

Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa

Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação

USABILIDADE PARA SITES ACEDÍVEIS POR
DISPOSITIVOS COM ECRÃ DE PEQUENA
DIMENSÃO

José Paulo de Novais e Silva

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Gestão de Sistemas de Informação

Orientador:

Prof. Doutor Carlos Manuel Jorge da Costa

Professor Auxiliar do Departamento de Ciências e Tecnologias de Informação do ISCTE

Julho 2007

Resumo

Nesta dissertação, são identificadas as principais características de usabilidade a ter em conta no desenvolvimento de sites acessíveis por dispositivos de pequena dimensão, tais como PDA e telemóveis.

O trabalho aqui reportado foi iniciado com o estudo do estado das artes no âmbito da usabilidade e da utilização de dispositivos com ecrã de pequena dimensão. Nesse contexto, foram identificadas várias formas de navegação nos dispositivos de pequena dimensão.

Em seguida, procedeu-se ao desenvolvimento e construção de um protótipo de sítio de Internet utilizando essas mesmas características nas várias formas de navegação.

Finalmente, e após o uso do protótipo por uma amostra constituída por um conjunto de voluntários, efectuou-se uma análise aos resultados obtidos.

Palavras-chave: usabilidade, navegação, dispositivo de pequenas dimensões, PDA, smartphone, visualização de informação.

Abstract

In this dissertation, the main characteristics of usability are identified to have in account in the development of sites for small display devices, such as PDA and mobile phones.

The work here reported was initiated with the literature review about small display devices and usability.

A general synthesis was made on the researched area. In this context, some forms of navigation in the small screen devices had been identified.

In the next step, we developed and constructed a prototype that simulates a small device in web environment, using these same characteristics in the same types of navigation.

Finally, and after the use of the prototype in a sample composed of volunteers, we analyzed the results obtained from research.

Keywords: usability, Web Browse, Small Device, PDA, smartphone, information visualization.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Carlos Costa pelo apoio, motivação e pelas suas sugestões e críticas que contribuíram para melhorar este trabalho.

Agradeço à Susana, amiga e esposa, cujo apoio e confiança constantes foram inextinguíveis.

Agradeço especialmente à Joselita pela transmissão dos seus conhecimentos, assim como pelo seu apoio e incentivo.

Os meus agradecimentos também a todos os colegas que aceitaram o desafio de participar nas minhas experiências.

**Dedico este trabalho aos meus piscos
Ricardo e Nuno
cujo tempo de brincadeira ficou prejudicado**

Índice

| | |
|---|----|
| Resumo | 2 |
| Abstract..... | 3 |
| Agradecimentos | 4 |
| Índice | 5 |
| Lista de Figuras | 7 |
| Lista de Tabelas | 8 |
| Glossário..... | 9 |
| 1. Introdução..... | 13 |
| 1.1. Contexto | 13 |
| 1.2. Objectivos..... | 14 |
| 1.3. Metodologia..... | 15 |
| 1.4. Estrutura da Dissertação | 15 |
| 2. Revisão da literatura | 17 |
| 2.1. Introdução | 17 |
| 2.2. Do Desktop para o PDA | 18 |
| 2.3. HCI – Human Computer Interaction | 19 |
| 2.4. Usabilidade | 20 |
| 2.5. Testar a usabilidade | 22 |
| 2.6. Do desktop para o DEP – transformar páginas web..... | 23 |
| 2.7. Testar no Laboratório ou no terreno | 26 |
| 2.8. Medir Usabilidade | 28 |
| 2.9. Outros Estudos..... | 33 |
| 2.10. Outras Ferramentas..... | 36 |
| 2.11. Síntese..... | 38 |
| 3. Problema e hipóteses de investigação | 40 |
| 4. Plataforma de teste - Protótipo | 42 |
| 4.1. Introdução | 42 |
| 4.2. Descrição do modelo experimental | 42 |
| 4.3. Os tipos de navegação - Conceitos..... | 45 |
| 4.4. Implementação dos tipos de navegação..... | 46 |
| 4.5. Descrição da Estrutura da Base de Dados | 48 |
| 4.6. Síntese..... | 49 |
| 5. Aplicação da Plataforma – Estudo Empírico..... | 50 |
| 5.1. Introdução | 50 |
| 5.2. Simulação de navegação na Web | 50 |
| 5.3. O questionário | 53 |
| 5.4. A amostra..... | 54 |
| 5.5. Síntese..... | 54 |
| 6. Análise dos dados | 55 |

