

*Software para processamento e análise de imagem
médica: comparação e especificação*

António Jorge Neves Gonçalves

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Porto - 2005



Universidade do Porto

FEUP Faculdade de
Engenharia

Dissertação submetida para efeito de atribuição do grau de Mestre em
Engenharia Biomédica à Universidade do Porto

Sob orientação do Professor Doutor Jorge Manuel Gomes Barbosa e
Professor Doutor João Manuel R. S. Tavares, da Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto

Março de 2005

Agradecimentos

Agradeço em especial aos Professores Jorge Manuel G. Barbosa e João Manuel R. S. Tavares, pelo apoio, orientação e disponibilidade ao longo da elaboração deste trabalho. Agradeço a todos os que participaram no teste de usabilidade, aos elementos do serviço de Imagiologia do hospital de S^o Sebastião, pelo apoio e informação transmitida na área da imagem médica. Um agradecimento muito grande à Márcia e Kikas, pela ajuda constante durante a execução deste trabalho.

Resumo

O tema desta Dissertação insere-se na área da avaliação ergonómica de interfaces de imagem médica. As técnicas de imagem são, no âmbito da medicina, uma ferramenta imprescindível para a prevenção e diagnóstico da doença recorrendo-se a programas específicos para o seu processamento e análise. Devido à especificidade da área de aplicação e às condições inerentes ao meio onde são utilizadas, como serviços hospitalares, os requisitos ao nível da interface e funcionalidade destes programas são necessariamente diferentes de um programa genérico de processamento e análise de imagem.

Com a elaboração deste trabalho, pretendeu-se desenvolver metodologias para avaliar a usabilidade e a ergonomia de programas de imagem médica. Numa primeira fase, são apresentados os conceitos que permitem abordar o problema da verificação da usabilidade, mediante uma reflexão sobre os tipos de problemas de usabilidade, é efectuada uma análise das principais metodologias de avaliação de usabilidade que se enquadrem no tema deste trabalho. Numa segunda fase, pretendeu-se concretizar a metodologia de avaliação através do desenvolvimento de um teste constituído por um conjunto de questões, adaptável ao tipo de programa em estudo e aos seus utilizadores em ambiente de trabalho real. O teste desenvolvido é aplicado a especialistas de diferentes serviços hospitalares e os resultados obtidos são apresentados e analisados. A segunda parte deste trabalho, consiste na especificação dos requisitos principais dos programas de análise e processamento de imagem médica que devem ser considerados no seu desenvolvimento; ou seja, indicar linhas de orientação relevantes para as equipas de desenvolvimento destas aplicações.

Abstract

The theme of this Dissertation focuses within the area of ergonomic evaluation of medical image interfaces. In the scope of medicine, the techniques of images are vital tools for the prevention and diagnosis of illnesses relying on the specific programmes for their processing and analysis. Due to the specificity of the area of application and to the inherent conditions where they are utilised, such as, hospital services, the requirements on the interface level and on the functionality of these programmes are fundamentally different from a generic programme of processing and image analysis.

The elaboration of this work was aimed at developing methodologies to evaluate the usability and the ergonomics of the medical image programmes. In the first stage, the concepts of problem coverage of usability verification were presented, by means of reflecting on the types of problems of usability, and an analysis was made of the main methodologies of usability evaluation which can be dealt in this study. In the second stage, an evaluation methodology was made through the development of a test consisting of group questions, adaptable to the type of programme being studied and to their users in the real working environment. The developed test is applied to specialists in different hospital services and the results obtained are presented and analysed. The second part of this work consisted on the specification of the main requirements of analysis and medical image processing which should be considered in their development; that is, indicating the relevant guidelines for the development teams of these applications.

Résumé

Le thème de cette thèse s'insère dans le domaine de l'évaluation ergonomique des interfaces d'images médicales. Les techniques d'image sont, dans le cadre de la médecine, un outil indispensable à la prévention et au diagnostic de la maladie en ayant recours à des programmes spécifiques pour leur traitement et analyse. En raison de la spécificité du domaine d'application et des conditions inhérentes au milieu dans lequel elles sont utilisées, tel que des services hospitaliers, les exigences au niveau de l'interface et de la fonctionnalité de ces programmes sont nécessairement différentes d'un programme générique de traitement et d'analyse d'image.

En élaborant ce travail, nous avons voulu développer des méthodologies pour évaluer l'usabilité et l'ergonomie de programmes d'image médicale. Dans un premier temps, nous présentons les concepts qui ont permis d'aborder le problème de la vérification de l'usabilité, moyennant une réflexion sur les types de problèmes d'usabilité, nous avons effectué une analyse des principales méthodologies d'évaluation d'usabilité qui s'encadrent dans le thème de ce travail. Dans un deuxième temps, nous avons voulu concrétiser une méthodologie d'évaluation au travers du développement d'un test composé d'un ensemble de questions, adaptable au type de programme en étude et à ses utilisateurs dans un environnement de travail réel. Le test développé est appliqué à des spécialistes de différents services hospitaliers et les résultats obtenus sont présentés et analysés. La deuxième partie de ce travail consiste dans la spécification des exigences principales des programmes d'analyse et de traitement d'image médicale qui doivent être prises en compte dans leur développement ; c'est-à-dire, indiquer des lignes d'orientation pertinentes pour les équipes de développement de ces applications.

Índice

Capítulo I: Introdução e estrutura da dissertação

1.1 - Introdução	1
1.2 - Objectivo da dissertação	3
1.3 - Estrutura da dissertação	4

Capítulo II: Caso Hospital Sº Sebastião 6

2.1- Descrição do serviço de imagiologia do Hospital S.º Sebastião	7
2.2- Gestão de imagem e arquivo, sistema PACS	10
2.3- Processamento/ Visualização	12
2.4- Distribuição de imagens	13
2.5 - Alguns pontos que podem ser melhorados	14
2.5.1- Reestruturação do parque de PC's	15
2.5.2- Diagnóstico de imagens	15
2.5.3- Processamento de Imagem/ Reconstrução 3D	15

Capítulo III: *Design* e princípios de usabilidade 18

3.1- <i>Design</i> e princípios de usabilidade	19
3.1.1- Visibilidade	19
3.1.2- <i>Feedback</i>	20
3.1.3- Restrições	20
3.1.4-.Mapeamento	21
3.1.5- Consistência	21
3.1.6- <i>Affordance</i>	22
3.2- Introdução aos tipos de <i>design</i>	22
3.2.1-Simplicidade	23
3.2.2- Minorar o esforço de memória	24

3.2.3- Aspectos cognitivos	24
3.2.4- Mensagem do sistema	25
3.3- Modos de interacção e reversibilidade das acções	25
3.3.1- Chamada de atenção ao utilizador	26
3.3.2- Alguns aspectos ligados à visualização	26
3.3.3- Diferentes utilizadores	27
3.4- Estilos de interacção	27
3.4.1- Alguns procedimentos para o design de janelas	28
3.4.2- Menus	29
3.4.3- Formulários	29
3.4.4- Caixas	29
3.4.5- Linguagem de comando	29
3.4.6- Interfaces gráficos.	30
3.4.7- Utilização de ecrãs sensíveis ao toque e interfaces vocais	30
 Capítulo IV: Avaliação da usabilidade	 32
4.1- Definição de usabilidade	33
4.2- A avaliação	34
4.2.1- A avaliação heurística	37
4.2.2- A avaliação ergonómica	38
4.3- Técnicas de avaliação	40
4.3.1- Observar os problemas e criação de lista de questões	42
4.4- Como realizar o teste de usabilidade	43
4.4.1- Montagem de um ensaio de interacção	44
4.4.2- Exemplos de testes	50
4.5- Análise de um caso real, o centro <i>Fred Hutchinson</i>	53
4.5.1- Metodologia do teste	54
4.5.2- A aprendizagem através dos testes da usabilidade	56
4.5.3- Realização de novo teste	57
4.5.4- Discussão	58

Capítulo V: Desenvolvimento de um sistema de avaliação: Testes, resultados e conclusões	60
5.1- Identificar as questões práticas - elaboração do teste de usabilidade	61
5.2- Escolha dos métodos de usabilidade e implementação do teste	63
5.2.1- Questões do teste	63
5.3- Teste de usabilidade: classificação	67
5.4- Resultados obtidos através do teste de usabilidade	68
5.4.1- Análise dos resultados obtidos	68
5.5- Algumas conclusões dos resultados obtidos	87
5.6- Tabela com os resultados do teste	93
5.7- O teste	95
 Capítulo VI: Algumas características indicadas para um sistema de imagem médica	 102
6.1- Análise de <i>software</i> de imagem médica	103
6.2- Elementos fundamentais que devem figurar num sistema de imagem médica	104
6.3- Constituição das janelas de um <i>software</i> de imagem médica	108
6.3.1- Janela de informação	109
6.3.2- Janela rápida	110
6.3.3- Janela da matriz	112
6.3.3.1- Funcionalidades necessárias à utilização da janela da matriz	114
6.3.3.2- Organização da janela da matriz	115
6.3.3.3- Sector de apresentações	116
6.3.3.4- Referências e simbologia que devem figurar nas imagens no formato matriz	118
6.4 - Janela de imagens	119
6.4.1- Organização das janelas de imagens	122
6.4.2- Operações com imagens	124

6.5- Sincronização de imagens	129
6.5.1- Navegação entre imagens	130
Capítulo VII: Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	136
7.1- Conclusões finais	137
7.2- Perspectivas de trabalho futuro	142
Bibliografia	144

Lista de Figuras

2.1 Diagrama de rede do serviço de imagiologia	8
2.2 Esquema de principio do sistema <i>PACS</i>	11
2.3 Interligação das estruturas	12
3.1 Algumas possíveis combinações para teclas de controlos	21
4.1 Os testes de usabilidade podem derrubar o muro entre aqueles que criam interfaces e aqueles que as utilizam	34
4.2 Etapas de montagem de um ensaio de interacção	45
5.1 Janela de informação	70
5.2 Janela com listas de trabalho	79
5.3 Caixas de ferramentas	81
5.4 Janela das ferramentas para manipulação de imagens	82
5.5a Gráfico das médias (média 1 e média 2), utilizadores (1 a 6)	89
5.5b Gráfico das médias (média1 e média 2), utilizadores (7 a 12)	90
5.6a Média das questões 3 a 7	91
5.6b Média das questões do grupo 8	91
6.1 Esquema dos dados necessários registar num exame médico	104
6.2 Exemplo da janela de informação	109
6.3 Exemplo de uma janela rápida	110
6.4 Exemplo de uma janela da matriz	112
6.5 Exemplo de uma janela com imagens dispostas no modo “mosaico”	113

6.6 Exemplo de imagens em miniatura	115
6.7 Instantâneo de uma matriz	116
6.8 Exemplo de uma imagem da matriz	117
6.9 Exemplo da janela de imagens	119
6.10 Janela de imagens <i>da 3D-Doctor</i>	120
6.11 Exemplo de pormenor da uma janela imagem	122
6.12 Exemplo menu de ferramentas	125
6.13 Exemplo da navegação para a direita na matriz desde uma janela de imagens	130
6.14 Exemplo do quadro para procura de imagens	131
6.15 Exemplo imagem do <i>software Sectra Wise Web</i>	132

Lista de tabelas

2.1 Comparação de parâmetros das alternativas modalidades de imagem	16
5.1 Respostas destinadas à questão 9	87
5.2 Média das questões por grupos	91
5.3 Resultados do teste de usabilidade	94
6.1 Sincronização de imagens	129

Abreviaturas

CD - Compact disc

EA - Easy Access, unidade que combina ficheiros/imagem (*Philips*)

ECG - Electrocardiograma

ECO - Ecografia

HIS - Sistema de Informação Hospitalar

IHM - Interação homem máquina

JPEG - Joint Photographics Expert Group

Juke Box - Armário automático de armazenamento e leitura de discos contendo
informação

ORC - Base de dados para a colocação da aplicação *RIS* sobre ambiente *Web*
(*Internet*)

ORACLE - Sistema de gestão de base de dados

PACS - Picture archiving communication systems

RAID - Redundant array of independent (or inexpensive) disc

RM - Ressonância magnética

RX - Raios X

SHO - Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares

TC - Tomografia computadorizada

US - Ultra sons

Capítulo I

Introdução à dissertação e sua estrutura

1.1 INTRODUÇÃO

Em 1895 os raios *X* são descobertos por Wilhelm Konrad Roentgen, e mais tarde introduzidos no diagnóstico médico, sendo ainda hoje a técnica mais comum de obtenção de imagens médicas.

O desenvolvimento dos computadores, a diminuição do seu tamanho, o aumento da sua capacidade de processamento, permitiu revolucionar o conceito de Radiologia, tornando possível o conceito de Tomografia Computorizada (*TC*), possibilitando novas gamas, em especial para a utilização de energias não ionizantes [PS99].

O radiologista passou a conviver com um novo conceito de representação do objecto radiológico, a representação digital. Enquanto que uma representação analógica considera uma gama de valores contínua, uma representação digital é discreta, com mudanças bruscas entre valores que são invariáveis dentro de certos limites. A resolução espacial define a unidade elementar da imagem, designada por pixel (*picture element*). Uma radiografia, que é uma imagem analógica, tem como limite a resolução espacial do tamanho do grão fotográfico, muito menor que o tamanho do pixel. A vantagem da imagem digital provém da resolução do contraste e da diminuição do ruído que é cerca de 1/10 do da radiografia. Este factor tem um peso muito mais significativo no índice sinal/ruído, tornando a imagem muito mais adequada para o diagnóstico. Além disso, a radiografia convencional, ao mesmo tempo que é um detector pouco discriminativo, de valores fixos, documento único, sobre o qual se faz a leitura, ainda tem de ser transportada até aos potenciais utilizadores, e finalmente necessita ser arquivada. Pelo contrário, a imagem digital contempla a possibilidade de ser representada de múltiplas maneiras, utilizando a restrita gama de cerca de 30 tonalidades de cinzento que os nossos olhos são capazes de discriminar, entre os milhares que o processo disponibiliza, centrados em estruturas diferentes e com representações diferentes.

O intensificador de imagem, foi o primeiro sistema de Radiologia convencional a incorporar o processo digital pela interposição de um conversor analógico-digital (*Image grabber*). As vantagens consistem em redução das doses de *RX*, posteriormente

a optimização das imagens e a possibilidade de seleccionar as mais relevantes. As câmaras *CCD*, conversores directos do feixe restante de *RX*, vieram substituir os *image grabber*. Este processo digital permite a evolução para Departamentos de Radiologia-sem-filme, a gravação em *CD-R* no standard *DICOM* (*Digital Communication in Medecine*), e a ligação à *LAN* (*local area network*), dentro do departamento e da instituição, e a *WAN* (*wide area network*) interinstitucional e internacional.

A utilização de novos métodos de aquisição de imagem permitiu este novo conceito de imagem médica, como seja o detector de sílica amorfa, que consiste num circuito integrado, constituído por uma camada fina de sílica amorfa, num suporte de vidro e numa cobertura de uma camada cintiladora de iodeto de cézio, matricialmente organizada em milhões de *pixels*, capaz de absorver 95% da energia do *RX* incidente. O iodeto de cézio converte a radiação *X* em luz que a sílica amorfa converte em corrente eléctrica, por sua vez traduzida em sinais digitais directamente proporcionais aos *RX*. Este detector de alta densidade de *pixels*, possibilita a obtenção de radiografias de alta resolução espacial e consequentemente de alta qualidade que, além disso, podem ser processadas por computador para ajustar o contraste, o brilho e realçar detalhes, capturando virtualmente toda a informação radiológica existente com relevância clínica. Resulta numa melhoria da qualidade de imagem, eliminando as repetições, reduzindo a penalidade radiogénica e aumentando a capacidade de resposta do departamento. Existem outros métodos como sejam o detector de selénio, ou os ecrãs memorizantes fotoestimuláveis, que além da redução da penalidade radiogénica para o paciente, a permitem o estabelecimento de padrões radiológicos enriquecidos e reconhecidos por computador, a partir dos quais se obtém um grande incremento na hierarquização diagnóstica percentual em termos quantitativos e qualitativos. Por exemplo, a resposta à terapêutica de uma insuficiência cardíaca baseia-se em medições muito mais reais do que a simples apreciação subjectiva do radiologista, permitindo avaliar em termos quantitativos e percentuais, a sua eficácia e o desvio positivo ou negativo da evolução. Este novo conceito possui muitas aplicações em muitas patologias, como por exemplo a resposta de um tumor à radioterapia, à quimioterapia ou embolização.

O referido desenvolvimento computacional fez com que termos tais como; *Análise Radiológica por Computador* (*CAD – Computer Aided Diagnosis*) e *PACS* (*Picture Archiving and Communication System*) passassem a ser usuais no meio clínico.

O primeiro refere-se ao processamento e aumento da qualidade das imagens, reconhecendo padrões radiológicos, que refinando o diagnóstico, permite realçar regiões de interesse (*ROI*) e assim oferecer diagnósticos diferenciais hierárquicos para o radiologista valorizar, validar ou propor discussão interdisciplinar. O termo *PACS*, entende-se como um método de uma gestão que engloba toda a informação contida nos processos dos pacientes de uma forma rápida, integrada e útil. Com isto, o acesso ao ficheiro clínico do paciente é realizado de uma forma interactiva com o *RIS* (*Radiological Information System*) e o *HIS* (*Hospital Information System*).

Esta revolução instrumental induz uma revolução comportamental e dos padrões operacionais de todo o pessoal, inclusive interfaces mais interactivas das modalidades radiológicas. A radiologia digital será uma nova forma de estar e de actuar no âmbito das ciências Radiológicas e na interactividade dos radiologistas com os outros clínicos.

1.2 Objectivos da dissertação

Neste trabalho pretende-se por um lado, apresentar um modelo de teste de usabilidade para programas de imagem médica, que permita obter uma classificação objectiva de modo a auxiliar o gestor na sua aquisição, e por outro, identificar e enumerar as características principais deste tipo de programas com o objectivo de orientar as equipas de desenvolvimento envolvidas.

O conhecimento do utilizador e do seu trabalho é importante para determinar qual a interacção que um programa deve ter, de modo a melhor servir os seus utilizadores. Normalmente, encontram-se pessoas com formas particulares de pensar e de trabalhar, que poderão ser mais elaboradas do que as imaginadas pelos projectistas de *software*. Por vezes a maneira de pensar e trabalhar, é uma consequência directa das características do dispositivo que é introduzido no local de trabalho do utilizador. Por outro lado, o computador e a sua interface representam uma ferramenta cognitiva que permite tratar melhor a informação.

A usabilidade é um parâmetro de utilização, definindo-se quanto à utilização do sistema. Pode-se afirmar que a usabilidade é definida ou medida para um contexto em que um sistema é operado. Pode ocorrer que um sistema proporciona uma boa

usabilidade para um utilizador experiente, mas baixa para um utilizador pouco experiente, ou vice-versa. Por outro lado, um sistema pode ser de fácil utilização se usado casualmente mas de difícil, se usado frequentemente no dia a dia.

1.3 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em sete capítulos ao longo dos quais o tema “*Software de Imagem Médica*” é descrito. Com tal propósito, os meios tecnológicos que compõem um sistema de imagem comum são apresentados, a engenharia de usabilidade é introduzida e as características principais de um sistema são enumeradas. Seguidamente são descritos os restantes capítulos desta dissertação:

No segundo capítulo desta dissertação, a título de exemplo, descreve-se o serviço de Imagiologia do Hospital de S^o Sebastião onde foram realizados os testes de usabilidade. É realizada uma análise ao modo de implantação do serviço de Imagiologia, equipamento de aquisição de imagem, o sistema de armazenamento de imagens e os circuitos de distribuição de imagens, finalizando nos pontos de visualização.

No terceiro capítulo, apresenta-se uma introdução aos princípios de *design* e usabilidade considerados neste género de programas em estudo. Também são descritas algumas características de âmbito geral baseadas em estudos efectuados no sentido de melhorar a usabilidade dos sistemas.

Já no quarto capítulo, é abordado o tema da avaliação, onde são apresentados vários métodos de avaliação da usabilidade. Por outro lado, procede-se à recolha de informação teórica que permita elaborar um modelo de avaliação para o *software* de imagem médica. Para isso é necessário um bom conhecimento do ambiente hospitalar e os géneros de especialidades clínicas. É também referido, um exemplo real de um trabalho de avaliação de um *software* de informação e entretenimento de uma clínica médica. Finalmente traçam-se as directrizes para a elaboração do método de avaliação de *software* de imagem médica, que será utilizado na avaliação do *software* disponível no serviço de imagiologia do Hospital S^o Sebastião.

No quinto capítulo, são descritas as questões que constituem o teste de avaliação desenvolvido e que foi apresentado aos utilizadores, análise dos resultados obtidos, mediante a pontuação atribuída pelos utilizadores, comparação dos resultados mediante a apresentação de gráficos com as médias dos resultados das avaliações, terminando com as conclusões e prováveis alterações, de forma a melhorar a usabilidade do sistema.

No capítulo seis, é realizada uma análise às principais características que devem figurar num *software* de imagem médica, com o objectivo de orientar a equipa de desenvolvimento deste tipo de programas.

No último capítulo desta dissertação, são apresentadas as conclusões gerais da dissertação, obtidas após a realização deste trabalho, bem como algumas perspectivas de trabalho futuro, as quais poderão ser consideradas no prosseguimento do trabalho realizado.

Capítulo II

Caso Hospital S° Sebastião

Neste capítulo é realizada uma descrição do serviço de Imagiologia do Hospital de S° Sebastião, onde foram realizados os testes de usabilidade. Análise ao modo de implantação do serviço de Imagiologia, equipamento de aquisição de imagem, o sistema de armazenamento de imagens e os circuitos de distribuição de imagens, finalizando nos pontos de visualização.

2.1 Descrição do serviço de Imagiologia do Hospital S.^o Sebastião

Neste capítulo pretende-se a título de exemplo, descrever como está implantado o serviço de imagiologia do Hospital S^o Sebastião, o seu princípio de funcionamento e algumas características do equipamento instalado. Efectuar o levantamento de necessidades de: *software*, sistemas de imagem, género de dados e aplicações utilizadas. Avaliar algumas das necessidades e melhoramentos que possam levar este serviço a satisfazer de uma forma mais eficaz as solicitações de diagnóstico médico de outros serviços.

A imagem médica obtida, através de exames imagiológicos, como seja a radiologia convencional com (imagem analógica), tomografia computadorizada, ressonância magnética, medicina nuclear ou ecografia, sofreu um grande incremento tecnológico nas últimas décadas. Os recentes métodos apoiados em novas tecnologias informáticas, têm alterado o conceito de imagem médica, sendo a tradicional imagem em película, cada vez menos utilizada, dando lugar à imagem digital, acessível em monitores de alta resolução, sendo facilmente armazenada sem os inconvenientes problemas de espaço físico. Numa primeira fase será abordado o processo de aquisição de imagem, em seguida os processos de visualização, o seu tratamento, arquivo e finalmente a sua distribuição. Este estudo tem também como função, o contacto com um sistema real em funcionamento, onde captam, tratam, validam e arquivam imagens médicas de várias especialidades clínicas.

Analizando a figura 2.1 (serviço de imagiologia do hospital S^o Sebastião), podemos constatar a existência de equipamentos de aquisição de imagem, como sejam o *Diagnost 93*, *Integris V300* e *CT Tomoscan AV*, em que o processo de aquisição de imagem é digital, sendo o sinal inserido na rede *Ethernet* no formato *DICOM*. Os equipamentos de raios *X*, *Bucky TH* e *TH/TC* recorrem a um processo tradicional; a aquisição de imagem é obtida em ecrã de fósforo, o qual é posteriormente introduzido manualmente no digitalizador *IP's*, sendo seguidamente convertido no formato *DICOM*.

Nos aparelhos de ecografia "*Easy Capture V*" o sinal de vídeo é convertido no formato *DICOM*, nas estações associadas a este equipamento. Caso exista interesse em converter imagens em película para o formato digital (por vezes os pacientes têm

exames realizados anteriormente em outras unidades de saúde, podendo existir interesse em juntar ao processo clínico), uma máquina com o nome "*Easy Capture/scaner*" executa esse processo [MP04].

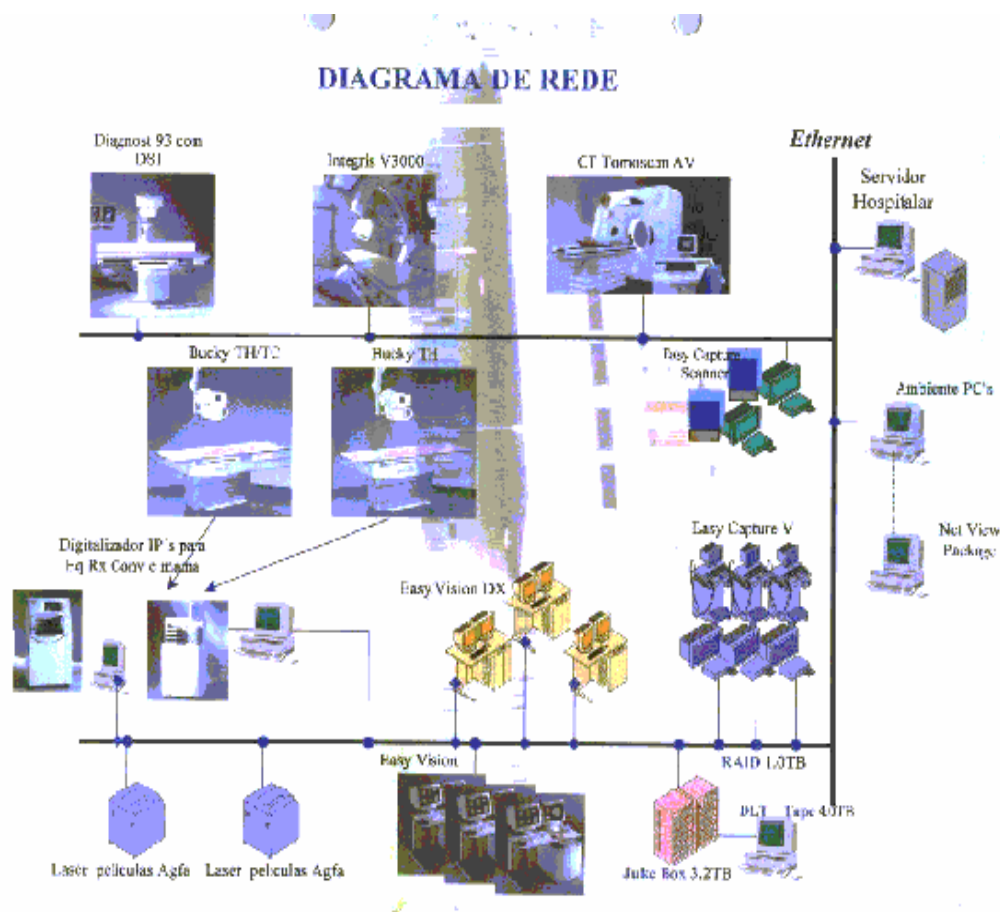


Figura 2.1 Diagrama de rede do serviço de imagiologia

As estações com a designação *Easy Vision Dx* permitem a visualização de imagens, o seu tratamento e posterior validação pelos clínicos. Este tipo de monitores possui uma matriz de $2K \times 2.5$ pixel, uma estrutura com elevada qualidade de imagem e ferramentas de processo avançadas. A tecnologia é do tipo "*Triple Gun*", isto é, o feixe de electrões é gerado por três canhões independentes, permitindo níveis de brilho e contraste elevados, sem cintilação, além disso possui uma taxa de refrescamento de 76Hz e resolução de 1200×1600 , por outro lado está associado a um *software* que permite as seguintes manipulações:

- Definir a escala de cinzentos por modalidade ou utilizador;
- Corte de uma zona da imagem activa;
- Rotação e espelho horizontal/vertical da imagem activa;
- Inserção de anotações;
- Definir marcações;
- Copiar a imagem activa;
- Zoom;
- Lupa;
- Calibração;
- Distancias;
- Segmentação de áreas;
- Estatísticas.

Este ponto da sequência do diagrama é de extrema importância, pois permite suprimir a imagem em película, com diversas vantagens tais como: rapidez de obtenção de um exame em qualquer ponto da unidade de saúde, originando menores níveis de espera por parte do doente, aumentando a qualidade do desempenho clínico. Por outro lado o aspecto ambiental, ou seja, menor poluição, uma vez que a maior parte das máquinas de revelação de imagem usam líquidos poluentes. Finalmente o aspecto económico, diminuição substancial dos gastos com a saúde. No entanto, verifica-se que os clínicos com hábitos de vários anos de utilização de películas, têm alguma dificuldade de adaptação a esta nova tecnologia, ocorrendo normalmente durante um período de tempo.

Existem outras estações, apelidadas de *Easy Vision* no serviço de Imagiologia, que são os postos de trabalho para técnicos de radiologia, existindo também em alguns serviços médicos, estações com monitores *Easy Vision*, para que os especialistas de cada serviço possam ter acesso e analisar imagens dos seus pacientes. Esta estrutura inclui *software* específico para visualização de imagens e relatórios, recorrendo a um *Browser standard*, como a *Microsoft internet Explorer* ou o *Netscape Navigator*, permitindo aos clínicos o acesso a casos seleccionados, de uma lista de doentes dedicada, com imagens e relatórios associados. As funções associadas são o ajuste de

janela, variação de escala de cinzentos e rotação. Adicionalmente inclui um conjunto de janelas, via aplicação *Java*, que permitem:

- Taxas de compressão de imagem definidas pelo utilizador, utilizando *Wavelet*;
- Possibilidade de arquivo de imagens no disco local;
- Acesso ao relatório e dados do doente (caso o *RIS* suporte esta funcionalidade);
- Utilização de conjuntos de ferramentas de visualização e medida;
- Teleconferência, partilha *online* de casos de estudo.

A qualidade de imagem depende de taxa de compressão utilizada, da placa gráfica e da qualidade do monitor, podendo ser configurado de acordo com as características do utilizador. A velocidade de transmissão de imagens depende da capacidade da rede e do local onde se encontra arquivada a imagem, *on-line* ou *near-line*.

2.2. Gestão de Imagem e Arquivo, Sistema PACS

O sistema *PACS* (*Picture Archiving Communication System*) [PMS01] contém a estrutura central de base de dados. A sua principal funcionalidade reside no controlo de registos de todo arquivo e também as actividades relacionadas com a comunicação. Existem outras funções importantes como sejam a administração de exames e correspondente informação associada, a gestão de protocolos específicos inerentes, a verificação e autenticação dos acessos, o controlo de fluxos e listas de trabalho.

Esta unidade é uma estrutura fisicamente distribuída por diferentes espaços e organiza-se segundo uma arquitectura lógica centralizada, fisicamente distribuída, o que significa que poderão utilizar recursos em diferentes "nodos" da rede, quer em termos de arquivo, quer mesmo de registo. Esta arquitectura oferece elevada performance, dispõem de múltiplos processos a correr em paralelo e garante o mínimo de conflitos de rede pela utilização do protocolo "colisões". Adicionalmente, a gestão lógica centralizada coloca o *Easy Access (EA)* sob uma plataforma transparente, isto é, sempre

que os dados/imagens têm proveniência distinta (modalidades), cada *Workstation* tem acesso instantâneo a todos os dados/imagens, listas de pacientes, protocolos, independentemente da sua proveniência.

O sistema *Easy Access*, contém a base de dados *Oracle (ORC)*, a unidade combina com ficheiros/imagens e contém o *software* para a gestão das imagens, numa estrutura de acesso on-line baseado num *RAID*, possuindo uma caixa lógica de gestão de discos em suporte *DVD (Juke Box)*, ver figura 2.2. As máquinas formam um grupo de gestão paralelo em forma de "cluster" na rede informática, usam duplos processadores para aceleração dos processos e, do ponto de vista de segurança, tem um rotina específica "*MC Service Guard Software*", para monitorização em tempo real das eventuais falhas, permutando sem perdas os processos para outro processador, entrando em acção o mecanismo de *backup* automático.

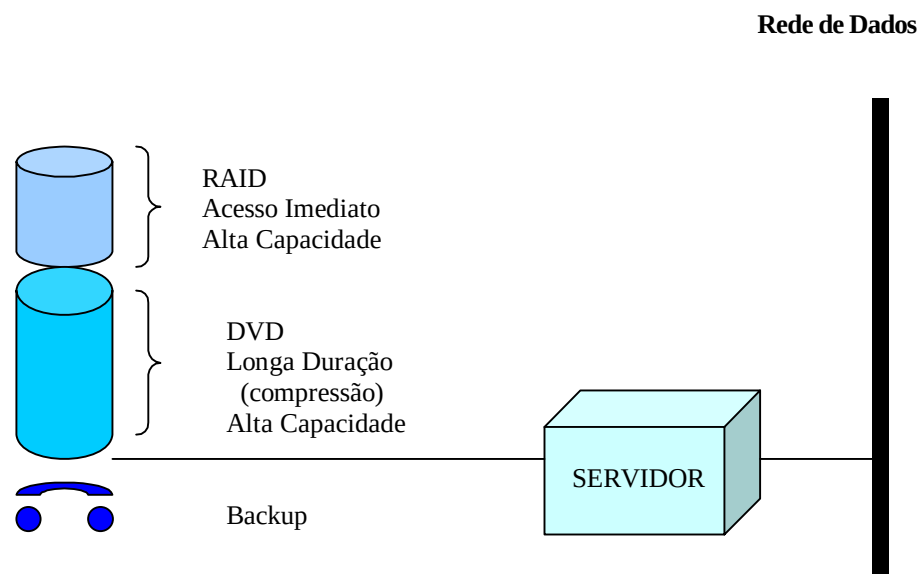


Figura 2.2- Esquema de princípio do sistema PACS [PMS01]

Cada novo exame, será um processo específico de auto *backup* na livreria de *DVD's*, ao qual se segue a produção de etiqueta com correspondente identificação e catalogação para fácil acesso em caso de necessidade futura. Naturalmente, cada *DVD* está caracterizado com um "*link*" com o "motor" de gestão global da base de dados; isto é, o *PACS* regista em que *DVD* está arquivado um determinado episódio e sempre que

um utilizador acede a determinado episódio residente no *DVD*, uma mensagem surge de imediato no sistema administrador.

2.3 Processamento/ Visualização

Interface *RIS* (*RIS*) - *PACS*

A função principal interface apresentada no diagrama de fluxo, na figura 2.3, é baseada na transferência dos dados dos pacientes e dos estudos realizados, busca e informação, estudo real dos pacientes, relatórios, etc.

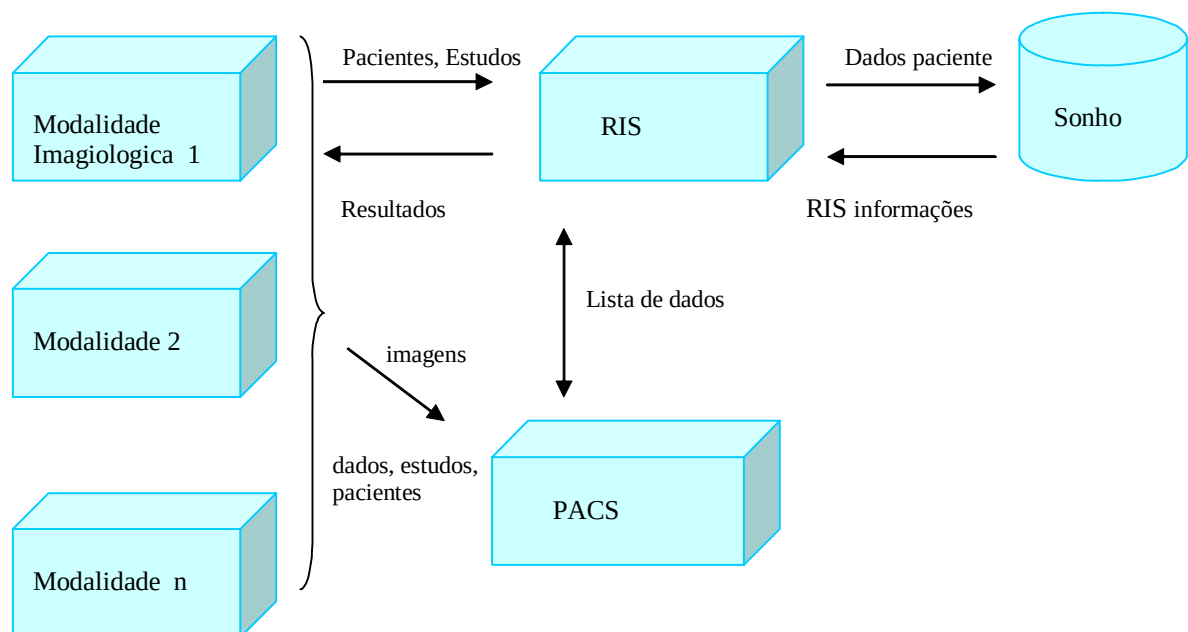


Figura 2.3 - Interligação das estruturas

Uma estrutura chamada *Easy Link*, baseada numa máquina com dois processadores e com o suporte *Windows 2000 Server*, representa o processo de ligação das estruturas *Philips* ao *RIS* de outros fornecedores.

