x
<i>Osiris</i>	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>OsiriX</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x

	<i>Cr�terios</i>								
<i>K-PACS</i>	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Amide</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Radscafer</i>	X	X	X	X		X			X
<i>MEDwx</i>	X	X	X	X					X
<i>DICOMWorks</i>	X	X	X		X	X	X		
<i>Charrua PACS</i>	X	X		X					X
<i>Papyrus toolkit</i>	X	X					X	X	X
<i>MedImaView</i>		X	X		X	X	X		
<i>ezDICOM</i>	X	X	X		X	X	X		X
<i>Julius</i>		X	X		X	X	X	X	X
<i>XNAT</i>	X	X	X	X		X	X		
<i>Xmedcon</i>	X	X	X		X		X		X
<i>PacsOne Server</i>		X	X	X		X	X		
<i>MyFreePacs</i>	X	X	X	X	X	X	X		
<i>AMC</i>	X	X	X			X	X	X	X

Tabela 1: Selec o de aplica es - X – Crit rio satisfeito

As quatro aplica es testadas foram, igualmente, escolhidas com base na perspectiva de actualiza o. A op o pela aplica o Osiris, n o obedece   ordem natural dos crit rios, pois sua inclus o foi pensada para acrescentar a implementa o da parte 10 da norma DICOM relativamente   aplica o Conquest.

4.2.2 Considerações sobre as aplicações excluídas

A solução “dcmtk + DICOMScope”, à partida parecia ser a mais promissora, mas devido ao facto de a interface gráfica (“DICOMScope”), ao que tudo indica, ter sido descontinuada (a última versão data de 2001), levantam-se problemas de instalação e de segurança (o DICOMScope foi construído para ser compilado e executado para a versão Java 1.3).

Tal como a anterior, a solução OsiriX apresenta-se bastante completa, no entanto, actualizada e com grandes perspectivas de continuidade no suporte e desenvolvimento. A sua exclusão deve-se essencialmente à impossibilidade de obtenção de equipamento e plataforma compatíveis.

Tendo em conta o equipamento disponível no início do projecto, este não cumpria os requisitos mínimos para a instalação das aplicações K-PACS e DICOMWorks.

A aplicação MEDwx, aparentemente, é uma solução muito idêntica ao Aeskulap. Apesar de ser uma aplicação mais recente, a sua instalação revela-se como um maior desafio ao autor (necessita ser compilada) e dadas as limitações que inicialmente estavam impostas ao projecto (computador sem acesso à Internet por razões de segurança da rede), optou-se por excluí-la.

As soluções Amide, e AMC foram desenvolvidas especificamente para processar informação volumétrica.

Dada a necessidade de implementar um servidor *Web*, as aplicações Radscaper, MyWebPACS e PacsOne Server foram excluídas. Sendo que a última só é livre na versão básica.

O ezDICOM, não tendo funções de implementação em servidores DICOM, dada a natureza dos objectivos, foi excluída.

As restantes aplicações, dado não cumprirem os requisitos essenciais também foram alvo de exclusão da fase de análise.

4.2.3. Aeskulap

Aeskulap é um simples visualizador de imagens médicas.

De acordo com os seus autores, pode carregar séries/estudos de imagens armazenadas no formato de DICOM. Adicionalmente, o Aeskulap pode pesquisar e reaver imagens de DICOM dos “nós” do arquivo (chamados também PACS) sobre a rede. O objectivo deste projecto é criar uma alternativa *open source* para visualizadores comerciais disponíveis de DICOM. Aeskulap é baseado nas bibliotecas GNU *gtkmm*, no *glademm* e no *gconfmm* e projectado para funcionar sob GNU/Linux. Estão disponíveis para diferentes plataformas pacotes compilados para instalação.

Segundo o site oficial (<http://www.nongnu.org/aeskulap/>) o software permite:

- Suporte a imagens DICOM comprimidas (sem perda e com perda), não comprimidas e imagens *multiframe*.
- Suporte C-Find (pesquisa nos nodos do arquivo central).
- Suporte C-Move (pesquisa / recupera).
- Redimensionar imagens de acordo com a escala
- Receber a informação das *tags* do *header* DICOM.
- Suporte imagens a cores.
- Facilidade de navegação com o rato (níveis de janelas, *zoom*, *scroll*).
- Manipulação de imagens em “tempo real”.
- Projecção de referências do corte nas imagens em todos os planos adquiridos.
- Explorar e abrir imagens locais.
- Pré-definição de níveis de janelas.

Última actualização para GNU/Linux em Março de 2006.

4.2.4. Tudor DICOM Viewer + ImageJ

O Tudor DICOM Viewer é uma aplicação para visualizar imagens DICOM que complementa o ImageJ. Várias séries de imagens únicas ou séries com múltiplas imagens podem ser carregadas para o visualizador através do sistema de ficheiros do computador, de um arquivo DICOM local, de um CD DICOM ou DICOMDIR ou ainda através de um servidor PACS utilizando o *service element* C-Find. A aplicação pode ser recolhida na sua página oficial, sendo que se trata de uma aplicação universal que funcionará em Windows, Linux e Mac OSX com a versão 1.5.0 Java Runtime Environment instalada.

O Tudor DICOM *toolkit* é uma extensão para a aplicação de imagens ImageJ. O Imagej é um programa de processamento de imagem em Java de código aberto, permitindo assim estender as suas funções através de *plugins* compatíveis (escritos em Java). Corre em qualquer computador com o ambiente Java 1.4 ou acima instalado. Está disponível para *download*, no seu site oficial, para as plataformas Windows, Mac OS, Mac OS X e Linux.

Pode exibir, editar, analisar, processar, guardar e imprimir imagens de 8-bit, 16-bit e 32-bit. Pode ler, entre outros, os seguintes formatos de imagem: TIFF, JPEG, BMP, DICOM e *raw*. Suporta *stacks*, séries de imagens que partilham uma única janela. Gere multiprocessos, possibilitando múltiplas operações, ao mesmo tempo, numa imagem.

Disponibiliza uma ferramenta de calibração para se obter medidas “reais” sobre a imagem (ex. milímetros). Calibração de densidade e escala de cinzentos também está disponível.

Última versão data de Outubro de 2007.

4.2.5. Conquest

O MicroPACS é um sistema PACS baseado em Windows que contém, no seu núcleo, a biblioteca “UCDMC DICOM Network Transport”. Este sistema foi combinado com um interface gráfico de utilizador, que funciona igualmente como programa de instalação (escrito em *Borland Delphi*) formando assim o servidor “DICOM Conquest”. Este sistema utiliza um próprio *driver (DBASEIII)*, que comunica com dados *ODBC*, ou *MySql*. Os seus autores definem-lhe as seguintes funcionalidades:

- Completa interface DICOM. Incluindo SCP's para DICOM Queries e Retrieves.
- Tabelas SQL programáveis. O que possibilita a pesquisa personalizada a determinados dados (ex. kvp e mA ou ainda por espessura de corte).
- A comunicação para uma base de dados remota é feita via *driver dbaseIII* (definida por defeito na instalação e apenas aconselhada para arquivos não superiores a 100.000 imagens e para pesquisas de “chave” exacta ou “chave*” ou ainda “*chave*”), ODBC, ou MYSQL.
- Compressão das imagens no arquivo local aumentando a capacidade para o dobro. Não se deve utilizar esta opção se se utilizar um programa exterior para visualização das imagens.
- Facilidade de instalação. Servidor pode ser instalado como um serviço do Windows.
- Navegador (*browser*) para a base de dados e visualizador de imagens integrado.
- Simples interface para pesquisa (*query*) e recuperação (*move*) de dados em falta de outro servidor (sincronização com outro servidor).

- Simple servidor de impressão – apenas para uma impressora.
- Suporte para imagens comprimidas em JPEG e NKI.
- Boa integração do servidor com o visualizador DICOMWORKS de Phillippe Puech.
- Função de pesquisa e tradução da norma HL7 em lista de trabalho DICOM.
- Inclui um avançado visualizador de séries baseado no EZDicom / K-Pacs de Chris Rorden e Andreas Knopke.