| | | |
|------|---|----|
| 6.1. | Introdução | 55 |
| 6.2. | Dados do protótipo | 55 |
| 6.3. | Dados do questionário | 56 |
| 6.4. | Tratamento dos dados | 56 |
| 6.5. | Apresentação dos Resultados | 57 |
| 6.6. | Síntese..... | 63 |
| 7. | Discussão dos dados | 64 |
| 7.1. | Introdução | 64 |
| 7.2. | Discussão da hipótese 1 | 64 |
| 7.3. | Discussão da hipótese 2..... | 67 |
| 7.4. | Discussão da hipótese 3 | 68 |
| 7.5. | Discussão da hipótese 4..... | 69 |
| 7.6. | Discussão da hipótese 5 | 71 |
| 7.7. | Discussão da hipótese 6..... | 72 |
| 8. | Conclusão e trabalhos futuros..... | 81 |
| 8.1. | Conclusões..... | 81 |
| | Hipótese 1: O scroll é a técnica mais eficaz comparada com o link. | 82 |
| | Hipótese 2: O sistema de Pastas (Folder) é a técnica que, em termos de tempo de execução de várias tarefas, se mostra mais homogênea. | 83 |
| | Hipótese 3: O tempo de resposta na técnica de Pesquisa (Search), está intimamente relacionada com o número de pesquisas realizadas..... | 83 |
| | Hipótese 4: A percepção dos utilizadores quanto ao tipo de navegação mais eficaz vai ao encontro dos resultados obtidos..... | 83 |
| | Hipótese 5: A ocorrência de respostas erradas é independente do tipo de navegação. | 83 |
| | Hipótese 6: Para os inquiridos, não existem diferenças entre os tipos de navegação relativamente a cada uma das características de usabilidade identificadas por Nielsen (1993). | 84 |
| 8.2. | Limitações do trabalho | 84 |
| 8.3. | Trabalhos futuros | 85 |
| 9. | Referencias | 86 |
| | Anexos..... | 89 |
| | CD..... | 89 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Fig. 2-1 Estimativas de vendas de PDA e smartphones no mundo (fonte: eTForecast – 2006)..... | 23 |
| Fig. 2-2 Modelo de qualidade ISO/IEC 9126-1 | 29 |
| Fig. 2-3 Modelo de atributos da aceitabilidade de um sistema | 30 |
| Fig. 2-4 Forças envolventes na usabilidade e características de usabilidade | 32 |
| Fig. 2-5 Quadro para categorizar as ferramentas..... | 37 |
| Fig. 2-6 Quadro com a categorização das ferramentas..... | 38 |
| Fig. 4-1 Diagrama de Use Case | 43 |
| Fig. 4-2 Diagrama de Actividades | 44 |
| Fig. 4-3 Diagrama de Classes | 45 |
| Fig. 4-4 Exemplo de um apontador seleccionado..... | 47 |
| Fig. 4-5 Os quatro tipos de navegação (Links, Pastas, Scroll e Pesquisa)..... | 47 |
| Fig. 4-6 Modelo Relacional da base de dados | 49 |
| Fig. 5-1 Aspecto do ecrã de familiarização com o protótipo..... | 51 |
| Fig. 5-2 Aspecto do ecrã com as perguntas | 52 |
| Fig. 6-1 Variável Sexo..... | 58 |
| Fig. 6-2 Variável Idade | 58 |
| Fig. 6-3 Variável Habilitações..... | 59 |
| Fig. 6-4 Distribuição da amostra | 60 |
| Fig. 6-5 Distribuição da amostra após eliminação dos outliers..... | 61 |
| Fig. 6-6 Distribuição da amostra com transformada da variável Tempos..... | 62 |
| Fig. 7-1 Plot das Médias e Intervalos de Confiança | 65 |
| Fig. 7-2 Histogramas de cada tipo de navegação: Links, Pesquisa, Pastas e Scroll..... | 68 |
| Fig. 7-3 Rank de Preferências quanto ao tipo de navegação..... | 70 |
| Fig. 7-4 Valores absolutos e relativos das respostas | 71 |
| Fig. 7-5 Gráfico box & whiskers da facilidade de aprendizagem | 76 |
| Fig. 7-6 Gráfico box & whiskers da facilidade de memorização | 77 |
| Fig. 7-7 Gráfico box & whiskers da eficiência..... | 78 |
| Fig. 7-8 Gráfico box & whiskers dos erros | 79 |
| Fig. 7-9 Gráfico box & whiskers da satisfação | 80 |
| Fig. 8-1 Quadro com a categorização das ferramentas com inclusão do nosso protótipo | 82 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 2-1 Classificação dos problemas (Hertzum, 1999)..... | 28 |
| Tabela 2-2 Status dos problemas e rácio de impacto (Hertzum, 1999)..... | 28 |
| Tabela 2-3 Tabela com as melhores técnicas de migração vs navegação (Mackay e Watters, 2003) | 35 |
| Tabela 2-4 Resultados do ranking dos participantes (de 1=melhor a 3=pior) da facilidade de uso e da preferência da técnica de navegação e condição de mobilidade | 35 |
| Tabela 2-5 Resultados (tempo) da experiência de Buchanan et al. (2001) | 36 |
| Tabela 2-6 Resultados (erros) da experiência de Buchanan et al. (2001) | 36 |
| Tabela 4-1 Descrição das tabelas da base de dados..... | 48 |
| Tabela 5-1 Perguntas feitas no protótipo | 52 |
| Tabela 6-1 Variável Idade – tabela de frequências..... | 58 |
| Tabela 6-2 Variável Habilidades - tabela de frequências | 59 |
| Tabela 6-3 Tabela das estatísticas descritivas da variável Tempo | 59 |
| Tabela 6-4 Teste de Levene à Homogeneidade das variâncias | 62 |
| Tabela 7-1 Análise de variância (ANOVA) | 65 |
| Tabela 7-2 Tabela das estatísticas descritivas da variável Tempo para cada tipo de navegação | 66 |
| Tabela 7-3 Resultado da aplicação do teste de Tukey para amostras de dimensões diferentes | 66 |
| Tabela 7-4 Coeficiente de variação para cada tipo de navegação | 67 |
| Tabela 7-5 Tabela de Frequências | 68 |
| Tabela 7-6 Correlação de Spearman Rank Order | 69 |
| Tabela 7-7 Preferência dos tipos de navegação por parte dos participantes | 70 |
| Tabela 7-8 Teste do Qui-quadrado de Pearson..... | 72 |
| Tabela 7-9 Grau de concordância para cada característica nos Links | 73 |
| Tabela 7-10 Grau de concordância para cada característica nas Pastas | 73 |
| Tabela 7-11 Grau de concordância para cada característica no Scroll..... | 74 |
| Tabela 7-12 Grau de concordância para cada característica na Pesquisa..... | 74 |
| Tabela 7-13 Medianas e Soma das ordens pelo teste de Kruskal Wallis | 75 |