Esta estrutura possibilita o seguinte:

- *RIS* envia listas *DICOM*;
- Função "*buffer*" para revisão da lista de trabalho;
- Verificação dos dados do *PACS*;
- Modificação dos indicadores de estado dos exames.

Descrição das etapas desde o processamento até ao arquivo de imagem:

A planificação de exames

Tem como objectivo a optimização dos recursos envolvidos no processo de realização de exames, desde o equipamento, salas e recursos humanos:

- Marcação manual onde o próprio utilizador, de acordo com as vagas a cada momento, indica ao sistema a data e hora pretendida para realização do exame.
- Marcação automática em que o sistema, com base em dados fornecidos pelo utilizador, procura datas livres para possível marcação do exame.

Validação do exame

Após a realização de cada exame, o sistema *RIS* será notificado com informação sobre o exame realizado e identificação do *folder* das imagens. A partir do momento em que o exame seja validado pelo clínico (com respectivo relatório), o sistema *PACS* publicará o exame, com imagem e relatório associado, ficando disponível para ser consultado.

2.4 Distribuição de imagens

Esta estrutura inclui 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

browser, permitindo facilmente aceder às imagens e relatórios. Este tipo de distribuição de imagens destina-se a serviços médicos como: serviço de emergência, unidade de cuidados intensivos, serviço de ortopedia e bloco operatório.

Este ponto visa essencialmente a comunicação entre o *PACS* e a aplicação "Sonho" (*SHO*), para que os dados dos pacientes sejam "ligados" aos exames clínicos (imagens). Esta solução *RIS* contempla diversos módulos, aplicações que proporcionam aos utilizadores ferramentas essenciais que permitem ainda:

- Controlo de listas de espera;
- Manutenção da planificação de exames;
- Gestão de exames agendados por modalidade, por médico e por técnico;
- Integração com o sistema de informação hospitalar *HIS*;
- Integração com o sistema *PACS*.

Rede de Dados

A rede informática do hospital é um ponto essencial, pois representa o veículo de transmissão das imagens para os monitores *Easy Vision*, para as estações *DX*, que se encontram no interior do serviço de imagiologia, necessitando no mínimo de 100 *Mbit/s*.

2.5 Alguns pontos que podem ser melhorados

Algumas questões se levantam no desempenho do sistema de visualização de imagens em especial, nos locais externos ao serviço de imagiologia. O tempo na obtenção de imagens pelo clínico é considerado usualmente elevado, motivado pela interface que comunica com o arquivo de imagens.

A largura de banda e a velocidade de processamento é fundamental para o correcto funcionamento das aplicações e serviços, para isso deverá existir uma plataforma técnica que permita a um gestor gerir e monitorizar em tempo real a infraestrutura. Podemos recorrer à implementação de algumas funcionalidades como sejam, a divisão dos serviços e protocolos de rede através da criação de *VLAN'S*, para

possibilitar a separação de domínio de *Broadcast*, de forma a evitar a degradação de largura de banda.

2.5.1 Reestruturação do parque de PC's

Os computadores do tipo *Pentium III* com 64 Mbytes (*RAM*) e 8 Gbytes de capacidade de disco, são lentos no processo de acesso às imagens e à sua manipulação. Numa primeira fase, a capacidade de memória *RAM* foi aumentada, mas não foi eficiente. A opção de substituir por *PC's Pentium IV* com 512 Mbytes (*RAM*) e 40 Gbytes de disco, demonstrou ser eficaz.

2.5.2 Diagnóstico de imagem

O método actual baseado em diagnóstico de imagem, tem como desvantagem a morosidade até a obtenção do resultado final. Actualmente, o médico especialista grava em cassette de áudio o seu diagnóstico, enquanto analisa as imagens, posteriormente as cassetes são enviadas a uma funcionária administrativa que, ouve a gravação e vai introduzindo através da aplicação *Microsoft Word* os dados no *PC*. Este relatório fica armazenado, associado à imagem correspondente, juntamente com os dados do paciente. Este processo é moroso, não se enquadrando com a restante tecnologia implementada, originando alguns erros no processo de introdução de dados. A utilização de um sistema de interface por dicção em arquivo de diagnósticos, no sistema *PACS*, reduz erros e esforço. Este aspecto é vantajoso em combinação com sistemas de dicção selectivos, conseguindo-se uma diminuição adicional do tempo de entrega do relatório. Este sistema permite também iniciar ou comandar todas as funções via voz, realçando a comodidade de uso e um melhor desempenho de serviço.

2.5.3 Processamento de Imagem /Reconstrução 3D

A imagem a três dimensões, obtidas a partir de imagens de *TC* é provavelmente o próximo passo em termos de investimento a efectuar nesta unidade. As contrapartidas obtidas na utilização de tais tecnologias são várias, permitindo o acesso a novos

caminhos para a exploração de forma não invasiva do corpo humano. O estudo de determinada zona do corpo, como o joelho, as malformações crânio faciais, localizar e observar a extensão de tumores ósseos nas diversas estruturas afectadas, são também facilitadas utilizando este novo conceito.

As imagens imagiológicas obtidas de exames de TC, normalmente correspondem a volumes que variam entre 20 e 100 cortes. As imagens bidimensionais possuem uma resolução de 512*512 por 12 bits, correspondendo o respectivo volume a ficheiros que variam entre 6~8 Mb a 30~35 Mb na forma comprimida e sem perda de informação [BM97]. O apoio da imagem 3D para a reconstrução de órgãos e simulações de cirurgias em tecidos macios possibilita um novo tipo de abordagem na actividade do acto médico.

Na tabela 2.1, faz-se uma comparação de alguns parâmetros mais usuais, em alguns géneros de imagem médica, no qual podemos constatar a diferença do número de imagens por exames necessários para cada modalidade, entre outros valores:

	CR	MRI	TC	US	NM
Pixel por imagem	2,048*2,560	256*256	512*512	512*512	128*128
Bits por pixel	12	10	12	8	8
Número de imagens por estudo	2	100	60	30	30
Bits por estudo	20 milhões	12 milhões	30 milhões	7,5 milhões	0,5 milhões
resolução/contraste	baixa	alta	alta	baixa	baixa

Tabela 2.1 Comparação de parâmetros das alternativas modalidades de imagem [SP00]

CR- Radiografia digital; MRI- Imagem de Ressonância Magnética; TC- Tomografia computadorizada; US- Ultra sons; NM- Medicina nuclear

Capítulo III

Design e princípios de usabilidade

Neste capítulo é apresentada uma introdução aos princípios de design e usabilidade considerados neste género de programas em estudo. Também são descritas algumas características de âmbito geral baseadas em estudos efectuados no sentido de melhorar a usabilidade dos sistemas.

3.1 Design e Princípios de Usabilidade

Contextualizar a usabilidade, em termos de princípios de *design*, passa pela criação de um modo de orientação dos *designers* de *software*, para que pensem em relação aos diferentes aspectos do *design*. Um bom método para exemplo é: sistemas que possuam um meio de providenciar um *feedback* adequado aos utilizadores, de modo a assegurar que eles sabem o que fazer no decurso das suas tarefas. Os princípios do *design* derivam da mistura da teoria baseada no conhecimento, experiências e senso comum, fornecendo sugestões aos desenhadoreis relativamente ao que devem desenvolver e o que devem evitar na criação da *interface*. Mais especificamente, pretende-se ajudar os desenhadoreis a melhorar e explicar o desenho [TH90]. Este tipo de *design* tem a intenção de assegurar o acerto, e melhoramentos de certos pormenores da *interface*.

O termo *interface* pode ser definido como as ligações entre o sistema e o utilizador, que permite estabelecer uma comunicação eficaz tendo como objectivo promover a participação e a interacção. Para obter a satisfação do utilizador, estes deveriam ser desenvolvidos tendo como base as características cognitivas do indivíduo: memória, percepção e representações [ORM03].

Conhecer em profundidade o que os utilizadores pretendem ver e fazer, permite um maior êxito na resolução das suas tarefas usando um produto interactivo. Os mais comuns aqui considerados são: visibilidade, *feedback*, restrições, mapeamento, consistência e *affordance* [DN88].

3.1.1 Visibilidade

As funções mais visíveis são provavelmente as que permitem aos utilizadores estarem informados para aquilo que irá acontecer a seguir. Em contrapartida, quando as funções estão “obscuras”, existe uma maior dificuldade para encontrar e saber o que usar. Se olharmos a disposição dos comandos do automóvel, a posição dos vários comandos visíveis como; luzes, buzina, etc; indicando o que deve ser considerado para obter o efeito pretendido para a sua condução. A relação entre a sua posição e a sua função, permitem ao condutor um melhor desempenho.

3.1.2 Feedback

O *feedback* é a informação que o utilizador recebe após ter executado uma acção que foi realizada, permitindo manter a continuidade da acção. Existem vários tipos de acções de *feedback* para o desenho de interacção, como sejam: o áudio, visual, tátil, verbal e as combinações destes. A mestria de decidir quais as combinações que são apropriadas para os diferentes tipos de actividades e interacções é fulcral. Utilizando correctamente o *feedback*, poder-se-á fornecer a necessária visibilidade para a interacção do utilizador. O tempo de resposta de uma acção é importante, um utilizador ao executar uma acção, se esta possui um tempo exagerado de espera podendo desviar a sua atenção, incitando este iniciar outra acção, enquanto aguarda pela resposta da primeira. Normalmente, durante os períodos de espera entre (0.1~10 segundos), ocorre a possibilidades de uma tomada de atitude por parte dos utilizadores. É de referir ainda que 10 segundos de espera são habitualmente o tempo a partir do qual o utilizador inicia o processo de desinteresse [NL93].

3.1.3 Restrições

A concepção do desenho confina a consulta de determinados caminhos que restringem alguns tipos de interacção de usabilidade, que podem surgir em determinado instante. Existem determinados meios para realizar este tipo de restrição, sendo o mais comum, a utilização de um menu na interface de utilização, cujas opções são sombreadas quando restringidas. Com isto, pretende-se prevenir a selecção incorrecta de opções, reduzindo desse modo os erros de utilização; por exemplo a selecção de gráficos desajustados para aquilo que se pretende. Podemos definir uma classificação em três restrições [DN99]:

Físico: Referindo-se ao caminho físico dos objectos restritos ao movimento das coisas. **Lógico:** Referindo-se à percepção das pessoas relativamente ao modo como o universo funciona. **Cultural:** Esta restrição respeita aquilo que aprendemos como convenções, exemplificando: a cor vermelha indica-nos atenção, também alguns sinais sonoros, têm certos significados que nos alertam.

3.1.4 Mapeamento

Refere-se à relação entre os diversos controlos e os seus efeitos no “mundo”. Um bom exemplo de mapeamento é a relação entre o controlo e o efeito de subida e descida do cursor em que podemos ter vários tipos de representação do mesmo como na figura 3.1.

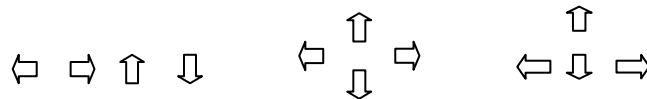


Figura 3.1 Algumas possíveis combinações para teclas de controlos

3.1.5 Consistência

Refere-se ao desenho da interface para ter ou efectuar operações similares e utilizar elementos também idênticos para operar tarefas igualmente equivalentes. Especificamente uma interface consistente é aquela que segue regras tal como por exemplo utilizar a mesma operação para seleccionar todos os objectos. Uma operação consistente usa a mesma acção de entrada, botão esquerdo do rato, para destacar qualquer objecto gráfico da interface, apesar de por vezes ser necessário utilizar o botão direito do rato. Consistência é um dos princípios básicos de usabilidade. Se os utilizadores souberem que um comando ou uma acção terá sempre o mesmo efeito, a confiança na utilização do *software* será maior. O sistema deve ser consistente, dando ao utilizador a oportunidade de executar tarefas equivalentes de um modo semelhante. O utilizador não fica em dúvida, se diferentes expressões, situações ou acções significam a mesma coisa. O mesmo comando ou a mesma acção terá sempre o mesmo efeito. A mesma informação deve ser apresentada no mesmo local e em todos os ecrãs e caixas de diálogo, devendo ser formatada do mesmo modo para facilitar o reconhecimento. Para semânticas similares deverão ser usadas sintaxes igualmente similares e vice-versa. Tomando como exemplo uma aplicação de processamento de texto, o comando para replicar uma porção de texto seleccionado, não ser designado por “duplicar” num menu e “copiar” noutra [JP98].

3.1.6 Affordance

É um termo utilizado para referir um atributo a um objecto que permite às pessoas saberem como utilizá-lo. Por exemplo, o botão de um rato convida a pressioná-lo e este acto activa um *clik*, por outro lado a sua caixa de plástico é fisicamente restrigente. Num nível simples *To afford* significa uma pista ou chave [DN88]. Quando o *afford* de um objecto físico é perceptível, é fácil saber como interagir com ele.

3.2 Introdução aos tipos de design

O *design* de interfaces deve ser centrado no utilizador como refere [NN02] e não no sistema, para que as necessidades sejam compreendidas. De um modo geral, o que é melhor para o utilizador, não é natural nem fácil para o *designer* ou para o programador da interface. Para uma melhor interacção com o utilizador, o conhecimento do género de utilizador, o seu tipo de comportamento e o que pretende, deve ser analisado. É então necessário efectuar sondagens aos utilizadores, avaliando o seu perfil, qual o tipo de tarefas que usualmente executa, o fluxo de informação que utiliza e o seu modo de trabalho. O grupo de utilizadores deve fazer parte dos elementos envolvidos no projecto, desta forma o *designer*, poderá beneficiar de uma melhor compreensão relativamente às tarefas que os utilizadores devem efectuar, a sua frequência e em que condições essas tarefas são executadas, entre outros procedimentos. Por outro lado poderá ter uma melhor percepção dos erros cometidos pelo utilizador, executando uma previsão de possíveis erros e qual a forma de os evitar. A título de exemplo podemos indicar:

1. Em termos de sintaxe, sempre que o utilizador introduzir um parêntese esquerdo, o sistema acrescenta automaticamente um parêntese direito;
2. Inibir, em função do contexto, as operações não aplicáveis;
3. Solicitar confirmação, pelo utilizador, de uma acção potencialmente destrutiva.

As operações que o utilizador necessita realizar devem ser optimizadas, para que o esforço se torne mínimo. Para tal deve ser feita a utilização de teclas aceleradoras,

teclas com funções, macros pré-definidos, uso de abreviaturas com a possibilidade de serem definidos pelo utilizador, etc. As mensagens e questões apresentadas ao utilizador, devem ser de tal forma que este sinta que controla o sistema e não o inverso, como exemplo veja-se estas duas frases:

“*Enter next command*” vs. “*Ready for next command*”

O utilizador pode ser auxiliado a familiarizar-se com o sistema, não devendo este necessitar mais do que uma página de informação para iniciar o seu trabalho com um sistema que desconheça. Por outro lado, deve ser dado ao utilizador um modelo mental consistente do sistema que tenha como base as tarefas que este deve efectuar, servindo de guia na realização dessas mesmas tarefas. Um exemplo será o “paradigma objecto/acção”. Numa interface de manipulação directa, a realização de tarefas é normalmente feita através da selecção prévia de um objecto (por exemplo, um ícone), seguido de uma acção prévia sobre esse objecto (por exemplo, abri-lo). Por outro lado temos, “paradigma acção/objecto”, numa interface de linha de comandos, o utilizador começa por definir uma acção por exemplo “*cat*”, seguido do objecto sobre o qual vai incidir a referida acção (o nome do ficheiro). Um outro meio de criar ajudas ao utilizador é a utilização de índices visuais, permitindo a formulação de um modelo mental que se assemelhe ao modelo do sistema, por exemplo, os elevadores de barras.

3.2.1 Simplicidade

Simplicidade é uma característica que devem possuir os sistemas, tendo em conta que os sistemas interactivos são complexos por inerência, conduzindo a interfaces com o utilizador também complexas. O *designer* deverá ter atenção para que as tarefas simples sejam fáceis de efectuar, através da utilização de objectos simples que são naturais para o utilizador, as tarefas de maior complexidade devem ser divididas em tarefas mais simples. Por outro lado os sistemas devem facilitar o utilizador em limitar o esforço de memória, reduzir a carga cognitiva, e possuir mensagens construtivas.

3.2.2 Minorar o esforço de memória

O sistema deve permitir o fecho de tarefas com frequência, assim como tratar as tarefas de maior complexidade de uma forma hierárquica *versus* linearidade. Permitir ao utilizador reconhecer em vez de o obrigar a relembrar, reduz o esforço de memória. Como exemplo vamos supor a necessidade de seleccionar um ficheiro, esta será mais fácil do que obrigar o utilizador a escrever a opção desejada. Para minimizar a carga de memória do utilizador, o sistema deve basear-se num número reduzido de regras que se apliquem a várias situações dependendo do contexto. O uso de comandos como “cortar” e “colar” tanto para porções de texto como para gráficos é um bom exemplo desta técnica.

3.2.3 Aspectos cognitivos

A carga cognitiva pode ser reduzida com a utilização de mnemónicas, que vão ajudar a evitar perdas de tempo na utilização dos sistemas informáticos. Tomando como exemplo o acelerador correspondente ao comando “copiar”, é mais fácil a memorização, da expressão “*Control-C*” do que a utilização de uma combinação de letras sem significado como seja “*ESC-F7*”. O arranjo das teclas do cursor num teclado, assim como o desenho dos ícones, representam também um incremento na redução da carga cognitiva do utilizador. A utilização de analogias com o mundo real, assim como expressões, palavras imagens e metáforas que são naturais para o utilizador, têm a vantagem de reduzir a carga cognitiva. Por exemplo a folha de cálculo, baseia-se na metáfora do papel dividido em linhas e colunas, semelhante ao usado pelos contabilistas, a metáfora do papel *desktop*. Um outro exemplo as pastas “*folders*” que se assemelham às pastas do mundo real, em que o processo de utilização permite a inclusão de documentos no seu interior, empilhamento de folhas, deslocação sobre a superfície da secretária e inseridas no caixote do lixo quando não necessárias.

3.2.4 Mensagens do sistema

O utilizador ao executar as tarefas preocupa-se com a sua forma de resolução e não com o modo como o sistema está implementado, assim as mensagens devem ser centradas no utilizador, no seu trabalho e não no sistema.

As mensagens de erro devem ter termos construtivos e não ameaçadores, pois este tipo de mensagem possui um grande efeito psicológico sobre o utilizador, devendo ser fraseadas de modo a aumentar a sua confiança e não a puni-lo. Mensagens do tipo “*fatal error, run aborted*” ou “*catastrophic error, logged with operator*”, não ajudam muito a aumentar a confiança do utilizador. Os termos utilizados nas mensagens de erro devem ser específicos e construtivos, não confundindo o utilizador, fornecendo a este toda a informação relacionada com o erro que esteja na posse do sistema. Por outro lado as mensagens devem possuir um número de palavras reduzido, para que a informação se torne a mais concisa possível, podendo ser também complementadas com informação que pode ser acedida através de um menu.

3.3 Modos de interacção e reversibilidade das acções

Um modo de interacção é um estado da *interface* no qual uma acção do utilizador pode ter um significado diferente e um resultado igualmente diferente do que teria noutro estado qualquer. O sistema deve apresentar índices visuais que mantenham o utilizador informado do modo em que se encontra actualmente. Por exemplo, num editor gráfico, a forma do cursor muda conforme a ferramenta de desenho que o utilizador seleccionou. O sistema deve permitir ao utilizador efectuar acções facilmente reversíveis, possibilitando assim reverter uma acção, o que possibilita e encoraja os utilizadores a explorarem o sistema.

3.3.1 Chamada de atenção ao utilizador

Situações de erro num sistema são críticas do ponto de vista da usabilidade por duas razões: primeiro, representam por definição um ponto em que o utilizador teve problemas e potencialmente será impedido de atingir o seu objectivo; segundo, elas apresentam uma oportunidade de ensinar o utilizador, pois ele estará motivado a prestar atenção à mensagem apresentada e o sistema tem geralmente o conhecimento do que causou o problema.

A chamada de atenção deve ser desenhada de forma a não confundir o utilizador, evitar a sua utilização incorrecta ou excessiva. Deste modo, a utilização de mais de dois níveis de intensidade, o uso de sublinhados e negritos com moderação, a não utilização de mais de três tipos de caracteres por ecrã, a não utilização de apenas caracteres maiúsculos, o uso de texto intermitente, que só deve ser usado em situações especiais, a utilização de mais de quatro cores por ecrã e sete por aplicação deve ser equacionada. A nível do som, deve ser suave e não de emergência, utilizando sons mais ásperos em situações de emergência. O uso de códigos de cores deve ser redundante, uma vez que alguns utilizadores possuem deficiências na percepção das cores, existem algumas (amarelo, vermelho, verde), que poderão ter um significado especial.

3.3.2 Alguns aspectos ligados à visualização

Um bom *design* de interacção muda o menos possível a configuração de uns ecrãs para os outros, mantendo os objectos estáticos, como sejam, os botões palavras e ícones, que se mantêm em vários ecrãs, devem manter a sua posição, de forma a manter a consistência da interface. Manter a inércia da visualização, evita o aumento da fadiga do utilizador cada vez que o ecrã muda, pois de contrario obriga a uma maior atenção do utilizador em termos de posicionamento dos comandos e informações.

A boa organização do ecrã ajuda a diminuir a complexidade. Não carregar excessivamente o ecrã de informação inútil, o *design* deve ser gerido de forma a equilibrar a densidade geral do ecrã, assim como a densidade local em determinadas áreas. A performance de um utilizador diminui quando o espaço vazio de um ecrã é

inferior a 25% da área total. Para ecrãs com predominância de zona de texto, esse valor é aproximadamente de 50% [NL93].

3.3.3 Diferentes utilizadores

É importante ter em conta que os utilizadores têm características diferentes, e assim preferências também distintas. Um outro ponto que convém distinguir, é o nível de experiência do utilizador, podendo subdividir-se em três níveis do seguinte modo:

Utilizador com pouca experiência - desconhece a semântica do sistema e tem poucos conhecimentos de sintaxe, sente-se inseguro, necessitando que o interface seja claro e simples, não possua um número de funções elevado, mas sim manuais de fácil compreensão e algumas demonstrações;

O utilizador intermitente - acumula a informação semântica do sistema com o tempo, mas vai perdendo o conhecimento da sintaxe. Este tipo de utilizador tem preferência por uma interface com comandos simples e consistentes, com funções e tarefas de fácil memorização, assistência e ajuda *on-line* e manuais concisos;

Utilizador frequente - domina a semântica e a sintaxe do sistema, a interface com interacção rápida é a sua preferida. Pretende comandos fortes, mensagens de erro concisas com elevado detalhe, bom *feedback* e possibilidade de personalização da interface.

3.4 Estilos de Interacção

Os estilos de interacção são um conjunto de objectos de *interface* e de técnicas que lhe estão associadas e que o *designer* tem à sua disposição. Neste contexto define-se ainda a aparência (*look*) e o comportamento (*feel*) dos referidos objectos e técnicas, relativamente ao utilizador do sistema [JP98].

Alguns exemplos de estilos de interacção:

- Janelas;
- Menus;
- Formulários;
- Caixas;
- Linguagem de comandos;
- Interfaces gráficos;
- Utilização de ecrãs sensíveis ao toque e interfaces de voz.

A janela é um objecto do ecrã que funciona como um palco para a apresentação e interacção de outros objectos. As janelas podem ser divididas em dois tipos, primárias e secundárias. A janela primária é a principal de uma aplicação, através da qual são geradas todas as outras janelas. As janelas secundárias são geradas através da janela primária, por exemplo, num processamento de texto um documento ao ser aberto surge numa janela secundária, (as caixas de diálogo e mensagens podem também ser consideradas como tal).

3.4.1 Alguns procedimentos para o *design* de janelas

O sistema deverá permitir a alteração com facilidade das posições das janelas e a sua dimensão. As janelas podem ser colocadas lado a lado ou sobrepostas. A primeira hipótese parece ser a que permite melhorar o desempenho do utilizador, no entanto a maioria prefere janelas sobrepostas, permitindo-lhes um maior controlo do seu posicionamento.

A janela primária tem as características de marco para o utilizador. Com a abertura de mais janelas este pode desorientar-se, tendo a necessidade de voltar à janela inicial, devendo esta manter a consistência inicial. As janelas permitem a utilização em simultâneo de duas ou mais partes de uma aplicação, ou de várias aplicações, permitindo executar tarefas diferentes ao mesmo tempo. Permitem também a utilização de diferentes aspectos para a mesma tarefa, como a apresentação de resultados sobre

várias perspectivas. O resultado de uma aplicação pode ser apresentado numa janela por uma tabela e numa outra por um gráfico.

3.4.2 Menus

Um menu é uma lista de itens a partir da qual o utilizador pode seleccionar uma ou mais opções. É um estilo de interacção muito utilizado pois permite em parte diminuir a memorização por parte do utilizador. De outro modo, menus em excesso podem diminuir a *performance* dos utilizadores frequentes, especialmente em casos em que não são suportadas maneiras rápidas de escolher opções pretendidas. Outra desvantagem prende-se com o facto de um menu, quando aberto, ocupar bastante espaço no ecrã. Existem diversos tipos de menus, com diferentes organizações, hierarquias e disposições, adaptando-se mais ou menos eficazmente a cada tipo de utilização.

3.4.3 Formulários

Um formulário é um ecrã composto por campos rotulados que se destinam a ser preenchidos pelo utilizador.

3.4.4 Caixas

Uma caixa é uma área rectangular do ecrã que é usada para mensagens, introdução de texto, comando, selecções e controlo.

3.4.5 Linguagem de comando

As linguagens de comando são um dos primeiros estilos de interacção usados em *interfaces* com o utilizador. A comunicação com o sistema baseia-se na introdução, por parte do utilizador, de sequências de caracteres que representam comandos, parâmetros e opções. É um estilo de comunicação forte, conciso e rápido, que normalmente é do agrado do utilizador frequente, na medida que dispensa os movimentos extra de mãos

característicos das interfaces de manipulação directa. No entanto, requer um treino e uma capacidade de memorização consideráveis.

3.4.6 Interfaces gráficos

É dada a designação de interface gráfico com o utilizador (*graphical user interface*, ou *GUI*) a todo o tipo de interacção que inclui janelas, botões, caixas, ícones, etc. É uma interface de manipulação directa, com uma interacção do tipo “apontar e carregar” e um paradigma objecto/acção. A maioria das interfaces gráficas apresenta ao utilizador *feedback* visual imediato.

O gráfico de uma função é mais fácil de compreender do que a sua formula, ou tabela de valores. Os gráficos transformam simples dados em informações com significado. Os gráficos promovem a exploração e, mais importante, a compreensão de domínios complexos.

3.4.7 Utilização de ecrãs sensíveis ao toque e interfaces vocais

Os ecrãs sensíveis ao toque estão entre os mais duráveis dispositivos de entrada. Funcionam bem em ambientes de utilização constante. A sua simplicidade de utilização torna-os apropriados para utilizadores experientes, por outro lado são também apropriados para utilizadores frequentes em situações em que o espaço físico é limitado.

A síntese de voz, actualmente é uma tecnologia razoavelmente bem desenvolvida. A voz gerada pelo computador pode variar desde sons ásperos e irreais a tonalidades bastante naturais. A síntese de voz é útil como um canal redundante de saída. É também, apropriada para o utilizador visual ou fisicamente deficiente, não podendo manipular eficazmente dispositivos de controlo. No reconhecimento de voz, existem algumas questões como a fiabilidade da compreensão da linguagem natural, sendo esta, alvo de muita investigação. As dificuldades têm a ver com as ambiguidades lexicais, sintácticas e semânticas que são inerentes a todas as linguagens humanas.

Capítulo IV

Avaliação de usabilidade

Neste capítulo é abordado o tema da avaliação, onde são apresentados métodos de avaliação da usabilidade. Por outro lado, pretende-se recolher a informação teórica que permita elaborar um modelo de avaliação para o software de imagem médica.

4.1 Definição de usabilidade

Segundo [NL93], usabilidade não é por si só uma propriedade de uma só dimensão da interface com o utilizador. Usabilidade é composta por múltiplos componentes, tradicionalmente associados aos seguintes cinco atributos de usabilidade:

1. **Aprendizagem** - O sistema deverá permitir uma aprendizagem fácil, permitindo ao utilizador rapidamente trabalhar com o sistema;
2. **Eficiência** - A avaliação do sistema será eficiente, se o utilizador aprendeu a interagir com este, originando um nível elevado de produtividade;
3. **Memorização** - O sistema deverá permitir ao utilizador facilidade em recordar, de modo que o utilizador possa facilmente voltar a utilizar o sistema após um período em que este não o usou, sem a necessidade de voltar a aprender tudo novamente;
4. **Erros** - O sistema possuirá um baixo nível de erro, se os utilizadores efectuaram poucos erros no decorrer da utilização do sistema, podendo facilmente recuperar o procedimento desejado, levando a uma baixa frequência de ocorrência de erros catastróficos;
5. **Satisfação** - Os utilizadores estão satisfeitos quando interagem com o sistema porque eles gostam da sua utilização.

A International Standards Organization (ISO) define usabilidade como: "effectiveness, efficiency and satisfaction with which a specified set of users can achieve a specified set of tasks in a particular environment". (ISO 9241 part 11)

4.2 A Avaliação

Porque é a avaliação importante e qual o seu significado

Sem existir uma avaliação eficaz, o projectista de *software* assim como, para quem tem a responsabilidade de orientar, seleccionar ou optar por determinado *software*, não pode estar certo da usabilidade do produto, acabando por não conhecer todas as necessidades dos utilizadores. Existem diversas definições nas várias avaliações técnicas, umas envolvem directamente os utilizadores, enquanto que outras pretendem compreender quais as necessidades dos utilizadores e a sua psicologia.

Na figura 4.1 podemos observar uma simples ilustração, que chama a atenção para a necessidade da existência de comunicação entre aqueles que criam interfaces e aqueles que as utilizam.

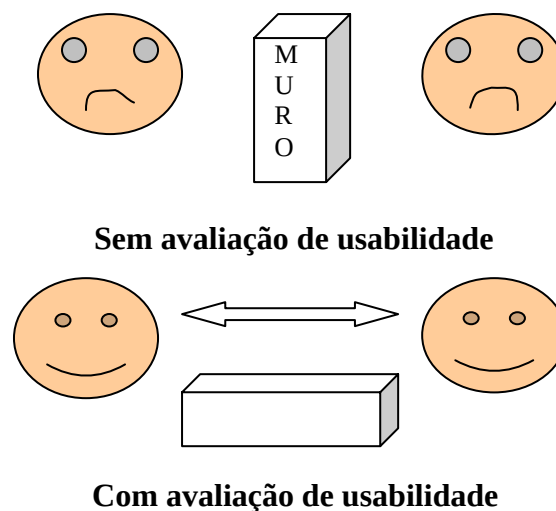


Figura 4.1 Os testes de usabilidade podem derrubar o muro entre aqueles que criam interfaces e aqueles que as utilizam

Os parâmetros que devem ser avaliados

Existe uma variedade de produtos interactivos com múltiplas características, por exemplo as diversas ofertas existentes no mercado de *software* de imagem médica, que deverão ser avaliadas. Assim como encontramos algumas agências que se dedicam à avaliação de *software* via *web*, ou especialistas na área da avaliação de *software*, o que é importante é seguir um método que permita aos avaliadores um controlo daquilo que precisam investigar. Vejamos este exemplo constituído por três princípios [GL95]:

1. Analisar os utilizadores e as suas tarefas;
2. Observar, medir e analisar o desempenho do sistema;
3. Desenho interactivo.

Ao **analisar** quais as tarefas que o utilizador necessita realizar e o modo como interage com a máquina, permite orientar a equipa de avaliação no sentido de melhor identificar as necessidades e os prováveis problemas de interacção. **Observar**, medir e analisar o desempenho do sistema de forma a compreender como funciona e como poderia funcionar de forma mais adequada. O **desenho** interactivo baseia-se na aplicação de métodos de usabilidade através de testes empíricos, que levam à descoberta de problemas de usabilidade podendo produzir uma nova versão da interface. O desenho interactivo pode ser considerado como uma metodologia, constituída por um ciclo repetitivo de desenho e teste, e desta forma conseguir que determinado produto obtenha resultados com sucesso.

A necessidade da avaliação

A avaliação é necessária para testar como os utilizadores agem ao utilizarem um programa de *software*, analisando o seu grau de satisfação. Existem diversas empresas de consultadoria que se dedicam a melhorar a usabilidade de um *software*, uma delas é a *Nielsen Norman Group*. Analisemos uma sua definição:

“User experience encompasses all aspects of the end-user’s interaction ... the first requirement for an exemplary user experience is to meet the exact needs of the costumer, without fuss or bother. Next comes simplicity and elegance that produce products that are a joy to own, a joy to use.”

Deste modo, alguns pontos poderão ser equacionados antes do lançamento de novos produtos:

1. Os problemas devem ser identificados antes do lançamento do produto;
2. A equipa deve debruçar-se nos problemas reais, não nos imaginários;
3. Os coordenadores codificam, em vez de debater;
4. O departamento comercial e promoção do produto, deve possuir uma imagem sólida que permita vender, sem necessidade de seguir todos os passos até que o produto seja totalmente lançado.

Quando avaliar

Quando um produto acaba de ser lançado no mercado ou então quando é realizado um *upgrade* de um produto existente, é necessário avaliar a sua funcionalidade junto dos utilizadores. Um método utilizado pelos projectistas passa pelo desenvolvimento de modelos experimentais que ajudam a compreender se o produto está de acordo com a necessidade dos utilizadores. Por outro lado, quem adquire este tipo de ferramenta, necessita de uma avaliação aos produtos disponíveis, para optar por aquele que mais convém ao desempenho do seu trabalho. Sem uma avaliação cuidada com base em critérios ergonómicos, conhecimento das necessidades dos utilizadores e a sua ligação ao sistema, não é possível efectuar com objectividade a escolha da melhor proposta.

As técnicas de teste são usadas para questionar a opinião dos utilizadores e para avaliar os produtos através de questionários e entrevistas. O objectivo desta avaliação é, verificar se este tipo de *design* preenche as necessidades dos utilizadores e qual o seu grau de satisfação. No caso de um melhoramento, há um determinado espaço para mudança e terá de haver uma preocupação em melhorar o produto como um todo [JH95].

As avaliações realizadas durante o período de *design* devem ser continuadas com questões aos utilizadores, através de avaliações formativas, para que o produto final tenha sucesso. Este produto deve estar em conformidade com o *standard* normativo para este tipo de produto ou satisfazer as exigências de uma empresa promotora.