As funcionalidades do visualizador próprio:

- visualização de *tags* DICOM nas imagens;
- criação de ficheiros BMP das imagens do arquivo;
- envio remoto e impressão de imagens seleccionadas;
- ferramentas para edição dos dados: alterar ID de pacientes, e apagar ou tornar anónimos estudos e séries;
- ferramentas para juntar (*merge*) ou separar (*split*) séries;
- função “*drag and drop*” para adicionar arquivos ou directórios DICOM ou HL7 à base de dados.

Última versão foi libertada em Fevereiro de 2007.

4.2.6.Osiris

Aplicação desenvolvida pelo Département de Radiologie et des Sciences de L'Information Medicale do Hôpitaux Universitaires de Genève, trata-se de uma interface gráfica para o Papyrus toolkit 3 e está actualmente disponível para Windows e Macintosh.

O Papyrus toolkit 3 é uma biblioteca de rotinas em linguagem C que possibilita facilmente o processo de leitura e escrita de DICOM, DICOMDIR e ficheiros Papyrus. Está disponível para Windows, Macintosh e plataformas Unix.

Esta biblioteca está em conformidade com a parte 10 da norma standard DICOM criada pela ACR/NEMA.

O Papyrus toolkit 3 é *OSI Certified Open Source Software*. *OSI Certified* é a marca de certificação da *Open Source Initiative*. E é distribuída em código-livre segundo uma licença GNU *Lesser General Public License* (comummente conhecida por LGPL).

A última versão da aplicação tem a data de Fevereiro de 2006.

4.3. Conclusão

Neste capítulo foram descritas algumas aplicações livres, sugeridas por sites que acompanham o tema, que podem suportar a manipulação de imagens em sistemas de informação médica. Constata-se que existe um número bastante considerável de aplicações comerciais ou livres, específicas ou abrangentes, que se integram em redes DICOM ou que funcionam como simples visualizadores.

Os critérios usados na avaliação dessas aplicações têm origem nos objectivos do trabalho e opinião subjectiva do autor, enquanto Técnico de Radiologia. As aplicações escolhidas serão compatíveis com a plataforma XUBUNTU ou Windows 98.

Após selecção feita seguindo os critérios propostos, resultaram na escolha de quatro aplicações: Aeskulap, Tudor DICOM Viewer, Conquest e Osiris. De notar que, qualquer uma das aplicações escolhidas, disponibilizam versões com menos de 2 anos.

No próximo capítulo, descrever-se-á a possível utilização de cada uma das quatro aplicações seleccionadas no contexto do Serviço de Radiologia, na manipulação dos tipos de imagens usados.

5. Avaliação da utilização

5.1 Introdução

O resultado da aplicação das técnicas de Imagiologia depende naturalmente do exame que se pretende. Como foi referido no enquadramento, um exame pode ser composto por uma ou várias imagens, a sua possível visualização bem como o seu processamento tendo em vista a obtenção do melhor diagnóstico, tal como o ajuste dos parâmetros de visualização como contraste e brilho, entre outros, é adquirido como essencial para o objectivo do trabalho e será igualmente a base de comparação entre eles.

Caso exista, pretende-se escolher uma única aplicação que suporte os diferentes formatos de imagem e a normal operação, isto é, suporte o maior número de funções possíveis.

5.2.Aeskulap

Esta aplicação encontra-se disponível tanto para Windows como para GNU/Linux, sendo que está disponibilizado do site oficial da aplicação pacotes pré-compilados para Ubuntu e para Windows, em alternativa ao código-fonte que pode ser compilado em qualquer sistema.

5.2.1.Instalação da aplicação:

Para facilidade de instalação é disponibilizado alguns pacotes pré-compilados, o pacote escolhido foi gerado para ser instalado no sistema Ubuntu, de acordo com o site dos autores da aplicação esta depende da prévia instalação de algumas bibliotecas de software.

Apesar de tal facto, todas as dependências podem ser resolvidas recorrendo à aplicação *Synaptic* que acompanha as distribuições baseadas em *Debian*.

Depois de resolvidas as dependências a instalação pode ser efectuada com um “duplo clique” sobre o pacote e este instala-se automaticamente (em caso de computadores com acesso à Internet durante a instalação todas as dependências são resolvidas pelo instalador).

5.2.2. Configuração da aplicação:

A configuração da aplicação consiste simplesmente no preenchimento dos campos respeitantes ao AET local, porta de comunicação utilizada e endereço de IP, AET e porta de comunicação do servidor, presentes no menu das preferências.

5.2.3. Implementação:

De um modo geral a aplicação foi implementada com sucesso. No entanto alguns campos DICOM (*attributes*) não aparecem ou estão trocados em certos estudos. Isto poderá estar relacionado com a falta ou troca dos mesmos durante a aquisição desses estudos nas modalidades (CR, TC, RM e US).

5.3. Tudor DICOM Viewer + ImageJ

O ImageJ, por si só não consegue importar imagens em formato DICOM. Mas com a adição de *plugins* (Tudor *toolkit*) ou com o recurso Tudor DICOM Viewer obtêm-se uma aplicação com bastante capacidade para se integrar num servidor DICOM.

5.3.1. Instalação da aplicação:

Para a instalação da aplicação, somente é necessário descompactar o arquivo obtido na página oficial do ImageJ. O Tudor DICOM *toolkit*, obtido na página deverá ser

descompactado para a mesma pasta do ImageJ, enquanto que o Tudor DICOM Viewer pode ter uma pasta à parte. Tanto o ImageJ como o Tudor DICOM Viewer, dependem da instalação do ambiente Java 1.5 ou superior para poderem correr.

5.3.2. Configuração da aplicação:

A configuração passa pelo menu “*settings*” do Tudor DICOM Viewer ou do Tudor DICOM *toolkit*, onde se pode configurar os directórios do arquivo local bem como os AET local e do servidor para integração com um servidor DICOM.

5.3.3. Implementação da aplicação:

A aplicação foi testada com sucesso em todas as funções, excepto na função de *query/retrieve* (que está indicada pela aplicação como experimental), a qual só obtém resultados na pesquisa remota se esta for feita através do Tudor DICOM Viewer. O Tudor DICOM *toolkit*, adiciona funções de implementação DICOM quer através do menu *plugins* do ImageJ, enquanto que o Tudor DICOM Viewer através de um visualizador próprio (com algumas ferramentas de análise) se integra com a janela do ImageJ através de um botão de atalho, estendendo assim as todas as ferramentas disponíveis no ImageJ ao Tudor DICOM Viewer.

5.4. Conquest

Esta aplicação, com interface gráfica, apenas se encontra disponível para ambiente Windows (sem interface gráfica é disponibilizado o código-fonte podendo ser compilada em GNU/Linux). De modo que na exigência de se testar uma aplicação para Windows esta foi a escolhida.

5.4.1.Instalação da aplicação:

Para a instalação desta aplicação, foi apenas necessário descompactar os arquivos (dgate1412c.zip, dicomlib1412.zip, dicomserver1412c.zip) fornecidos na página oficial do projecto para uma mesma pasta. Para o suporte JPEG é utilizado a biblioteca pertencente ao OFFIS DICOM *toolkit*, também fornecido na página do projecto (jpegsup1412.zip).

5.4.2.Configuração da aplicação:

Aquando da primeira utilização da aplicação é perguntado o tipo de base de dados que se quer usar. Tendo em conta o carácter de teste, foi escolhido a opção por defeito que sendo a mais fácil de instalar tem limitações para base de dados grandes (como já referido na descrição da aplicação.

Uma vez iniciado o serviço Dicomserver, no separador “Known DICOM Providers”, deve-se submeter os AET local e os remotos (servidores). Não é mais do que alterar o ficheiro de texto (acrnema.map)

5.4.3.Implementação:

Esta aplicação foi testada, igualmente, com relativo sucesso. Como problema de interoperabilidade, deparou-se com a impossibilidade de fazer pesquisa remota sem definir critérios, uma vez que o programa testado apenas admite um máximo de 500 resultados, terminando a associação com o servidor deixando este com a associação aberta o que implica a impossibilidade de efectuar nova associação para recuperação (*move*) de estudos ou outras pesquisas (*query*).

5.5.Osiris

A abrangência do estudo a esta aplicação deve-se a ser das poucas, encontradas, que suporta a parte 10 do protocolo DICOM (*Media Related Service Classes*).

5.5.1.Instalação da aplicação:

O pacote disponibilizado para Windows é um instalador normal.