Glossário

Bug

Erro num programa (software) ou mesmo num equipamento (hardware) que provoca uma acção inesperada.

Coefficiente de assimetria amostral (Skewness)

Medida de assimetria, que indica a forma de distribuição dos dados em torno da média amostral, permitindo saber se a amostra é ou não assimétrica.

Coefficiente de variação

Medida de dispersão que se presta para a comparação de distribuições diferentes. O coeficiente de variação é igual ao desvio-padrão dividido pela média

DEP

Dispositivo com ecrã de pequena dimensão

Desktop

Computador de secretária.

Distribuição de probabilidade

Descreve a chance que uma variável pode assumir ao longo de um espaço de valores.

Distribuição Normal

Distribuição de probabilidade mais frequente em estatística e probabilidade.

Kurtose

Característica indicadora da forma da distribuição medindo o achatamento/pico da distribuição da amostra

HCI

Human-Computer Interaction ou interação homem-máquina é a disciplina que se preocupa com o desenho, avaliação e implementação de sistemas computacionais interactivos para uso humano e com o estudo dos maiores fenómenos que os rodeiam.

Hipótese nula (h_0)

Hipótese que é presumida verdadeira até que provas estatísticas sob a forma de testes de hipóteses indiquem o contrário.

HTML

Iniciais de HyperText Mark-up Language ou linguagem de marcação de hipertexto. Linguagem de escrita de páginas para produzir documentos para a World Wide Web.

Internet

Contração dos termos Interconnected Network. Conjunto de redes de computadores mundiais ligadas entre si através do protocolo TCP/IP.

Intervalo de confiança

O intervalo de confiança define os limites inferior e superior de um conjunto de valores que tem uma certa probabilidade de conter no seu interior o verdadeiro valor em causa.

Intranet

Redes corporativas que se utilizam da tecnologia e infra-estrutura de comunicação de dados da Internet. São utilizadas na comunicação interna da própria empresa.