Agências como o *National Institute of Standards and Technology (NIST)* nos Estados Unidos da América ou o *International Standards Organization (ISO)* e o *British Standards Institute (BSI)*, avaliam os vários produtos desenvolvidos por outras empresas.

Com a elaboração deste trabalho pretende-se, assim como as entidades referidas anteriormente, avaliar se um determinada ferramenta satisfaz o utilizador e quais as alterações a introduzir para aumentar a usabilidade da interface.

4.2.1 A avaliação heurística

A avaliação heurística [NL93] é um método importante na análise da usabilidade. É um método de inspecção sistemático da interface do utilizador em relação à sua usabilidade. A avaliação heurística tem como objectivo detectar problemas de usabilidade e encontrar um meio de os resolver. Deste modo, o avaliador interage com a interface avaliando se esta se adequa, comparando-a com os princípios da usabilidade reconhecidos através de heurísticas. Geralmente são considerados 10 os tipos de heurísticas para guia de avaliação:

1. Diálogos simples e naturais: Os diálogos não devem conter informação irrelevante ou desnecessária. Esta informação compete com aquela que é realmente importante e diminui a visibilidade relativa;
2. Considera a linguagem do utilizador: Os diálogos devem ser expressos claramente em palavras, frases ou conceitos familiares ao utilizador e não ao sistema;
3. Minimizar a sobrecarga de memória do utilizador: O *software* deve apresentar ao utilizador, elementos de diálogo que lhe permitam fazer as suas

escolhas sem que haja necessidade de se lembrar deste ou daquele comando específico;

4. **Consistência:** É um dos princípios básicos de usabilidade. Se os utilizadores souberem que um mesmo comando ou uma mesma acção terá sempre o mesmo efeito, incrementará uma maior confiança na utilização do *software*;
5. **Feedback:** O sistema deverá informar continuamente o utilizador sobre o que ele está a fazer em tempo útil;
6. **Saídas claramente marcadas:** muitas vezes os utilizadores escolhem funções erradas e deve-lhes ser permitida a saída rápida e imediata pois deste modo, o utilizador adquire confiança e aprende por exploração;
7. **Atalhos:** O sistema deve possuir “atalhos” para facilitar a execução rápida para os utilizadores mais experientes;
8. **Boas mensagens de erro:** As mensagens devem ser claras e sem códigos. Devem ser construtivas e assim sugerir soluções;
9. **Prevenir erros:** Melhor do que haver boas mensagens de erros, é a existência de um sistema que previna o erro;
10. **Ajuda e documentação:** O ideal é possuir um *software* tão fácil que não seja necessário a “ajuda”. Por outro lado, o acesso à informação deverá ser de procura simples e focalizado nas tarefas do utilizador.

A implementação deste método define o conceito da boa usabilidade, sendo realizado de uma forma com base na observação da interface e formalizar opiniões acerca do que é bom e o que é mau na interface. Assim, é possível a sua utilização como um método de ajuda ao melhoramento da usabilidade da interface em avaliação, mediante uma análise cuidada e verificando se as algumas características da interface estão de acordo com referidas heurísticas.

4.2.2 Avaliação ergonómica

Enquanto conceito teórico, a ergonomia (ou factor Humano) possui uma definição como; o estudo científico da relação entre o humano e seus meios, métodos e espaço de trabalho. Uma outra abordagem pode ser definida como; um conjunto de conhecimentos

científicos relativos ao humano e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência. Um dos objectivos de uma avaliação ergonómica, é a elaboração com o auxílio de diversas disciplinas científicas, de um conjunto de informações que, dentro da perspectiva da aplicação, deve resultar numa melhor adaptação ao homem, meios tecnológicos, ambientes de trabalho e de vida. Uma outra definição subscrita pelo Conselho executivo da *Internacional Ergonomics Association (IEA)*, define a ergonomia como sendo uma disciplina científica relacionada com a compreensão das interacções entre os seres humanos, os outros elementos do sistema, a profissão que aplica os princípios teóricos, dados e métodos para concepção, com vista a otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. A ergonomia está relacionada com a interacção entre situações de trabalho e tecnológicas com o Homem, envolvendo ciências como a Anatomia, a Fisiologia e a Psicologia, de modo a aumentar as capacidades humanas, a manutenção do bem-estar e a defesa da saúde, ajustando o trabalho à pessoa.

O termo interface pode ser definido como as ligações entre o sistema e o utilizador, que permite estabelecer uma comunicação eficaz tendo como objectivo promover a participação e a interacção. Para obter a satisfação do utilizador, estes deveriam ser desenvolvidos tendo como base as características cognitivas do indivíduo: memória, percepção e representações [ORM03].

Um dos objectivos deste capítulo é a análise do tema Interacção Homem/Máquina, de modo a melhorar os modelos de apresentação de quadros que permitem interagir com as tecnologias de visualização de imagens em especial da imagem médica. Compreender a interacção entre os humanos e as tecnologias computacionais, de forma a detectar controlos pouco funcionais, como sejam as dificuldades de percepção e memorização, terminologia, instruções, disposição das janelas, entre outros.

Muitas das interfaces de ambiente actualmente existentes, apresentam problemas na arquitectura de informação, de organização de elementos visuais, de interactividade e de funcionalidade. Os problemas vão dificultar o desempenho das tarefas a memorizar, aumentando a incidência de erros por parte do utilizador [NL00]. A construção de *interfaces* tem sofrido algumas influências pelo aumento da complexidade dos sistemas

e pela preocupação no aumento de qualidade do *software* dentro da característica de usabilidade (definições da Norma ISO/IEC 9126-1). Recentemente, grande parte das aplicações passam a centrar-se nas interfaces gráficos *GUI* (*Graphical User Interface*), enquanto outras estão já centradas no objecto, utilizando os *OUI* (*Object User Interface*). Com a crescente utilização da Internet, surgiram os *WUI* (*Web User Interface*).

O interesse na utilização de regras de ergonomia, na avaliação de interfaces humano/computador, resulta da necessidade de se evitarem erros grosseiros de concepção e facilitar as tomadas de decisões dos avaliadores, de modo a ganhar tempo e assegurar uma maior coerências e homogeneidade possíveis. Esse método, traduzido por *checklists*, é desenvolvido por *experts* que desenvolvem as suas opiniões na avaliação de IHC interacção humano/computador.

4.3 Técnicas de avaliação

Podemos definir testes de usabilidade como: “teste de usabilidade implica pessoas reais, tentando fazer tarefas reais com um sistema real e com um observador real vendo o que acontece” [LR04].

Identificar usabilidade e os objectivos das experiências de utilização são essenciais para que um produto tenha sucesso, juntando isto à compreensão do que os utilizadores pretendem. É importante que esta compreensão ocorra durante os estágios do desenvolvimento do produto. A dificuldade deste processo está em saber o que focalizar nos diferentes estágios. Os requisitos iniciais fazem com que o processo de *design* tenha início, no entanto compreender os requisitos obriga a um processo de negociação entre os utilizadores. A informação dos utilizadores é primordial para o desenvolvimento do projecto, sendo este um processo cíclico com métodos de avaliação, facilitando a compreensão entre designers e utilizadores.

Numa avaliação heurística, o analista tem o objectivo de analisar se o *software* se encontra de acordo com os critérios ergonómicos, avaliando deste modo a qualidade do *software*. Neste género de avaliação, não é necessária a presença de utilizadores, no entanto, existe uma exigência para que o analista responsável pela avaliação tenha a compreensão total de cada critério e saiba estabelecer qual deve ser primeiramente

respeitado, já que, em determinadas situações, uma função de um *software* pode atender a um critério e considerar um outro.

Existem diversas técnicas de avaliação caracterizadas por vários caminhos. Para este trabalho serão utilizadas as seguintes técnicas:

- a) Observação dos utilizadores;
- b) Questionar os utilizadores sobre as suas opiniões;
- c) Testar as performances dos utilizadores;
- d) Modelar as performances das tarefas dos utilizadores para que se possa prever a eficácia da respectiva interface.

a) Observar os utilizadores

As técnicas de observação ajudam a identificar as necessidades de novos tipos de produtos, aguardando também a avaliação de protótipos. A observação do modo como o utilizador interage com o *software*, permite analisar algumas dificuldades que este sinta no desempenho do seu trabalho, avaliar as faltas do próprio *software* e quais as alterações que podem ser aconselhadas para um melhor desempenho do conjunto Homem/máquina. Registar em vídeo a interacção permite uma análise mais cuidada e atenta do comportamento do utilizador.

b) Questionar os utilizadores

Efectuar questões aos utilizadores acerca do que eles pensam do produto, o que eles gostam, o que acham apelativo no desenho da interface, aquilo que realmente necessitam e quais os problemas que encontraram durante a sua utilização. Este é seguramente um caminho adequado para obter um *feedback* com o utilizador. As questões a colocar aos utilizadores, serão assistidas por um documento guia, de forma a obter informações sobre o *software* em estudo a partir de fontes fiáveis, os próprios utilizadores. Pretende-se com isto obter opiniões sobre certas características importantes da usabilidade do *software*, como denominações, ícones, organização de dados, maneabilidade, entre outros aspectos.

c) Testar o desempenho dos utilizadores

Quantificar a performance de utilização para comparar duas ou mais interfaces tem sido os alicerces dos testes de usabilidade. Deve-se ter em conta, que estes testes são normalmente conduzidos em ambientes controlados, envolvendo utilizadores típicos com performances típicas e tarefas bem definidas.

d) Modelar o desempenho dos utilizadores

As inspecções e as revisões de *software* já se encontram definidas como técnicas para avaliação de estrutura e código do *software*. Durante a década de 80, versões de técnicas similares foram desenvolvidas para avaliar usabilidade conduzidas por peritos em técnicas heurísticas, através de tarefas, substituindo típicos utilizadores e identificando problemas. Os projectistas apoiam este tipo aproximação, porque é relativamente barato e de fácil implementação comparativamente com um teste em laboratório e em campos de avaliação que envolvem utilizadores. Em complemento, os peritos frequentemente sugerem soluções para os problemas existentes.

4.3.1 Observar os problemas e criação de lista de questões

A observação do utilizador durante a sua interacção com o *software* em estudo é importantíssima, pois permite muitas vezes detectar falhas na utilização assim como na interacção. É tão importante, que este tipo de observação deve ser registado desde o primeiro ao último minuto do teste, para todos os utilizadores participantes [DR99].

Sugestões possíveis para a recolha mediante a observação de dados:

a) Antes da observação:

1. Conhecer o produto a testar;
2. Assumir a existência de várias oportunidades para melhorar o *design*;
3. Ter espírito crítico.

b) Durante a observação:

1. Focalizar toda a atenção no utilizador;
2. Observar activamente, pensando em todo o potencial de usabilidade das acções e construir hipóteses acerca das acções observadas;
3. Apontar todas as observações que forem surgindo;
4. No decorrer da entrevista, se ocorrerem ideias sobre o *software*, estas devem ser registadas para posterior discussão.

c) Após a observação:

1. Efectuar questões ao utilizador durante o teste, de forma a confirmar algumas das interpretações;
2. Discutir as observações realizadas com outros utilizadores, descobrindo as diferenças;
3. Certificar-se que possui apoio do utilizador para todas as suas interpretações, antes de examinar potenciais soluções do *design*.

4.4 Como realizar o teste de usabilidade

Determinar a usabilidade do *software* de imagem médica, especificar algumas questões como sejam a facilidade de aprendizagem e de utilização, assim como o grau de satisfação dos utilizadores. As condições de controlo do teste são primordiais para obter resultados conclusivos sobre uma dada interface, e o seu planeamento é condição necessária para a obtenção do sucesso. É importante assegurar que as condições são iguais para cada um dos participantes. Um plano de testes refere-se a diversos projectos de avaliação, um para cada etapa do desenvolvimento ou versão intermediária do *software* interactivo. Trata-se da combinação de técnicas para testar o projecto e a implementação do sistema, da forma mais abrangente possível, dentro das limitações de recursos disponíveis. Devendo prever, para cada versão intermediária do sistema, qual o tipo de teste apropriado, quais as condições (casos) de teste e quais os resultados admitidos [CSA04].

4.4.1 Montagem de ensaio de interacção

Um ensaio de interacção consiste de uma simulação de uso do sistema na qual participam pessoas representativas da população alvo, tentando fazer tarefas típicas das suas actividades, com uma versão do sistema pretendido [CY03].

A montagem de um ensaio de interacção (ver esquema da figura 4.2) pressupõe inicialmente uma etapa de análise preliminar, para conhecer o *software* e as suas características ergonómicas

A) Análise preliminar

Nesta etapa, o avaliador toma conhecimento dos factos acerca do *software* e do seu contexto de desenvolvimento, e realizam um pré diagnostico dos problemas ergonómicos da interface com o utilizador.

A.1 Para o reconhecimento do *software* é realizada uma sessão de entrevistas preliminares com as pessoas que o projectaram e desenvolveram, que trazem informações sobre o seu projecto e desenvolvimento.

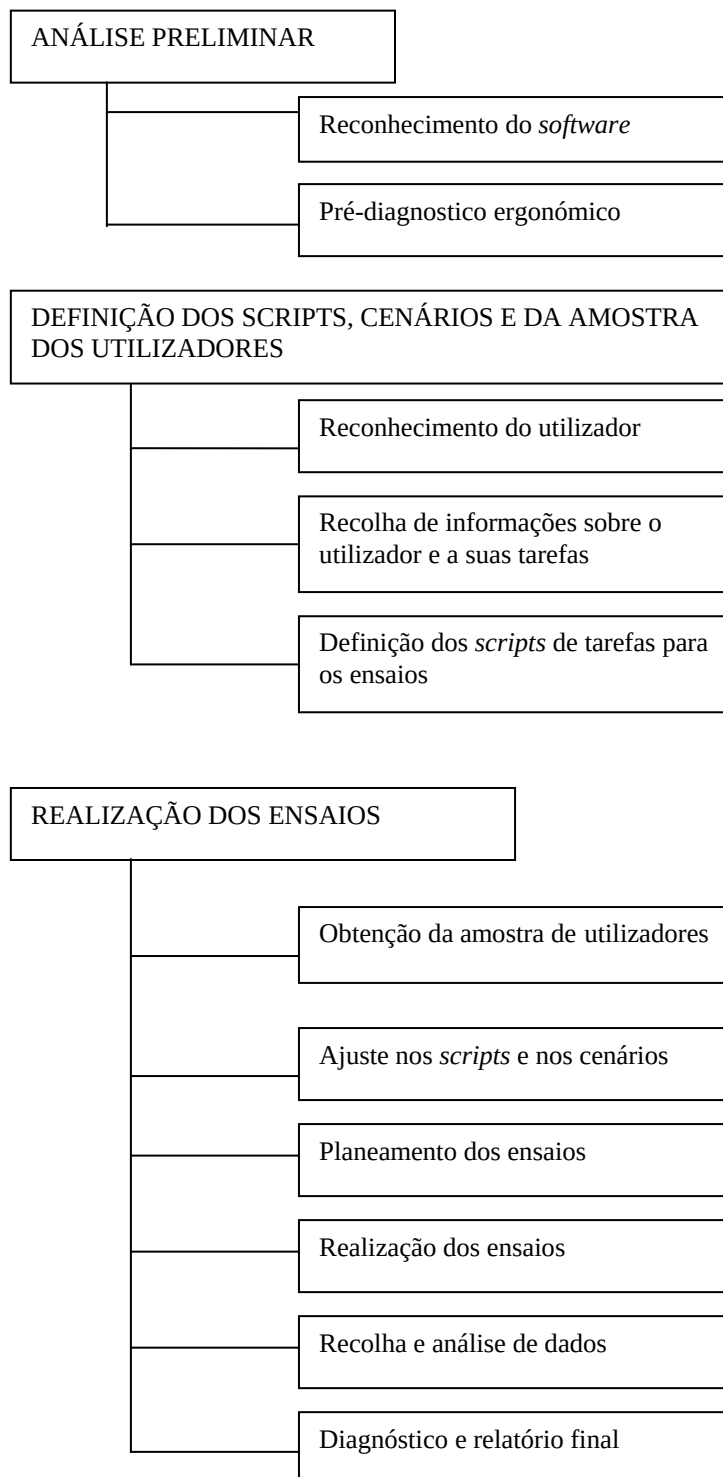


Figura 4.2 Etapas de montagem de um ensaio de interacção

As questões solicitadas à equipa de projecto do *software* usualmente abrangem:

- a) População alvo ou seja, qual o tipo de utilizador para o qual foi desenvolvido o *software*?
- b) Qual o tipo de tarefa a que o *software* se destina ou seja, que tipo de tarefa o utilizador poderá desenvolver com esta aplicação?
- c) Funções principais do produto ou seja, quais as funcionalidades que na opinião dos projectistas têm maior impacto na tarefa e na organização do trabalho?
- d) Equipa de projectistas, isto é, quantas pessoas foram envolvidas no projecto, houveram ergonomistas?
- e) Tempo de desenvolvimento ou seja, quanto tempo se gastou no projecto?
- f) Dados do sistema, isto é, qual a versão actual do produto? Quais as alterações ao projecto inicial?
- g) Situação no mercado ou seja, o produto é muito comercializado?
- h) Suporte, existe algum tipo de suporte técnico que é dado aos utilizadores?

Este levantamento destina-se a compreender o ciclo de desenvolvimento usado para o *software* em estudo.

A.2 Pré diagnóstico

Partindo das informações obtidas através dos projectistas do *software*, os analistas examinam toda a aplicação, inicialmente para conhecer as potencialidades do produto, posteriormente para identificar as funções mais problemáticas. O pré-diagnóstico pode ser obtido por uma técnica de avaliação do tipo heurística ou através de *checklists* para inspecção ergonómica. O resultado do pré diagnóstico é um conjunto de hipóteses sobre problemas de usabilidade do *software*, que posteriormente serão testadas durante os ensaios de interacção.

B. Definição dos *Scripts*, cenários e da amostra de utilizadores

Os *scripts*, envolvem o conjunto de tarefas que uma amostra de utilizadores deverá realizar durante os ensaios. O cenário, refere-se às condições ambientais e organizacionais que serão utilizadas nos testes. *Scripts* e cenários são montados a partir de dados do *software*, do seu pré-diagnóstico juntamente com o conhecimento do perfil do utilizador e a sua tarefa.

B.1 Reconhecimento do utilizador

Constatação do perfil do utilizador, de modo a que o projectista se interiorize no perfil do utilizador, constatando se este corresponde ao previsto. Por outro lado, o utilizador deverá ser informado da finalidade do teste, quais os procedimentos que a equipa adoptará, deixando-os livres para participarem ou não, da actividade proposta.

B.2 Recolha de informação sobre o utilizador e a suas tarefas

Elaboração de questionários destinados aos utilizadores, determinando os seguintes elementos:

- a) Recursos disponíveis, quer sejam físicos como técnicos para o desempenho da tarefa;
- b) Contexto da tarefa, permite ao analista tomar conhecimento do vocabulário utilizado pelo utilizador e se o *software* está de acordo com a necessidade deste;
- c) Níveis do utilizador, dados como sejam: a formação geral e específica em informática e não aplicativo em análise, tempo de utilização deste ou de outros *software* de imagem médica, permitindo diferenciar utilizadores experientes de outros com menor experiência;

- d) Utilização do sistema: os questionários visam obter informações de modo a construir um formulário que sirva de base para o desenvolvimento de um *software* para visualização de imagem médica.

B.3 Definição dos *scripts* de tarefas para os ensaios

Para definir os *scripts* é necessário seleccionar as tarefas envolvidas com:

- a) Os objectivos principais do *software*, do ponto de vista dos seus projectistas;
- b) As hipóteses dos ergonomistas, formuladas no pré-diagnostico;
- c) Amostras de tarefas dos utilizadores, juntamente com os questionários;
- d) Funcionalidades do sistema mais utilizadas pelos utilizadores e que estes acham mais importantes.

Um *script* nasce da combinação desses parâmetros, levando-se sempre em consideração o aspecto (custo x benefício) dos ensaios. Uma avaliação perfeita é impossível de ser elaborada. O importante é saber avaliar, manter nos ensaios somente os aspectos críticos, sob o ponto de vista do utilizador e da sua tarefa.

C. Realização dos ensaios

A primeira etapa para realização dos ensaios, consiste na obtenção da amostra de utilizadores que vão participar, o planeamento dos ensaios, a sua realização, a análise e interpretação dos dados obtidos.

C.1 Obtenção da amostra de utilizadores

Nesta fase, interessa diferenciar o utilizador conforme a sua tarefa na área de trabalho onde se insere, por exemplo; especialidade médica, especialista em imagem ou utilizador dessas mesmas imagens e grau de experiência. Do outro lado, está o pessoal da área informática que interage com o sistema de distribuição das imagens, redes, servidores, questões técnicas entre outros. Os utilizadores inexperientes normalmente

dão mais informações sobre a facilidade de aprendizagem e a simplicidade de utilização. Por outro lado, os mais experientes darão mais informações sobre a organização das funções e repartição das informações. O tamanho da amostra deve ser suficiente para cobrir os diferentes tipos de utilizadores que utilizem o *software* dentro da expectativa e objectivos da avaliação. Segundo alguns especialistas esse número deve ser entre 6 e 12 pessoas [DR99].

C.2 Ajustes nos *scripts* e cenários.

Aos participantes dos ensaios serão realizadas entrevistas de forma a ajustar as variáveis, os *scripts* e os cenários. Os *scripts*, com a descrição das tarefas a serem solicitadas, devem ter termos e objectivos que lhes sejam familiares.

C.3 Planeamento dos ensaios

A preparação dos ensaios envolve a tomada de decisão e a adopção de providências relativas ao local dos ensaios, equipamento para registo dos acontecimentos e definição de estratégias de intervenção. Neste caso, os locais seleccionados serão os locais de trabalho como sejam gabinetes de consulta médica, salas de registo em blocos operatórios e os gabinetes de relatórios do serviço de imagiologia.

C.4 Realização dos ensaios

O ensaio de interacção será realizado através de questionário, em que o utilizador responderá directamente no formulário, a questões pré-definidas, ou colocadas oralmente e pela avaliação do desempenho de interacção do utilizador com o sistema.

C.5 Recolha e análise de dados

Na etapa da recolha e análise de dados, pretende-se identificar os problemas de usabilidade, assim:

- a) Construir listas, tabelas, com dados recolhidos, estas facilitarão a interpretação dos resultados, ordenando-os por participantes, temas, números de erros obtidos, ordenando as pontuações para a elaboração por exemplo de, valores estatísticos, construção de gráficos entre outros;
- b) Examinar os dados por problemas ou áreas específicas, utilizando a mesma metodologia empregue na elaboração das questões apresentadas aos utilizadores.

C.6 Diagnóstico e relatório final

Organização de uma lista com a descrição dos problemas encontrados, e as recomendações que os resolvam. Elaboração de um relatório que contenha a lista das questões avaliadas, os modos de pontuação das questões, e os resultados obtidos mediante os métodos de avaliação utilizados.

4.4.2 Exemplos de testes

Como já referido anteriormente um modelo muito utilizado é a elaboração de questionários com resposta de escolha múltipla, observação dos utilizadores no decorrer do seu desempenho profissional, complementadas com uma entrevista, deste modo, vejamos alguns exemplos:

O “*Questionnaire for User Interaction Satisfaction*” (*QUIS*) [CPDNL88] é uma ferramenta desenvolvida por uma equipa multidisciplinar de investigadores do *Human/Computer Interaction Lab (HCIL)* da Universidade de Maryland. Este questionário foi construído para que fosse possível ter acesso à satisfação subjectiva dos utilizadores, relativamente a determinados aspectos da interface Humano/Computador. O questionário foi elaborado de modo a poder ser configurado de acordo com as necessidades de cada análise de interface, incluindo apenas as sessões que tenham interesse para o utilizador. O *QUIS* possui um questionário demográfico, avaliação ao longo de seis escalas relativamente às reacções do funcionamento do sistema, avaliação hierarquicamente organizadas de quatro factores específicos de interfaces (factores do

ecrã, terminologia e sistema de *feedback*, factores de aprendizagem e sistema de potencialidades). Cada área mede a satisfação total associada a cada estágio da interface. Tal como os factores que produzem essa característica numa escala definida em 9 pontos, cada um dos factores da interface e secções de opções, possui uma questão com uma componente principal seguida por uma questão com um sub relato. Cada um dos itens é avaliado numa escala que vai de 1~9, com adjetivos positivos para valores à direita e negativos para valores à esquerda; em adição, a opção “não aplicável”. Adicionalmente, um espaço permite introduzir comentários no questionário.

O “*USE - Usefulness, Satisfaction and Ease of Use*” [USE04], é outro dos questionários utilizado para medidas de usabilidade, focando a utilidade, satisfação e facilidade de utilização, estes são os três critérios que emergem mais fortemente desde do início do desenvolvimento deste questionário. Para a maioria das aplicações, a usabilidade consiste em utilidade e facilidade de uso e estas duas estão correlacionadas. Cada domínio traduz satisfação e frequência de uso, os utilizadores têm um senso apurado do que é útil e podem aplicar uma medição interna. O *USE* foi desenvolvido mediante a construção de um questionário que é utilizado para medir o mais importante dos critérios para os utilizadores e também medir estes critérios através dos domínios, como sejam o *software*, o *hardware*, serviços disponíveis e material de suporte. O questionário foi elaborado mediante uma escala de 7 pontos do tipo escala de *Likert*; os utilizadores são questionados através de uma escala de agradabilidade, com frases que variam desde o fortemente desagradado até o fortemente agradado. Inicialmente os utilizadores avaliam os produtos utilizando os três critérios (utilidade, satisfação, facilidade de uso). Foram posteriormente encontrados outros critérios; no entanto, são estes os que se destacam e têm um maior impacto na análise.

Enquanto este questionário tem sido muito utilizado por diversas companhias, em vários projectos e dissertações, o desenvolvimento do questionário ainda não terminou, pois a sua actualização é constante sendo este um bom ponto de partida, conforme afirma o autor [USEI04].

Um dos modelos proposto pela *Serco Usability Services* [SUS00] para realização de testes de usabilidade estabelece algumas condições sugerindo que, os utilizadores, as tarefas e o ambiente utilizados no teste devem ser representativos da utilização que se pretende, deste modo:

1. Deve-se testar as tarefas e o grupo de utilizadores mais relevantes;
2. O número de utilizadores inquiridos deverá ser de três a cinco elementos, sendo suficiente para identificar anomalias. No entanto, poderá ser necessário a utilização de um maior número para testar medidas de confiança;
3. Construir tarefas e escrever instruções para que possam ser facilmente aprendidas pelo utilizador;
4. As secções de perguntas deverão ser devidamente planeadas, fornecendo instruções, passar o teste, responder a um questionário e fazer nova entrevista após o teste;
5. Convidar avaliadores para que observem as sessões, caso não seja possível gravar as sessões em vídeo;
6. Normalmente são contactados dois administradores; um para interagir com o utilizador, e outro para anotar problemas ou falar com os avaliadores;
7. Caso haja possibilidade, dever-se-á utilizar uma sala de teste ligada por vídeo a uma outra, onde os utilizadores serão observados;
8. Na eventualidade de serem necessárias medidas de usabilidade, o utilizador deve ser observado sem se efectuar qualquer comentário;
9. Caso as medidas não sejam necessárias, deve solicitar-se ao utilizador que faça comentários relativamente aos conteúdos de cada ecrã e o motivo pelo qual fez determinadas escolhas.

Os testes de usabilidade são aplicados para testar as medidas de usabilidade em *interfaces*, sistemas ou produtos. Uma das vantagens, é o facto de permitirem determinar as preferências dos utilizadores o que, à partida, potenciará a aceitação do produto por parte do utilizador. No entanto, os testes de usabilidade também apresentam

desvantagens, tais como o facto de serem aplicados em ambiente artificial, o que poderá de certa forma enviesar os resultados.

4.5 Análise de um caso real, o centro *Fred Hutchinson*

Analizando um caso real a *Hutch World*, uma comunidade virtual desenvolvida pela parceria *Microsoft Virtual Worlds Reserch Group/Fred*, centro de pesquisa de cancro *Fred Hutchinson*. O programa desenvolvido permitia aos pacientes, a quem cuida deles, a família e aos amigos conviver, contar as suas histórias, discutir experiências e procurar conforto [PRS02]. O facto de escolherem este grupo de utilizadores foi devido aos doentes e a quem cuida deles, não lhes ser permitida uma grande socialização (devido a debilidade no sistema imunitário). O objectivo principal da equipa foi tornar o ambiente do programa atractivo, útil, fácil de manejar e emocionalmente satisfatório. Um requerimento exigido, foi manter a privacidade quando necessária; por outro lado, também manter a confiança entre os utilizadores. Para se poder avaliar o projecto de uma forma isenta, realizaram um número considerável de estudos informais:

1. Solicitaram a um pequeno número de utilizadores, a sua opinião e comentários aos protótipos em estudo. Este processo foi posteriormente seguido por testes de usabilidade e um campo de testes de estudo.
2. Inicialmente a equipa de projecto, necessitou de se introduzir no tema acerca da realidade dos pacientes; tomando como exemplo, qual o processo de tratamento, quais as fontes que estão disponíveis para o paciente e qual a necessidade dos diferentes grupos de utilizadores. Isto revelou ser um trabalho sensível e cuidadoso, uma vez que os pacientes se encontram bastante doentes, não só a nível físico como psicológico; por outro lado, quem cuida deste tipo de pacientes encontra-se mais predisposto a desequilíbrios emocionais. Os utilizadores possuem diferente nível educacional, conhecimentos informáticos, idade e nível cultural, o que leva a grandes diferenças a nível da expectativa.

Na procura de soluções para dar resposta a este desafio, levantaram-se algumas questões:

- a) Qual o tipo de universo, espaço físico, pessoas, meios técnicos, em que se insere este contexto e o que proporcionaria?
- b) O que utilizadores necessitam?
- c) Que tipo de utilização será realizada?
- d) Como será feita a interacção entre as pessoas?
- e) Qual a aparência que deverá ter o programa?

Para conseguir dar resposta, a equipa de desenvolvimento do *H.W.* teve que entrevistar potenciais utilizadores (pacientes, família, etc.) e observar a sua rotina diária. Procederam à consulta de arquivos sobre as últimas pesquisas relativas ao comportamento dos utilizadores e conversaram com profissionais da especialidade. Na pesquisa a equipa chegou à conclusão que os utilizadores das comunidades virtuais são mais desinibidos e expõem os seus problemas e sentimentos de uma forma que seria difícil numa situação pessoal directa.

4.5.1 Metodologia do teste

A equipa utilizou dois métodos na realização do teste: no primeiro, percorreu o *site* do *Fred Hutchinson Center*; depois disso, debruçou-se sobre o funcionamento do sistema de computadores, analisando-o em condições reais. Procederam a definições do *software* e posteriormente efectuaram testes de usabilidade nos laboratórios da *Microsoft*. Os testes foram realizados da seguinte forma:

1. Foram utilizados um conjunto de seis *PC's* pela equipa do centro *F.H.*. Efectuaram um protótipo usando um produto já existente, a *Microsoft V-chat* o que foi instalado nos *PC's* dos pacientes e dos seus familiares. A equipa observou o modo de utilização de vários voluntários do programa *V-chat* durante períodos não programados, e também observou o uso geral do protótipo.

2. O que aprenderam: Este teste possibilitou uma maior usabilidade para o sistema *V-chat*. Após o estudo aos utilizadores, a equipa verificou que muitos dos pacientes não estavam interessados nos *chat's*, preferindo comunicações assíncronas, ou seja, não pretendendo respostas imediatas. Constataram também que os pacientes e seus familiares usaram os computadores para o envio de e-mail, acesso a jornais e listas de discussão, pois desta forma, podem sozinhos utilizar sem a necessidade de terceiros. Com isto, a equipa percebeu que necessitava uma forte base assíncrona para as comunicações.
3. O redesenho: Com base no que atrás foi constatado, a equipa redesenhou o *software*, tendo incluído uma variedade de comunicações, temas informativos e áreas de entretenimento. Deste modo foram criadas áreas com jogos, *e-mail* para os pacientes, páginas na *web* e um meio de teste para visualizar se alguém está a utilizar o *chat* em qualquer parte do mundo.
4. Teste de usabilidade: Após o redesenho do *software* a equipa de técnicos testou a usabilidade nos laboratórios da *Microsoft*. Assim, foi apresentado um teste de usabilidade aos utilizadores, com o nome de *Hutch World*, que serviria de suporte aos pacientes e seus familiares, solicitando aos utilizadores que explorassem esse programa. O teste consistia em explorar o programa apresentando comentários sobre as impressões daquilo que viam, que pensavam e naquilo que lhes provocava confusão. Os comentários foram gravados em vídeo para posterior análise pela equipa de avaliação. Após o período inicial de 5 minutos, foi apresentado um questionário aos participantes, para que avaliassem alguns pontos da interface, do seguinte modo:
 - a) O que ele (utilizador) representa e como é entendido pelos outros;
 - b) A comunicação com os outros utilizadores;
 - c) Qual a informação que necessita;
 - d) Acerca das áreas de entretenimento que o *software* possui.

No decorrer do estudo um membro da equipa de desenvolvimento também foi participante de forma que os participantes reais tinham a certeza de terem alguém com o qual iriam interagir. Os avaliadores fizeram também algumas perguntas aos utilizadores participantes, relativas ao *Hutch World*:

- a) O que gostaram;
- b) O que não gostaram;
- c) O que encontraram confuso ou difícil;
- d) O que sugerem que seja melhorado.

4.5.2 A aprendizagem através dos testes da usabilidade

No decurso dos testes de usabilidade, a equipa recolhe um conjunto de dados que fazem sentido na análise sistemática. Seguindo esta discussão facilmente se encontra respostas ao pretendido, verificando-se que alguns participantes tiveram alguns problemas, logo nos primeiros minutos de exploração do teste. A página de consulta de início “*virtual worlds*”, segundo os projectistas seria trivial, mas foi o suficiente para confundir alguns utilizadores. Isto é comum, até porque os projectistas tendem a deixar passar despercebidas pequenas coisas como esta, por isso é que a avaliação é tão importante. Apesar de existir uma análise cuidadosa e exaustiva, há tendência para esquecer que os utilizadores não “falam” a sua linguagem. A facilidade de encontrar a tecla que permite iniciar uma pesquisa ou acesso, é razoavelmente directo. Além disso, a maior parte dos participantes lêem a mensagem de boas vindas e usam a lista de navegação, cerca de metade utilizam as teclas “*chat*” (conversação), movendo-se controladamente em torno de um portal em três dimensões o “*3D world*”, consultando o quadro com o menu geral. No entanto só um terço dos participantes utilizou os botões de navegação. Os cinco minutos que foram propostos para explorar o *Hutch World*, serviu para determinar o que pensam do programa e os seus comentários sobre as imagens 3D, a área de *chat* e a área de *browse*. A performance dos utilizadores sobre as tarefas estruturadas foi analisada em detalhe e as avaliações dos participantes foram tabeladas. Os participantes avaliaram as tarefas segundo uma escala de 1 a 3, onde 1 representava o fácil, 2 representava o OK, 3 representava o difícil, e “*bold*” precisa de ajuda. Qualquer actividade que receba

uma avaliação média da informação com o valor abaixo de 1.5, indica que era necessária uma revisão detalhada pela equipa. Ao mesmo tempo, a equipa analisou todos os problemas que eram observados durante os testes. Verificam também os dados extraídos da tabela em questão, anotando as prioridades para resolução.

Após a interpretação dos testes executados pelos utilizadores, foram detectados algumas falhas importantes:

- a) O botão de retroceder, por vezes não funciona, os utilizadores não prestam atenção às teclas de navegação, portanto elas deviam ser mais proeminentes;
- b) Os utilizadores frequentemente tocavam nos objectos que surgem no quadro geral de 3D, esperando que alguma coisa acontecesse;
- c) Os utilizadores não se consciencializavam que poderiam existir pessoas reais representadas no ecrã com imagens a 3 dimensões, com as quais poderiam conversar nos “*chat*”, assim, a página inicial precisou de ser modificada;
- d) Os utilizadores que não detectavam a página de *chat* e tentavam fazer a conversação com outras pessoas na lista de participantes. Em geral, a maior parte dos utilizadores acharam o *software* redesenhado, mais fácil de usar.