5.5.2.Configuração da aplicação:

Como a aplicação não tem implementação em rede, a sua configuração passa pela definição do arquivo local onde se encontram as imagens em formato *papyrus*, *dicom* ou o ficheiro “*dicomdir*”. O que é solicitado a cada inicialização do programa.

5.5.3.Implementação:

Tendo em conta a falta de capacidade desta aplicação em se conseguir integrar, por si só, numa rede DICOM, para o teste foi utilizado como fonte de arquivos DICOM, o arquivo local criado pela aplicação Conquest. Para testar a implementação sobre *Media Related Services*, foi utilizado um cd, exportado em DICOMDIR, criado pela modalidade de ressonância magnética do serviço de Imagiologia.

Durante a análise da aplicação, constatou-se a existência de um *bug* (“imagem a preto”) que surge após visualização em *cine* de uma aquisição *multiframe doppler*. Foi encontrada referência a esse *bug* numa página *web* (www.impactscan.org/dicomtopc.htm), sendo que a sua correção passa pela nova configuração do esquema de cor.

5.6 Comparação e escolha

De modo a não se tornar muito exaustivo, as tabelas seguintes pretendem resumir as funcionalidades gerais mais importantes das aplicações consideradas, do ponto de vista do técnico de radiologia e tendo em conta o carácter de diagnóstico pelo qual as imagens foram criadas.

A tabela 2, resume as funcionalidades, mais importantes para manipulação de imagens, consideradas essenciais para um técnico de radiologia.

<i>Funcionalidades</i>	<i>Aeskulap</i>	<i>Tudor Dicom Viewer + ImageJ</i>	<i>Conquest</i>	<i>Osiris</i>
<i>Manipulação de Imagem</i>				
<i>Ajuste de Contraste e Brilho</i>	x	x	x	x
<i>Corte de Imagem (Crop)</i>	x	x		x
<i>Rotação de Imagem</i>	x	x		x
<i>Espelho Vertical e Horizontal</i>	x	x		x
<i>Anotações</i>		x		x
<i>Ajuste do layout</i>	x	x	x	x
<i>Cópia de imagem</i>		x		x
<i>Eliminar imagem</i>		x	x	x
<i>Zoom de imagem</i>	x	x	x	x
<i>Medição de Distâncias</i>		x	x	x
<i>Medição de Densidades</i>		x	x	x
<i>Medição de Ângulos</i>		x		x
<i>Função Cine</i>			x	x

Tabela 2: Manipulação de imagens - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada

A tabela 3, resume algumas das funções, úteis ao técnico de radiologia, que visualizadores que suportem DICOM devem disponibilizar.

<i>Funcionalidades</i>	<i>Aeskulap</i>	<i>Tudor Dicom Viewer + ImageJ</i>	<i>Conquest</i>	<i>Osiris</i>
<i>Suporte a Imagens DICOM</i>				
<i>Projecção de tags DICOM sobre a imagem</i>	x	x	x	x

<i>Funcionalidades</i>	<i>Aeskulap</i>	<i>Tudor Dicom Viewer + ImageJ</i>	<i>Conquest</i>	<i>Osiris</i>
<i>Suporte para imagens a cores</i>	X	X		X
<i>Projecção de referências do plano de corte</i>	X			
<i>Browser do arquivo local</i>	X	X	X	X

Tabela 3: Suporte a imagens DICOM - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada

A tabela 4, apresenta algumas das funções disponíveis em redes DICOM, possibilitando a leitura das imagens remota ao serviço que as originou.

<i>Funcionalidades</i>	<i>Aeskulap</i>	<i>Tudor Dicom Viewer + ImageJ</i>	<i>Conquest</i>	<i>Osiris</i>
<i>Implementação DICOM Network</i>				
<i>Pesquisa remota (C-Find)</i>	X		X	
<i>Recuperação remota (C-Move)</i>	X		X	
<i>Envio remoto</i>		?	?	
<i>Recepção remota</i>	X	X	X	

Tabela 4: Implementação DICOM Network - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada

A tabela 5, resume funcionalidades que suportem a integração de imagens não disponíveis numa rede. Tais funções podem ser de extrema importância na leitura ou envio de exames que provêm de diferentes sistemas de informação médica que não comunicam entre si em rede.

<i>Funcionalidades</i>	<i>Aeskulap</i>	<i>Tudor Dicom Viewer + ImageJ</i>	<i>Conquest</i>	<i>Osiris</i>
<i>Implementação DICOM Media Related Services</i>				
<i>Suporta DICOMdir</i>		X		X
<i>Exporta imagens (DICOMdir)</i>		X		X

Tabela 5: Implementação DICOM Media Related Services - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada

A tabela 6, resume o suporte aos formatos de imagem não médicos mais comuns. Tal suporte pode ser importante para a importação de exames nesses formatos de outros sistemas de informação, ou para exportação para apresentações ou outros trabalhos no âmbito da investigação.

<i>Funcionalidades</i>	<i>Aeskulap</i>	<i>Tudor Dicom Viewer + ImageJ</i>	<i>Conquest</i>	<i>Osiris</i>
<i>Suporte a outros formatos de imagem</i>				
<i>Importa Jpeg</i>		X		X
<i>Importa Tiff</i>		X		X
<i>Importa BMP</i>		X		X
<i>Exporta Jpeg</i>		X		X
<i>Exporta Tiff</i>		X		X
<i>Exporta BMP</i>		X	X	X

Tabela 6: Suporte a outros formatos de imagem - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada

A tabela 7, finalmente apresenta as funções de suporte a impressão quer impressão dos exames em películas ou impressão dos exames em papel para anexar a fichas clínicas ou simplesmente fornecer o exame ao respectivo examinado.

<i>Funcionalidades</i>	<i>Aeskulap</i>	<i>Tudor Dicom Viewer + ImageJ</i>	<i>Conquest</i>	<i>Osiris</i>
<i>Suporte a impressão</i>				
<i>DICOM Print Management Service Class</i>			?	
<i>Impressora de Papel</i>		X	?	X

Tabela 7: Suporte a impressão - X-Função testada com êxito ?-Função referida como disponível mas não testada

5.7 Análise comparativa

Analisando os quadros, parece evidente que, por si só, nenhuma das aplicações testadas pode ser considerada completa nas funções requeridas. No entanto, em conjunto, elas complementam-se abrangendo todas as funções para as quais foram testadas.

Individualmente, pode-se destacar os pontos fortes e fracos de cada aplicação:

- Como visualizador o “Aeskulap” apresenta-se como uma solução simples e de fácil implementação, integrando-se muito bem com o servidor DICOM. No entanto, as suas funções são bastante limitadas. Destaca-se ainda, a capacidade desta aplicação projectar as linhas de referência do plano de corte em séries ortogonais num estudo de MR. Tendo em conta que os clínicos, não especialistas, não necessitam de ferramentas de análise e processamento de imagens mais específicas, o “Aeskulap” pode ser uma boa alternativa a visualizadores para os clínicos.
- O “Tudor DICOM Viewer”, utilizando o “ImageJ” como uma extensão às suas funções, consegue implementar uma vasta gama de funções na visualização, processamento e integração de num servidor de imagens DICOM. Notando que a ferramenta *query* é uma ferramenta experimental, a sua utilização para outro uso que não seja o experimental deve ser cuidadosamente equacionado. Outro aspecto menos positivo passa pela sua interface que pode não ser a mais prática, uma vez que de momento, a aplicação não dispõe na mesma janela as ferramentas de processamento.
- A aplicação “Conquest”, sem a possibilidade de proceder a alterações nas imagens, tem no entanto óptima capacidade de gestão como servidor de

imagens. Pode ainda ser uma estação de diagnóstico de alguma especificidade, uma vez que tem ferramentas de análise de *pixel* e medição de distâncias.

- Como consola de diagnóstico a aplicação “Osiris” dá boas indicações. Muito completa a nível de ferramentas. A falta de serviços de rede DICOM retira-lhe algum brilho na análise. No entanto esta poderá servir de complemento a aplicações que não implementem a parte 10 do protocolo DICOM, ou ainda, poderá ser criado um *script* utilizando outros servidores para que possam receber as imagens e convertê-las em formato *papyrus* ou *dicomdir*.