Laptop

Deriva da aglutinação dos termos em inglês lap (colo) e top (em cima) significando computador portátil, em contrapartida aos desktop (em cima da mesa). Laptop ou notebook são designações da língua inglesa para computador portátil.

Link

Designa as hiperligações em hipertexto. Em português significa "atalho", "caminho" ou "ligação".

Mediana

Medida de localização central da distribuição dos dados, calculada a partir da ordenação dos elementos da amostra, ou seja, é o valor (pertencente ou não à amostra) que a divide ao meio, isto é, 50% dos elementos da amostra são menores ou iguais à mediana e os outros 50% são maiores ou iguais à mediana

Nível de significância

Probabilidade de cometer um erro do tipo I, ou seja, rejeitar a hipótese nula quando esta for verdadeira.

Outliers

Observações com características únicas que por isso se distinguem de todas as outras observações; são casos que podem distorcer as eventuais relações existentes entre as variáveis em estudo

p (p-value)

Probabilidade de erro de rejeitar uma hipótese se esta for verdadeira.

Pastas

Também conhecido por Folders ou Tabs. Forma de navegação com a informação organizada por temas dando origem a tabelas virtuais (tabs).

Pesquisa

Mecanismo que permite ao utilizador encontrar resultados no sistema a partir de uma ou mais palavras. Em inglês é conhecido por search.

PDA

Personal Digital Assistant ou Assistente Pessoal Digital, é um computador de dimensões reduzidas (cerca de A6), dotado de grande capacidade computacional, cumprindo as funções de agenda e sistema informático de escritório. Existem duas famílias principais de PDA no mercado hoje: Os PalmOne e os Pocket PC. Os PalmOne utilizam o sistema operativo Palm OS da PalmSource e os Pocket PC utilizam o sistema Windows Mobile da Microsoft.

Scroll

Método de mover para cima ou para baixo um documento usando a barra vertical

Smartphone

Termo utilizado para telemóveis com alguns recursos de PDA.

Stylus

Caneta para usar em ecrãs sensíveis ao toque.

UML

Unified Modelling Language

WAP

Wireless Application Protocol (Protocolo para aplicações sem fio). Protocolo de aplicações que usam comunicações sem fio (por exemplo: acesso a páginas Web a partir de um telemóvel).

Web

Teia, rede. Abreviatura de World Wide Web. Pode ser referida como “The Web”.

Webpage

Página Web ou simplesmente página, é um documento HTML residente na Web, que faz parte de um conjunto de páginas e ficheiros que constituem um site (web site).

XML

Iniciais de eXtensible Markup Language. Designa um formato de documento para a web mais flexível do que o HTML, permitindo documentos mais ricos, funcionais e com elementos de interactividade.

1. Introdução

Os dispositivos de pequena dimensão fazem parte do quotidiano de todos nós, seja por via do telemóvel, do leitor de mp3, do controlo remoto que dá para os estores luzes do quarto, passando pelas consolas portáteis. Devido à sua importância, Weiss (2002) definiu e comparou diferentes tipos de dispositivos de pequena dimensão como telemóveis, pagers, PDA e communicators. No entanto, na actualidade estes dispositivos confundem-se devido à integração de várias funções num único equipamento. Por exemplo, um PDA pode ser também um GPS, ou um telemóvel tem também folha de cálculo e processador de texto. Apesar da sua diversidade quanto às características e funcionalidades, podemos englobar todos estes equipamentos num único tipo, tendo em comum as suas dimensões reduzidas.

Mas na investigação realizada, uma das características relevantes é a existência de um ecrã, que porém, devido às reduzidas dimensões do equipamento, apresenta também uma pequena dimensão. Por sua vez, pretende-se que este equipamento seja utilizado para aceder a sítios de web.

Navegar num site através de um dispositivo com ecrã de pequena dimensão (DEP), seja um PDA, telemóvel ou outro equipamento, não pode ser feita da mesma forma que através de um desktop. Visualizar um documento num dispositivo deste tipo não é fácil devido ao tamanho limitado do ecrã, da capacidade de processamento e mesmo da largura de banda. No contexto apenas do tamanho do ecrã, iremos identificar as principais características de usabilidade e se possível, propor uma forma de navegação.