4.5.3 Realização de novo teste

A segunda fase do processo de desenvolvimento consistia numa reavaliação da interface, com três pessoas do sexo masculino e três do feminino. Os testes possuem um novo formato em que os utilizadores interagem em simultâneo. Os testes são também mais detalhados e focalizados. Os resultados foram mais positivos, no entanto continuam a existir problemas de usabilidade para serem resolvidos. Após alguns reparos no programa *Hutch World*, a equipa analisou o *feedback* dos utilizadores, efectuando reparos conforme o conjunto de opiniões que iriam surgindo. A equipa analisou também os utilizadores a percorrerem as páginas do *H. W.*, mas agora no local normal de utilização; ou seja, nos locais em que os pacientes e seus familiares o utilizariam em condições normais. A equipa necessitaria de ver como *H.W.* se integrava em outros aspectos das vidas dos pacientes, em particular com a sua rotina diária, tratamentos médicos etc. Esta observação informal, associada a testes padrões de

utilização, ajuda a visualizar quem usa cada uma das partes do sistema, quando e porquê.

4.5.4 Discussão

Com a análise deste teste de usabilidade e o redesenho do programa *H.W.*, revelaram-se importantes problemas de usabilidade. Deste modo, os testes de usabilidade por si só não são suficientes, estudos complementares são necessários para analisar como os utilizadores agem com o sistema no seu meio natural, sendo por vezes os resultados surpreendentes. A chave da questão é como o sistema se envolve com a rotina médica dos doentes, na alteração do estado físico e emocional, as opiniões dos utilizadores também oferecem importantes pontos de introspecções. É de salientar que não só como diferentes técnicas, (como referido no ponto 4.3), podem ser usadas para chegar a diferentes assuntos em vários estágios do desenho, e também como estas técnicas se podem complementar umas com as outras. Juntas fornecem uma larga imagem da usabilidade do sistema, mostrando diferentes perspectivas. Também é importante constatar que algumas técnicas estão mais vocacionadas para um tipo de questões do que outras, contribuindo, em grande parte para o sucesso do avaliador.

A abordagem deste tema, serve como exemplo de um caso real, para demonstrar como é possível melhorar a usabilidade de um *software*, possuindo também o objectivo de demonstrar algumas das técnicas utilizadas para obter o efeito desejado.

Capítulo V

Desenvolvimento de um sistema de avaliação: Testes, resultados e conclusões

Neste capítulo são descritas as questões que constituem o teste de avaliação desenvolvido e que foi apresentado aos utilizadores, análise dos resultados obtidos, mediante a pontuação atribuída pelos utilizadores, comparação dos resultados através da apresentação de gráficos com as médias dos resultados das avaliações, terminando com as conclusões e prováveis alterações, de forma a melhorar a usabilidade do sistema.

5.1 Identificar as questões práticas – Elaboração do teste de usabilidade

Neste trabalho, os utilizadores serão seleccionados entre duas categorias. Uma, representa o utilizador do serviço de imagiologia, dividindo-se entre técnicos e médicos especialistas nesta área. Outra, representa os utilizadores (clínicos) das várias especialidades como sejam: a ortopedia, a cirurgia, a otorrinolaringologia, entre outras. Numa primeira fase foi realizada uma sondagem aos utilizadores, pedindo-lhes opiniões sobre o sistema com o qual interagem, de forma a conhecê-lo melhor, identificando qual o seu modo de trabalho e as suas necessidades. Este procedimento, permitiu orientar alguns pontos que devem ser considerados na construção das questões, uma vez que existem dois serviços médicos com necessidades distintas: o de imagiologia, com maior especialidade técnica, e os restantes utilizadores das diferentes especialidades clínicas.

O teste de usabilidade ao *software* em utilização, será constituído por dois grupos, um composto por uma lista de questões em que o utilizador deve responder com uma classificação de 1 a 5, em que 1 representa mau e 5 muito bom, caso a questão não se aplique ao trabalho que está a desenvolver, deverá responder com 0 (zero). Tal permitirá criar questões de âmbito geral e outras específicas, por especialidade médica, permitindo a utilização do teste numa diversidade maior de *software* de imagem médica. No segundo grupo, serão colocadas questões orais ao utilizador enquanto este interage com o *software*, estas respostas posteriormente servirão para a elaboração de algumas conclusões. Será analisado o seu modo de trabalho, identificando as dificuldades encontradas durante o seu desempenho, verificando as alternativas possíveis para uma melhor usabilidade, avaliando a qualidade final deste produto, comparativamente com outros processos de aquisição de imagens médicas.

As entrevistas/questionários aos utilizadores, possuem o objectivo de caracterizar o contexto de operação do *software* de imagem médica e o restante *software* de apoio, como sejam o arquivo de informação relativa aos pacientes e a interface existente para acesso às bases de dados, bem como efectuar um confronto entre o que o fabricante anuncia como potencialidade do seu produto e aquilo que efectivamente o utilizador dispõe. As entrevistas com o utilizador são oportunidades para obter pistas ou indicações de eventuais problemas de usabilidade.

A proposta do método de avaliação de usabilidade descrito neste trabalho, opta por uma composição de várias técnicas descritas nos capítulos anteriores, resultantes do estudo de literatura existente nesta área. Por outro lado, serão elaboradas as questões segundo diferentes abordagens, mediante o tipo de utilizador, (especialidade clínica, local de acesso à informação) e o nível de acesso que este possui dentro da unidade hospitalar, na interacção com a interface em estudo.

Numa primeira fase, foi realizada uma avaliação ao funcionamento do sistema de aquisição, tratamento, arquivo, distribuição e visualização de imagens. Em seguida procedeu-se a entrevistas aos utilizadores, no sentido de conhecer as suas necessidades e problemas, para posteriormente possuir algumas referências que orientem o tipo de questões orientadas para as interfaces de imagem médica, que cada vez mais são utilizadas em centros de diagnóstico e hospitais. Foi também solicitada a opinião de técnicos de informática, tanto funcionários da própria unidade, como fornecedores e instaladores deste *software*, não esquecendo contactos com o fabricante do *software* em análise. Pretendeu-se assim, avaliar alguma disparidade que possa existir entre o que é anunciado e o que efectivamente é verificado.

Um dos questionários considerado baseia-se em alguns critérios ergonómicos considerados por [SB97; HE97; MO96]. Apesar de estes critérios não serem específicos para o tipo de *software* que se pretende avaliar, estes foram definidos a partir de uma extensa base de recomendações ergonómicas, o que lhes assegura uma certa exaustividade. Com base no trabalho efectuado por [BSCLLG00], permitiu a criação de questões relacionadas com a área dos sistemas de arquivo e processamento de imagem. Considerou-se a informação da norma ISO 9241 (*ergonomics requirement for office work with visual display terminals*), obtendo-se referências que permitiram respeitar considerações já estabelecidas por entidades credíveis. Com o trabalho desenvolvido por [DR99], que possui uma exaustividade na área da avaliação da usabilidade, foi influenciada a concepção de algumas questões relacionadas com a actividade da engenharia da usabilidade. O estudo realizado por [HSN94] e [KI00], possibilitou o desenvolvimento de questões relacionadas com a percepção dos utilizadores e a usabilidade do sistemas. Com o estudo “*Visible Human*” [SH04], este influenciou a elaboração de questões relacionadas com o acesso à informação e aos detalhes relacionados com a imagem médica, assim como o trabalho desenvolvido em [JS03],

relacionado com as propriedades físicas e geométricas da imagem médica. Deste modo, desenvolveu-se um método de avaliação, que possa aumentar o desempenho das avaliações, baseadas em critérios ergonómicos e de conceber ferramentas de apoio à avaliação de *software* deste género [GE04; SI04], possibilitando a sua utilização na ajuda à selecção de um *software* entre diversas propostas existentes no mercado. Por outro lado, é possível avaliar o desempenho de uma interface em utilização, com o objectivo de levar ao melhoramento da interacção do utilizador com o sistema de visualização de imagem.

5.2 Escolha dos métodos de usabilidade e implementação do teste

Nesta secção, descreve-se o conteúdo do teste modelo para avaliação de sistemas de imagem médica (exemplar na página 95), analisando a usabilidade do *software* e do sistema de distribuição de imagens, as impressões constatadas no decorrer do teste, os comentários dos utilizadores, as suas dúvidas e o seu parecer ao desempenho do *software* em análise. Posteriormente, as pontuações obtidas permitiram avaliar os problemas de usabilidade diferenciados que poderão existir no desempenho de cada especialidade clínica analisada.

5.2.1 Questões do teste

Na questão 1, “Experiência de utilização”, pretende-se avaliar a experiência individual dos utilizadores, partindo de questões que incidem sobre o tipo de sistemas que habitualmente utilizam com características gerais, assim como os de visualização de imagem médica. Por outro lado é ponderada a experiência individual, tendo em conta o número de diferentes sistemas utilizados, assim como o tempo de utilização média e a antiguidade de utilização. Desta forma, pretende-se comparar os utilizadores relativamente à sua experiência na utilização, no sentido de determinar se existe alguma relação entre a maior experiência na utilização de *software* de uso comum e uma maior capacidade e destreza na utilização de *software* de imagem médica. Foram consideradas algumas questões, relacionadas com as reacções a este método de avaliação e

diagnóstico de imagens médicas, de forma, a determinar como o utilizador reage e interage com ao sistema, avaliando alguns pontos tais como: a facilidade de aprendizagem de utilização dos comandos do *software*, facilidade de percorrer os menus, ferramentas disponíveis, facilidade de memorização das funções, entre outros.

Com a questão 2, “Reacções à utilização do *software*”, pretende-se determinar qual a reacção psicológica à utilização do *software*, avaliando o estado de espírito dos utilizadores e finalmente comparar se existe alguma relação directa entre este grupo de questões e o conjunto de questões seguinte. Assim, pretende-se modificar ou corrigir algum ponto da interacção, de forma a tornar mais agradável ao utilizador o seu trabalho, diminuindo o cansaço e as reacções adversas que normalmente surgem com o aparecimento de novas tecnologias.

Nas questões, nº 3 “Terminologia e sistema de informação”, nº 4 “Erros” e nº 5 “*Feedback*”, pretende-se avaliar não só algumas características do *software*, mas também a interpretação dos utilizadores, e se estão de acordo com as suas necessidades. Assim, com base nas respostas dadas pelo utilizador ao classificar cada questão, pretende-se avaliar alguns aspectos como a terminologia e o sistema de informação, avaliando em especial a consistência de uma aplicação ao longo dos diferentes menus, como sejam: o menu de arquivo dos dados dos pacientes, menu do agendamento de exames, ferramentas disponíveis para visualização e estudo das imagens. Um outro ponto em evidência será o comportamento do sistema, aos erros do utilizador, interrogando-o de como gostaria que este se comportasse e o informasse das várias alternativas que poderia dispor. Pretende-se ainda avaliar se o utilizador está satisfeito, com a ajuda disponível, se esta satisfaz as suas necessidades e se os dados são apresentados de uma forma consistente e útil. No campo das mensagens, se estas informam o utilizador de uma forma clara, de potenciais problemas que possam surgir na execução de determinada função ou procedimento. O tempo de espera muitas vezes é um problema, no ao qual o utilizador é sujeito a aguardar, por determinado procedimento, pretende-se também avaliar o que este pensa de uma função que o informe pelo tempo provável de espera.

Nas questões, nº 6 “Capacidade do sistema”, nº 7 “A imagem” e nº 8 “Desempenho do *software*”, estas questões incidem em áreas como a capacidade do sistema. Pretende-se avaliar a resolução do ecrã, dimensões e qualidade das imagens, e desta forma concluir se as referidas características permitem ao utilizador um bom meio de interacção ou determinar qual a solução ideal. A velocidade de acesso às imagens e dados dos pacientes entre outros itens, determina se todos os utilizadores estão de acordo com a situação actual, se existem locais onde possa existir tempos de espera superiores a outros e, quais os locais que necessitam de ser revistos, quer pela necessidade da própria especialidade médica quer por tempos que poderão ser excessivos. No grupo da imagem, espera-se que o utilizador defina aquilo que gostaria que o sistema mostre em termos de imagem, informando o que lhe agrada e, caso seja necessário, o que poderia ser alterado, referindo a vantagem da cor ao comparar os dois sistemas: o tradicional, em película, e o de tecnologia digital. A qualidade das imagens de cortes transversais, isto é, se estes definem bem o pormenor, esperando identificar a necessidade por especialidade clínica que provavelmente não será igual para todas. Avaliar a necessidade das especialidades clínicas aos diferentes modos de aquisição de imagem, fazendo referência à imagem ecográfica, imagem tridimensional 3D, modelos de ajuda (estereograma), que permitem mais facilmente identificar o local do corpo a que pertence determinado corte (imagem *TC* e *MRI*). Na questão 8, existe uma incidência maior em questões relacionadas com a interacção do utilizador com a imagem médica; com as sub questões 8.1 “A apresentação dos dados dos pacientes e exames efectuados são de fácil acesso, por exemplo, estão todos na mesma página”, 8.2 “O acesso a exames executados há vários meses” com a sub questão 8.3, “Facilidade aos dados do paciente”, pretende-se avaliar se o utilizador acede facilmente aos dados dos pacientes arquivados, distinguindo entre o modo de apresentação, a interpretação e a facilidade de interacção, determinando como o utilizador acede aos dados de exames efectuados há vários meses, já que estes exames requerem outro procedimento, uma vez que as imagens não se encontram *on-line* como é habitual nas mais recentes. Nas sub questões 8.4 “Facilidade de introdução de relatórios”, 8.5 “As janelas possuem uma dimensão adequada permitindo uma fácil visualização dos dados”, avalia-se a facilidade de introdução de relatórios das imagens e determina-se se as dimensões das caixas de introdução de texto estão adequadas, qual a acessibilidade de introdução de dados,

leitura e o enquadramento com os restantes dados. Nas sub questões de 8.6 “O menu de opções (ferramentas) apresenta um número de valências compatível com as necessidades”, em 8.7 “A lista de trabalho, também apelidada de *worklist* possui todas as valências necessárias”, em 8.8 “ O menu referido na questão 8.6 permite a introdução de novas funções ou retirar uma função”, em 8.9 “ As funções disponíveis (lupa, ângulo, áreas, etc.) para visualização de imagens são apropriadas”, em 8.10 “O ajuste de tonalidades, contraste, brilho são funcionais”, neste item, pretende-se que o utilizador avalie o conjunto de ferramentas existentes, se permitem um bom estudo das imagens, se estão de acordo com a sua especialidade clínica, assim como os ajustes das tonalidades de cinzentos, cor, brilho entre outros. Nas restantes sub questões deste grupo, 8.11 “A informação sobre o estado em que se encontra o exame é apropriada (exame relatado, validado, etc.)”, em 8.12 “Caso o sistema comportasse um sistema automático de dicção e arquivo de diagnostico, acha que seria apropriado”, em 8.13 “Ter a possibilidade de percorrer sequencialmente as imagens ecográficas de um paciente, facilita o seu trabalho”, em 8.14 “A função que permite deslizar a imagem sobre o ecrã em todos os sentidos é apropriada”, em 8.15 “O sistema permite definir a taxa de compressão de imagem pretendida” e, finalmente em 8.16 “Facilidade de arquivo de imagens no PC pessoal”, são feitas sugestões de algumas funcionalidades não disponíveis, pretendendo-se que o utilizador refira se estas lhe facilitariam o trabalho ou qual o seu grau de importância, como seja um sistema automático de dicção, que permitiria arquivar os relatórios sem a necessidade da sua escrita. Este conjunto de questões pretende traçar um modelo que sirva de referência para a implementação de um sistema de avaliação de interfaces para visualização de imagens médicas. Estas questões são complementadas com questões orais pré-definidas e questões que possam surgir durante a observação do utilizador no decorrer do seu trabalho.

Com a questão 9. “Características importantes do *software* que entenda referir”, pretende-se que o utilizador caracterize o que encontrou de positivo, assim como de negativo ou pouco funcional na interface que está a avaliar. Deste modo é possível classificar problemas que afectam os utilizadores, constatar se é um problema geral que afecta as várias especialidades médicas ou se é uma questão particular. Do mesmo

modo, possibilita o registo do que os utilizadores acham agradável ou funcional, permitindo criar padrões de agradabilidade de utilização.

O teste será apresentado a doze utilizadores, distribuídos por seis serviços médicos e um de informática. O serviço de imagiologia possui um maior número de elementos (quatro), uma vez que é este serviço que possui uma maior interação com o *software* avaliado.

5.3 Teste de usabilidade: classificação

A classificação utilizada nas diferentes questões do teste (ver teste na página 95) divide-se da seguinte forma:

1. Experiência de utilização

- 1.1 Por cada resposta a classificação é de 1 ponto, para um número de respostas maior ou igual a 3, a classificação é de 3 pontos.

Nº Respostas:	0		0 pontos
	1		1 ponto
	2		2 pontos
	>=3		3 pontos

- 1.2 Para utilizadores com experiência inferior a seis meses, 1 ponto; entre seis e doze meses, 2 pontos; para experiência superior a doze meses, 3 pontos.

- 1.3 Para tempos de utilização inferiores a 30 minutos semanais, 0 pontos; entre 30 minutos e inferior a uma hora, 1 ponto; entre 1 hora e inferior a 2 horas, 2 pontos; mais de 2 horas, 3 pontos. Estes valores foram considerados, com base nos tempos médios que este género de utilizador necessita para o desempenho do seu trabalho.

1.4 Para zero sistemas, 0 pontos; 1 a 2, 1 ponto; 3 a 4, 2 pontos; mais de quatro, 3 pontos.

1.5 a 1.6 A pontuação divide-se em: Muito fácil, 3 pontos; Fácil, 2 pontos; Pouco fácil, 1; Difícil, 0 pontos.

1.7 Responder até dois itens, 0 pontos; entre três e cinco, 1 ponto; entre seis e oito, dois pontos; entre nove e onze, 3 pontos.

2. As repostas a esta questão estão divididas da seguinte forma: respostas nas colunas 0 e 1, 1 ponto; colunas 2 e 3, 2 pontos; colunas 4 e 5, 3 pontos; posteriormente, divide-se o resultado pelo número de questões (cinco).

As restantes questões são pontuadas de zero até cinco: zero, quando a questão não se aplica ao utilizador; o valor 1, mau; 2, medíocre; 3, suficiente; 4, bom e 5, muito bom.

5.4 Resultados obtidos através do teste de usabilidade

A avaliação foi realizada no local de trabalho, de forma a tornar este teste o mais representativo possível de uma situação de utilização normal. Com isto, o utilizador ao avaliar cada questão, dispunha junto a si, em caso de dúvida, do sistema em funcionamento, podendo interagir com ele conforme vai progredindo no questionário do teste.

5.4.1 Análise dos resultados obtidos

Q.1 Experiência de utilização

No primeiro grupo de questões, onde se pretende avaliar a experiência de utilização, o resultado obtido é semelhante para as diversas especialidades médicas, notando-se alguma diferença na questão 1.4, já que existem especialidades que necessitam de um

maior apoio de sistemas que utilizam imagem digital, como por exemplo a especialidade de cardiologia. Estes especialistas como também utilizam a ecografia, possuem maior contacto com diferentes sistemas, possuindo uma maior facilidade de interacção. De um modo geral, todos os participantes responderam que acharam fácil e acessível a aprendizagem e a utilização do sistema de imagem médica.

Q.2 Reacções à utilização do *software*

No ponto 2, faz-se avaliação do lado psicológico do utilizador. Aqui encontram-se algumas divergências de opinião e sensibilidade, obtendo-se na maioria, respostas com pontuação próxima do “agradável”, no entanto alguns utilizadores apresentaram tendência para o inverso. No contexto geral, os utilizadores esperam que o *software* seja mais agradável à sua utilização. É claro que o *software* pode ser penalizado pelo restante equipamento que compõe todo o sistema, sendo conveniente aprofundar quais os pontos que mais desagradaram ao utilizador.

Q.3 Terminologia e sistema de informação

Neste grupo de questões, alguns utilizadores consideraram não existir consistência na terminologia e na posição dos menus, conforme se progride nos vários ecrãs. A localização das janelas deverá manter-se de um ecrã para o outro, para que a organização em termos de localização se mantenha. As *worklist* (listas de trabalho) que possuem os dados dos pacientes, devem manter-se inalteradas de um ecrã para o seguinte, mantendo o mais possível o tamanho e o formato. Do mesmo modo, as cores atribuídas a determinada função, também devem manter-se inalteradas.

Na figura 5.1, é representado um exemplo de uma janela normalmente utilizado para a gestão de imagens e relatórios, associado a um paciente, podendo os dados serem acedidos por um número de identificação (o número do processo clínico previamente atribuído), ou pelo nome do paciente. Ao “clique” sobre o nome de um dado paciente, o fundo do segmento que possui o nome deve ficar com uma tonalidade distinta,

demonstrando ser aquele o paciente ao qual correspondem as imagens solicitadas. Do mesmo modo, o painel de cada imagem deve possuir a identificação do paciente ao qual corresponde a imagem, e o número desta, facilitando a identificação em exames com diversas imagens, deste modo minimiza a probabilidade de troca de pacientes.

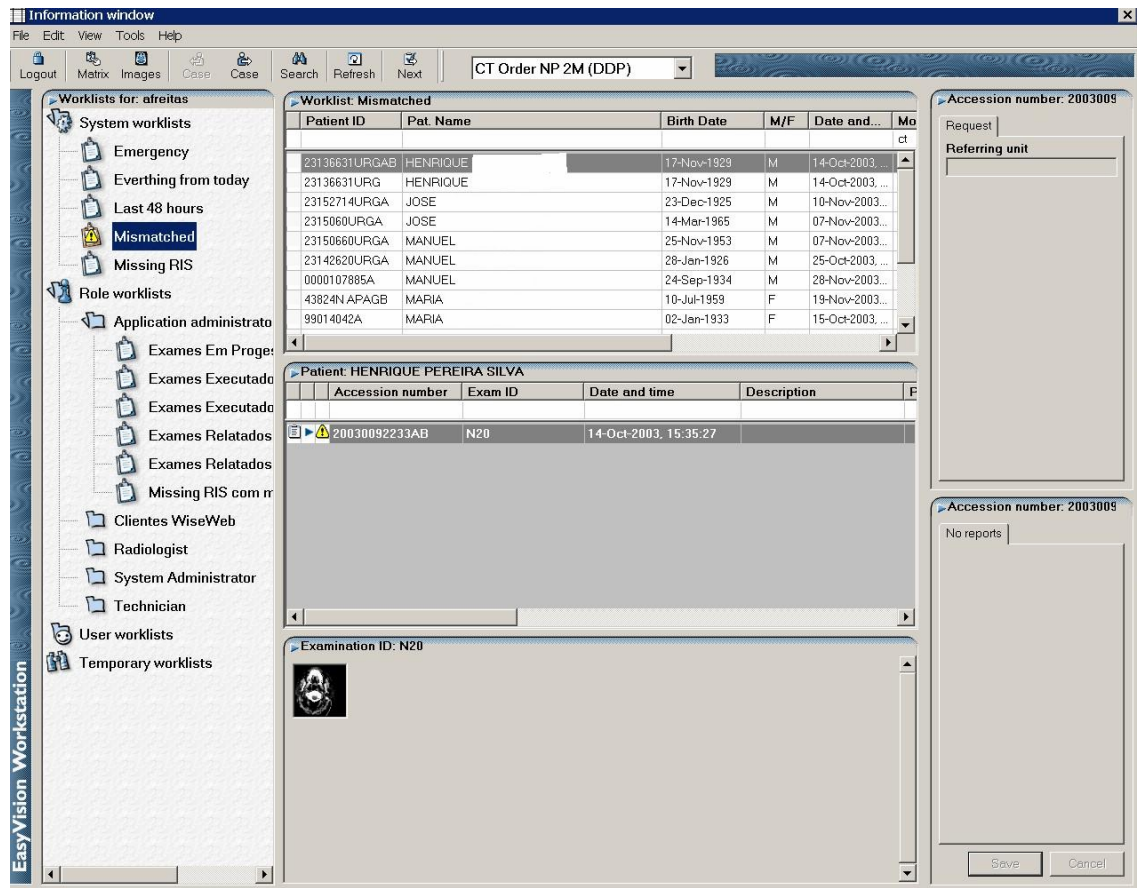


Figura 5.1 Janela de informação [SE04]

Q.4 Erros

Nesta questão também, se obteve algum desagrado, manifestado por algumas especialidades clínicas. Vamos supor que um dado paciente, num dado exame, fez dez imagens ecográficas, o sistema considerado deveria permitir visualizar sequencialmente essas imagens, no entanto não o permite. O sistema disponível obriga a abrir a imagem nº 1, fechar, abrir a nº 2 e aí por em diante; não permitindo desta forma comparar

imagens, dividindo por exemplo a área do ecrã pelas imagens. Foram encontradas opções, em que ao “clicar” sobre elas, apesar de não se aplicar, nada acontece; neste caso, o sistema deveria informar o utilizador de um eventual erro de utilização ou a indisponibilidade, mostrando a alternativa possível a esta função.

Neste grupo, a pontuação atribuída às questões pelos utilizadores foi relativamente baixa, sendo a média de cada uma das três questões, negativa. O sistema deveria chamar a atenção do utilizador para uma acção que pretenda efectuar e não é possível ou então que está a cometer um erro. É claro, que o sistema informa o utilizador de algumas anomalias, mas por vezes este não se sente totalmente informado do que deve fazer a seguir. Vamos supor que o utilizador pretende efectuar uma medição numa imagem, caso esta não esteja calibrada, ou se numa sequência de imagens de diferentes aquisições existam algumas não calibradas, a informação não é suficientemente perceptível. Isto pode induzir o utilizador em erro e os cálculos efectuados estarão necessariamente errados. Este tipo de *software* deverá também possuir um mecanismo de encravamento, ou seja, não permitir o acesso a exames de dois pacientes em simultâneo, não possibilitando o risco de mistura de exames de pacientes diferentes e consequentemente dos seus dados.

Q.5 Feedback

No grupo do *feedback*, alguns utilizadores ao interagirem com o *software*, em especial do serviço de Imagiologia, acharam que poderiam ser incluídos vários melhoramentos. A falta de uma caixa de mensagem “ajuda”, que sugira ao utilizador opções, como por exemplo: qual a melhor forma de medir o ângulo entre duas vértebras da coluna vertebral, informar qual a taxa de compressão aconselhada em determinado tipo de imagem (ecografia, mamografia, TAC, outros).

As interfaces devem ser sempre fáceis de aprender e utilizar, de maneira que ninguém precise de documentação de ajuda. Na verdade, a única vez que os utilizadores tocam no manual de ajuda é quando estão em apuros e não conseguem usar o sistema [NL93].

Este, sistema poderia informar o utilizador de quais os comandos que foram utilizados, quais os valores obtidos em imagens semelhantes do mesmo paciente já efectuados anteriormente, informando-o do cálculo do volume, ângulo e outros parâmetros, caso pretenda seguir os mesmos passos. De um modo geral, todos os utilizadores acham excessivos os tempos de espera a que o sistema avaliado obriga, seria então oportuno surgir no ecrã um indicador de progressão, indicando o tempo previsto para o fim da acção que decorre. A maioria dos utilizadores gostaria que o tempo de espera para aceder às imagens fosse bastante menor. O sistema *PACS (Picture Archiving Communication Systems)* que deveria ter capacidade para arquivo *on-line* de imagens, tornou-se incapaz de tal capacidade, recorrendo o sistema ao arquivo em discos *DVD* dos exames mais antigos. Deste modo, o acesso a esses exames é mais lento, provocando nos utilizadores alguma antipatia à utilização de um *software* de visualização de imagens.

Q.6 Capacidade do sistema

Para o utilizador externo ao serviço de imagiologia, uma das ferramentas para o desempenho do seu trabalho é o monitor, daí as suas características serem muito importantes. O ideal será a utilização de monitores com dimensão igual ou superior a 19", com taxa de refrescamento de 76Hz ou superior, e resolução de 1200*1600 com matriz de 2K*2.5Kpixel.

De um modo geral, todos os utilizadores são unânimes no que toca à qualidade das imagens, existindo alguma dificuldade em visualizá-las convenientemente. Isto deve-se à baixa resolução da maioria dos monitores utilizados, sendo possível constatar que serviços como o da emergência, no qual existe um monitor de resolução razoável e outro de resolução comum, (não possuindo este último a resolução adequada às necessidades dos clínicos), durante o decorrer do teste foi levantada a questão pelo avaliador deste serviço sobre o monitor ao qual se deveria referir para responder; optou-se que as respostas fossem dadas relativamente ao monitor de maior resolução, pois era o mais utilizado.

Um monitor de baixa resolução reduz em 25 % o tempo de leitura dos utilizadores, comparativamente com a leitura em papel [NL00]. Segundo um estudo da revista *PC computing*, ecrãs de 19” oferecem em média um aumento de produtividade de 17% em comparação aos monitores de 17”; se a isto juntarmos a interpretação de imagens médicas, estes valores poderão ser superiores. O mais grave será a não percepção de pormenores nas imagens, o que pode levar a diagnósticos errados ou incompletos para certo tipo de patologias. Tendo em conta que há serviços onde o número de pacientes por clínico é elevado, originando *stress*, aumentando o cansaço e consequentemente diminuindo a destreza do clínico, uma diminuição do tempo de leitura ou uma melhor percepção, seria uma mais valia.

Apesar de grandes investimentos em tecnologias de aquisição, processamento e arquivo de imagens, esse investimento ainda não contemplou o “sector final” ou seja o *PC* de visualização de imagens do serviço, pois está desajustado isto apesar de só ter um ano de utilização, uma vez que não foi adquirido para esse fim. Por vezes encontramos alguma rejeição a um certo sistema, com base no argumento da baixa qualidade das imagens, que pode ser provocada por utilização de componentes desajustados na cadeia de elementos que constituem o todo; o que leva os clínicos a optarem pelo método clássico de imagens em película.

Quanto à velocidade do sistema no cálculo de dados, alguns utilizadores acham que o processamento deveria ser um pouco mais rápido ou ainda mais facilmente acessível. Alguns, tinham alguma dificuldade em apagar um cálculo já efectuado, já que não estava bem explicito qual o modo de proceder. Suponhamos que um utilizador define três pontos para o cálculo de um ângulo, após definir os três pontos sobre o plano da imagem que pretende, o sistema marca esses pontos, executa duas semi rectas que vão definir o ângulo e informa qual o valor do ângulo. O utilizador ao pretender apagar a construção geométrica sobre a imagem, terá que efectuar várias tentativas como clicar na tecla *ESC*, clicar no rato com o ponteiro sobre a construção, esperando que algo aconteça. Vários foram os utilizadores ocasionais que pontuaram esta questão negativamente, já que o sistema obriga o utilizador a efectuar algum esforço de memória para o desempenho do seu trabalho. Uma solução poderia ser a abertura de um menu ferramentas, que surgiria em complemento de algumas opções; neste caso

“apagar”. É de notar também que o utilizador após efectuar o cálculo, caso não apague e feche a imagem a construção manter-se-à sobre a imagem.

Um dos problemas apontados pela maioria dos utilizadores prende-se com o tempo de espera pelos dados dos pacientes. É muito importante que os sistemas sejam rápidos, pois a maioria dos utilizadores tem tendência a rejeitar ou a utilizar pouco uma ferramenta que seja lenta causando-lhe mais desvantagem do que mais valias no desempenho do seu trabalho.

Q.7 A imagem

Como já foi referido anteriormente, frequentemente ocorre a instalação de novos sistemas no seio de outros que não estão preparados para interagirem com as características tecnológicas dos que actualmente são lançados no mercado. O facto do equipamento, rapidamente ficar desactualizado, leva a que alguns utilizadores desenvolvam alguma antipatia motivada não pela qualidade do sistema base, mas sim pelos equipamentos periféricos e redes de distribuição de dados. Daí se compreende alguma recusa por parte de alguns utilizadores em manipular este tipo de tecnologia, continuando a recorrer à utilização da tradicional película *Rx* que acompanha a pasta de exames e relatórios do paciente, em papel.

No que respeita à qualidade da imagem, a quase totalidade dos inquiridos classificou esta questão positivamente, achando que este *software* possui uma boa qualidade, permitindo um bom desempenho para a visualização das imagens.

Só existe cor nas imagens ecográficas, as restantes modalidades não possuem essa valência. Esta questão foi classificada muito satisfatoriamente, o contraste de cores e o brilho, proporcionam uma boa definição das regiões de interesse, definidas pelo utilizador, para o estudo das imagens, possuindo uma boa definição de cor. Isto permite um bom nível de visualização dos fluxos sanguíneos, sendo normalmente definidos com a cor vermelha, o fluxo arterial e a azul o fluxo venoso.

Ao efectuar a questão de outra forma no que respeita à comparação entre a imagem no método tradicional e na tecnologia digital, vários utilizadores responderam negativamente, preferindo a imagem em película. Se compararmos as respostas obtidas

numa questão anterior sobre a qualidade de imagem no ecrã, a pontuação foi superior. Quando se faz a comparação com o método tradicional a opinião é outra. A explicação prende-se com três pontos fundamentais, qualidade do monitor, tempo de espera pelas imagens e diversidade dos locais de trabalho. A película possui a qualidade já muito experimentada pelo clínico, encontra-se no processo clínico do doente, pode ser vista em qualquer gabinete que possua um negatoscopio. É de salientar que os clínicos que pontuaram com notas inferiores esta questão, não pertencem ao serviço de imagiologia, estes últimos possuem os monitores de maior resolução, os tempos de espera são muito inferiores e existem monitores em todos os gabinetes de trabalho.

As respostas obtidas à questão da qualidade de cortes transversais satisfazem plenamente a maioria dos utilizadores, os contornos anatómicos estão bem definidos assim como os diversos tons de cinzentos que permitem uma boa interpretação, facilitando assim o diagnóstico.

À excepção de um dos elementos do serviço de imagiologia, todos os restantes utilizadores acham que a função 3D (imagens tridimensionais) permite ampliar as valências do seu trabalho. O método de reconstrução 3D muito utilizado em imagem *TC* ou *RM* (ressonância magnética) permite ao clínico visualizar o volume de uma peça anatómica, fazendo a rotação de forma a ver de todos os lados e ângulos. Esta opção que é comercializada pelos fabricantes de *software* é actualmente muito utilizada em reconstrução óssea e na área da medicina dentária.

O *software* em estudo permite a visualização a cores de imagens provenientes de exames de ecografia, mas só no serviço de imagiologia. Assim, os restantes clínicos, na eventualidade de pretenderem ter essa disponibilidade, têm que se dirigir aquele serviço. Existem dois serviços que possuem aparelhos de aquisição de imagens próprios, executando nos próprios serviços esses exames médicos, assim não dependendo de outro serviço (imagiologia) para a obtenção de imagens e os relatórios a elas associados, são eles: cardiologia e ginecologia/obstetrícia.

A pontuação a esta questão, mais uma vez, variou no seio do mesmo serviço, o tipo de imagem a que cada especialista se encontra mais familiarizado, motiva-o para maior ou menor interesse pelos aplicativos que estão associados ao programa principal. Neste caso concreto das imagens, obtidas através de ecógrafo, assistimos a uma maior pontuação dada pelos utilizadores que dependem em maior grau deste tipo de imagem.