5.8 Conclusão

Para os objectivos do trabalho, foram seleccionadas, segundo um conjunto de critérios, três aplicações de licença livre que pudessem integrar-se numa rede DICOM, e uma quarta para complementar as funções da aplicação Conquest. Todas elas foram sujeitas a uma avaliação mais rigorosa.

Foram testadas todas as funções relevantes para os objectivos, excepto funções que pudessem comprometer a integridade do arquivo do serviço de Imagiologia (funções C-Move para outros nodos da rede DICOM) e funções que pudessem criar custos adicionais ao serviço (funções de impressão).

De uma forma geral, todas as aplicações foram capazes de desempenhar as funções que anunciavam como disponíveis. No entanto, constata-se que nenhuma das soluções cobre todas as funções gerais exigidas para se considerar uma aplicação completa (na opinião pessoal do autor como técnico de radiologia).

Em seguida, refere-se alguns procedimentos e acontecimentos importantes durante a implementação deste projecto.

6.Relatório de Procedimentos

6.1.Introdução

O estudo de métodos e técnicas a adoptar numa organização e a gestão da mudança são actividades morosas sendo difícil avaliar o custo e o impacto. No caso presente, sendo a importância estratégica deste projecto reduzida, o envolvimento da organização não implicou custos extraordinários nem possibilitou uma avaliação do impacto. Considerando, no entanto, relevante a avaliação do esforço necessário para a avaliação de uma alternativa face a um sistema em produção, neste ponto indicam-se todos os procedimentos efectuados para a execução deste projecto.

6.2.Relatório

Em Novembro de 2006, foi obtido o consentimento do Director de Serviço para a implementação do projecto no serviço de Imagiologia no Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio. Foi pedida e aprovada a colaboração do serviço de Informática para a implementação do projecto. Essa colaboração previa a disponibilização de um computador e assistência na ligação do mesmo à rede interna do serviço de Imagiologia para que este pudesse aceder ao PACS comercial implementado.

Em Dezembro de 2006 foi disponibilizado um computador, por parte do serviço de Informática com as seguintes características:

- ✓ Processador Pentium II Celeron 333 Mhz
- ✓ 32 Mb de memória RAM
- ✓ Disco rígido de 3 Gbytes
- ✓ Placa Gráfica de 8 Mb

No mesmo mês de Dezembro após a instalação de sistema operativo e aplicação para avaliar, foi requisitado ao serviço de informática a disponibilização de um ponto físico de acesso à rede e atribuição de um IP para o computador.

A 14 de Maio, após conseguir um ponto físico de acesso à rede, fui atribuído um IP ao computador do projecto.

A 18 de Maio, com a ajuda do Técnico da SIEMENS, foi possibilitado ao computador do projecto (IP) aceder ao PACS implementado de modo a se prosseguir com a avaliação das aplicações. O mesmo técnico facultou os endereços AET e foi possível configurar a aplicação “Aeskulap” com sucesso, estando esta a partir da data a receber exames de todas as modalidades disponíveis na consola conhecida por “MagicView Exames-Gerais”.

A 10 de Julho, foi tomada a decisão de testar uma aplicação baseada em Windows.

A 25 de Julho, foi solicitado uma cópia original do sistema operativo Windows 98, para que fosse instalado no computador do projecto.

A 31 de Julho, procedeu-se à instalação do sistema operativo Windows 98 a qual, apesar da atenção dada do autor para que isso não acontecesse, necessitou da formatação prévia total do disco em *FAT 32*, perdendo-se assim a partição com o sistema XUBUNTU 6.10 criada anteriormente. Pós concluída a instalação do sistema WINDOWS 98 foi reposta uma partição com o sistema XUBUNTU 6.10 e todos os pacotes instalados anteriormente necessários para a aplicação AESKULAP, estando agora o computador do projecto em “*dual boot*”.

A 5 de Agosto, o PACS implementado no serviço de Imagiologia foi sujeito a uma actualização com perda do acesso das aplicações testadas ao PACS.

A 10 de Agosto, foi solicitado ao engenheiro da SIEMENS a reposição do acesso ao PACS das aplicações testadas através da configuração do último com o AET do

computador do projecto para comunicar e permitir o envio de imagens para o AET definido para o projecto, estando agora o AET do projecto a receber exames da estação “Magic View Técnicos”.

A 15 de Agosto, aquando da instalação da aplicação CONQUEST (baseada em Windows) foi notado a falta de *drivers* para a completa funcionalidade da placa de rede.

A 17 de Agosto, foi solicitada e adquirida ao serviço de informática a disquete contendo os *drivers* para a placa solicitada (ACCTON), verificando-se que o modelo dos *drivers* não correspondia à placa de rede instalada (3COM).

A 19 de Agosto, de acordo com o verificado no dia 17 foi fornecido pelo serviço de informática uma nova placa de rede que corresponderia aos *drivers* anteriormente entregues. Assim a partir deste dia, uma vez que a instalação do sistema XUBUNTU detectou a placa de rede 3COM, de modo a se proceder com os testes às aplicações sempre que se alternar entre sistemas operativos terá que se substituir as placas de rede.

A 25 de Agosto, e após várias tentativas, foi confirmado a impossibilidade de se instalar o software CONQUEST no computador emprestado pelo serviço de informática. Essa impossibilidade deverá estar ligada à pouca memória disponível que resulta no *crash*, durante primeira configuração, da aplicação.

A 30 de Setembro, pós alguma dificuldade em superar um problema de interoperabilidade, foi testada com sucesso a aplicação CONQUEST num laptop Centrino de 1.86 Ghz com 1024 MB de RAM.

A 1 de Outubro, foi testada com sucesso a integração de exames na aplicação Osiris, quer através de exames em CD *dicomdir* quer através do arquivo local criado pela aplicação Conquest.

A 10 de Outubro, foi testada com sucesso a aplicação Tudor DICOM Viewer e a integração do Tudor DICOM *toolkit* com o ImageJ.

6.3. Conclusão

Tendo-se tomado como referência o Serviço de Imagiologia do CHBA, uma dependência do serviço de informática da instituição era inevitável. Não obstante a disponibilidade imediata do serviço de informática, tendo este projecto decorrido em simultâneo com a actualização do PACS do serviço de Imagiologia a disponibilidade possível nem sempre foi a mais pronta para os objectivos do projecto.

Outra dificuldade sentida na implementação foi o equipamento (hardware) disponível. Devido aos poucos recursos dispensáveis pelo serviço de informática, este só pode disponibilizar um computador Pentium II de 333 Mhz e 32 Mb de RAM, ou seja, já obsoleto para os dias de hoje. Esta dificuldade surgiu durante o teste à aplicação Conquest e foi superada utilizando o computador portátil do autor.

7. Conclusão

Neste capítulo refere-se o objectivo e conclusão de cada capítulo, de forma a dar uma perspectiva geral, e defende-se a conclusão final do trabalho, salientando a sua aplicação prática e evolução ou trabalho futuro.

7.1. Conclusões Gerais

É claro para todos que a diversidade de modelos, marcas e fabricantes de equipamentos e aplicações médicas pode levar a problemas de interoperabilidade. Verifica-se que actualmente os sistemas PACS e outros sistemas de informação médica têm adoptado protocolos e normas *standard* e livres (protocolos de comunicação, formatos de imagem). Tal facto favorece o surgimento de mais aplicações livres que, com acesso a esses *standards* e sem custos adicionais em compras de licenças, podem em igualdade com aplicações comerciais, fornecer as suas próprias soluções a quem delas necessitar. Por sua vez, o aumento crescente de aplicações implementando tais *standards* ajuda a desenvolver e a consolidar a aceitação destes.

No que respeita ao serviço de Imagiologia do CHBA, sendo o seu PACS uma aplicação comercial, realça-se o esforço financeiro necessário para dotar este serviço de uma capacidade de trabalho “*filmless*” e procurando otimizar ao máximo o seu “*workflow*”. A qualidade e eficiência do serviço torna-o um bom sistema de referência para o projecto.

Na procura de aplicações livres que pudessem integrar exames de diagnóstico médicos, encontra-se uma grande oferta disponível para recolha na Internet. De forma a tornar a selecção mais clara, foram propostos alguns critérios considerados essenciais para o Técnico de Radiologia, tendo em conta os objectivos do trabalho. Da aplicação desses

critérios resultou a selecção de quatro aplicações: Aeskulap, Tudor DICOM Viewer, Conquest e Osiris.