1.1. Contexto

O aumento da popularidade e do uso de dispositivos de pequena dimensão, como Personal Digital Assistants (PDA) e smartphones faz com que os utilizadores tenham acesso a informação através de várias plataformas. À medida que as pessoas se movem

dos seus desktops para os seus laptops e para os seus PDA, existe uma necessidade de adaptar a informação desenhada para desktops aos dispositivos de pequena dimensão.

Ao criar aplicações para PDA, é comum o programador ceder à tentação de tentar transportar todas as funcionalidades da versão desktop para a versão PDA. Contudo o resultado pode ser um sistema difícil, ou até impossível de usar. Tem que existir uma preocupação do programador, tendo em conta que o utilizador não tem ao seu dispor um ecrã de 17'', o rato foi substituído por uma pequena caneta e o dispositivo não está ligado a uma rede de 100Mb.

Tem-se verificado nos últimos anos a preocupação por parte dos fabricantes, em conceber equipamentos que tentem ser mais eficientes e agradáveis para o utilizador. Em complemento, tem também que haver uma preocupação na usabilidade não só dos equipamentos, como na informação que é disponibilizada. Vários estudos e pesquisas foram e estão a ser feitos, tornando-se difícil escolher o caminho adequado a pesquisas futuras.

1.2. Objectivos

Os objectivos do trabalho de dissertação aqui reportado põem ser sintetizados no seguinte:

1. Identificar as principais características de usabilidade a ter em conta no desenvolvimento de sites acessíveis por dispositivos com ecrã de pequena dimensão, tais como PDA e telemóveis.
2. Testar as características identificadas.
3. Simular uma situação tão real quanto possível, de baixo custo e disponibilizando o acesso a uma amostra de elevado número.

4. Disponibilizar o acesso ao simulador a um grupo de utilizadores a fim de classificar as características identificadas.

1.3. Metodologia

A metodologia adoptada que começou na revisão da literatura apresentada no capítulo 2, baseou-se nesta para execução de um protótipo e análise dos dados recolhidos pelo mesmo. Na revisão da literatura, analisámos as vertentes de estudo que têm prendido mais os investigadores na área dos DEP, onde convergimos para as características de usabilidade.

A abordagem a utilizar na concepção do protótipo pode ser classificada de baixa fidelidade (Sharp et al 2007). É um protótipo que não se podendo comparar com um DEP já que a simulação é feita num desktop recorrendo a um teclado e rato, pretende ser de desenvolvimento rápido, podendo também ser alterado e adaptado a necessidades imediatas. O recurso a este tipo de protótipo teve também como objectivo poder-se canalizar os esforços no estudo da problemática e não na construção da ferramenta.

1.4. Estrutura da Dissertação

A organização desta dissertação começa pelo presente capítulo que faz a uma breve introdução ao tema, ao contexto, aos problemas e objectivos da dissertação.

No capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura, onde são apresentados os conceitos, estudos passados e a problemática da usabilidade.

No capítulo 3, é apresentado o problema e as hipóteses de investigação.

Seguidamente, no capítulo 4, é descrito um modelo experimental e definida uma base de dados de suporte ao mesmo.

No capítulo 5 é descrito o modelo experimental, apresentando-se o protótipo, o questionário e a amostragem.

No capítulo 6 são apresentados os dados recolhidos e no capítulo 7 são discutidos os resultados.

O 8º capítulo foi destinado à conclusão e aos trabalhos futuros.

2. Revisão da literatura

2.1. Introdução

Andrews (2002) explicou a psicologia de objectos usáveis, apresentando casos onde o design de equipamentos do dia a dia pode não ter sido desenvolvido da forma mais adequada às funções para que estavam destinados, como o controlo remoto de electrodomésticos: Alguns botões do controlo remoto do vídeo são fáceis de perceber, mas existem outros indecifráveis sem o manual de instruções.

A usabilidade tem vindo a ocupar um lugar cada vez mais relevante nas preocupações dos estudiosos ligados às TI. Como medir e com que medir são questões que têm criado diferentes opiniões entre os investigadores.

No presente capítulo, procurámos diferenciar (tendo em conta o desenvolvimento de páginas web) os computadores de secretária em relação aos equipamentos móveis de pequena dimensão.

Enquadrámos de seguida a temática da usabilidade no HCI adaptada a dispositivos móveis de ecrã pequeno. Definimos o conceito de usabilidade assim como a razão de testá-la nos equipamentos de pequena dimensão.

No ponto seguinte deste capítulo apresentámos alguns modelos e técnicas utilizadas para transformar páginas web originalmente desenvolvidas para desktop para DEP. O ponto seguinte refere-se ao ambiente físico de teste: laboratório e terreno. Apresentámos algumas diferenças assim como vantagens e desvantagens de cada método.