Quando a questão é colocada num âmbito geral incluindo diversos serviços, a resposta foi muito equivalente, os utilizadores não distinguem entre o caso particular da imagem ecográfica, e os restantes modos de aquisição de imagem disponíveis no que respeita à disponibilidade de imagens com cor. Analisando mais em pormenor, o serviço de otorrinolaringologia e um dos elementos de cirurgia não vêm interesse, enquanto que outro elemento de cirurgia pontua com nota máxima, isto têm uma explicação: cada um destes avaliadores possui um tipo trabalho diferenciado, mesmo dentro da mesma especialidade clínica. Normalmente, os acessórios que cada *software* possui (cor, reconstrução tridimensional, imagens de fusão, etc.) são vulgarmente direccionados para cada tipo de necessidade, sendo da mesma forma utilizado mediante a técnica individual de cada clínico. Deste modo, podemos encontrar um leque de necessidades que se podem traduzir em opções que devem estar disponíveis num *software* de imagem médica. Uma forma de determinar o que cada clínico mais necessita para o desempenho da sua tarefa, é avaliar o seu método de trabalho, efectuando questões sobre procedimentos e técnicas para posteriormente propor soluções que se cuadam com cada caso. Se analisarmos o caso da especialidade de ortopedia, cada clínico aperfeiçoa a sua técnica especializando-se numa determinada zona do corpo humano, assim existe um especialista do joelho e anca, outro da coluna vertebral e assim por diante, daí cada caso necessitar de opções específicas.

O *software* avaliado possui nas imagens TC e ecográficas, uma imagem (estereograma) que informa o utilizador de qual a região do corpo que está a ser visualizada, enquanto ele percorre cada imagem da série. No serviço de imagiologia, os utilizadores não acham que esta função os ajude muito no seu trabalho, uma maior experiência permite-lhes só com a imagem do corte saber exactamente o local do corpo que estão a analisar. Esta função tem maior interesse para o utilizador ocasional, dando-lhe uma informação complementar da região em análise.

Q. 8 Desempenho do *software*

Neste grupo, pretende-se avaliar como os utilizadores interagem com o *software* de imagem médica, quais as suas necessidades não satisfeitas, quais os itens que

necessitam de melhoramento e outros que poderiam ser incluídos de forma a tornar mais fácil o trabalho clínico. O tempo que é despendido a visualizar, relatar, estudar cada imagem é muito importante, pois não só permite uma maior quantidade de trabalho realizado, assim como diminui o número de erros que podem ser cometidos num relatório médico. Por exemplo, um exame no qual não foram interpretados todos os pormenores, nos quais foram desprezados pormenores mínimos, pode conduzir a um relatório incompleto ou errado.

Q. 8.1 A Apresentação dos dados dos pacientes e exames efectuados são de fácil acesso?

Nesta questão, alguns utilizadores acham que as caixas que apresentam os dados dos pacientes poderiam possuir uma melhor apresentação. As janelas poderiam possuir uma dimensão maior (ver exemplo da figura 5.1), facilitando o acesso aos exames. Segundo [NL 93], os caracteres devem possuir um tamanho suficiente ao fim a que se destinam. Se pensarmos no género de trabalho, este requer muita atenção durante várias horas contínuas, em especial no caso dos utilizadores do serviço de imagiologia; assim podemos perceber como é importante este ponto. Por outro lado, nem toda a informação está contida na mesma página, é claro que também é difícil conter muita informação sem correr o risco de um preenchimento excessivo de uma só página com a introdução relativa a caixas para os dados dos pacientes, dos exames, entre outros. Existe algum risco ao optar por caracteres mais pequenos para que fique tudo condensado, pois fica menos visível provocando mais cansaço ao utilizador.

Q. 8.2 O acesso a exames executados há vários meses é fácil?

O acesso a exames efectuados há vários meses, tem sido um problema que afecta todos os utilizadores. Os tempos de espera são excessivos, provocando um descontentamento geral de todos os utilizadores. Este problema é uma adição de várias características desajustadas às necessidades: *PC's* desactualizados, redes com largura de banda reduzida e especialmente um processo de arquivo de imagens dimensionado para uma utilização que não tinha sido prevista. Muitas vezes os processos de aquisição de

equipamentos demoram vários meses ou até anos, e quando realmente se adquire, já existem soluções mais recentes, mas para manter os preços adquire-se a versão inicialmente prevista. Uma possível solução para minimizar o problema encontrado, passa pelo aumento de capacidade de plataforma *on-line*, baseada num *RAID* para acesso instantâneo.

Q. 8.3 Facilidade de acesso aos dados dos pacientes?

Neste ponto, pretende-se analisar os passos que o utilizador segue ao solicitar um determinado exame de um paciente. A título de exemplo, na figura 5.2, temos um modelo de pesquisa de uma lista de trabalho, sendo possível pesquisar os dados de um paciente/exame das seguintes formas:

- *ID* número de identificação do paciente;
- Nome do paciente;
- Data de nascimento;
- Número de requisição;
- Data do exame;
- *Status* do exame (exame validado, relatado);
- Estação de execução do exame;
- Unidade de referência.

De um modo geral, nesta questão, os utilizadores interagem correctamente com o modelo atrás referido, sendo fácil o acesso aos exames que se encontram disponíveis na unidade *PACS*. Não foram encontradas dificuldades em obter correctamente as imagens, não existiram erros de cruzamentos de dados dos exames arquivados. Os menus, janelas, e botões de acesso estão correctos, não existindo sobreposição de informação que suscite dúvidas ao utilizador. É claro que é necessário um período adequado de adaptação, para os conhecimentos dos caracteres e pequenos ícones associadas à palavra que o acompanha.

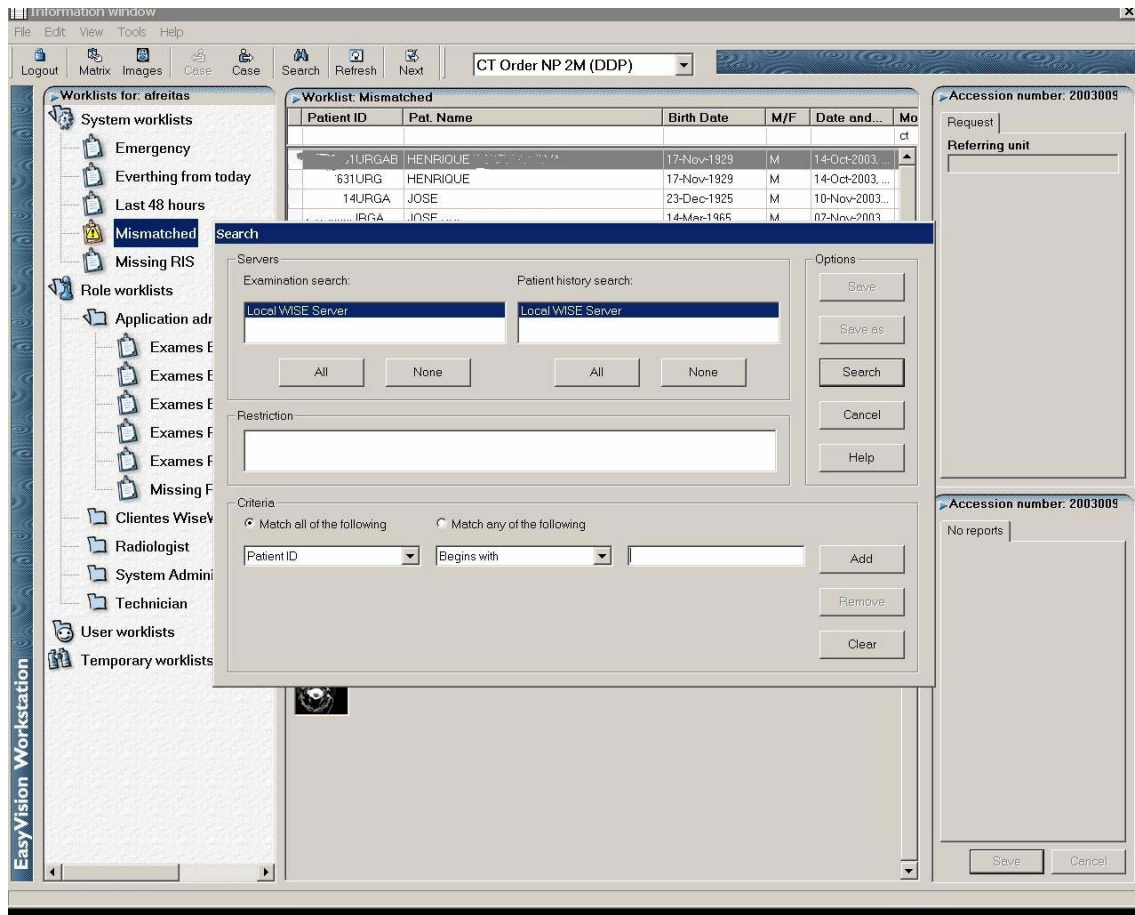


Figura 5.2 Janela com listas de trabalho [SE04]

Q. 8.4 Facilidade de introdução de relatórios?

Facilidade de introdução de relatórios; esta questão não se aplica à maior parte das especialidades, isto porque é da responsabilidade do serviço de imagiologia o registo dos relatórios neste *software*. Assim, um dos utilizadores deste serviço pontuou negativamente com a nota 1 esta questão. Foram posteriormente averiguadas as razões deste utilizador uma vez que, os restantes colegas pontuaram com a nota 4. O argumento do utilizador foi o seguinte: quando se encontra a relatar um exame, a introduzir o texto via teclado (na janela própria para esse efeito), e se por algum motivo tem que interromper a tarefa para executar outra, como por exemplo atender uma chamada telefónica, corre o risco de perder os dados já introduzidos. A solução é gravar o texto introduzido, mas nem sempre existe esse cuidado obrigatório. O sistema deveria

ele próprio, guardar o texto digitado pelo utilizador ao fim de algum tempo, diminuindo assim o risco deste ser obrigado a reescrever todo o texto.

Q. 8.5 As janelas existentes (como exemplo; procura de lista de pacientes) possuem uma dimensão adequada, permitindo uma fácil visualização dos dados?

Nesta questão, os utilizadores consideraram que a dimensão das janelas poderia ser melhorada, adaptando-se a este tipo de utilização. No que respeita à visualização de dados dos pacientes, o sistema é de leitura acessível, sendo rápida a interpretação de dados arquivados. Apesar da quase totalidade dos utilizadores ter pontuado esta questão positivamente, um achou que a dimensão das janelas estava desajustada, devendo ser um pouco maior (dados dos pacientes), o que iria facilitar a busca dos dados dos pacientes. Por vezes poderemos não estar perante uma dimensão desajustada da janela, mas sim dos caracteres, quanto à sua dimensão, ou à utilização de negrito e itálico desadequadamente. Isto poderá criar ao utilizador alguma confusão visual, pois este *software* possui como modo de informação para definir o estado em que se encontra o exame, a apresentação do nome do paciente com os caracteres como referido anteriormente (ver questão 8.1).

Q. 8.6 O menu de opções “ferramentas ou *tools*” apresenta um número de valências compatível com as necessidades?

As ferramentas que o *software* apresenta, ver figuras 5.3 e 5.4, agrada de um modo geral a todos os utilizadores, adequando-se ao tipo de trabalho executado pelos diversos profissionais nas diferentes áreas. Existem diversas aplicações que complementam um *software* base para visualização de imagens médicas, é claro que estas estão vocacionadas para determinadas especialidades, senão vejamos: as imagens obtidas por medicina nuclear, são utilizadas para medição de fluxos sanguíneos no coração (Cardiologia) e são também utilizadas para detecção de tumores (Oncologia). Dado o avanço tecnológico que este tipo de ferramenta sofre de ano para ano, será difícil dizer que as ferramentas estão de acordo com as necessidades dos utilizadores, apesar de

nesta questão aparecer uma única pontuação negativa. Uma análise mais pormenorizada será desenvolvida no capítulo VI, onde serão descritas características importantes que devem figurar num *software* de imagem médica.

Na figura 5.3, encontra-se uma imagem do *software* avaliado onde se destacam as ferramentas disponíveis para os utilizadores desenvolverem o seu trabalho. Na figura 5.4, encontram-se visíveis, outras ferramentas igualmente acessíveis para visualização e análise de imagens.

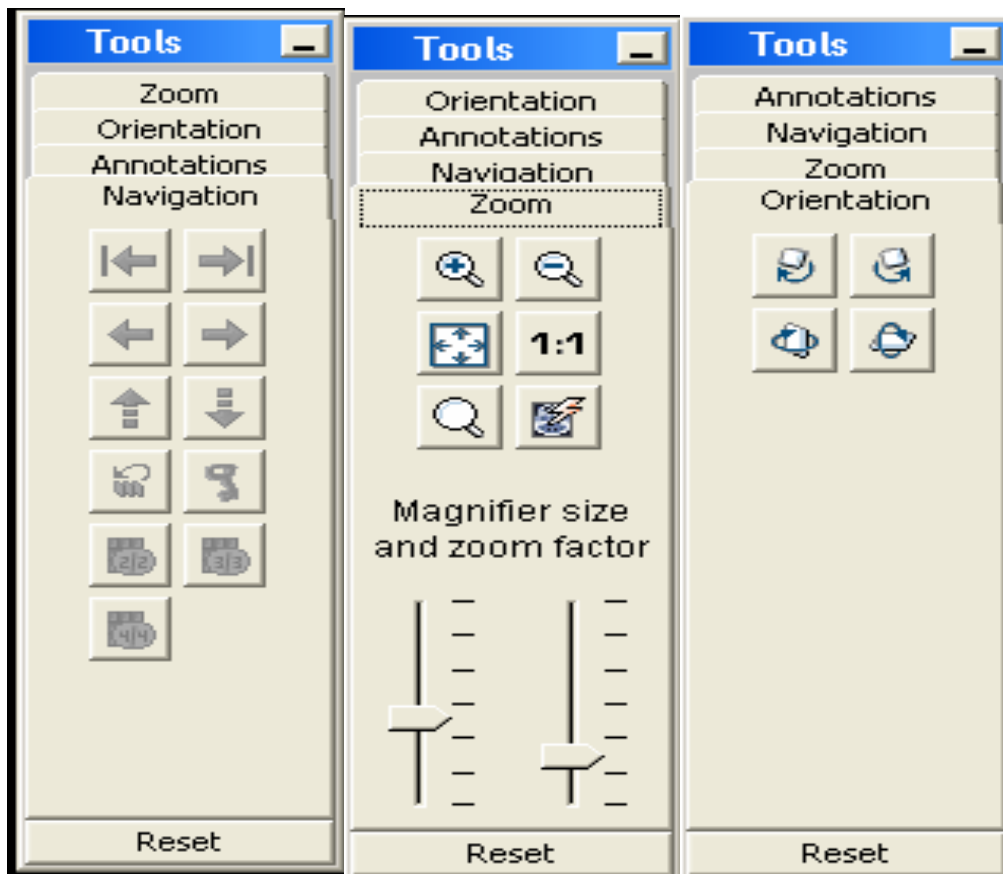


Figura 5.3 Caixas de ferramentas [SE04]

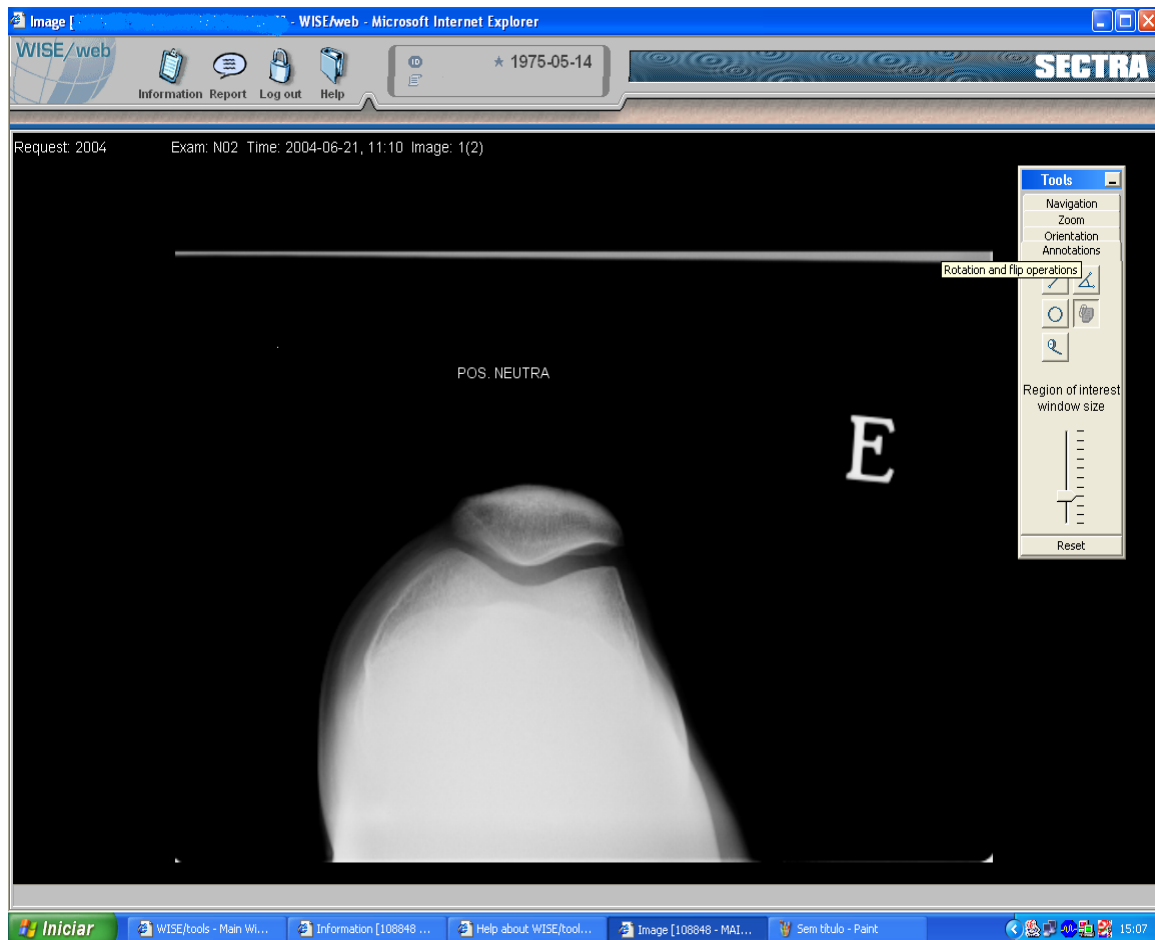


Figura 5.4 Janela das ferramentas para manipulação de imagens [SE04]

Q. 8.7 A lista de trabalho, também apelidada de *worklist*, possui todas as valências necessárias?

Q.8.8 O menu referido anteriormente permite a introdução de novas funções (por exp. altura do paciente) ou retirar uma função?

No que respeita a listas de trabalho em termos de valências disponíveis, para o desempenho de um trabalho regular, adequam-se às necessidades dos utilizadores. Por outro lado, em termos de alterações ao pré-estipulado, alguns utilizadores parecem não estar seguros da possibilidade de introdução de novos dados, como por exemplo, a altura, o peso do paciente, entre outras características que poderíamos considerar. Os sistemas, devem permitir essa valência de modo a tornarem-se flexíveis para novas situações, adequando-se mais facilmente a necessidades que possam surgir.

Q. 8.9 As funções disponíveis (lupa, ângulo, áreas, etc.) para visualização de imagens são apropriadas?

As funções disponíveis para examinar as imagens descritas anteriormente, proporcionam, para o tipo de exames imagiológicos executados na unidade de saúde onde decorreu este estudo, um bom desempenho a todos os utilizadores inquiridos, proporcionando um leque de ferramentas que permite um bom trabalho de diagnóstico. De outro modo, a função “Zoom” poderia alertar o utilizador que para ampliações não razoáveis, extremamente grandes, a visualização torna-se difícil para determinado tipo de imagem (modo de aquisição), podendo mesmo sugerir a utilização de uma percentagem máxima de ampliação para aquela imagem específica ou a utilização de outro modo como seja a “lupa”. É claro que, para a maioria dos utilizadores, a pouca experiência nesta nova tecnologia, não proporciona uma maior exigência em termos das valências que poderiam estar disponíveis.

Q. 8.10 O ajuste de tonalidades, contraste, brilho, são funcionais?

A avaliação do ajuste de tonalidades, brilho e contraste de imagem, depende fortemente da qualidade dos monitores. Este é um ponto importante, pois é um meio para uma boa aceitação do método ou a sua rejeição. Como já foi referido anteriormente, é possível constatar que os utilizadores que possuem monitores de inferior qualidade, pontuaram esta questão com valores inferiores. Este tipo de questão é importante numa avaliação de sistemas de visualização de imagens médicas, pois a percepção do pormenor é fundamental para este tipo de utilizador. Os mecanismos de ajuste de brilho, contraste, entre outros, permitem ao utilizador aproveitar toda a sua acuidade visual, na percepção de pequenas diferenças de tonalidades e características das imagens imagiológicas.

Q. 8.11 A informação sobre o estado em que se encontra o exame é apropriada (exame relatado, validado, etc.)

Após a realização dos exames, as imagens estão em condições de serem validadas pelos técnicos de radiologia; após esta triagem, o médico especialista em imagiologia faz o seu diagnóstico, relatando o exame mediante os tradicionais métodos, escrevendo directamente na janela que existe para o efeito no *software* ou grava o seu relato numa cassete áudio. No decorrer deste percurso, o sistema informa o utilizador em que estado se encontra o exame, quer seja por intermédio de uma letra, ou de uma palavra identificativa que é anteriormente introduzida junto do nome, ou número identificativo do paciente, ou então o nome deste aparece com os caracteres escritos em *itálico*, ou a **negrito**. Alguns, não acharam fácil o acesso aos dados dos pacientes, para eles a janela da figura 5.1 não possui uma apresentação de fácil compreensão. Os exames que já se encontram validados e relatados aparecem a **negrito** e *itálico*. Por vezes, este tipo de identificação causa alguma confusão, especialmente no utilizador ocasional, por isso sugere-se a utilização de outro tipo de identificação, como por exemplo a primeira letra da palavra “relatado” “R” no início da identificação do paciente.

Q. 8.12 Caso o sistema comportasse um sistema automático de dicção e arquivo de diagnósticos, acha que seria apropriado?

A implementação de um sistema automático de dicção teve pontuações diversas, apesar da maioria considerar este sistema uma ajuda válida, diminuindo os tempos para proceder a um relato de um exame. Frequentemente os relatos são gravados em cassete áudio para posteriormente serem dactilografados por uma administrativa, trabalho moroso obrigando uma terceira pessoa à introdução dos dados. Se o próprio clínico, ao relatar o exame, introduzir ele mesmo o relatório via dicção, o método seria muito rápido e com menor probabilidade de ocorrência de erro, comparativamente com o método referido anteriormente.

Esta função teria uma maior utilização no serviço de imagiologia, onde as respostas foram opostas pontuando com 1 e 5 (máximo). A razão desta disparidade de respostas dentro do mesmo serviço é a seguinte, o clínico que respondeu com 1, prefere

redigir o relato da imagem na janela que o *software* proporciona. Este clínico, desenvolve o seu trabalho com maior incidência em imagens do tipo *RX*. Por outro lado, os clínicos que pontuaram com a nota 4 e 5, trabalham na sua maioria com imagem *TC*, preferindo o já referido sistema de dicção. É de salientar que dentro da mesma especialidade clínica os utilizadores têm preferências diferentes nos seus métodos de trabalho, não só pelo gosto pessoal, mas também pelo tipo de imagem que normalmente estão mais familiarizados.

Q. 8.13 Ter a possibilidade de percorrer sequencialmente as imagens ecográficas de um paciente facilita o seu trabalho?

Ver imagens sequencialmente tem várias vantagens, pois é mais fácil comparar duas imagens subsequentes (uma vez que obriga a menos operações com o rato), já que abrir uma imagem, fechar e posteriormente abrir a seguinte, obriga a perdas de tempo e maior desgaste do utilizador. Todos foram unânimes de que, o método da sequência é o mais satisfatório, permitindo diagnósticos mais rápidos, optimizando a interacção entre o utilizador e a tecnologia. Mais uma vez, com esta questão podemos verificar o problema da interligação de diferentes tecnologias. As imagens captadas pelos ecógrafos existentes não convertem as imagens em formato *DICOM*, logo não permitem visualizar posteriormente as imagens como páginas sequenciais. Ao contrário, o aparelho de aquisição de imagens *TC* possui essa valência, daí o clínico ter acesso a outro tipo de funcionalidade na visualização das imagens convertidas em formato *DICOM* (ver figura 5.4).

Q. 8.14 A função que permite deslizar a imagem sobre o plano do ecrã em todos os sentidos é apropriada?

A função que permite deslocar quadros, imagens no plano do ecrã, satisfaz globalmente a necessidade dos utilizadores. O sistema permite um bom desempenho no arranjo de quadros, permitindo aos utilizadores usufruírem de uma boa acomodação, facilitando assim o seu trabalho.

Q. 8.15 O sistema permite definir a taxa de compressão de imagem pretendida?

No que respeita à definição da taxa de compressão de imagem, alguns utilizadores não viram interesse nessa função ou desconhecem, outros acharam interessante. Este género de função, é mais aplicável aos técnicos de imagiologia que trabalham na primeira linha de intervenção, são eles que procedem à aquisição de imagens e posteriormente validam e seleccionam as imagens definindo os seus parâmetros, para que fiquem disponíveis para o pessoal médico.

Q. 8.16 Facilidade de arquivo de imagens no PC pessoal?

Quando se questiona sobre a facilidade de arquivo de imagens no *PC* pessoal, alguns dos utilizadores acham difícil. Tendo em conta que alguns dos *PC*'s possuem baixa capacidade de memória, processadores desajustados para este fim, torna esta opção problemática. A existência de gravadores de *CD*, permitiria o arquivo de exames facilitando o transporte para locais afastados do tradicional gabinete de consulta.

Q. 9 Características do *software*, classificação

Na última questão do teste de usabilidade desenvolvido, pede-se aos utilizadores para mencionarem numa breve descrição quais os itens que acham positivos e negativos, as respostas obtidas são apresentadas na tabela 5.1:

	Características Positivas	Características Negativas
Ortopedia	Melhor acesso às imagens, <i>software</i> de fácil aprendizagem	Definição das imagens é inferior ao formato em película
Emergência	Qualidade das imagens, facilidade em manipular imagens	Lentidão do sistema
Otorrino 1	Acessos dispersos por vários locais, qualidade razoável	Tempo de espera de acesso a exames antigos
Otorrino 2	Qualidade imagem e suas opções	Tempo de espera de acesso a exames antigos

Imagiologia 1	Facilidade de utilização, boa resolução de imagem	Tempo de espera para aceder aos exames anteriores de um paciente
Imagiologia 2	Após a disponibilidade dos dados, é relativamente fácil o seu estudo	Após os exames serem efectuados, demora a sua disponibilidade para visualização
Cirurgia 1	Acessibilidade	Lentidão
Cirurgia 2	Facilidade/acessibilidade às imagens	Impossibilidade de aceder ao arquivo de imagens antigas sem a intervenção do serviço de Imagiologia

Tabela 5.1 Respostas destinadas à questão 9

5.5 Algumas conclusões dos resultados obtidos

Alguns utilizadores optaram por não responder à questão 9, não sendo possível obter a opinião de todos neste ponto. Obteve-se como resposta quase unânime o descontentamento relativamente à lentidão do sistema no acesso às imagens. Outros utilizadores questionaram a qualidade das imagens, comparativamente com o formato tradicional em película. Por outro lado, existem respostas em que a qualidade foi classificada como boa, em alguns casos pode-se tratar de um problema de resolução do monitor, como referido em pontos anteriores, mas não o é. Certas especialidades médicas, onde o pormenor da imagem necessita de ser interpretado pelo especialista, é importante que este possua meios que lhe disponibilizem a máxima informação com a melhor qualidade possível. Uma outra questão prende-se com os locais de utilização, ou seja, no bloco operatório onde o clínico necessita de ter acesso a este tipo de imagens, só é possível o acesso a imagem em película, o formato digital só está disponível durante o estudo do paciente. A instalação de ecrãs de *TFT* de elevada resolução, com as suas dimensões físicas reduzidas, proporcionaria ao cirurgião visualizar imagens perto da mesa operatória, com a vantagem de facilmente ter acesso a diversas imagens sem necessitar de se afastar da mesa operatória. Se pensarmos que o formato em película, obriga a transportar para a sala diversas películas, e que o seu local de visualização é a parede onde normalmente se encontra o negatoscópio, poderemos ter a percepção do atravancamento que isso obriga. Analisemos a especialidade de ortopedia em que habitualmente é necessário efectuar um *RX* durante a cirurgia, com um sistema digital, após alguns instantes do exame efectuado, a imagem estaria disponível no

monitor, enquanto que o actual método obriga a que a cassette que possui a imagem seja levada até ao aparelho que procede à revelação da imagem, que normalmente encontra-se noutro piso, e posteriormente voltar à sala de cirurgia. Com isto, vemos mais uma das vantagens de utilização de sistemas computacionais de imagem médica. Estando estes estruturados de acordo com a necessidade de cada caso (especialidade clínica), e possuir modos de interacção do agrado dos utilizadores, fiáveis e com qualidade de imagem que supere a tradicional película, mesmo os clínicos mais renitentes utilizariam as novas tecnologias na totalidade. Numa das respostas foi obtido um bom acolhimento quanto à qualidade do formato digital (serviço de emergência), algumas das imagens possuem o relato executado por um especialista em imagiologia, por vezes o médico do serviço de urgência apoia o seu diagnostico mais na descrição do relato que acompanha a imagem do que propriamente nesta. Por outro lado, a existência de monitores com boa qualidade neste serviço facilita a interpretação das imagens. Deveria existir um procedimento *standard* que normalizasse este tipo de *software* de imagem médica. É claro que existem algumas entidades que criam normas de usabilidade, definindo padrões normativos para que os projectistas de *software* se orientem, de modo que um utilizador em qualquer local possa utilizar qualquer aplicação informática com o mínimo de esforço. Cada vez mais as pessoas estão mais perto uma das outras, a *Internet* têm facilitado que sistemas tele-radiológicos unam vários especialistas em simultâneo, analisando patologias de um doente através da imagem, sendo por isso necessário que estes sistemas sejam semelhantes e compatíveis do ponto vista do utilizador.

Com base na tabela de classificações 5.3, referente às classificações obtidas com o teste, e analisando os gráficos das figuras 5.5a e 5.5b, construídos mediante os referidos valores e comparando a pontuação média obtida por cada utilizador, ao comparar a classificação dos primeiros dois grupos, (questões 1 e 2, experiência de utilização e reacção à utilização, designando por; **média 1**), não existe uma relação directa entre os melhores classificados nos dois primeiros grupos e as restantes questões do teste (questões do grupo 3 ao 8, designando por, **média 2**). Com isto, tentou-se determinar se os utilizadores que obtiveram melhor classificação nos dois primeiros grupos, possuiriam da mesma forma melhor classificação nos restantes grupos; houve mesmo um caso em que a posição na escala de classificados foi a mesma, mas foi por

coincidência. Não foi encontrado nenhum erro sistemático cometido pelos utilizadores no desempenho do seu trabalho, mas sim algumas questões de usabilidade aleatoriamente verificadas já referidas anteriormente. Em caso de dúvidas, os utilizadores preferem contactar alguém da especialidade de imagiologia (técnico coordenador), a consultar o manual de ajuda.

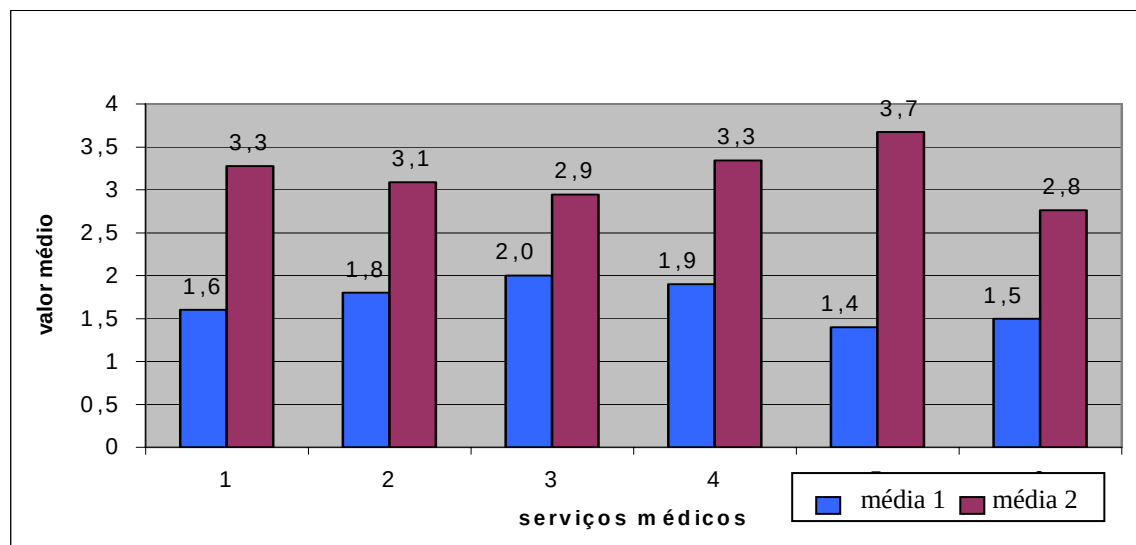


Figura 5.5a. Gráfico das médias (média1 e média 2), utilizadores (1 a 6)

Legenda (serviços médicos):

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1- imagiologia 1 | 4- técnico de imagiologia |
| 2- imagiologia 2 | 5- otorrino 1 |
| 3- imagiologia 3 | 6- otorrino 2 |

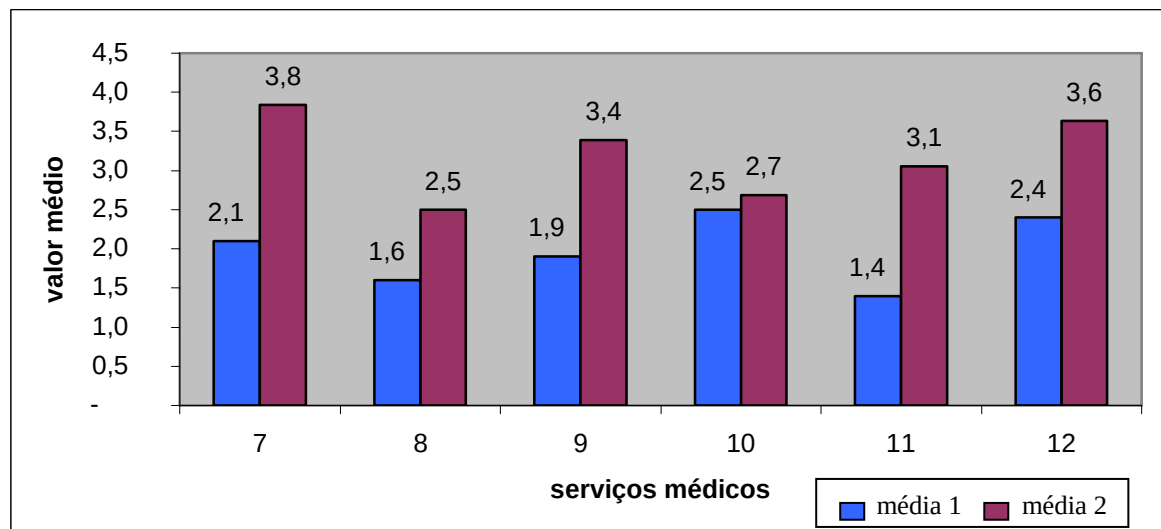


Figura 5.5b Gráfico das médias (média1 e média 2), utilizadores (7 a 12)

Legenda (serviços médicos):

7- cirurgia 1	10- cardiologia
8- cirurgia 2	11- ortopedia
9- emergência	12- informática

No gráfico das figuras 5.6a e 5.6b, observa-se a média obtida por questão relativamente aos doze utilizadores inquiridos. As colunas a vermelho, indicam as questões com média negativa (valores inferiores a 3, por exemplo da questão 4.1). Os pontos que correspondem às questões de média negativa, devem ser cuidadosamente analisados prevendo-se a viabilidade de alterações que aumentem a usabilidade associada ao tema em questão. Outros temas, em que a pontuação apesar de positiva apresenta valor baixo, deverão ser também alvo de propostas de melhoramento.