Finalizando, constata-se que é possível integrar imagens médicas, pelo menos radiológicas, em sistemas livres recolhidos na Internet, ainda que (actualmente) com algumas limitações. Ao analisar as aplicações testadas, tendo como referência a aplicação comercial ao dispor no serviço de Imagiologia do CHBA, conclui-se que apesar de todas serem compatíveis com o formato mais usual e aceite, quer pelos fabricantes quer pelas instituições de saúde, o DICOM, das quatro aplicações sugeridas e testadas, nenhuma delas apresenta um conjunto de funções tão completo e tão prático quanto a aplicação comercial. Algumas funções de extrema importância para a segurança da informação, como a assinatura digital e a possibilidade de encriptação da informação numa transferência, não foram contempladas pelos autores das aplicações testadas. De referir que apenas uma das aplicações analisadas segundo os critérios de selecção, a aplicação “dcmk + DICOMScope” implementava essas funções. No entanto o carácter “código-aberto” das aplicações testadas permite a integração de mais funções por um qualquer programador disponível e competente.

Das aplicações testadas ainda não existe uma alternativa completa a aplicações comerciais (com a possível excepção do OsirisX para MAC OSX).

Fora do âmbito do trabalho, constata-se ainda que existe um maior número de aplicações livres (com potencial para diagnóstico por imagens médicas) para Windows. Por outro lado, foi evidente a menor carga (e conseqüentemente maior desempenho) requerida pelas aplicações em GNU/Linux.

7.2. Aplicação prática

Da execução deste projecto resulta a constatação de que, dependendo das necessidades de um indivíduo ou instituição, a actual oferta de software livre cobre algumas

necessidades na procura de integrar exames de diagnóstico. No caso específico da Radiologia, havendo exames em suporte CD ou outra unidade móvel, parece viável a utilização de aplicações como o Tudor DICOM Viewer ou o Osiris para uma efectivação de um diagnóstico. Já numa perspectiva de um serviço de Radiologia, tal não é prático, uma vez que a especificidade e fluxo do trabalho realizado não permite a viabilidade do uso de várias aplicações complementares para o completo processamento das imagens produzidas.

7.3. Sugestões de trabalho futuro

Na sequência deste trabalho na aplicação das Ciências da Computação às Ciências da Saúde, e beneficiando do facto de algumas aplicações estarem disponíveis em código-aberto, seria interessante aliar *toolkits* e outros conjuntos de ferramentas a aplicações gráficas livres de código-aberto de modo a acrescentar funções que de momento não dispõem.

Sugere-se também a inclusão em testes futuros, de algumas aplicações com elevado potencial, nomeadamente OsirisX, Radscaper, MEDwx, Papyrus, dicom3tools, Charruapacs. Estas aplicações são identificadas e descritas de forma sintética em anexo. Nos casos de aplicações que não garantam o seu uso clínico propõe-se o teste de validação numa instituição piloto.

8. Bibliografia

AGI – AutoGraph International (1996). **White Book - JPEG Compression in Medical Imaging**. AGI – the manufacturer of JPEG Pro. Acedido em Setembro, 2007, em: http://www.augrin.com/prod/jpp/wb_med.html

APDSI (2004). *e-Saúde: O que o sector da Saúde em Portugal tem a ganhar com o desenvolvimento da Sociedade da Informação*. Recuperado a Novembro, 2006, em www.apdsi.pt/getfile.php?id_file=321

Azevedo-Marques, P., & Trad, C., & Júnior, J., & Santos, A. (2001). *Implantação de um mini-PACS (sistema de arquivamento e distribuição de imagens) em hospital universitário*. Radiol Brás, 34(4), 221-224

Bontrager, K. (2001). *Tratado de Técnica Radiológica e Base Anatômica*. 5ª Edição. Guanabara Koogan

Canonical Ltd. (2006). *Página Oficial do Xubuntu*. Acedido em Novembro, 2006, em: <http://www.xubuntu.org/>

Carmona, T. (2005). *UNIVERSIDADE LINUX – Torne-se um especialista nesse poderoso sistema operacional!*. São Paulo: Digerati Comunicação e Tecnologia Ltda.

CEN. *CEN Technical Committee 251*. Acedido em Novembro, 2006, em: www.centc251.org

Centro de Bioestatística e Informática Médica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (2003). *Registos Clínicos Electrónicos*. Recuperado em Novembro, 2006, em: www.dcc.fc.up.pt/MI/MI2004/epr.pdf

Centro de Bioestatística e Informática Médica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (2003). *Telemedicina*. Recuperado em Novembro, 2006, em www.dcc.fc.up.pt/MI/MI2004/telemedicina.pdf

CharruaSoft. *CharruaSoft*. Acedido em Setembro, 2007, em: <http://www.charruasoft.com/indexen.htm>

Chheda, N. (2005). *Electronic Health Records and Continuity of Care Records – The Utility Theory*. Philadelphia: application of Information Technology & Economics

Chris Roden (2006). *The DICOM Standard*. Acedido em Novembro, 2006, em: <http://www.sph.sc.edu/comd/rorden/dicom.html>

Clunie, D. (2000). *DICOM Structured Reporting*. Pennsylvania: PixelMed Publishing

Crabb, A. (2006). *idoimaging – Free Medical imaging software*. Acedido em Novembro, 2006, em: www.idoimaging.com

Cunha, A. (2003). *Normas e Standards na Área da Informática Médica*. Recuperado em Dezembro, 2006, da Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia: <http://paginas.fe.up.pt/~ee92093/docs/relatorio.pdf>

Debian. *Debian -- Debian-Med*. Acedido a Novembro, 2006, em <http://www.debian.org/devel/debian-med/>

Département de Radiologie et des Sciences de L'Information Medicale (2006). *OSIRIS Presentation EN*. Acedido em Novembro, 2006, em: http://www.dim.heuge.ch/osiris/01_Osiris_Presentation_EN.htm

Département de Radiologie et des Sciences de L'Information Medicale. *OsiriX Medical Imaging Software – Advance Opensource PACS Workstation Dicom Viewer*. Acedido em Março, 2007, em: <http://www.osirix-viewer.com/>

Encyclopedia of Graphics File Formats. *Microsoft Windows Bitmap: Summary from the Encyclopedia of Graphics File Formats*. Acedido em Setembro, 2008, em: <http://www.fileformat.info/format/bmp/egff.htm>

Ferraz, N. (2002). *Categorias de Softwares Livres e Não-Livres*. Acedido em Janeiro, 2007, em: <http://www.gnu.org/philosophy/categories.pt.html>

Henriques, J. & Carvalho, P. (2004). *Health Level Seven*, Recuperado em Novembro, 2006, em: <https://www.dei.uc.pt/weboncampus/class/getmaterial.do?idclass=46&idyear=2>

Hermen, J. (2007). *Tudor DICOM toolkit*. Acedido em Setembro, 2007, em: <http://www.santec.lu/projects/optimage/dicomtools>

Hermen, J. (2007). *Tudor DICOM Viewer*. Acedido em Setembro, 2007, em:
<http://www.santec.lu/projects/optimage/dicomtools>

HL7. *Health Level 7*. Acedido em Novembro, 2006, em <http://www.hl7.org>

Hospital do Barlavento Algarvio (2002). *Guia de Acolhimento e programa de integração para Técnicos*: Portimão, Hospital do Barlavento Algarvio

ImPACT (2006). *transferring dicom images to pcs*. Acedido em Setembro, 2007, em:
<http://www.impactscan.org/dicomtopc.htm>

JPEG. *The JPEG committee home page*. Acedido em Setembro, 2007, em:
<http://www.jpeg.org/jpeg/index.html>

Knopke, A. *K-PACS, DICOM viewer and PACS workstation*. Acedido em Novembro, 2006 em: <http://www.k-pacs.net/>

Lopes, J. (2002/2003). **Computação Gráfica**. Instituto Superior Técnico. Recuperado em Janeiro de 2007 em:
<http://disciplinas.ist.utl.pt/leiccg/programa/livro/FormatosdeImagem.pdf>

Mayo Clinic (2004). *ANALYZETM 7.5 File Format*. Recuperado em Setembro, 2007, em: <http://www.mayo.edu/bir/PDF/ANALYZE75.pdf>

MHGS. **DICOM Solutions: MedImaView**. Acedido em Janeiro, 2007, em: <http://www.dicom-solutions.com/medimaview.shtm?lang=en>