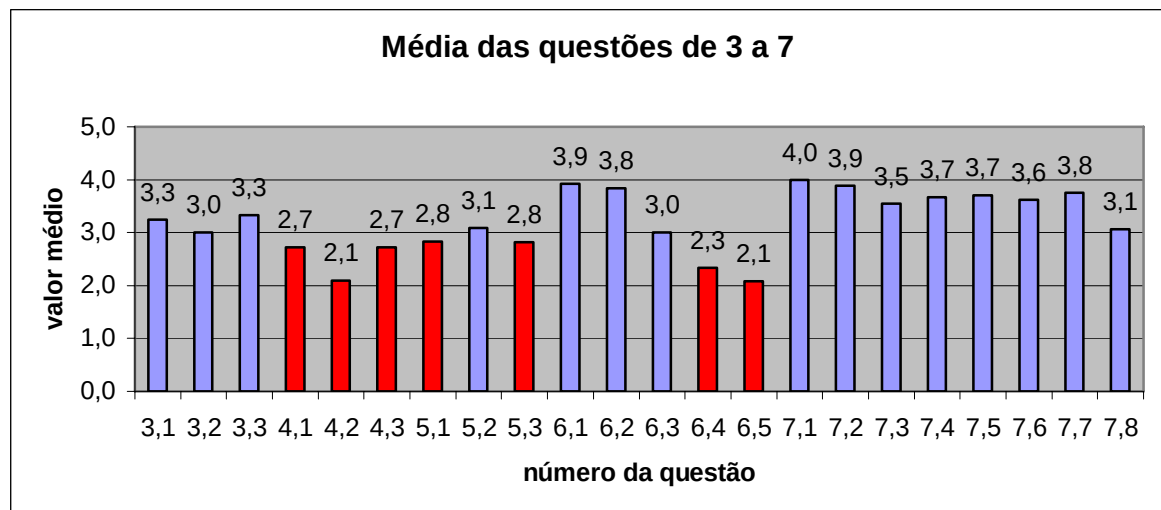


Figura 5.6a Média das questões 3 a 7

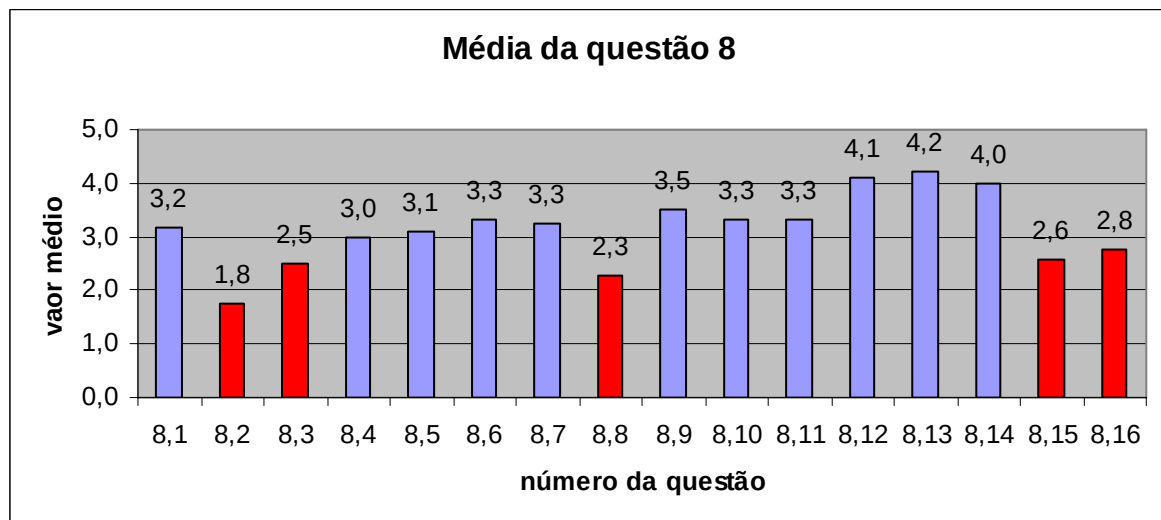


Figura 5.6b Média das questões do grupo 8

Analisando a média por grupos de questões e considerando os grupos como no parágrafo 5.3, obtêm-se os seguintes valores:

Questões 1 a 2	2.1
Questões 3 a 5	3.3
Questões 6 a 8	3.4

Tabela 5.2 Média das questões por grupos

No grupo de questões 1 a 2, a média obtida de 2.1 possui um valor baixo, demonstrando que os utilizadores possuem pouca experiência na utilização dos produtos informáticos comuns. Uma vez que este grupo inclui a questão número 2, as reacções psicológicas não foram positivas quanto à motivação para a utilização do *software* de imagem. Uma explicação para este resultado, poderá ser a baixa utilização de produtos multimédia, o que ainda não desenvolveu nos utilizadores um estímulo na utilização das novas tecnologias. Por outro lado, a recente utilização do *software* de imagem, constituindo na maioria dos casos o primeiro contacto com esta modalidade, não permitiu aos utilizadores desenvolverem neles próprios, a confiança necessária para que estes interajam com naturalidade com o sistema.

Com o grupo de questões 3 a 5, a média geral foi positiva, apesar deste valor poder ser melhorado mediante a introdução de algumas alterações a nível da terminologia e sistema de informação, ajuda disponível e modo como a informação na ocorrência de um erro, é transmitida ao utilizador.

No grupo das questões 6 a 8, a média do resultado obtido foi um pouco mais elevada. Neste conjunto de questões, que está relacionado directamente com a manipulação da imagem, os utilizadores classificaram como pontos fortes a qualidade da imagem e a facilidade de manipulação das imagens. Alguns especialistas aconselham a efectuar sucessivos testes de usabilidade para que, após uma alteração, se possa avaliar qual o efeito prático desta. É importante que os utilizadores acreditem no sistema, compreendam as suas vantagens, sobretudo se este se adaptar de forma funcional às suas necessidades profissionais. Para isso devem contribuir, localizando as suas falhas ou os pontos menos eficientes para que estes possam ser alterados e melhorados.

Pretendeu-se que o modelo desenvolvido neste trabalho, permita a sua utilização em *software* usualmente utilizado em imagiologia, podendo ser introduzidas novas questões para determinado tipo de especificidade dos sistemas de aquisição e arquivo de imagem.

5.6 Tabela com as pontuações obtidas com o teste de usabilidade

A tabela foi elaborada de forma em que, as colunas representam a classificação obtida por cada um dos utilizadores a cada questão. As linhas possuem a classificação obtida em cada questão, atribuída pelos diferentes utilizadores.

Legenda:

Image 1, 2,3 - Médicos especialistas em imagiologia
Tec Imag - Técnico especialista em imagiologia
Oto 1, 2 - Médicos especialistas em otorrinolaringologia
Cirurg 1,2 - Médicos especialistas em cirurgia
Emerg - Médico especialista em emergência médica
Cardio - Médico especialista em cardiologia
Ortope - Médico especialista em ortopedia

Média - representa a média por questão
média 1 - representa a média por utilizador ao grupo de questões 1 e 2
média 2 - representa a média por utilizador ao grupo de questões entre 3 e 8
Total - representa o somatório total por utilizador ao grupo de questões de 3 a 8

Questão	Image1	Image2	Image3	TecImag	Oto1	Oto2	Crurg1	Crurg2	Emerg	Cardio	Ototope	Infomat	Média
1,1	0	2	1	3	2	3	3	1	2	3	2	3	2,1
1,2	3	2	3	3	1	1	3	3	3	3	2	2	2,4
1,3	3	3	3	3	2	1	2	1	3	3	1	5	2,5
1,4	0	0	1	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0,5
1,5	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2,0
1,6	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2,0
1,7	1	1	1	0	0	1	1	1	2	2	1	2	1,1
2	3	2	3	2	2	2	2	3	1	3	2	3	2,3
média1	1,6	1,8	2,0	1,9	1,4	1,5	2,1	1,6	1,9	2,5	1,4	2,4	
3,1	3	3	4	3	4	3	4	2	4	2	3	4	3,3
3,2	3	2	4	3	4	3	3	2	4	2	2	4	3,0
3,3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	2	3	3,3
4,1	2	4	1	3	3	3	0	2	4	2	2	4	2,7
4,2	2	1	1	3	3	3	0	1	2	1	3	3	2,1
4,3	3	1	2	3	3	4	0	4	2	2	3	3	2,7
5,1	3	1	4	3	3	3	5	1	2	3	3	3	2,8
5,2	3	4	3	3	4	2	5	1	3	3	2	4	3,1
5,3	2	0	3	3	4	2	5	1	1	3	3	4	2,8
6,1	4	5	5	3	5	3	5	3	5	2	4	3	3,9
6,2	4	5	4	3	5	3	5	3	5	2	3	4	3,8
6,3	4	4	3	3	3	3	3	0	2	2	2	4	3,0
6,4	3	1	1	3	2	2	2	1	2	3	4	4	2,3
6,5	2	1	3	3	2	2	2	1	2	2	2	3	2,1
7,1	4	5	5	4	5	4	4	2	4	4	3	4	4,0
7,2	4	5	4	4	5	0	0	0	3	3	4	3	3,9
7,3	4	5	4	4	4	3	0	2	4	2	2	5	3,5
7,4	4	5	4	4	4	3	0	3	3	2	3	4	3,7
7,5	4	2	2	4	5	3	0	5	5	2	5	0	3,7
7,6	3	1	4	4	0	0	0	5	5	4	3	0	3,6
7,7	4	1	4	4	0	0	0	5	5	3	4	0	3,8
7,8	2	2	0	4	4	2	5	0	2	3	4	4	3,1
8,1	2	4	3	3	3	2	3	2	4	4	3	5	3,2
8,2	1	1	1	3	3	1	1	1	2	3	1	3	1,8
8,3	4	1	1	3	3	2	2	1	4	3	2	4	2,5
8,4	4	1	4	3	0	3	0	0	0	0	3	3	3,0
8,5	3	3	2	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3,1
8,6	3	5	1	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3,3
8,7	4	4	3	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3,3
8,8	0	0	2	3	0	2	0	1	3	0	2	3	2,3
8,9	4	4	4	3	4	4	4	1	4	3	3	4	3,5
8,10	2	4	4	3	4	3	4	3	3	2	4	4	3,3
8,11	4	5	2	4	4	3	5	1	3	3	2	4	3,3
8,12	5	1	4	4	4	4	5	5	4	0	4	5	4,1
8,13	5	5	3	4	4	0	4	5	4	4	4	0	4,2
8,14	3	5	3	4	4	3	4	5	4	4	5	0	4,0
8,15	0	0	2	3	3	3	0	0	0	2	3	2	2,6
8,16	3	0	2	4	3	1	0	0	4	1	5	2	2,8
Total	118	105	109	127	125	94	96	80	122	93	116	118	
média2	3,3	3,1	2,9	3,3	3,7	2,8	3,8	2,5	3,4	2,7	3,1	3,6	

Tabela 5.3 Resultados do teste de usabilidade

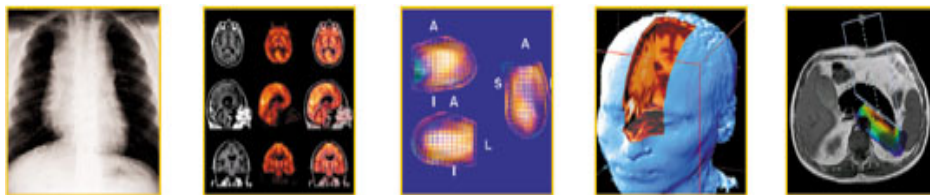
5.7 O Teste

Neste ponto encontra-se o teste de usabilidade apresentado aos utilizadores, que serviu para a avaliação do *software* em estudo.

Avaliação de Usabilidade do *software* de Imagem Médica em funcionamento no Hospital Sº Sebastião S.A.

As questões que se seguem são formuladas para estabelecer uma avaliação sistemática de uma interface com o utilizador. De forma a captar as vossas opiniões relativamente ao desempenho do *software* de imagem médica, elaborei algumas questões as quais gostaria que respondessem utilizando uma escala de 1 (muito negativo) a 5 (muito positivo), se a questão não se aplicar à interface que está a avaliar, responda com 0 (zero). Este tipo de classificação só se aplica a partir do ponto 3 do questionário.

Obrigado pelo vosso tempo.



1. Experiência de utilização

1.1 Sistemas que habitualmente utiliza.

- | | |
|---|---|
| ☐ Motores de busca | ☐ Software de imagem fotográfica |
| ☐ Folha de cálculo | ☐ Software para base de dados |

1.2 Há quanto tempo utiliza sistemas de visualização de imagem médica?

meses
 anos

1.3 Se utiliza frequentemente, qual o tempo de utilização semanal?

horas

1.4 Qual o número de sistemas semelhantes que já trabalhou?

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| ☐ nenhum | ☐ 3 |
| ☐ 1 | ☐ 4 |
| ☐ 2 | ☐ mais de 4 |

1.5 Facilidade de aprendizagem de utilização do sistema?

Muito fácil ☐ Fácil ☐ Pouco fácil ☐ Difícil ☐

1.6 Uso de comandos e memorização das funções do software?

Muito fácil ☐ Fácil ☐ Pouco fácil ☐ Difícil ☐

1.7 Quais os dispositivos informáticos em que está mais familiarizado?

- | | | |
|--|---|---|
| ☐ Terminal de computador | ☐ Computador pessoal | ☐ Joy stick |
| ☐ CD-ROM drive | ☐ Modems | ☐ Jogos computador |
| ☐ Scanner | ☐ Caneta para computador | ☐ Ecrã tátil |
| ☐ Sistema de dicção e arquivo de diagnósticos | ☐ Tablets PC | |

2. Reacções á utilização do Software

	0	1	2	3	4	5	
Terrível							Maravilhoso
Frustrante							Satisfaz
Monótono							Estimulante
Difícil							Fácil
Rígido							Flexível

3. Terminologia e sistema de informação

- 3.1 A terminologia é consistente e apropriada? ☐
- 3.2 As instruções são consistentes e descrevem com precisão as acções? ☐
- 3.3 Os menus e desenho dos ecrãs são consistentes simplificando as tarefas? ☐

4. Erros

- 4.1 As opções que não podem ser usadas em determinada utilização estão convenientemente assinaladas? ☐
- 4.2 Existe algum mecanismo de auto correcção de erros? ☐
- 4.3 É possível reverter acções? ☐

5. Feedback

- 5.1 A “ajuda” em tempo real é consistente e útil? ☐
- 5.2 As mensagens são informativas avisando de potenciais problemas? ☐
- 5.3 Informação do sistema sobre o progresso de tempo em execução? ☐

6. Capacidades do sistema

- 6.1 O ecrã tem dimensões necessárias para uma visualização correcta das imagens? ☐
- 6.2 A resolução do ecrã é apropriada? ☐
- 6.3 Velocidade do sistema no cálculo de dados (exemplo; distancia, ângulo, percentagem)? ☐
- 6.4 Tempo de espera dos dados do paciente? ☐
- 6.5 Tempo de espera de acesso a imagens? ☐

7. A Imagem

- 7.1 Qualidade da imagem? ☐
- 7.2 Nas imagens com cores estas permitem uma boa identificação das áreas em estudo? ☐
- 7.3 Qualidade da imagem no ecrã comparativamente com o formato tradicional em película? ☐
- 7.4 Qualidade dos cortes transversais? ☐
- 7.5 Na eventualidade de ser possível ver imagens em 3D, como classificaria essa disponibilidade no desempenho do seu trabalho? ☐
- 7.6 Visualizar imagens ecográficas a cores, facilita o desempenho o seu trabalho? ☐
- 7.7 A imagem a cores contribuiria para um melhor desempenho na pormenorização de áreas de interesse? ☐
- 7.8 Nas imagens ecográficas e TC (tomografia computadorizada), a localização da área em análise é acompanhada através de um modelo do corpo ou de uma imagem radiográfica (estereograma), esta característica permite uma eficiente localização? ☐

8. Desempenho do software

- 8.1 A apresentação dos dados dos pacientes e exames efectuados são de fácil acesso, por exemplo, estão todos na mesma página? ☐
- 8.2 O acesso a exames executados há vários meses é fácil? ☐
- 8.3 Facilidade de acesso aos dados do paciente? ☐
- 8.4 Facilidade de introdução de relatórios? ☐
- 8.5 As janelas existentes (como exemplo; procura de lista de pacientes) possuem uma dimensão adequada, permitindo uma fácil visualização dos dados? ☐
- 8.6 O menu de opções “ferramentas” apresenta um número de valências compatível com as necessidades? ☐
- 8.7 A lista de trabalho, também apelidada de *worklist* possui todas as valências necessárias? ☐
- 8.8 O menu referido na questão 8.6, permite a introdução de novas funções (por exemplo; altura do paciente) ou retirar uma função? ☐
- 8.9 As funções disponíveis (lupa, ângulo, áreas, etc.) para visualização de imagens são apropriadas? ☐
- 8.10 O ajuste de tonalidades, contraste, brilho, são funcionais? ☐
- 8.11 A informação sobre o estado em que se encontra o exame é apropriada (exame relatado, validado, etc.) ☐
- 8.12 Caso o sistema comportasse um sistema automático de dicção e arquivo de diagnósticos, acha que seria apropriado? ☐
- 8.13 Ter a possibilidade de percorrer sequencialmente as imagens ecográficas de um paciente, facilita o seu trabalho? ☐
- 8.14 A função que permite deslizar a imagem sobre o plano do ecrã em todos os sentidos é apropriada? ☐
- 8.15 O sistema permite definir a taxa de compressão de imagem pretendida? ☐

8.16 Facilidade de arquivo de imagens no *PC* pessoal?

☐

9. Características importantes do *software* que entenda referir:

9.1 Características positivas?

9.2 Características negativas?

FIM

Capítulo VI

Algumas características indicadas para um sistema de imagem médica

Neste capítulo é realizada uma análise às principais características que devem figurar num software de imagem médica, com o objectivo de orientar a equipa de desenvolvimento deste tipo de programas.

6.1 Análise de *software* de imagem médica

Neste capítulo pretende-se indicar e comparar algumas características de *software* de imagem médica que são normalmente utilizados em hospitais e clínicas médicas. As soluções apresentadas visam mostrar os vários elementos que compõem este tipo de ferramenta, descrevendo as suas funcionalidades, e qual a sua utilidade de forma a preconizar as características que deve possuir um sistema para este tipo de utilização. Analisar alguns produtos que o mercado oferece nesta área da engenharia médica, mediante a necessidade das diferentes áreas clínicas.

Normalmente os dados dos pacientes encontram-se numa base de dados, que possui toda a informação relativa a cada paciente, como sejam os dados pessoais, datas das consultas, exames efectuados, os resultados dos relatórios médicos associados, etc. Existe uma aplicação que permite a associação mediante um número mecanográfico ou de um nome a uma imagem arquivada, uma vez que o sistema *PACS* só arquiva imagens e os dados referentes ao exame; é necessário a existência de aplicações que irão procurar os dados de um paciente à base de dados e associar essa informação correspondente a um dado exame. Desta forma, um utilizador ao solicitar um determinado exame de um paciente, pode obter toda a informação referente a esse paciente através da introdução do número de identificação, nome ou outro tipo de identificação pré definido.

6.2 Elementos fundamentais que devem figurar num sistema de imagem médica

Na figura 6.1, encontra-se um modelo possível para definição, de alguns dos itens que constituem um sistema de imagem médica. Na parte superior da figura, encontramos os dados referentes ao paciente, este ponto é importante, já que em termos de projecto, será necessário ter conta todos os dados que o utilizador irá necessitar para o seu trabalho, por outro, é o menu de acesso a toda informação relativa aos dados arquivados do paciente. Uma boa identificação com a informação visível e acessível de forma clara evita eventuais trocas de informação e o perigo de mistura de dados com outros pacientes. Por vezes, convém definir a raça do paciente, já que para exames como o de osteodensitometria a constituição óssea de cada raça é diferente. Em segundo lugar os dados relativos ao exame, identificar quem fez o seu pedido, a data e hora, o número de identificação do exame entre outros que sejam convenientes para uma melhor identificação, referência ao técnico especialista que executou e validou o exame e finalmente o clínico que o relatou. Uma vez que um exame pode ser requisitado por diferentes especialidades clínicas, comparado com outros mais antigos, é conveniente que exista diversa informação disponível que permita aos utilizadores facilmente identificar o que procuram sem exagerado tempo de busca e sem a dependência de recorrer ao serviço de imagiologia, caso este pertença a outra especialidade médica. É conveniente que seja mencionado o nome da instituição, assim como os dados do equipamento que executou a aquisição da imagem, pois por vezes os exames são enviados a outras instituições ou centros de diagnóstico, que procedem ao relato dos exames, que posteriormente enviam informação relativa ao relato da imagem à instituição requisitante. Finalmente as características da imagem, como sejam o tipo de aquisição (*TC*, *RX*, *ECO*,...), posição do paciente, peça anatómica, dados relativos à imagem como sejam, o número de *pixel* por área, número de linhas e colunas, intensidade da radiação utilizada, dimensões da janela de apresentação, se a imagem se encontra calibrada, apresentando a escala 1:1, entre outras características que pode ser definidas conforme a necessidade clínica.

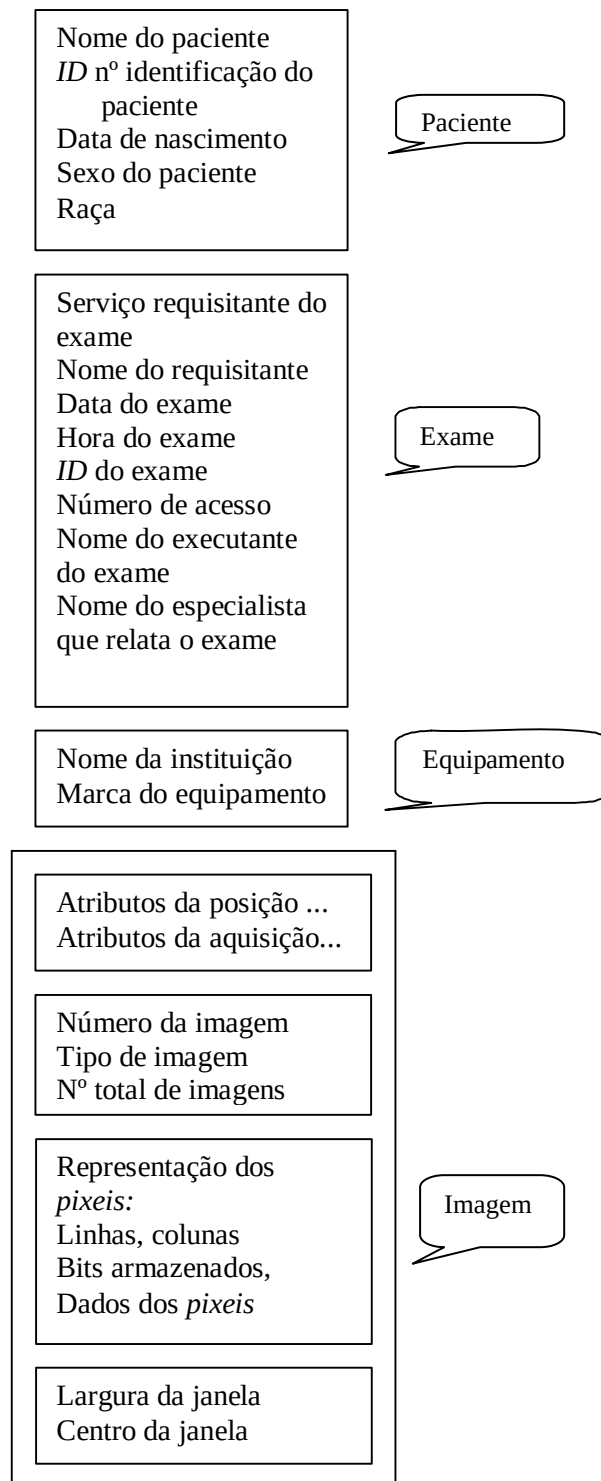


Figura 6.1. Esquema dos dados necessários registar num exame médico

O padrão *DICOM* define toda a estrutura de informação das entidades envolvidas no processo de aquisição, estudo, arquivo, impressão e visualização de exames médicos. O padrão contempla características como: a comunicação e troca de mensagens entre aplicações, segurança de informação, arquivo de informação em sistemas de directórios. Exemplificando alguns parâmetros que devem ser definidos na configuração *DICOM* de um *software*:

1.
 - a) Impressão de imagens, aplicação responsável por efectuar pedidos de impressão a impressoras no formato *DICOM*.
 - b) Classe da escala de cinzentos da imagem, aplicação responsável por definir a escala de cinzentos por *pixel*;
2. Arquivo de imagens, aplicação responsável por receber imagens

De seguida, analisemos estes exemplos:

a) Impressão de imagens

Após o utilizador seleccionar as imagens que pretende imprimir, seleccionando o *print preview*, para posteriormente enviar as imagens para a impressora a fim de serem imprimidas. Deste modo, algumas das características a definir referentes à impressão de imagens são:

Estado da impressora	Data de nascimento do paciente
Nome da impressora	Sexo do paciente
Versão do <i>software</i>	Idade do paciente
Data da última calibração	Altura do paciente
Número de cópias	Peso do paciente
Prioridade de impressão	Etnia do paciente
Data do exame	Ocupação
Hora do exame	Número do exame
Número de acesso	Número de série
Descrição do exame	Número ID do paciente

Nome do médico requisitante	Nome do paciente
Nome do médico que relatou o exame	
Suporta descrição do diagnóstico	

b) Numa definição de escala de cinzento, existem parâmetros que devem ser tidos em conta na especificação de um *software* tais como:

Tipo de ampliação	Dados dos <i>pixéis</i>
Tipo de alisamento	Referencia da imagem na caixa de sequencias
Mínimo e máximo de densidade	Referencia da sequência de apresentação
Posição da imagem	Sequência de imagens originais
Polaridade	Referência do numero da <i>frame</i>
Dimensão da imagem solicitada	Número de identificação
Amostra por <i>pixel</i>	Representação de <i>pixel</i>
Interpretação fotométrica	Bits armazenados
Linhas e colunas	Bits alocados
Disposição do rácio de <i>pixel</i>	

2. No campo do arquivo de informação alguns pontos mais comuns que devem ser definidos:

Arquivo de imagem no formato de visualização - para apresentação
Arquivo de imagem no formato de visualização - para processamento
Arquivo de imagem US (ultra sons)
Arquivo de imagem RX (raios X)
Arquivo de imagem RM (ressonância magnética)
Arquivo de ondas ECG
Arquivo de ondas ECG de 12 derivações

Arquivo de imagens de angiografias por RX
Arquivo de imagens de radiofluoroscopia
Arquivo de ondas de voz
Arquivo de <i>hardcopy</i> da cor de imagem
Arquivo de <i>harcopy</i> da escala de cinzentos de imagem

Existem outros parâmetros de âmbito geral que devem ser definidos, assim como a configuração da *Workstation*, entre eles; a calibração do ecrã (Tamanho do monitor, escala de cinzentos) a orientação anatómica do paciente (anterior, posterior, direita, esquerda, cabeça, pé), posição da imagem e orientação da imagem (localização da imagem no estereograma). Algumas configurações dos dados relacionados com o paciente que importa arquivar; no modo de apresentação das imagens, nas ferramentas disponíveis, de acordo com aquilo que os utilizadores têm necessidade, de forma a tornar a interface funcional em termos de performance, exactidão, estabilidade da imagem, dos dados relatados referentes à imagem [MP04].

6.3 Constituição das janelas de um software de imagem médica:

Normalmente um *software* dispõem de diferentes géneros de janelas, que permitem ao utilizador interagir com a informação disponível. Em primeiro lugar surge a janela de informação, disponibilizando o acesso à informação geral, permitindo ao utilizador seleccionar o paciente que pretende visualizar, os exames de determinada especialidade, os exames efectuados num determinado dia, entre outras opções. Para a visualização de imagens, o utilizador pode dispor de **janela rápida**, permitindo o acesso rápido a determinado exame, **janela da matriz** que disponibiliza séries de imagens num tamanho reduzido, para posterior selecção individual, como seja a **janela de imagem**, onde o utilizador pode seleccionar ferramentas que o ajudaram a interpretar as imagens.

6.3.1 Janela de informação

Uma das principais finalidades da janela de informação é oferecer uma visão global actualizada da lista de trabalho, de forma a permitir ao utilizador seleccionar pacientes para a visualização de imagens e relatórios médicos associados. Este tipo de janela permite aceder a toda informação que se encontra armazenada no sistema PACS. Por outro lado, para facilitar a localização da informação entre determinado tipo de pacientes, podem ser criadas listas de trabalho que contêm dados de pacientes que cumpram determinados critérios de busca. Assim, é possível analisar pacientes através dos exames, observar pedidos e informações, recorrer a imagens de arquivo, entre outras funcionalidades.

Analisando o exemplo da figura 6.2, este dispõe diversos ícones que permitem ao utilizador seleccionar entre outros, os exames efectuados nas últimas 48 horas, do dia da consulta, de uma especialidade específica como seja o serviço de emergência, exames relatados ou não relatados. Enumerando algumas das características básicas de um modelo para este tipo de utilização:

- Barra de menus (1): possui comandos gerais que possuem funções básicas como, (Ficheiro, Editar, Ver, Ferramentas, Ajuda);
- Barra de ferramentas (2): barra de ferramentas que deve permitir alterar a configuração, destinando-se à, (Visualização de imagens, Procura de imagem, Imagem seguinte, Imagem anterior, Refrescar, entre outros);
- Lista de trabalhos (3): neste local o utilizador deverá ter disponível a lista dos trabalhos;
- Lista de pacientes (4): permite aceder a todos os exames da lista de trabalho actual;
- Lista de exames (5): mostra os exames do paciente que está seleccionado;
- Lista de sequências (6): as sequências de imagens de um exame seleccionado são apresentadas em miniatura, ao clicar sobre a miniatura a imagem é aberta passando para o tamanho normal, ocupando toda a janela do ecrã;

- Lista de informações relativas a um exame (7): lista de pedidos (8), pedidos correspondentes a um exame que seja seleccionado, mostrando todos os dados associados a esse exame.

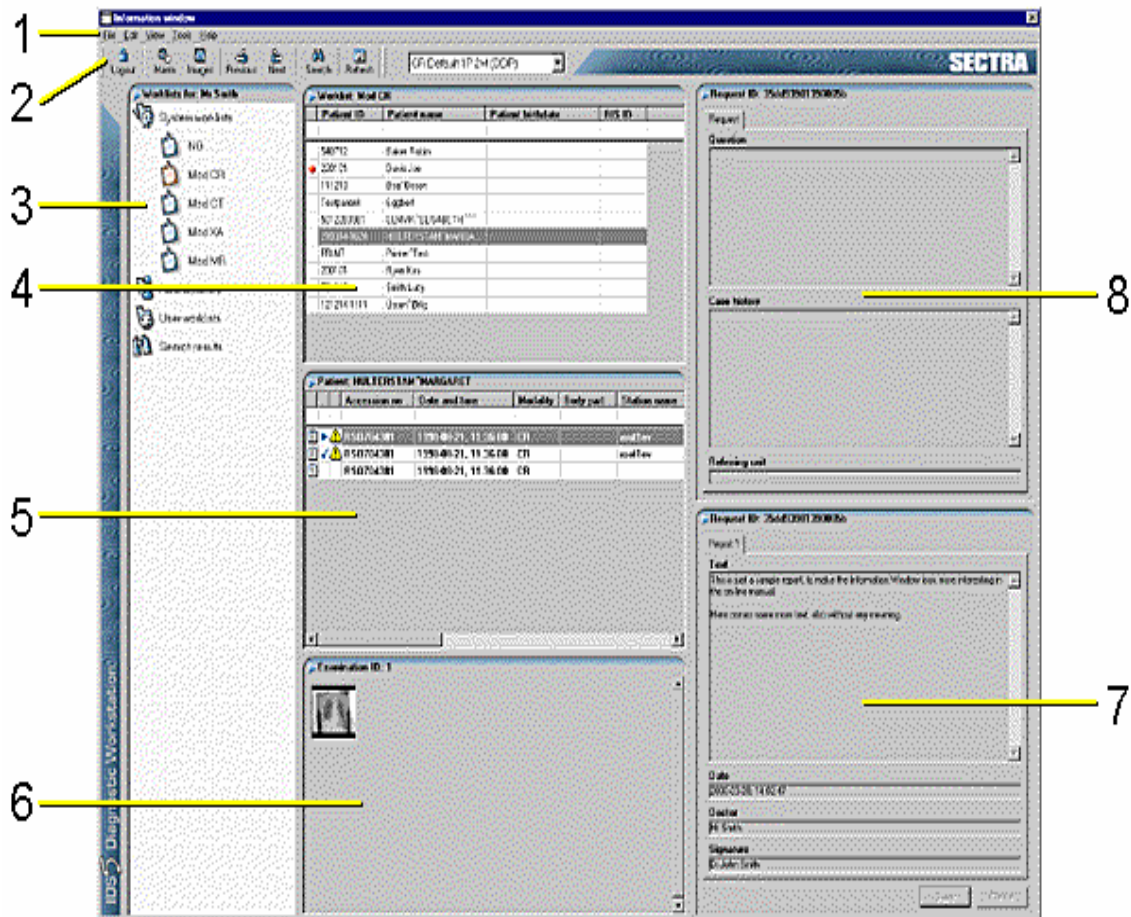


Figura 6.2 Exemplo da janela de informação [SE04]

6.3.2 Janela rápida

Normalmente a utilização de uma janela rápida (figura 6.3) é uma boa ajuda neste tipo de sistemas, o seu modo de funcionamento pode ser acedido de um modo simples: clicar numa imagem em miniatura, ou imagem da matriz, permite aumentar o seu

tamanho de uma forma rápida. Normalmente a sua utilização destina-se a efectuar pequenos ajustes de configuração, como sejam os ajustes da escala de cinzentos.

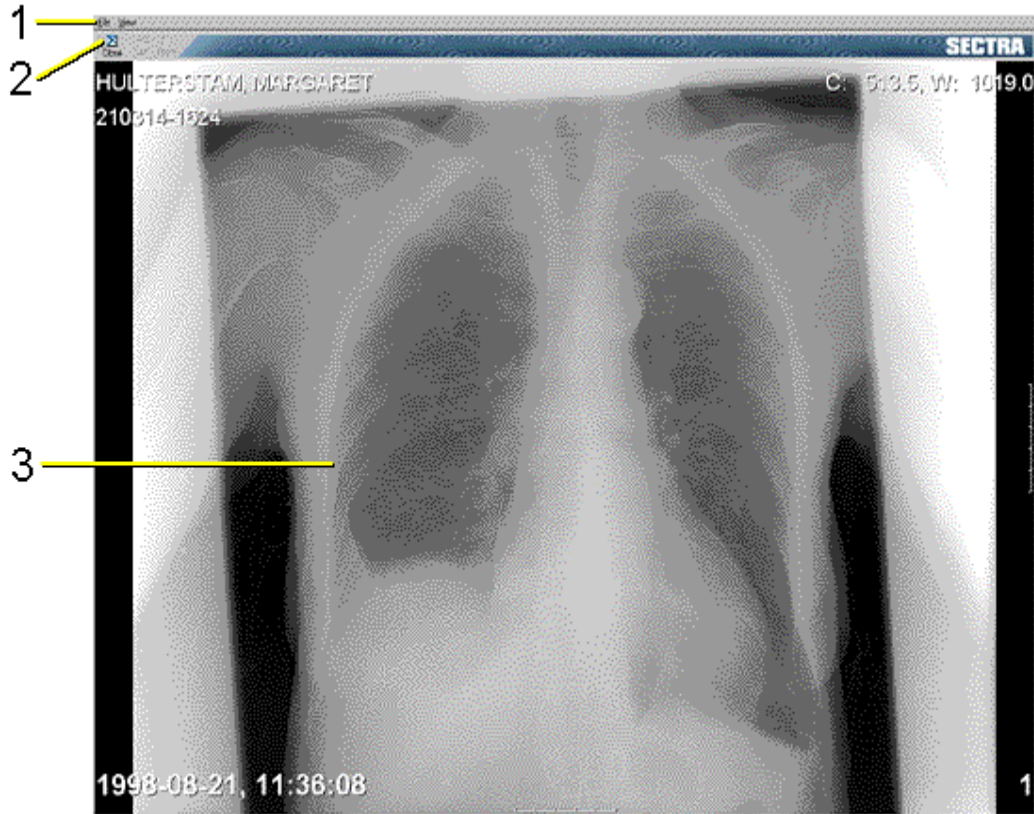


Figura 6.3. Exemplo de uma janela rápida

A janela rápida, possui inferiores opções de manipulação de imagem comparativamente com o exemplo da janela da matriz, a janela poderá possuir os seguintes componentes:

- Barra de menus (1): possuir comandos acessíveis como, abrir imagem, fechar, através de menus que se desenvolvem com as diversas opções seleccionáveis; (Ficheiro, Editar, Ver, Ferramentas, Janela, Ajuda)
- Barra de ferramentas (2): barra configurável que contém ícones de métodos abreviados para alguns comandos, disponíveis nos menus, como sejam as

opções: (Mover esquerda, Direita, Sair, Fechar, Matriz, Informação, Inserir, Remover, Adicionar, Imprimir)

- Apresentação da imagem (3): a imagem seleccionada ocupa a restante área da janela.

6.3.3 Janela da matriz

Uma forma de organizar e apresentar as imagens de um paciente é pela utilização das imagens num formato tipo matriz (figura 6.4), que normalmente é composta pelos seguintes componentes:

- Barra de menus (1): comandos acessíveis através da barra de menus;
- Barra de ferramentas (2): barra de ferramentas que deve permitir alterar a configuração, efectuar composições de imagens, devendo conter alguns dos comandos disponíveis nos menus tais como; (Sair, Fechar, Gravar, Imagem, Informação, Imagem anterior, (Inserir, Remover), (Adicionar, Remover), Adicionar imagem seguinte).
- Vista de texto do paciente (3): identificação do paciente através de um número de identificação *ID* e de outros dados pessoais.
- Matriz (4): colocado a um nível inferior dos dados do paciente e dos ecrãs em miniatura (6), cada linha representa um exame. Cada linha inicia com o texto relacionado com o exame, este está seguido de ícones que representam as sequências do exame. À direita da matriz encontram-se barras de movimento, utilizadas quando o espaço disponível não permite todos os ícones das sequências no ecrã.
- Exames inutilizados (5): são exames não incluídos na apresentação.
- Imagens em miniatura (6): as imagens em miniatura para que o técnico radiologista visualize os exames numa dimensão reduzida.
- Selector de apresentações (7): este menu permite seleccionar o modo de apresentação, mediante um protocolo estabelecido, ou então em modo manual.
- Reciclagem (8): permite rejeitar imagens.

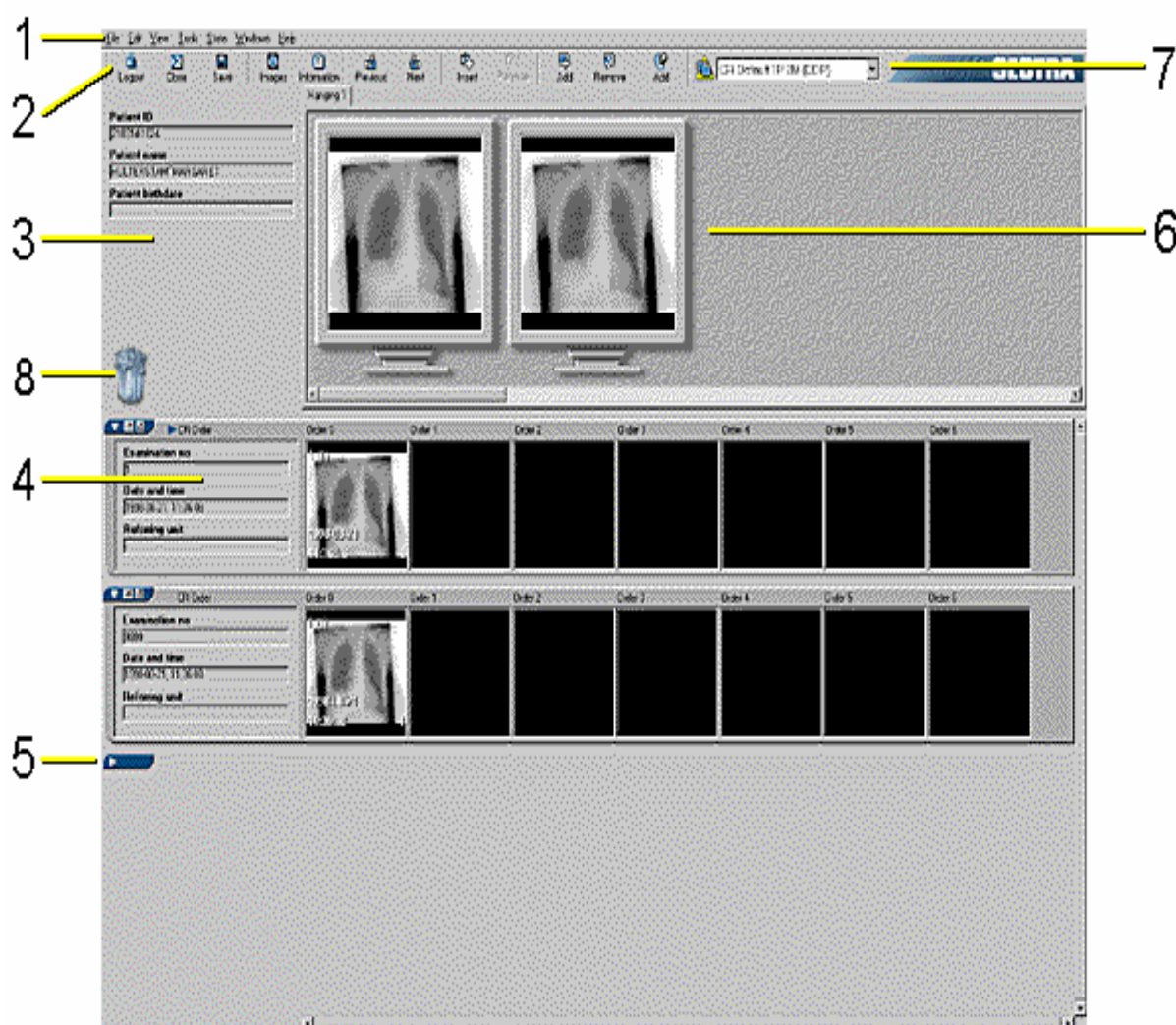


Figura 6.4. Exemplo de uma janela da matriz

Na figura 6.5 vemos outro exemplo de apresentação das imagens em formato reduzido, onde o utilizador pode seleccionar o modo de apresentação pretendido. Na referida figura são também visíveis os botões disponíveis para selecção das várias ferramentas como sejam, modo de apresentação, em pilha ou lado a lado (mosaico). A disponibilidade de vários modos de apresentação das imagens permite ao utilizador optar por aquele que lhe seja mais adequado para o seu trabalho.

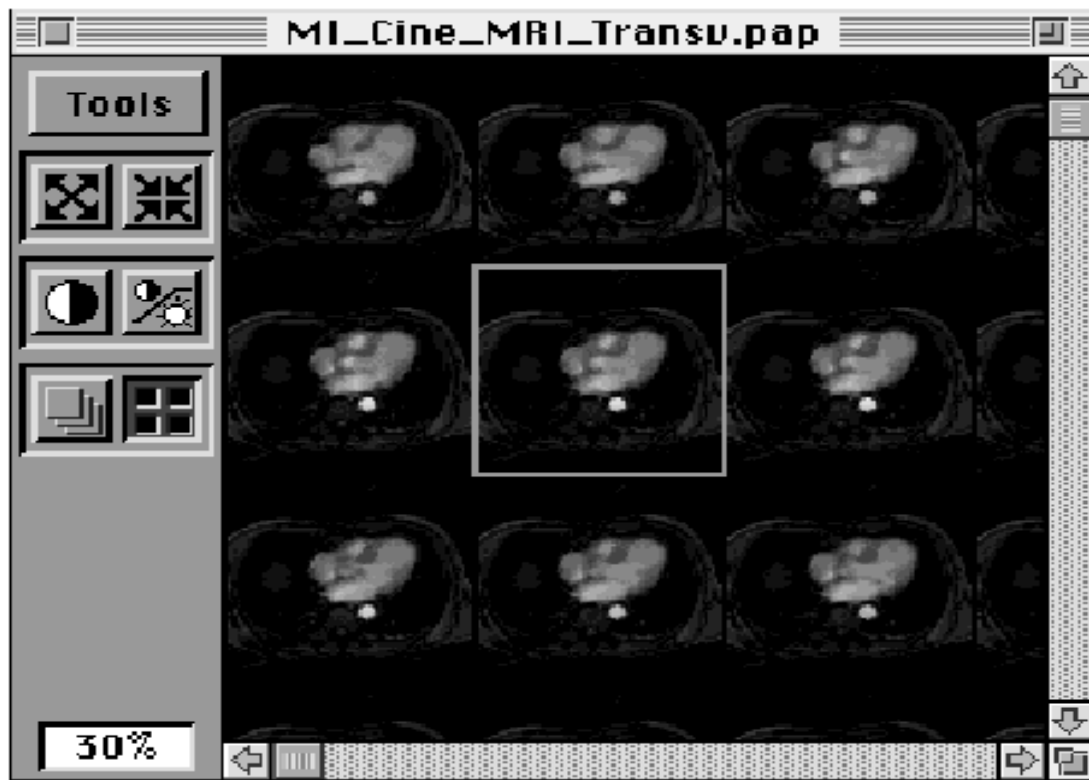


Figura 6.5 Exemplo de uma janela com imagens dispostas no modo “mosaico”

6.3.3.1 Funcionalidades necessárias à utilização da janela da matriz

Este tipo de janela deve permitir processar as imagens para a sua visualização, retirar sequências em mau estado, ajustes das imagens (orientação, escala de cinzentos, recorte, etc.), a escolha da disposição das imagens para comparação entre exames diferentes ou de diferente tipo de imagens (outro órgão ou outra vista do mesmo órgão).

Deste modo, a janela da matriz utiliza painéis de imagens, permitindo as seguintes valências:

- Organização da janela da matriz;
- Disposição das imagens;
- Modificação de ajustes da imagem;

- Criação de um protocolo de apresentação *PAP*; (protocolo de apresentação pré determinado)
- Utilização de um protocolo de apresentação *PAP* de imagens, facilitando a organização automática em função das necessidades ou da política do meio hospitalar onde irá ser utilizado;
- Criação de uma apresentação manual;
- Apagar imagens, enviando-as para a área da reciclagem.

6.3.2.2 Organização da janela da matriz

Este tipo de janela é normalmente organizada de forma a definir uma janela com quatro elementos fundamentais: visualização dos dados do paciente, a reciclagem, imagens em miniatura e a matriz:

- Dados do paciente: Os dados do paciente apresentam a sua identificação, nome e data de nascimento, ou seja, é um campo de informação.
- Reciclagem: É um arquivo temporal das imagens rejeitadas, devendo possuir um ícone semelhante ao usado no sistema operativo *Windows*.
- Imagens em miniatura: As imagens em miniatura são apresentadas em janelas reduzidas, em que o radiologista tem acesso, sendo estas imagens de pedidos recentes. A disposição das janelas depende do painel (*hanging*) seleccionado, ver figura 6.6. Os exames podem possuir mais do que um painel, sendo possível passar de um painel a outro, seleccionando com o rato.

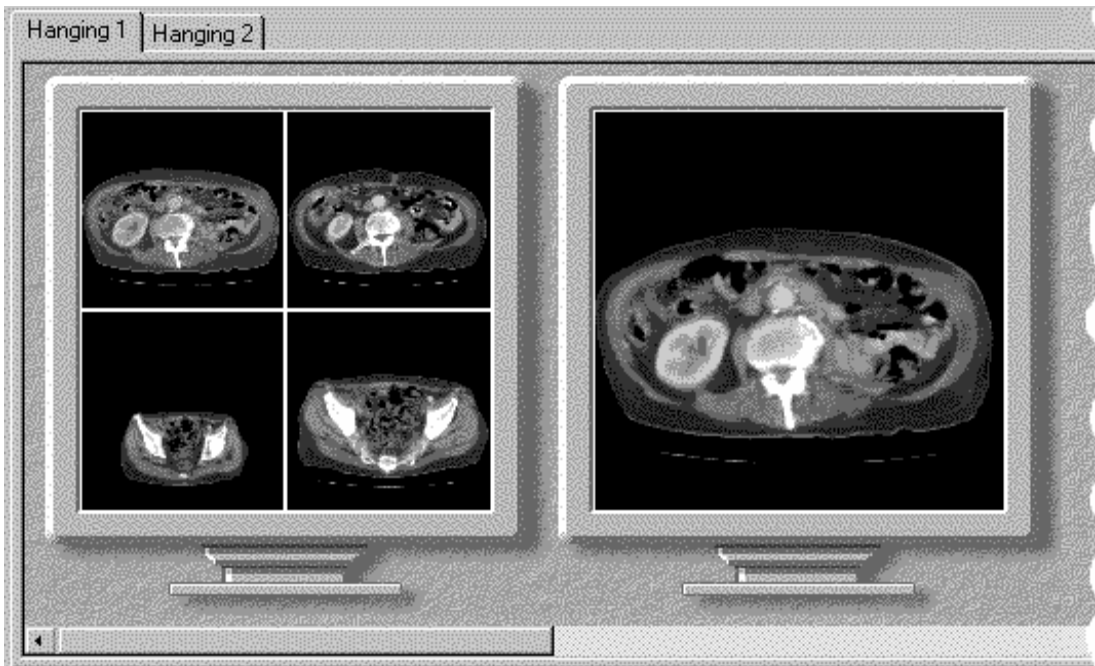


Figura 6.6 Exemplo de imagens em miniatura

6.3.3.3 Sector de apresentações

O sector de apresentações, que deverá estar disponível na barra de ferramentas, mostra todas as apresentações de exames disponíveis, apresentações manuais e apresentações pré determinadas mediante um protocolo. As apresentações podem ser definidas mediante um código atribuído a cada tipo de apresentação:

- (M) – Apresentação manual: criada à mão pelo utilizador;
- (AD) – Arquivo de ensino (demonstração): este código pode ser usado para uma apresentação manual, associada a um arquivo de ensino específico;
- (PAP) – Protocolo de apresentação pré-determinado; indica uma apresentação criada a partir de um protocolo de apresentação pré-determinada.

A matriz

A matriz é composta por uma série de linhas, uma por cada exame solicitado. Todas as filas estão ordenadas para que o último se encontre sempre no topo. A finalidade da matriz é de armazenar as imagens do mesmo tipo na mesma coluna no interior de cada exame. Com esta organização das imagens, consegue-se uma melhor comparação de imagens de exames distintos.

A figura 6.7 representa um exemplo deste tipo de apresentação.

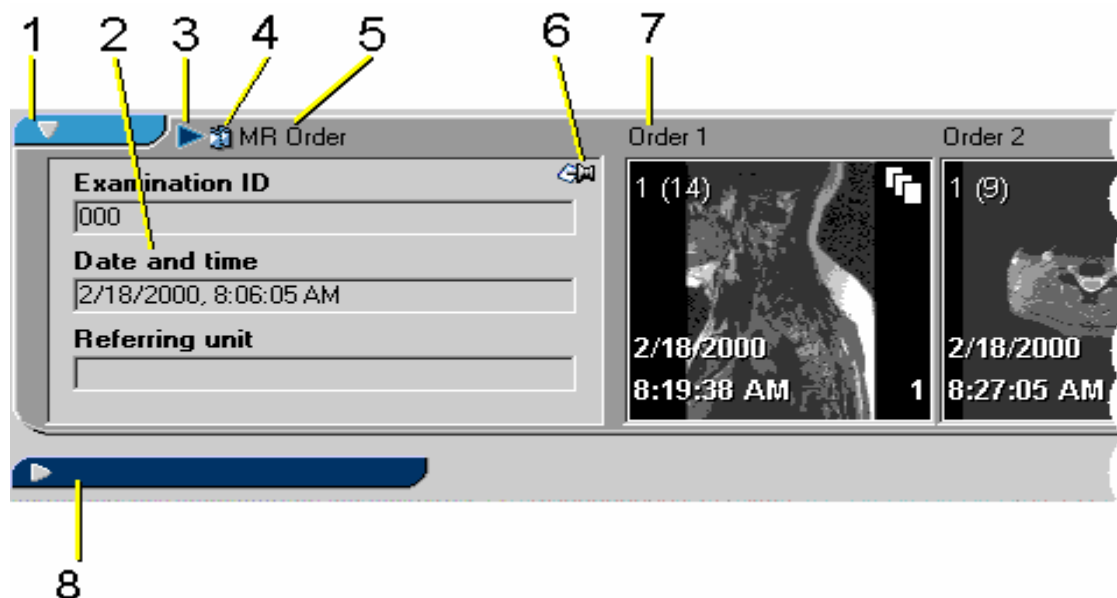


Figura 6.7 Instantâneo de uma matriz

O modelo de apresentação normalmente possui a seguinte constituição: 1- Botão de expansão/contracção para um exame expandido. 2- Visualização do texto do exame. 3- Símbolo do exame base. 4- Exame de uma apresentação. 5- Etiqueta do tipo de exame. 6- Símbolo de nota de texto. 7- Etiqueta do tipo de sequência. 8- Botão de expansão/contracção para um exame, permitindo ao clicar sobre o ícone, visualizar outros exames arquivados.

6.3.3.4 Referências e simbologia que devem figurar nas imagens no formato matriz

Cada ícone da matriz contém uma sequência de imagens que pode incluir uma só imagem, uma série de imagens ou uma recompilação de imagens. Na figura 6.8, é possível visualizar os ícones de uma matriz.

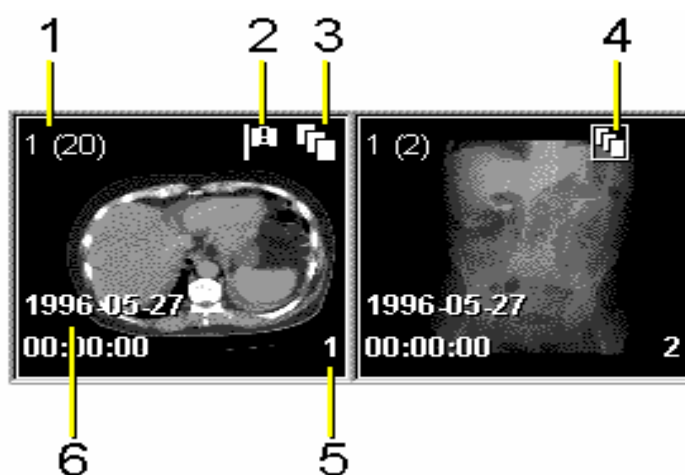


Figura 6.8 Exemplo de uma imagem da matriz

Constituição de uma imagem da matriz: 1- Imagem actual e número total de imagens de uma série ou colecção. 2- Símbolo de imagem chave. 3- Símbolo da série. 4- Símbolo da colecção. 5- Posição da matriz. 6- Data e hora da recolha da imagem.

Os números do lado superior esquerdo representam a imagem que se está a visualizar de uma série ou colecção e o número total de imagens (1). No ícone da matriz esquerda vemos a primeira das 20 imagens (exemplo). Nas sequências de uma só imagem deve ser indicado “1 (1)”. As imagens de carácter mais importante poderão ser marcadas como imagens chave, cujo o símbolo figura no ícone da matriz esquerda (2).

6.4 Janela de imagens

A janela de imagens é zona de visualização das imagens. As imagens podem ser manipuladas, devendo ser possível visualizar mais que um formato de imagens. As janelas de imagens utilizam-se para estudar e comparar imagens ou séries de imagens. O *software* deve permitir ao utilizador visualizar em simultâneo quatro imagens em monitores distintos como opção. O utilizador mediante a deslocação do ponteiro do rato pode estudar cada imagem e utilizar as ferramentas disponíveis (medições, ampliação, ajustes da escala de cinzentos entre outros), bastando para isso deslocar o rato na direcção de um dos monitores pretendidos e selecciona-lo. A disposição das imagens de cada janela de imagens é determinada por painéis definidos na janela da matriz. O utilizador poderá ter à sua disposição algumas funções como:

- Organização das janelas de imagens;
- Trabalho com imagens;
- Trabalho com séries, colecções e sequências de imagens;
- Imagens chave;
- Sincronização de imagens que permitem realizar operações com grupos de imagens;
- Realização de medições;
- Inclusão de anotações de texto numa imagem;
- Navegação entre imagens;
- Calibração de imagens.

Na figura 6.9 destacam-se os principais elementos de uma janela de imagens.

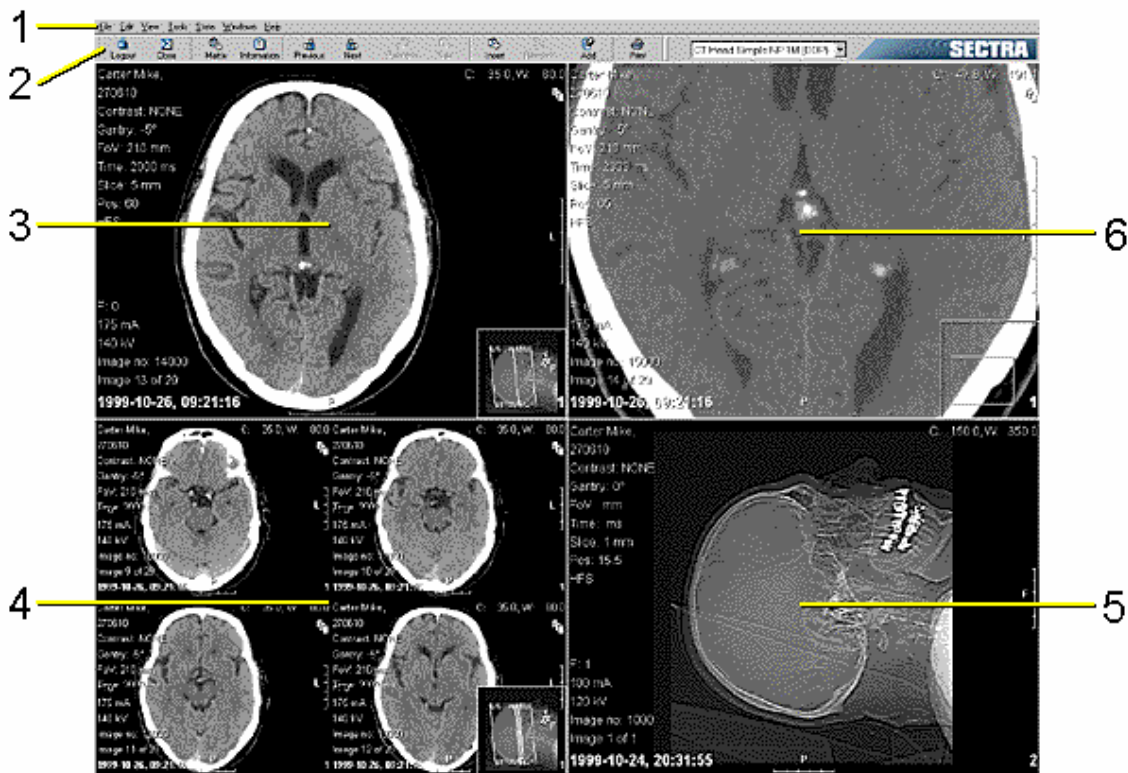


Figura 6.9 Exemplo da janela de imagens

Uma janela de imagens deverá possuir os seguintes componentes:

- Barra de menus (1): possuir comandos acessíveis através de menus que se desenvolvem através da barra de menus;
- Barra de ferramentas (2): barra configurável onde estão inseridos os ícones de métodos abreviados de alguns comandos disponíveis na barra de menus;
- Sequência de imagens (3): esta sequência mostra uma disposição em pilha, possuindo no canto inferior direito um estereograma para uma melhor orientação do corte que está a ser visualizado;
- Sequência de disposição em mosaico (4): esta divisão mostra uma sequência em mosaico (2*2), com estereograma no canto inferior direito;
- Ajuste de janela (5): o tamanho da imagem ajusta-se ao tamanho da divisão da janela;
- Ajuste de posição panorâmica (6): nesta divisão deve ser visualizada uma parte da imagem que foi aumentada com a função de ampliação, os

rectângulos dos vértices inferiores (direita), são sobreposições que mostram a imagem real completa, o pequeno rectângulo no seu interior mostra a área que está a ser ampliada.

A janela de imagem deve poder dividir-se em vários modos nas dimensões: 1*1, 1*2, 2*1, 2*2, 2*3, 3*1, 3*2, 3*3. A divisão de 1*1 significa que uma imagem ocupa o tamanho do ecrã, 1*2 significa que aparecem duas imagens contíguas no ecrã. Na figura 6.9 encontramos o exemplo de uma imagem 2*2, subdividido no canto inferior esquerdo em imagens 2*2. Deve ser possível em cada divisão, subdividir em outro formato.

O exemplo da 3D- DOCTOR

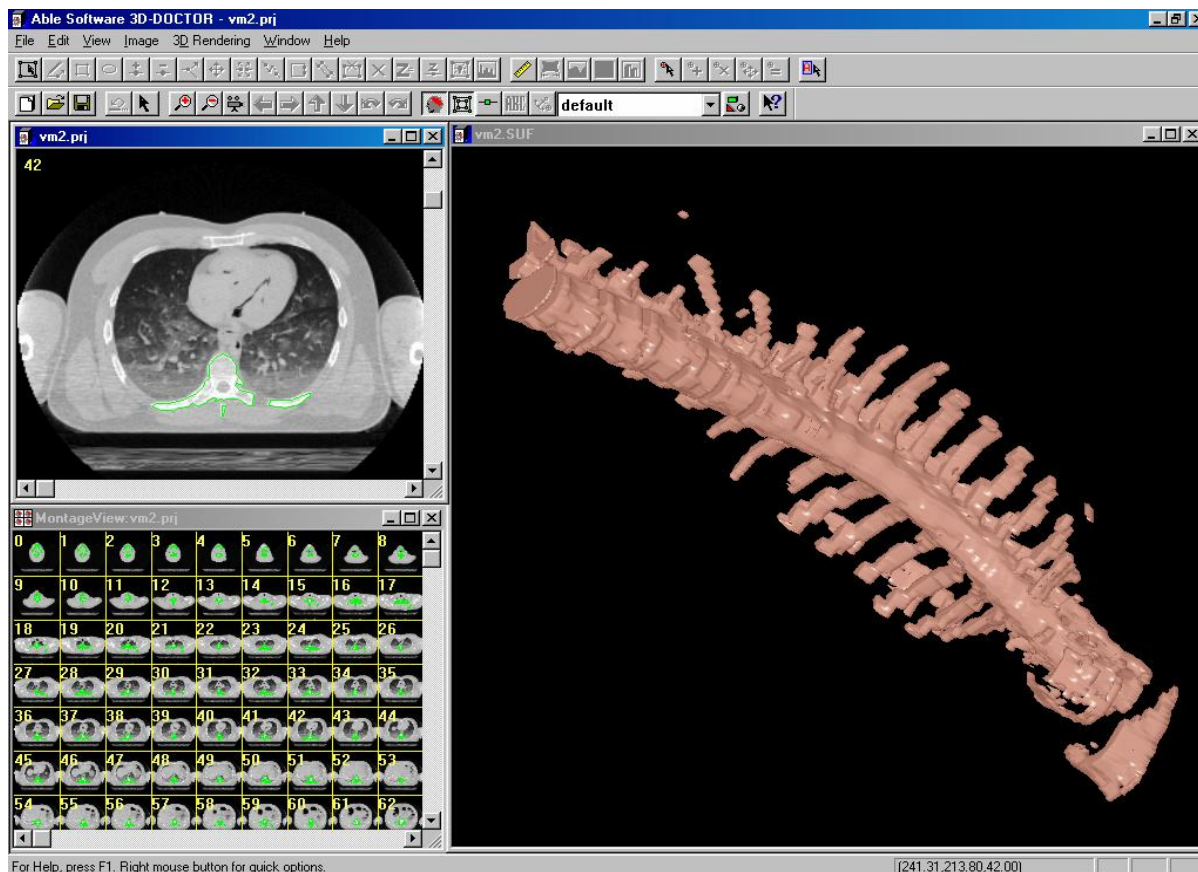


Figura 6.10 Janela de imagens da 3D-Doctor

No exemplo da figura 6.10 a janela de imagem mostra na parte superior todos os ícones das funções disponíveis, por exemplo a barra de ferramentas encontra-se visível,

comparando com o exemplo da figura 5.1 e 5.2 (capítulo V), em que os menus podem ser acedidos conforme a necessidade do utilizador, permitindo uma melhor “arrumação” dos menus. A localização do menu sobre a imagem também pode ser uma mais valia para o utilizador frequente, permitindo manter a janela mais “limpa” sem a presença de todos os ícones disponíveis em simultâneo como no exemplo da figura 6.10. Voltando à figura 5.1 podemos constatar que os menus surgem lado a lado, de forma a ocupar o menor espaço, permitindo aceder às opções conforme a necessidade, acendendo a cada página como se de um livro se tratasse.

Um bom modelo será aquele que permita ao utilizador escolher o modo de apresentação, possuindo opções em que o utilizador seleccione o que pretenda ser visível na janela de trabalho, como as imagens estão disponíveis, pois este pode ter um critério diferente mediante tipo de imagem (modalidade de aquisição) que esteja a estudar. Modelos flexíveis e de fácil utilização provavelmente serão aqueles que agradam à maioria dos utilizadores.

6.4.1 Organização das janelas de imagens

Numa janela de imagens devem encontrar-se referidos todos os dados importantes, que forneçam toda a informação requerida por especialistas em radiologia e clínicos em geral. Na figura 6.11 podemos analisar as áreas de texto e informação do estado da imagem mais comuns que satisfazem as necessidades dos utilizadores, devendo figurar na maioria do *software* de imagem médica.

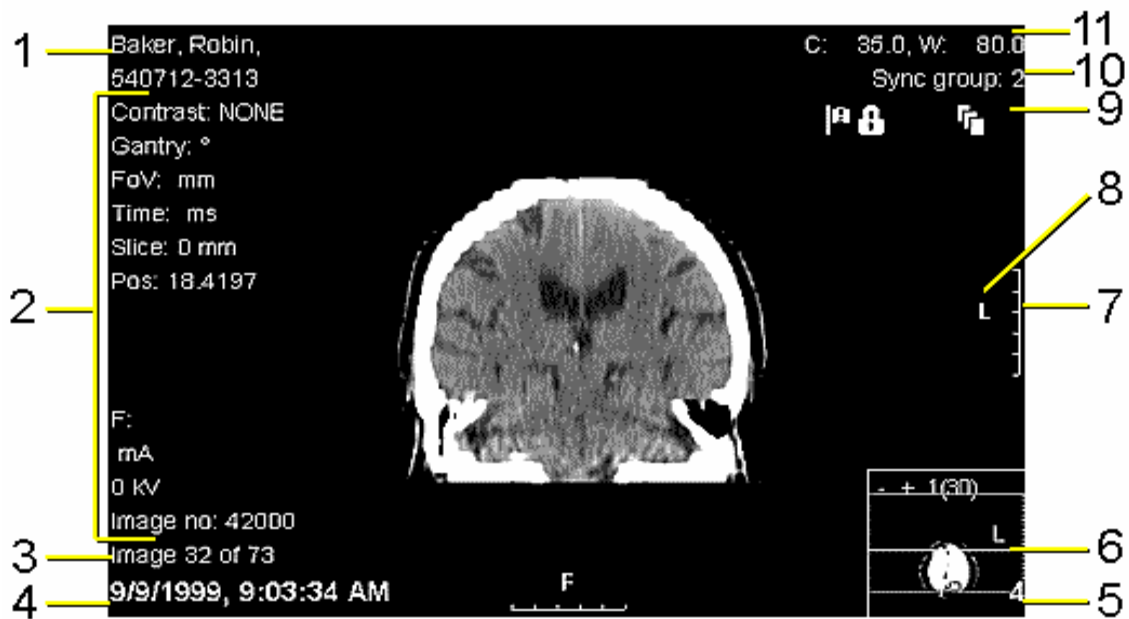


Figura 6.11 Exemplo de pormenor da uma janela imagem

A janela de imagens da figura 6.11 possui a seguinte constituição: 1- Dados do paciente. 2- Informação específica da modalidade de aquisição. 3- Imagem actual visualizada com indicação do seu número e total de imagens da série ou colecção. 4- Data e hora da aquisição da imagem. 5- Posição da imagem na matriz. 6- Estereograma. 7- Régua. 8- Indicações laterais. 9- Símbolos da imagem chave, sincronização e símbolos da série. 10- N° do grupo de sincronização e se pertence a um n° de sincronização. 11- Medidas de centro e largura da janela da escala de cinzentos.

Os dados do paciente figuram no canto superior esquerdo da figura 6.11, assim como o n° ID para a identificação do paciente (1). Abaixo do ID encontram-se os dados específicos da modalidade de aquisição (2). Na zona inferior encontramos o número da imagem pertencente a uma série ou colecção e o número total de imagens (3). Mais abaixo e à esquerda encontram-se a data e a hora de aquisição das imagens (4). No canto superior direito encontramos a medida do centro e janela (11). No caso de uma imagem pertencer um grupo de sincronização, este pode ser visualizado (10). Mais abaixo estão os símbolos das imagens, que indicam se a imagem é do tipo chave (símbolo bandeira), se a imagem é sincronizada (aloquete), se pertence a uma série, etc.

As imagens calibradas podem incluir escalas nas partes laterais (8). Na parte inferior direita, inclui-se um estereograma que permite visualizar qual a parte da série ou parte no caso da disposição em mosaico, se está a visualizar (6). O número de posição da imagem na matriz também é apresentado na figura 6.10, identificando-se no canto inferior direito (5).

6.4.2 Operações com imagens

Com base na necessidade clínica para a visualização e estudo das imagens, é necessário que o *software* possua uma variedade de funções que permita manipular as imagens, adequando-se a cada caso clínico e aos diferentes sistemas de aquisição de imagem. Seguidamente, são descritas as principais funções utilizadas.

Na figura 6.12 podemos observar um exemplo de um menu de ferramentas que permite as seguintes funções:

- *Neutral Tool* - altera a tonalidade da imagem; é uma função de grande utilidade para ajuste da escala de cinzentos de uma imagem que normalmente se divide em quatro modos:
 1. Mediante a selecção de parâmetros de uma imagem, procedentes da modalidade de aquisição;
 2. Mediante a selecção de janelas da escala de cinzentos de um determinado tipo de modalidade;
 3. Modificando directamente a escala de cinzentos através do rato.
- *Selector* - permite seleccionar uma região da imagem, e aplicar um filtro a uma parte de uma imagem. É uma função muito útil para retirar por exemplo, bordas brancas das imagens;
- *Rectangular ROI* - selecciona uma região rectangular da imagem através da utilização do rato;
- *Elliptic ROI* - selecciona uma região em forma de elipse;

- *Polygon ROI* - Permite definir uma região da imagem em forma de um polígono, com o rato o utilizador define um ponto, move o rato definindo os restantes pontos da área poligonal;
- *Pencil* - permite a criação de um polígono através do desenho livre, como se o utilizador desenhasse à mão livre e, permite a determinação do contorno de regiões;
- *Calliper* - medição de comprimentos lineares;
- *Angle* - o utilizador ao definir três pontos (p_0, p_1, p_2) sobre a imagem, permite ao sistema calcular o ângulo entre as linhas (p_0, p_1) e (p_0, p_2);
- *Profiler* - permite mostrar o histograma dos níveis de cinzentos da imagem ao longo de uma linha.
- *Annotations* - permite ao utilizador inserir uma anotação, o sistema apresentará uma janela onde o texto será definido pelo utilizador. Posteriormente a imagem aparecerá com um pequeno “postit”, assinalando a existência da inserida anotação.
- *Mover* - permite deslocar a imagem no interior da janela;
- *Magn. Glass* - esta ferramenta assemelha-se a uma lupa, permitindo efectuar uma ampliação localizada, mediante a deslocação para a área pretendida. É muito útil para aumentar de forma rápida uma imagem, basta activar esta ferramenta e move-la sobre a imagem para obter um efeito de aumento. Esta função deve permitir vários níveis de ampliação, permitindo ao utilizador seleccionar aquela que melhor se adapte ao seu trabalho.