Neuro Informatics Research Group. *Página Oficial do XNAT*. Acedido em Março, 2007, em: <http://www.xnat.org/index.html>

Oosterwijk, H. (1998). *DICOM versus HL7 for modality interfacing*. Acedido a Novembro, 2006, em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&list_uids=9735430&dopt=Citation

PACSsoft, LLC. *PACSsoft, LLC. - MyFreePacs*. Acedido em Janeiro, 2007, em: <http://pacssoft.com/index.php?content=myfreepacs>

Pennington, W. & Arnaez, G. (2006). *The Linux Medicine How-To* Acedido a Novembro, 2006, em <http://tldp.org/HOWTO/Medicine-HOWTO/>

Porcano, A. (2006). *Linux for Healthcare*. Acedido a Novembro, 2006, in <http://www.rt-image.com/071706EF>

Puech, P. & Boussel, L. (2005). *DicomWorks – The free DICOM viewer*. Acedido em Novembro, 2006, em: <http://dicom.online.fr/>

RainbowFish Software (2007). *PacsOne Server*. Acedido em Janeiro, 2007, em: <http://www.pacsone.net/>

Ratib, O., & Swiernik, M., & McCoy, J. (2002). *From PACS to integrated EMR*. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 27 (2-3), 207-215

Research Services Branch. *ImageJ – Image Processing and Analysis in Java*. Acedido em Junho, 2007, em: <http://rsb.info.nih.gov/ij/index.html>

Revet, B. (1997), *Dicom Cook Book for implementation in modalities – Chapters 1 and 2*. Phillips Medical Systems. Recuperado em Novembro, 2006, em: ftp://ftp.philips.com/pub/pms-3003/DICOM_Information/CookBook.pdf.

Rorden, C. *ezDICOM software*. Acedido em Novembro, 2006, em: <http://www.sph.sc.edu/comd/rorden/ezdicom.html>

RTstudents.com (2004). *RTstudents.com – Radiology PACS Resources*. Acedido em Novembro, 2006, em: <http://www.rtstudents.com/pacs/free-dicom-viewers.htm>

Silva, G. M. (2006). *Guia Foca GNU/Linux*. Recuperado em Novembro de 2006, em <http://www.guiafoca.org/>

Sourceforge.net. *(X)MedCon | Main / HomePage*. Acedido em Novembro, 2006, em: <http://xmedcon.sourceforge.net/>

Sourceforge.net. *AMC Postprocessing Package*. Acedido em Setembro, 2007, em: <http://amcpostpack.sourceforge.net/>

Surgical Systems Lab. *the Julius software platform*. Acedido em Janeiro, 2007, em:
http://julius.caesar.de/index.php/Main_Page

The Free Software Foundation. *FSF - The Free Software Foundation*. Acedido em Novembro, 2006, em: www.fsf.org

The GNU project. *The GNU Operating system - the GNU project - Free Software Foundation - Free as in Freedom – GNU/Linux*. Acedido em Janeiro, 2007, em:
www.gnu.org

Trezentos, P. (2005). *LINUX para PCs – Caixa Mágica - O Linux em português*. Lisboa: FCA – Editora em Informática.

VA Linux Systems, Inc. (2006). *Amide's a Medical Imaging Data Examiner*. Acedido em Novembro, 2006, em: <http://amide.sourceforge.net/>

Wikipedia. *BMP - Wikipedia, the free encyclopedia*. Acedido em Setembro, 2007, em:
http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_bitmap

Wikipedia. *Electronic health record - Wikipedia, the free encyclopedia*. Acedido em Novembro, 2006, em: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_health_record

Anexos:

A. Outras aplicações e sistemas a ter em conta em projectos futuros

Neste ponto serão apresentadas resumidamente, segundo informações das suas páginas oficiais, algumas aplicações e sistemas com potencial para serem utilizados em estudos do mesmo género que o presente.

A.1.Charrua toolkit

Escrito em C++, trata-se de uma optimização da biblioteca UCDCM de Mark Oskin. Tenta ser mais simples e compacta, incluindo igualmente estruturas Borland VCL.

Principais funções:

Integração em redes DICOM.

Implementação da parte 10 da norma DICOM.

Serviços SCU para *Verification, Storage, Find* e *Worklist*.

Serviços SCP para *storage, find* and *move*.

O código-fonte é licenciado sob a GNU General Public License, no entanto os autores solicitam que lhes seja comunicada a intenção para uso comercial.

Página oficial: <http://www.charruasoft.com/indexen.htm>

B.2.Medwx

Medwx baseia na linguagem de programação wxPython e ZODB, sendo que uma pequena parte está também escrita em C.. Trata-se de uma interface com um conjunto de ferramentas úteis para um clínico. Serve de cliente para servidores em redes DICOM. Pode correr em Windows XP, Linux e ainda por verificar em Mac OS X. Para a instalação é necessário ter instalado previamente Python 2.4.

O software é livre sob a licença Python.

Página oficial: <http://medwx.sourceforge.net/index.html>

A.3.DicomWorks

Projecto de Philippe Puech e Loic Boussel. Esta ferramenta, no caso de continuar a ser livre, pode revelar-se de grande interesse em projectos do género.

Trata-se de um visualizador DICOM e conversor para outros formatos que se integra bem em servidores ftp e suporta CD's *dicomdir*.

Actualmente, é disponibilizado sob uma licença *freeware*, sujeito a um registo para activar as funções todas da aplicação.

Página oficial: <http://dicom.online.fr/>

A.4.EZDICOM

Este software foi desenhado para exibir a grande maioria de imagens médicas: MR, CT, CR, e ultrasons. O ezDICOM consegue detectar automaticamente o formato da imagem. Trata-se de um simples visualizador que correrá num computador com Windows 95 ou posterior e requer menos de 300 Kb de espaço em disco.

Este software é coberto pela licença BSD *open source*.

Página oficial: <http://www.sph.sc.edu/comd/rorden/ezdicom.html>

A.5.K-PACS Workstation

Projecto de Andreas Knopke. Integra-se com outros servidores DICOM. Entre as suas funções temos:

Query/Retrieve SCU no paciente, estudo e séries.

Move SCU.

Store SCU no arquivo local ou externamente. (possibilita arquivar em *dicomdir*).

Suporte para compressão de imagens: uncompressed, JPEG-Lossless (J1), JPEG-lossy (J4)

Exportação com anonimização

Conversão para outros formatos: Jpeg e Bitmap.

Exportação de estudos para e-mail.

Modificação de DICOM *tag*'s.

O seu visualizador, permite:

cine, zoom, move e ajuste de janelas.

Medição de densidades e distâncias.

Modo ecrã dividido, para comparação entre séries e estudos.

Como requisitos mínimos:

Windows 2000/XP

Processor of Pentium III 800Mhz class

256Mb de ram

A sua licença é *Freeware*, sujeita a um registo no site oficial.

Página oficial: <http://www.k-pacs.de/>

A.6.PACSONe Server

O PACS Server In One Box, é uma aplicação PACS em conformidade com a norma DICOM 3.0 que se define como:

Um servidor DICOM;

Utiliza uma base dados *open source* MySQL;

Utiliza um servidor web *open source* Apache 2.0 HTTP server e PHP;

Permite escolher a plataforma de hardware a utilizar (*PC, laptop, workstation*, servidores com discos em RAID etc.);

Permite escolher a plataforma de software (Linux, Mac OS X, Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server, ou Vista).

PacsOne Server Basic Edition é disponibilizado livremente, pode ser integrado quer em sistemas abertos quer em sistemas proprietários, e pode ser livremente modificado ou distituído. No entanto qualquer alteração incluindo adições, modificações ou remoções ao pacote original deve ser disponibilizado para todos enviando uma cópia para os autores.

Página oficial: [http://www.pacsone.net/index.htm?](http://www.pacsone.net/index.htm)

A.7.Radscaper

O Radscaper é uma poderosa aplicação Java, com o propósito de ser um visualizador *web* DICOM. A maior vantagem para o uso do Radscaper em comparação com outros do género passa pelo facto de não ser necessária qualquer instalação, actualização e configuração, que poderá ser complicada para o profissional de saúde comum. O utilizador pode visualizar imagens em conformidade com o *standard* DICOM 3.0 via Intranet ou Internet. Pode igualmente, aceder ou manipular as imagens de qualquer lugar, tal e qual, como se navegasse na Internet sem qualquer formação extra. A sua integração, com qualquer servidor DICOM que possua uma interface web, é fácil.

É distribuido para plataforma Windows e Linux.

A sua Licença é *Freeware*.

Página oficial: <http://www.divinev.com/radscaper/index.html>

A.8. MyWebPACS

O MyFreePACS foi desenvolvido para proporcionar uma interface fácil e prática para visualizar imagens radiológicas, em qualquer lugar numa rede hospitalar ou remotamente via uma VPN. Utiliza um servidor DICOM completo, para receber e guardar imagens, é igualmente capaz de as transmitir via *web* para um cliente MyFreePACS. O cliente *web* MyFreePACS consiste numa página web que utiliza as funções ActiveX, contém todas as ferramentas que se podem encontrar nas mais modernas estações de visualização, incluindo processamento multiplanar e projecção da localização dos cortes noutros planos. O sistema está construído inteiramente sobre componentes livres e livremente disponível para download na *web*.

A sua licença é *Freeware*.

Página oficial: <http://pacsoft.com/index.php?content=myfreepacs>

A.9. Offis Dicom Toolkit – DCMTK (versão 3.5.4) +

DicomSCOPE

O pacote DCMTK é uma colecção de bibliotecas e aplicações que implementam grande parte da norma DICOM. Inclui software para examinar, construir e converter ficheiros de imagem DICOM, gestão *offline* de dados, envio e recepção de imagens sobre uma ligação em rede, bem como servidores de arquivo de imagens. DCMTK está escrito numa mistura de ANSI C e C++. É distribuído com o código-fonte e disponibilizado como *open source* software.

DCMTK é utilizado em hospitais e outras instituições espalhadas pelo mundo por diversos objectivos, desde simples ferramenta de teste a produtos a alicerce de projectos de investigação, protótipos e produtos comerciais.

O DICOMScope é uma interface gráfica para o DCMTK, livre e escrita em Java, pelo que para correr necessita ter o Java Run Environment 1.3 ou superior.

É de notar o aviso presente na página da Offis não recomendando a utilização do software para uso clínico (“Any use of the program in a clinical environment is not recommended.”, cf. <http://dicom.offis.de/dscope.php.en>, acessido em 2007/10/15), estando apenas algumas partes publicamente disponíveis.

O uso clínico das aplicações é agora explorado por uma empresa que surgiu da Offis e que com ela mantém colaboração (<http://www.icsmed.de/en/software.html#dicom>).

O DCMTK e o DICOMScope podem ser compilados em Windows e em grande parte de sistema operativos baseados em UNIX, incluindo Linux, Solaris, QNX, IRIX, Free/Net/OpenBSD e MacOS X.

Página oficial: <http://dicom.offis.de/index.php.en>

A.10. Osirix

Osirix é ao mesmo tempo uma estação DICOM PACS para imagens médicas e um software de processamento para pesquisa médica em Radiologia e Medicina Nuclear, com funções para visualização, processamento 3D, microscopia e modelação molecular.

Suporta uma arquitectura completa de plug-ins que permite expandir as suas capacidades.

OsiriX é uma aplicação exclusiva para MacOS X.

OsiriX é distribuída segundo a licença GNU General Public License.

O código-fonte está disponível para todos.

Página oficial: <http://www.osirix-viewer.com/>

B.Sistema de Gestão de Pacotes em GNU/Linux

Caso se opte por aplicações que corram em GNU/Linux, há alguns aspectos a considerar para a instalação das aplicações. Silva (2006), no seu guia, ensina o necessário para se instalar qualquer aplicação quer esteja pré-compilada ou não. Em seguida descreve-se parte dessa informação.

B.1.Pacotes

Pacotes são programas colocados dentro de um arquivo identificados por uma extensão própria (*.deb*, *.rpm*, *.slp*, *.tgz*) incluindo arquivos necessários para a instalação do programa, um sistemas de listagem e verificação de dependências, *scripts* de automatização para remoção parcial/total do pacote, listagem de arquivos, etc.

Um nome de pacote tem a forma *nome-versão_revisão."extensão"*.

B.2.dpkg

O *dpkg* (Debian Package) é o programa responsável pela gestão de pacotes em sistemas Debian. A sua operação é feita em modo texto e funciona através de comandos, assim caso se deseje uma ferramenta mais amigável para a selecção e instalação de pacotes, pode utilizar-se o *dselect* (que é um *front-end* para o *dpkg*) ou o *apt*.

dpkg é muito usado por usuários avançados da Debian e programadores para fins de instalação, manutenção e construção de pacotes.

B.3.apt

O *apt* é sistema de gestão de pacotes de programas que possui resolução automática de dependências entre pacotes, método fácil de instalação de pacotes, facilidade de operação, permite actualizar facilmente sua distribuição, etc. Ele funciona através de linha de comando, sendo bastante fácil de usar. Mesmo assim, existem interfaces gráficas para o *apt* como o *synaptic* (modo gráfico) e o *aptitude* (modo texto) que permitem poderosas manipulações de pacotes sugeridos, etc.

O *apt* pode utilizar tanto com arquivos locais como remotos na instalação ou actualização, desta maneira é possível actualizar toda a sua distribuição Debian via *ftp* ou *http* com apenas 2 simples comandos!

B.4.Instalar pacotes

O comando: *dpkg -i* [NomeDoPacote] (ou *-install*) pode instalar um pacote no sistema.

Pode acontecer que ele peça que seja instalado algum pacote que depende para o seu funcionamento. Dependências são pacotes requeridos para a instalação de outro pacote.

Utiliza-se o comando *apt-get install* [pacotes] para se instalar novos pacotes na distribuição utilizando o *apt*.

Podem ser instalados vários pacotes ao mesmo tempo separando os nomes por espaços.

Somente é preciso especificar o nome do pacote (sem a versão e revisão).

B.5.Alien

Caso se utilize um pacote de uma distribuição diferente da que se encontra instalada no sistema podemos convertê-la, previamente, com uma aplicação. O Alien é um programa que faz conversão entre pacotes *rpm*, *dpkg*, *stampede slp*, and *slackware tgz*.

B.6.Compactadores

A utilização de arquivos compactados é método útil principalmente para reduzir o consumo de espaço em disco ou permitir grandes quantidades de texto serem transferidas para outro computador através de disquetes.

Compactadores são programas que diminuem o tamanho de um arquivo (ou arquivos) através da substituição de caracteres repetidos.

B.6.1.Extensões de arquivos compactados

As extensões identificam o tipo de um arquivo e assim o programa o programa necessário para trabalhar com aquele tipo de arquivo. Existem dezenas de extensões que identificam arquivos compactados. Quando um arquivo (ou arquivos) é compactado, uma extensão correspondente ao programa usado é adicionada ao nome do arquivo. Ao descompactar acontece o contrário: a extensão é retirada do arquivo. Abaixo segue uma listagem de extensões mais usadas e os programas correspondentes:

.gz - Arquivo compactado pelo *gzip*. Utilizar o programa *gzip* para descompacta-lo.

bz2 - Arquivo compactado pelo *bzip2*.Utilizar o programa *bzip2* para descompacta-lo.

.Z - Arquivo compactado pelo programa *compress*. Utilizar o programa *uncompress* para descompacta-lo.

.zip - Arquivo compactado pelo programa *zip*. Utilizar o programa *unzip* para descompacta-lo.

.rar - Arquivo compactado pelo programa *rar*. Utilizar o programa *rar* para descompacta-lo.

.tar.gz - Arquivo compactado pelo programa *gzip* no utilitário de arquivamento *tar*.

Para descompacta-lo, pode usar-se o *gzip* e depois o *tar* ou somente o programa *tar* usando a opção *-z*.

.tgz - Abreviação de *.tar.gz*.

.tar.bz2 - Arquivo compactado pelo programa *bzip2* no utilitário de arquivamento *tar*.

Para descompacta-lo, pode usar-se o *bzip2* e depois o *tar* ou somente o programa *tar* usando a opção *-j*.

.tar.Z - Arquivo compactado pelo programa *compress* no utilitário de arquivamento *tar*. Para descompacta-lo, você pode usar o *uncompress* e depois o *tar* ou somente o programa *tar* usando a opção *-Z*.