Após esta descrição, de algumas das ferramentas que devem estar disponíveis num *software*, serão referidas mais algumas funções entre outras já apresentadas, que normalmente são necessárias em sistemas deste tipo.

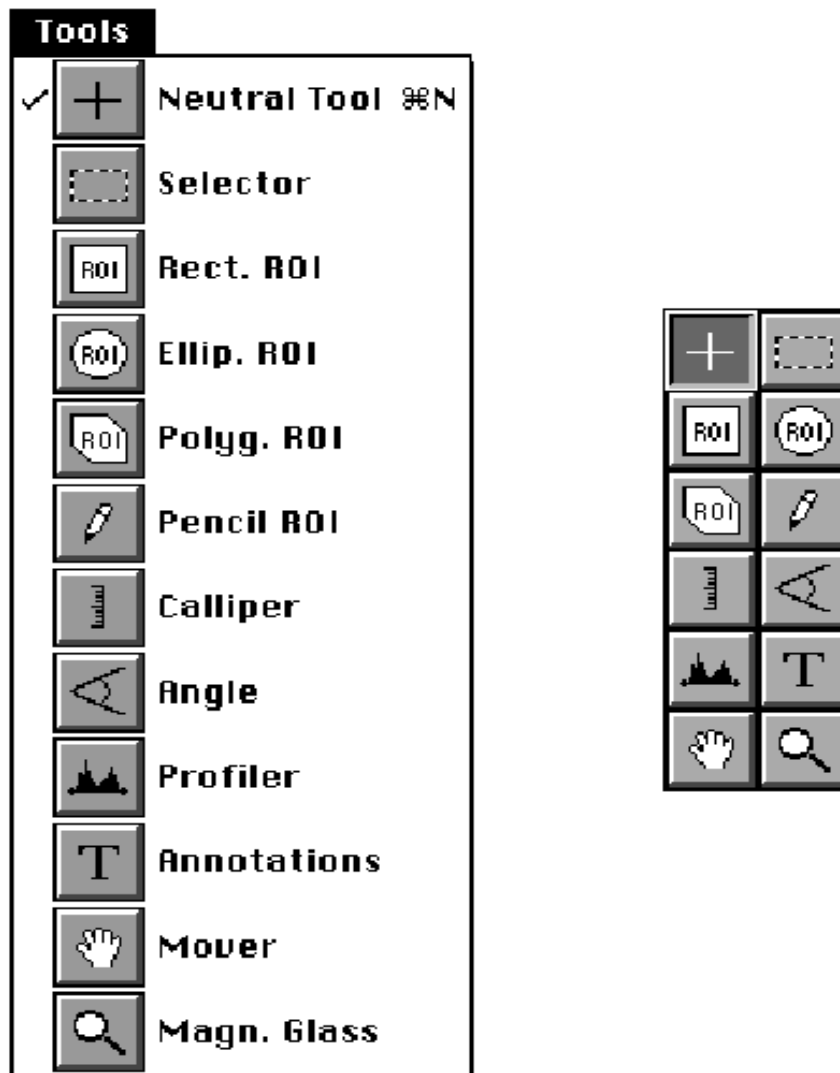


Figura 6.12 Exemplo menu de ferramentas [OS04]

Ampliação

Esta função permite ampliar a imagem possibilitando observar com maior detalhe, ou reduzir para visualizar a imagem em tamanho mais pequeno. Deve-se ter em conta que a capacidade máxima de ampliação depende da memória disponível da estação de trabalho, como já referido no capítulo da avaliação ergonómica. Uma função igualmente importante é a que estabelece o tamanho real. Desta forma o utilizador sabe que um centímetro no ecrã equivale a igual medida na realidade.

Pixel a pixel (1:1)

Amplia a imagem para que haja uma correspondência um a um entre os pixels do ecrã e os pixels do arquivo da imagem o que permite uma maior certeza de uma visualização exacta da imagem arquivada.

Reflexo invertido e rotação da imagem

Esta função deve permitir obter uma imagem reflectida da original, podendo esta ser obtida no sentido vertical ou horizontal. Por outro lado a imagem poderá rodar no sentido dos ponteiros do relógio 90°, 180° ou 270°.

Operações com séries, colecções e sequências de varias imagens

Visualização de uma série - As imagens de uma série devem poder visualizar-se uma a uma ou várias de cada vez numa disposição em mosaico, permitindo ao utilizador comparar imagens de uma série em diferentes modos:

- 1*1, neste modo o sistema mostra só uma imagem da série;
- 2*2, 3*3 e 4*4, neste modo o sistema mostra 4, 9, ou 16 imagens da série. De um modo geral as imagens, devem surgir da esquerda para a direita. Vamos supor uma série que contenha quatro imagens (A, B, C, D) que são apresentadas num mosaico de 2*2, a imagem superior esquerda será a A, a superior direita a B, a inferior esquerda a C, e a inferior à direita a D.

Utilização de estereogramas

Os estereogramas são úteis para indicar a parte (ou partes, nos casos de disposição em mosaico) da série que o utilizador está a analisar nesse momento. Na eventualidade de uma série possuir um estereograma associado este deve ser indicado por um pequeno ícone.

Utilização do localizador

O localizador serve para percorrer diversas séries, como por exemplo em cortes axiais, sagitais, coronais de um estudo. Ao visualizar-se uma das séries, é possível obter nos outros localizadores as vistas correspondentes. Ao deslocar o ponteiro do rato para uma das outras vistas, o localizador dessa série será mostrado de imediato.

Utilização da ferramenta “cinema”

A utilização da função “cinema” permite visualizar todas as imagens de uma série (pilha), as imagens surgem uma a uma como numa animação. Normalmente, são utilizados dois tipos de reprodução de cinema: o tipo *loop* que volta a reproduzir a série de imagens desde o princípio até à última, o outro modo é o *bounce loop*, a representação ao chegar à última imagem inicia a representação mas em sentido inverso.

Esta função deve ainda possuir opções que permitam o seguinte:

- *ECG*/indicador da imagem: deve mostrar a imagem actual, o nível seleccionado e a curva do *ECG*;
- Controlo de rotação: este comando serve para conseguir uma posição precisa na sequência;
- Primeira/última: permite ver a primeira e a última imagem da sequência;
- Retroceder/avançar: permite retroceder/avançar escalonadamente pela sequência de imagens;
- Nível inicial/nível de paragem: deve permitir seleccionar o nível da animação. Nível inicial, selecciona a imagem apresentada como a primeira imagem do intervalo. Nível de paragem, selecciona a ultima imagem visualizada como a ultima da sequência;
- Imagem: mostra o número da imagem actual e o número total de imagens;

- Controlo de velocidade: este tipo de controlo permite variar a velocidade e a direcção da animação;
- Velocidade: esta função deve permitir visualizar a velocidade das imagens (nº de imagens por segundo). O sistema poderá informar o utilizador caso este selecione uma velocidade diferente da real, ou seja a velocidade de captação das imagens;
- Reproduzir/pausa: controlo de reprodução ou paragem da sequência;
- *Reset*: permite ao utilizador restabelecer a velocidade pré-definida;
- Ocultar o texto das imagens: permite ocultar o texto associado as imagens ao reproduzir a sequência de imagens;
- *Loop/bounce loop*: permite seleccionar o tipo de animação pretendida. A modalidade *loop* executa a sequência na mesma direcção e a *bounce* permite a visualização tanto no sentido ascendente como no descendente;
- *ECG* activado/ *ECG* desactivado: permite activar ou desactivar o *ECG*;
- Sair: este comando cancela a reprodução do modo cinema;
- Posição: desliga o controlo de subida e descida da imagem.

6.5 Sincronização de imagens

As imagens e as séries devem poder-se sincronizar, isto implica que quando se aplica uma acção a uma imagem sincronizada, a operação expande-se afectando todas as imagens sincronizadas. Este tipo de imagem deve possuir um simbolo que assinale essa característica. Este género de imagens deve responder aos comandos de controlo de: cinzentos, ampliação, inversão, espelho e rotação. As operações que devem ser possíveis de executar em todos os modos de visualização são: avanço/retrocesso de páginas e linhas, reprodução de cinema nos dois modos atrás descritos, disposição em mosaico e *reset* de imagem. Normalmente os sistemas utilizam três tipos de modos para as séries sincronizadas: número de corte, posição da mesa de exame e 3D. O tipo que se utiliza depende da quantidade de informação que contem a série e da configuração exigida. Na tabela 6.1 podemos verificar os diferentes tipos de movimento.

Tipo de Movimento	Descrição
Nº de Corte	O movimento por uma série sincronizada que permite o mesmo movimento em outras séries sincronizadas, com a alteração do número de corte correspondente.
Posição da mesa	O movimento por uma série sincronizada que permite o mesmo movimento, com a mudança de posição da mesa correspondente.
3D (tridimensional)	O movimento de uma série sincronizada que permite o mesmo movimento com a troca tridimensional correspondente.

Tabela 6.1 Sincronização de imagens

6.5.1 Navegação entre imagens

Por vezes poderá ser conveniente visualizar duas imagens, por exemplo frente e perfil de um paciente em dois monitores em simultâneo, permitindo uma mais valia para o diagnóstico médico. Vamos supor que foram solicitados dois exames (figura 6.13), na matriz o novo exame está colocado sobre o anterior. Os dois exames têm duas imagens que mostram as vistas frontal (1) e lateral (2) da parte do corpo examinado. A vista frontal nova (imagem A) visualiza-se no monitor da esquerda e vista frontal anterior (imagem C) no ecrã da direita. Com o comando **Ir a direita**, as vistas frontais passam a ser laterais, a nova vista lateral (imagem B) aparecerá no ecrã da esquerda, a imagem lateral anterior (imagem D) aparecerá no monitor da direita. Os comandos de deslocar à esquerda e deslocar à direita aplicam a navegação em todos os ecrãs, os restantes comandos de movimento (para cima, baixo, esquerda e direita) aplicam-se só em ecrã actual.

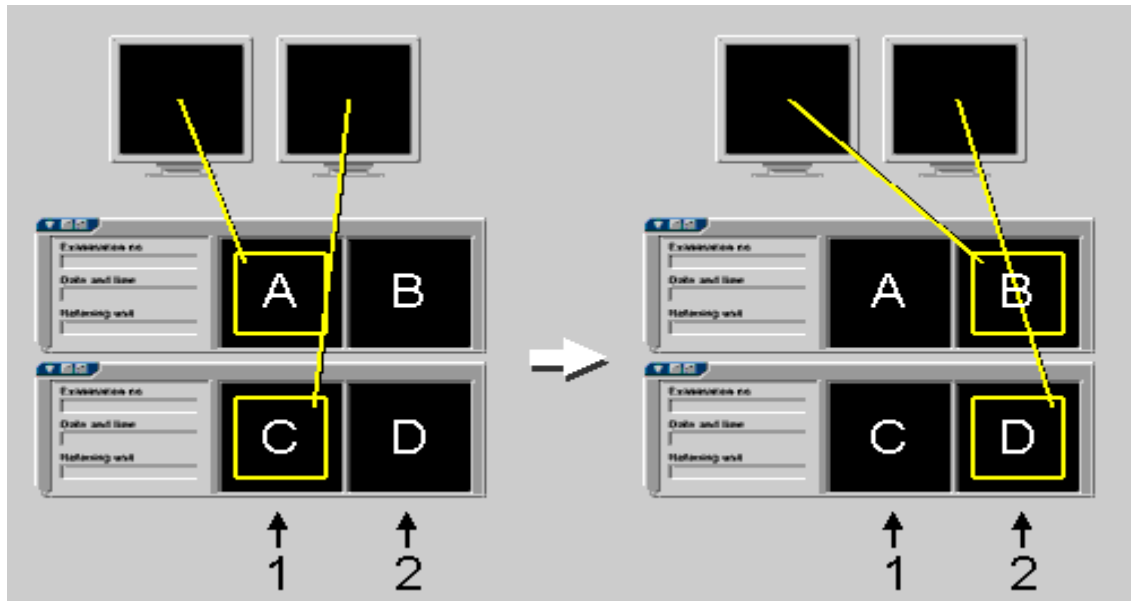


Figura 6.13 Exemplo da navegação para a direita na matriz desde uma janela de imagens

Busca de Imagens

Uma outra possibilidade que poderá estar disponível, é a forma busca directa de imagem de uma janela da matriz. Esta é um método rápido de mostrar uma imagem apresentada na janela actual da matriz de imagens. No menu que emerge na janela de imagens, “clitando” na tecla de “procura imagem”, deve aparecer o quadro de diálogo como o exemplo apresentado na figura 6.14.

O quadro de diálogo de *Procura Imagem* é uma visualização dos exames da janela da matriz. Os exames que estão expandidos na janela da matriz também se expandem no quadro de diálogo. O utilizador tem acesso à imagem clicando sobre ela no quadro de diálogo, inversamente clicando no botão para cancelar a imagem volta ao tamanho inicial.



Figura 6.14 Exemplo do quadro para procura de imagens

Calibração de imagens

Esta função é importante nas situações em que o utilizador pretende efectuar medições nas imagens. A calibração garante que as medidas efectuadas sobre uma imagem são à escala real (1:1), assim todos os cálculos efectuados sobre as imagens correspondem as

dimensões reais como se fossem efectuadas directamente sobre a peça anatómica em estudo.

O sistema deve informar o utilizador caso ele esteja a efectuar uma medição numa imagem não calibrada, alertando para que não seja induzido em erro. Também é de salientar que a calibração deverá ser uma operação global, estabelecendo a mesma calibração em todos os cortes de uma série (ou imagens de uma sequência). A calibração não deve ser realizada em séries/sequências que incluam várias resoluções de imagens.

Na figura 6.15 apresenta-se um exemplo do quadro de visualização de imagens, figurando à direita a imagem do painel das ferramentas disponíveis, estando activada a função lupa, sendo perceptível na imagem o efeito que esta provoca como uma ampliação localizada.

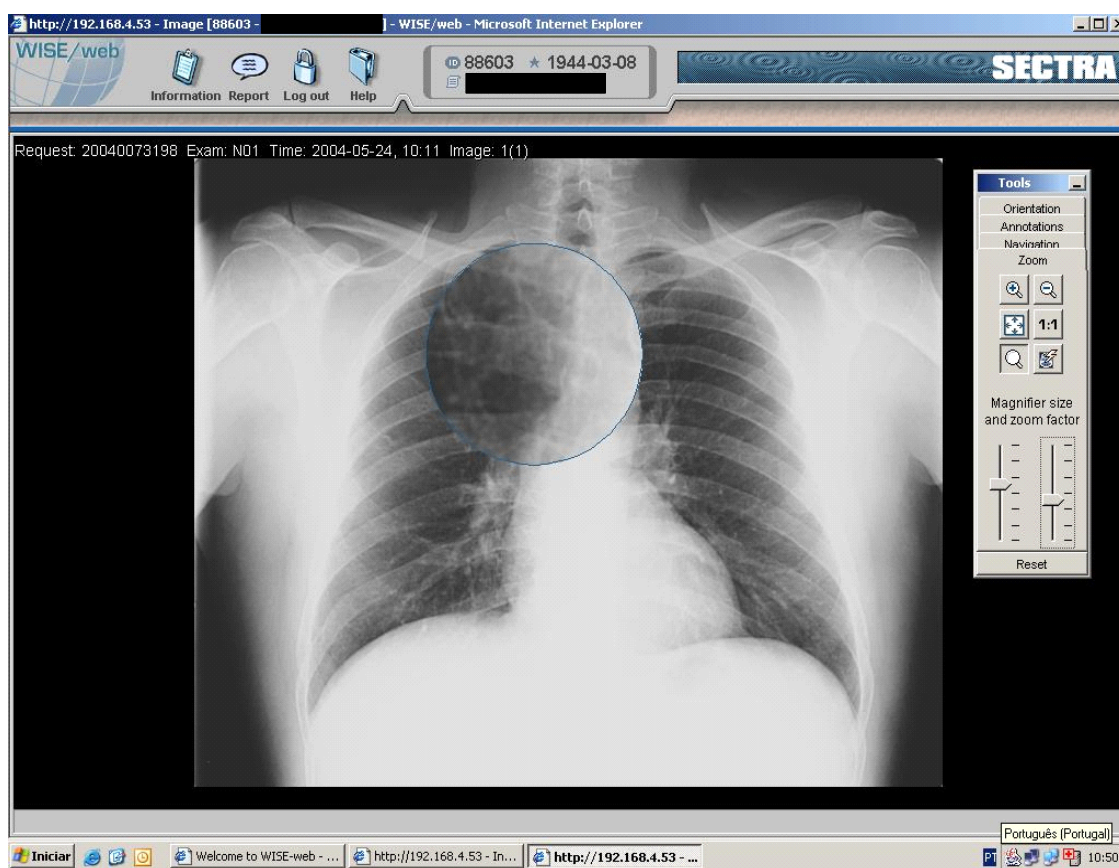


Figura 6.15 Exemplo imagem do *software Sectra Wise Web*

Estas são algumas das características usualmente utilizadas pelas equipas que desenvolvem *software*, assim como, as que os utilizadores mais necessitam no desempenho do seu trabalho, nas unidades de diagnóstico médico. É claro que ao aprofundamos a técnica de cada especialidade clínica, a necessidade de cada utilizador, vai tornando-se cada vez mais específica com contornos técnicos próprios, evoluindo rapidamente conforme se tem assistido nos últimos anos.

Capítulo VII

Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Neste capítulo são apresentadas as conclusões gerais da dissertação, obtidas após a realização deste trabalho, bem como algumas perspectivas de trabalho futuro, as quais poderão ser consideradas no prosseguimento do trabalho realizado

7.1 Conclusões finais

Após a recolha dos dados obtidos com o teste de usabilidade desenvolvido, e seguindo a mesma sequência temática das questões apresentadas, obtiveram-se diversas conclusões que ajudam a compreender melhor as necessidades do tipo de utilizadores considerados. As conclusões obtidas são seguidamente apresentadas:

Com a experiência de utilização e reacção à utilização, pretendeu-se determinar como o factor experiência de utilização influencia os utilizadores na utilização de diferentes propostas de *software* e a nível de experiência adquirida neste tipo de utilização. Na amostra seleccionada de utilizadores, não foi possível concluir uma relação directa que indicasse que mais experiência implicasse melhor pontuação. De facto, e mediante questões orais, os utilizadores com maior experiência na utilização da película convencional, demonstraram uma maior confiança neste tipo de formato, referindo que certos pormenores eram mais visíveis ou mais facilmente identificáveis.

Na avaliação da terminologia e do sistema de informação, os utilizadores apontaram alguns problemas de consistência na terminologia empregue, assim como na posição de alguns menus. Nos menus apelidados de *worklist*, onde se armazenam os dados que identificam os pacientes e se calendarizam os exames, foram encontradas algumas questões relacionadas com o tamanho e formato da apresentação. Do mesmo modo, foi sugerido que as cores utilizadas deveriam manter-se constantes entre as várias sequências de páginas.

A janela de informação sobre o paciente, deve apresentar toda a informação relacionada com os seus dados, como sejam o estado dos exames, e permitir o acesso a exames mais antigos, de uma forma clara sem o perigo de confundir o utilizador e provocar a troca dos dados dos pacientes ou das imagens. Deve também possuir mecanismos de encravamentos, bloqueando, por exemplo, o acesso a um 2º paciente sempre que exista a possibilidade de criar confusão ao utilizador.

Os utilizadores necessitam de ser informados relativamente aos seus procedimentos, caso não estejam correctos ou não permitidos. Por exemplo, após executar uma acção como seja, ver uma determinada imagem, não deve ser permitido proceder a determinados cálculos, como por exemplo, uma simples medição entre dois

pontos, se esta não estiver calibrada. O *software* deve também prever situações a que o utilizador pode aceder, em situações não permitidas, informando-o que a referida operação não é possível e aconselhar outro modo de interacção.

Alguns utilizadores manifestaram desagrado no modo de apresentação das séries de imagens provenientes de ecógrafos, já que há impossibilidade de visualizar as imagens de modo a ver duas em simultâneo. Tal obriga a visualizar uma imagem de cada vez, fechando a primeira para poder abrir a seguinte. Esta característica não é geral para todo o sistema, já que no serviço de imagiologia é possível visualizar as imagens de vários modos. Alguns, raramente têm necessidade de acesso a este tipo de imagens no seu trabalho de rotina. As respostas obtidas com o teste, em situações de utilizadores com pouca experiência, podem não ser as mais correctas, se o utilizador não conhecer outro modo de funcionamento ou não for questionado nesse sentido. Este, poderá dar uma resposta diferente da que daria, se conhecesse as diferentes valências que dispõe o *software* que está a avaliar.

É importante que o utilizador sinta que o sistema com o qual interage o mantém informado (bom *feedback*), permitindo a este, seleccionar qual o tipo de informação que deve ser disponibilizado pelo sistema. Neste caso concreto, um utilizador ao efectuar determinadas operações durante a observação de uma imagem, estas deveriam ficar registadas para que numa próxima utilização, fossem disponibilizadas. Vamos supor, que o utilizador mediu ângulos entre diversos pontos, não só as unidades utilizadas, mas também toda esta informação deveria ficar armazenada para uma próxima utilização.

Num sistema de visualização de imagens médicas, o monitor é uma peça fundamental que contribui para o êxito de todo sistema e na qualidade do produto final. Como referido em [NL00], um monitor de baixa resolução aumenta em 25% o esforço do utilizador comparativamente à mesma leitura realizada no formato em papel. O modo de apresentação também contribui para um melhor desempenho. Por exemplo, utilização dois monitores em simultâneo, permite comparar duas imagens no tamanho total do ecrã o que facilita a sua análise; contrariamente à situação de um único ecrã dividido ao meio, de forma a comportar as duas imagens, reduzindo assim para metade o tamanho de cada imagem, e consequentemente diminuindo a capacidade de visualização de detalhes.

O tempo de resposta do sistema contribui para a boa aceitação pelo utilizador: sistemas lentos, aumentam rapidamente o cansaço, e por vezes a rejeição. O valor de 10 segundos é usualmente considerado como tempo de espera a partir do qual o utilizador inicia o seu processo de desinteresse [NL93]. Na referência a sistemas lentos, convém mencionar que todo o conjunto de procedimentos necessários vai desgastando o utilizador: desde que abre o programa, introduz a *password*, o nome ou o nº de identificação do *paciente* em estudo, o tempo do surgimento da imagem no ecrã, os acessos a diferentes opções, como a diferentes formatos de imagem, cálculos, entre outros, o tempo dispendido pode ser considerável. O tempo de resposta a que o utilizador é obrigado a esperar ao interagir com o sistema, foi uma das maiores deficiências apontadas pelos utilizadores, independentemente do tipo de imagem e especialidade clínica a que este pertence.

Quanto à imagem, quando se solicita aos utilizadores para enumerarem as vantagens e desvantagens deste novo método de estudo de imagens médicas, as respostas não são tão lineares. Deve-se referir que neste estudo, os diferentes utilizadores acediam a locais de trabalho diferentes, e que no interior do serviço de imagiologia os monitores são de melhor resolução, têm dimensões superiores e existem em todos os locais de trabalho, com tempos de acesso menores. Assim se compreende uma melhor pontuação atribuída a esta questão pelos utilizadores do serviço de imagiologia. No entanto, verifica-se que alguns utilizadores deste serviço utilizam com alguma frequência as tradicionais películas. A película possui a qualidade já muito experimentada pelo clínico, encontra-se no processo clínico do paciente e pode ser vista em qualquer gabinete que possua um negatoscópio.

Imagens a cores não estão disponíveis fora do serviço de imagiologia, no entanto no interior do serviço, é possível aceder a imagens a cores no caso de ecografias. De um modo geral, foram muitos os utilizadores que consideraram uma mais valia a disponibilidade de imagens a cores, pois estas permitem interpretar com maior clareza; por exemplo, nos fluxos sanguíneos, distingue-se os fluxos venosos e arteriais pelas cores, azul e vermelha respectivamente. Foi possível encontrar dentro da mesma especialidade clínica opções diferentes, o exemplo vem do serviço de otorrinolaringologia. Enquanto que um dos utilizadores inquiridos considerou a opção cor de grande interesse para o seu trabalho, o outro não mostrou tanto interesse. A

explicação pode ser dada com base na técnica que cada clínico utiliza, na área do corpo (órgão), em que desenvolve a sua especialidade e no método de estudo que melhor se adapta.

Do mesmo modo, a imagem 3D, com maior utilização nas aquisições de imagem do tipo *TC* e *RM*, permite ao clínico visualizar volumes das peças anatómicas, dando também apoio nas reconstruções ósseas e medicina dentária.

Com o estudo do desempenho do *software*, pretendeu-se avaliar o modo de interacção dos utilizadores com o *software* de imagem médica. Ao contactar com os diversos clínicos, quer da mesma especialidade ou de diferentes especialidades, é possível aperceber as diferentes necessidades que cada um procura para melhorar a eficácia do seu trabalho.

A avaliação realizada pelos utilizadores no teste de usabilidade, contribui de grande forma para a execução deste trabalho; por outro lado, as questões orais apresentadas a outros utilizadores que não participaram no teste, considerar as suas dúvidas e compreender as suas sugestões como forma de melhorar o desempenho do *software*, permitiu aumentar o conhecimento de como está a funcionar um serviço de imagem médica real e como poderiam ser introduzidas alterações de modo a aumentar a usabilidade do mesmo sistema.

O acesso a exames efectuados há já vários meses, provoca algum desagrado aos utilizadores pois obriga a tempos de espera exagerados (pode demorar vários minutos). Se, durante uma consulta aos dados de um paciente, o clínico pretender visualizar um exame mais antigo, tendo em conta que as consultas têm um tempo pré estabelecido, isto pode levar à rejeição do método, voltando à utilização da tradicional película. Por vezes, por razões económicas, ou projectos que não prevêem o rápido crescimento de exames necessários, rapidamente se esgota a capacidade de arquivo do sistema, havendo saturação das redes de comunicação, o que requerer um constante investimento.

Os utilizadores do serviço de imagiologia na maioria dos casos necessitam de introduzir os relatos dos exames no sistema informático, sendo actualmente feito através do teclado. Um dos utilizadores referiu que se durante esse processo, por algum motivo tivesse que desempenhar outra tarefa, como atender uma chamada telefónica, e não tivesse o cuidado de gravar, ao fim de determinado tempo perdia todo o texto introduzido. Assim, o sistema deveria automaticamente gravar o texto já introduzido ao

fim de um período curto de inactividade, a utilização de um sistema automático de reconhecimento de voz iria também facilitar o trabalho de relatar as imagens, pois diminui o tempo de introdução dos dados e os erros associados.

A maioria dos utilizadores interage com facilidade com as janelas da lista de trabalhos, achando que estas têm as dimensões adequadas ao tipo de utilização, facilidade de leitura dos dados dos pacientes o que permite uma boa interpretação dos dados disponíveis. Por vezes o tipo de carácter utilizado nas janelas, a sua dimensão, a utilização de negrito e itálico, poderá criar ao utilizador alguma confusão visual, como se verificou na realização dos testes em que o *software* considerado recorre a esta característica para definir o estado em que se encontra o exame (validado, relatado).

Com este estudo encontraram-se diversos problemas de usabilidade, uns que são gerais, afectando todas as especialidades clínicas, como sejam a lentidão de vários procedimentos que o utilizador pretenda efectuar. Por outro lado, encontramos as questões específicas de cada especialidade médica e finalmente as de cada utilizador individualmente. Provavelmente, uma boa forma de continuar este estudo seria a execução de novos testes de usabilidade em que determinadas áreas do teste fossem determinadas só para uma especialidade clínica. A criação de um método de avaliação contínuo com uma periodicidade máxima de um ano, seria vantajoso pois será mais fácil compreender os utilizadores, mais facilmente solicitar aos fornecedores de *software* as mudanças realmente necessárias, possuindo a instituição (clínica, hospital) uma informação mais real do que efectivamente irá contribuir para um maior desempenho dos seus serviços. Finalmente, beneficiará de informação para optar no caso de uma nova aquisição de *software*, ou outros componentes que constituem todo o sistema de aquisição, armazenamento, distribuição e visualização de imagens médicas. Nos últimos anos, assiste-se a um aumento constante da oferta de novas tecnologias e produtos, o que dificulta a escolha da melhor solução. Sem um conhecimento profundo de todo o sistema, dos utilizadores e suas necessidades, poder-se-á correr o risco de adquirir uma tecnologia de pouca utilidade, pois não se adapta ao que realmente os utilizadores pretendem. A utilização de um modelo de avaliação de *software*, permite que seja possível obter uma avaliação objectiva quando se pretende comparar várias soluções.

7.2 Perspectivas de trabalho futuro

Com o avanço tecnológico actualmente verificado, os equipamentos e produtos ao fim de poucos anos ficam desactualizados, sendo muitas vezes proposto pelas empresas envolvidas a realização de *upgrades* de forma a manter actualizados as versões anteriores. Suponha-se um equipamento *TC*, assiste-se cada vez mais ao lançamento de aparelhos com menores emissões de radiação que permitem efectuar cortes com menor espessura, o que aumenta a resolução e o pormenor interno dos órgãos e tecidos, e cujo respectivo *software* permite “navegar” no interior do corpo humano com representações de elevada qualidade de imagem. De outro modo, será necessário saber se todo este avanço tecnológico, e em especial o do *software* de imagem, satisfaz o utilizador ou melhor um conjunto de utilizadores que se dedicam à interpretação de imagens de diferentes partes do corpo humano.

Com base no estudo realizado ao longo desta dissertação, propõem-se para trabalho futuro o seguinte:

- Caracterizar o tipo de funcionalidades que deve possuir um *software* de imagem médica vocacionado para o utilizador localizado num bloco operatório, tendo em conta o tipo do local, a ergonomia que este local deve possuir, prontidão e disponibilidade do sistema de imagem, tendo em conta que a aquisição de imagem poderá ser também efectuada neste tipo de espaço. Desenvolver questões para uma avaliação ergonómica a um *software* que se pretenda utilizar neste meio clínico.
- Avaliação de *software* de imagem utilizado em teleradiologia, tomando como exemplo as especialidades de cardiologia e obstetrícia, tendo em conta que utilizam frequentemente a imagem ecográfica. Desenvolver um conjunto de questões que permitam avaliar como o utilizador desempenha o seu trabalho e como este poderia ser melhorado, não esquecendo as questões relacionadas com a imagem e também o áudio.

Bibliografia

- [BM97] J. Bommel, M. Musen. Medical Informatics, 1997, pages 147-156,413-422
- [BSCLLG00] N. Bazak, G. Stamm, F.Caldarone, J. Lotz, A. Leppert, M. Galanski. PACS Workstations 2000. *Evaluation, Usability and Performance*. Hannover Medical School
- [CYO3] Walter Cybis. Engenharia de Usabilidade, Uma abordagem Ergonómica.2003
- [CSA04] Walter Cybis, Dominique Scapin, Daniele A.. Especificação de Método de Avaliação Ergonómica de Usabilidade para Sites/Web de Comercio Electrónico. www.labiutil.inf.ufsc.br/Parcial2.doc (2004)
- [CPDNL88] Chin, J.P., Diehl V., Norman, K.L.. Development of an Instrument Measuring User Satisfaction of the Human- Computer Interface, University of Maryland.1988
- [DO04] 3D-Doctor: www.ablesw.com/3d-doctor/index.html (2004)
- [DN99] Norman D.. Affordances, conventions and design. *ACM Interactions Magazine*, May/June 1999
- [DN88] Norman D.. The design of Everyday things,1988, chapter 1
- [DR99] Joseph Dumas, Janice Redish; A Pratical Guide to Usability Testing. Revised Edition, intellect, 1999
- [GE04] GE, Medical Systems.
<http://www.gemedicalsystemseurope.com/eues/education/clinapp.html> (2004)
- [GL95] Gould and Lewis, Designing for usability: Key principles and what designers think,1995
- [HE97] Vivian Heemann, Avaliação Ergonómica de Interfaces de Bases de Dados por Meio de Checklist Especializado, 1997
- [HSN94] 1- Ben H., Laura S., Kent Norman; Questionnaire administration via the www: A validation e reliability study for a user satisfaction questionnaire. Laboratory for Automation Psychology, Univ. Maryland
2- Laura S., Ben H., Kent N.; Assessing the Equivalence of the Paper and On-line formats of the QUIS 5.5: 2nd Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference,1994

- [JH95] J. Hobart. Principles of good GUI design, *Classic System solutions*, October 1995: www.classicsys.com (2004)
- [JP98] João Pereira. Aulas de Interacção Homem – Máquina, ISEP 1998
- [JS03] J.Ducan and L. Staib. Image Processing and Analysis at IPAG. *IEEE* vol. 22 nº 12, 2003
- [KI00] Jurek Kirakowski. Questionnaires in Usability Engineering- *Human Factors Research Group*, Cork, Ireland, Junho 2000.
<http://www.ucc.ie/hfrg/resources/qfaq1.html> (2004)
- [LR04] C. Lewis, J. Rieman, Task Centered User Interface Design .
<http://hcibib.org/tcuid/chap-4.html> (2004)
- [MO96] Sueli S. Moço. O Uso De Cenários Como Uma Técnica de Apoio para Avaliações Ergonómicas de Software Interactivos, 1996
- [MPS02] Mori, Paternò, Santoro. CTTE: Support for Developing and analyzing Task Models for Interactive System Design. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 28 nº 9, September 2002
- [MP04] Disponível em; www.medical.philips.com (2004)
- [NL00] Jakob Nielsen. Designing Web Usability: The Practice of Simplicity, 2000
- [NL93] Jakob Nielsen. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 1993, chapter: 2,3,4,5,6,7
- [NN02] Nuno J. Nunes. Disciplina de Computação Gráfica, Universidade da Madeira, 2002
- [ORM03] Olga T., Rui H., José M. Manuel D.. Projecto POCTI, Área: Avaliação Ergonómica de Interfaces, 2003
- [OS04] Osiris, Digital Imaging Unit-University Hospital of Geneva, UIN/HCIG 1995/1996
- [PMS01] Philips Medical Systems, Nederland BV 1998/20
- [PRS02] Preece, Rogers, Sharp. Interaction Design beyond human-computer interaction. J. Willey, 2002, chapter: 1,6,10,11,12,13, 14
- [PS99] João M. Pisco, Luís A. Sousa. Noções Fundamentais de Imagiologia- Lisboa, Lidel 1999
- [SB97] Scapin et Bastien, Critères ergonomics. <http://www.ergoweb.ca/criteres.html> (2004)

- [SE04] Sectra Medical Systems: www.sectra.com (2004)
- [SI04] Disponível em: www.medical.siemens.com (2004)
- [SP00] Edward Shortliffe, Leslie Perreault. Medical Informatics, Second Edition, 2000, chapter 14
- [SUS00] Serco Usability Services, Recommended methods, 2000
- [SH04] Ben Shneiderman:
www.cs.umd.edu/hcil/members/bshneiderman/umlpapers/sitemap.html (2004)
- [TH90] Thimbleby H., User interface Design. Harlow UK, 1990
- [USE04] Measuring usability with the USE Questionnaire, Arnold M. Lund.
<http://www.stcsig.org/usability/> (2004)
- [USEI04] Disponível em: www.useit.com (2004)