C.Extracto de um DICOM header

Neste ponto, para efeito ilustrativo apenas, é apresentado um *dump* a uma imagem de um ficheiro DICOM contendo uma série de um exame de RM ao Joelho do próprio autor.

A organização do *header* encontra-se estruturada por secções, cada uma referente a uma *information entity* identificada pelo número de grupo e cada linha a um *attribute* (número de elemento).

Para a obtenção do *dump*, foi utilizada a aplicação Tudor DICOM Viewer

Em seguida irá-se apresentar as diferentes *information entity* presentes no ficheiro.

Nesta secção, podemos observar vários campos do mesmo grupo (0002) referentes à identificação da SOP *instance*.

```
0002,0002 Media Storage SOP Class UID: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4
0002,0003 Media Storage SOP Inst UID:
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006082507493315600000228
0002,0010 Transfer Syntax UID: 1.2.840.10008.1.2.1
0002,0012 Implementation Class UID: 1.3.12.2.1107.5.2
0002,0013 Implementation Version Name: MR_2004A_VA25A
```

A próxima secção representa a *information entity* referente ao estudo (grupo 0008).

```
0008,0005 Specific Character Set: ISO_IR 100
0008,0008 Image Type: ORIGINAL\PRIMARY\M\ND
0008,0016 SOP Class UID: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4
0008,0018 SOP Instance UID:
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006082507493315600000228
0008,0020 Study Date: 20060825
0008,0021 Series Date: 20060825
```

0008,0022 **Acquisition Date:** 20060825

0008,0023 **Image Date:** 20060825

0008,0030 **Study Time:** 171447.734000

0008,0031 **Series Time:** 172700.203000

0008,0032 **Acquisition Time:** 172517.217493

0008,0033 **Image Time:** 172700.296000

0008,0050 **Accession Number:**

0008,0060 **Modality:** MR

0008,0070 **Manufacturer:** SIEMENS

0008,0080 **Institution Name:** C H B Algarvio - Portimao

0008,0081 **Institution Address:** Sitio do Poco Seco, PORTIMAO, FARO, 8500, PORTUGAL

0008,0090 **Referring Physician's Name:** NULL

0008,1010 **Station Name:** basymp

0008,1030 **Study Description:** knee^HBA

0008,103E **Series Description:** t1_se_sag

0008,1090 **Manufacturer's Model Name:** Symphony

0008,1140 **Referenced Image Sequence:**

0008,1150 **Referenced SOP Class UID:** 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4

0008,1155 **Referenced SOP Instance UID:**
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006082507493315600000170

0008,1150 **Referenced SOP Class UID:** 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4

0008,1155 **Referenced SOP Instance UID:**
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006082507493315600000161

0008,1150 **Referenced SOP Class UID:** 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4

0008,1155 **Referenced SOP Instance UID:**
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006082507493315600000159

A próxima secção representa a *information entity* referente aos dados do paciente (grupo 0010).

0010,0010 **Patient's Name:** GUERRA, LUIS MIGUEL
0010,0020 **Patient ID:** 06.08.25-17:08:27-DST-1.3.12.2.1107.5.2.6.22025
0010,0030 **Patient's Birth Date:** 19810821
0010,0040 **Patient's Sex:** M
0010,1010 **Patient's Age:** 025Y
0010,1030 **Patient's Weight:** 70

A próxima secção representa a *information entity* referente aos dados da série (grupo 0018).

0018,0020 **Scanning Sequence:** SE
0018,0021 **Sequence Variant:** SP
0018,0022 **Scan Options:**
0018,0023 **MR Acquisition Type:** 2D
0018,0024 **Sequence Name:** *se2d1
0018,0025 **Angio Flag:** N
0018,0050 **Slice Thickness:** 3.5
0018,0080 **Repetition Time:** 450
0018,0081 **Echo Time:** 12
0018,0083 **Number of Averages:** 1
0018,0084 **Imaging Frequency:** 63.688117
0018,0085 **Imaged Nucleus:** 1H
0018,0086 **Echo Numbers(s):** 0
0018,0087 **Magnetic Field Strength:** 1.4939999580383
0018,0088 **Spacing Between Slices:** 3.85
0018,0089 **Number of Phase Encoding Steps:** 224
0018,0091 **Echo Train Length:** 1
0018,0093 **Percent Sampling:** 100
0018,0094 **Percent Phase Field of View:** 87.5
0018,0095 **Pixel Bandwidth:** 130
0018,1000 **Device Serial Number:** 22025

0018,1020 **Software Versions(s):** syngo MR 2004A 4VA25A
0018,1030 **Protocol Name:** t1_se_sag
0018,1200 **Date of Last Calibration:** 20050429
0018,1201 **Time of Last Calibration:** 151132.000000
0018,1251 **Transmitting Coil:** Body
0018,1310 **Acquisition Matrix:** 0 256 224 0
0018,1312 **Phase Encoding Direction:** ROW
0018,1314 **Flip Angle:** 51
0018,1315 **Variable Flip Angle Flag:** N
0018,1316 **SAR:** 1.9992901086807
0018,1318 **dB/dt:** 0
0018,5100 **Patient Position:** FFS

A próxima secção representa a *information entity* referente à imagem específica dentro da série (grupo 0020).

0020,000D **Study Instance UID:**
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006082507490315600000002
0020,000E **Series Instance UID:**
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006082507493315600000227
0020,0010 **Study ID:** 1
0020,0011 **Series Number:** 5
0020,0012 **Acquisition Number:** 1
0020,0013 **Image Number:** 1
0020,0032 **Image Position (Patient):**
-132.6913890554\ -67.524767283953\ 97.243757247925
0020,0037 **Image Orientation (Patient):**
-0.0034906214846\ 0.99999390776227\ 0\ 0\ 0\ -1
0020,0052 **Frame of Reference UID:**
1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.20060825171450843.0.0.0

0020,1040 Position Reference Indicator:

0020,1041 Slice Location: -132.92628407134

A próxima secção representa a *information entity* referente às características das imagens da série (grupo 0028).

0028,0002 Samples per Pixel: 1

0028,0004 Photometric Interpretation: MONOCHROME2

0028,0010 Rows: 256

0028,0011 Columns: 224

0028,0030 Pixel Spacing: 0.6640625\0.6640625

0028,0100 Bits Allocated: 16

0028,0101 Bits Stored: 12

0028,0102 High Bit: 11

0028,0103 Pixel Representation: 0

0028,0106 Smallest Image Pixel Value: 0

0028,0107 Largest Image Pixel Value: 655

0028,1050 Window Center: 203

0028,1051 Window Width: 542

0028,1055 Window Center & Width Explanation: WINDOW1

A próxima secção representa a *information entity* específica para o fabricante do equipamento (grupo 0029).

0029,0010 ---: SIEMENS CSA HEADER

0029,0011 ---: SIEMENS MEDCOM HEADER

0029,0012 ---: SIEMENS MEDCOM HEADER2

0029,1008 ---: IMAGE NUM 4

0029,1009 ---: 20060825

0029,1018 ---: MR

0029,1019 ---: 20060825

0029,1131 ---: 4.0.50933861

0029,1134 ---: DB TO DICOM

0029,1260 ---: com

A próxima secção representa a *information entity* referente aos dados da requisição do exame (grupo 0032).

0032,1032 **Requesting Physician:** NULL

0032,1060 **Requested Procedure Description:** knee HBA

A próxima secção representa a *information entity* referente à data e hora de aquisição (grupo 0040).

0040,0244 **Performed Procedure Step Start Date:** 20060825

0040,0245 **Performed Procedure Step Start Time:**

171447.734000

0040,0253 **Performed Procedure Step ID:** MR20060825171447

0040,0254 **Performed Procedure Step Description:** knee^HBA

A próxima secção representa a identificação do processo de arquivo em CD do exame (grupo 0088).

0088,0140 ---: 1.3.12.2.1107.5.2.6.22025.30000006090707352078100000001

A próxima secção representa a *information entity* específica para o fabricante do equipamento (grupo 0095).

0095,0010 ---: SIENET

A próxima secção representa a *information entity* específica para o fabricante do equipamento (grupo 0099).

0099,0010 ---: SIENET

Esta secção apresenta o número de pixels da imagem (grupo 7FE0).

7FE0,0010 Pixel Data: 47252