Seguidamente, definimos as formas de medir a usabilidade assim como as suas características. Descrevemos alguns estudos realizados por outros investigadores sobre a matéria em estudo nesta dissertação.

Por fim apresentámos outras ferramentas desenvolvidas para testar a usabilidade em equipamentos com ecrã de pequenas dimensões.

2.2. Do Desktop para o PDA

A maior parte das páginas de web são escritas e testadas exclusivamente para desktops. Apesar dos dispositivos de pequena dimensão acompanharem os avanços tecnológicos, com mais capacidade de processamento e armazenamento, com maior largura de banda, aproximando-os cada vez mais com os computadores de secretaria, existe uma limitação que não pode ser contornada: o tamanho do ecrã. Importa portanto realçar as principais diferenças entre desenvolver uma aplicação para PC e para um equipamento móvel com ecrã de pequenas dimensões. Shek (2005) identificou algumas dessas diferenças:

- Os dispositivos móveis têm uma grande variedade de tamanhos de ecrã.
- Os dispositivos móveis em geral suportam 12 ou 16 bits de cor (4K ou 64K cores), enquanto a maior parte dos PCs conseguem mostrar mais de 16 milhões de cores (32 bits).
- A introdução de texto é mais lenta nos dispositivos móveis do que usar um teclado de PC.
- Os dispositivos móveis normalmente não têm um rato para activar um objecto, o que limita o uso dos componentes da interface e faz com que o uso dos objectos seja mais lento.
- Alguns dos dispositivos móveis e/ou modos de visualização só suportam o scroll vertical. As teclas do ecrã (soft key) são usadas para activar comandos nos equipamentos. O número e os propósitos dessas teclas são variados e diferem entre fabricantes.
- A ligação e a transferência de informação entre o equipamento móvel e o servidor é mais lenta do que num domínio de fixos.
- A quantidade de informação que se pode armazenar num dispositivo móvel é limitada.
- O contexto de uso num equipamento móvel não é tão previsível do que por exemplo uma aplicação de escritório em PC.

Estas preocupações não são novas. Hayhoe (2001) já tinha feito várias sugestões que se devem ter em conta no desenho e desenvolvimento de documentos para DEPs, tendo em atenção o hardware, software e o contexto de utilização. Os maiores desafios estão dependentes do tamanho, brilho, contraste e resolução do ecrã. As preocupações para os programadores são:

- “Tenha em conta que ler *on-line* com pouca resolução reduz a compreensão de leitura”;
- “Pense em pequenos pedaços, não em grandes blocos”;
- “Esteja preparado para mostrar texto num tamanho maior do que está acostumado a ver em documentos desenhados para serem lidos em desktops”;
- “Use o *bold*, itálico e as cores com cuidado”;
- “Não espere ter acesso a uma grande variedade de fontes”;
- “Os gráficos devem ter um papel secundário na comunicação da informação”;
- “Não assuma que outros suportes de media irão estar disponíveis”.

Outras preocupações devem ser realçadas quando é usado um DEP, pois não é só o equipamento que condiciona o uso dos documentos. O contexto de utilização (ie. na rua, em andamento, no carro), o tipo de browser e o tipo de utilizador são outras forças que envolvem o processo de navegação em DEPs.

2.3. HCI – Human Computer Interaction

Para a interacção homem-computador dever-se-á perceber as três palavras: perceber os computadores (ie. Limitações, capacidade, plataformas), perceber as pessoas (ie. aspectos psicológicos, aspectos sociais, factor de erro) e perceber a sua interacção.

Neste contexto, interessa então enumerar os vários estilos de interagir computador (Dix et al, 2003):

1. Interface por linha de comandos (ie. Unix)
2. Menus (forma restrita do sistema WIMP)
3. Linguagem natural (ie. reconhecimento de voz)

4. Pergunta/resposta e linguagem por query (ie. SQL)
5. Preenchimento de formulários e e folhas de calculo (ie. MS Access e MS Excel)
6. WIMP (Windows Icons Menus Pointers)
7. Apontar e clicar (ie. icons, links)
8. Interfaces tridimensionais (ie. efeitos de distancia)

Na área da forma de introdução de dados (“*data input*”) as diferenças entre elas são notórias. De tal forma que vários investigadores têm efectuado estudos comparando os métodos de interagir com os DEP. É o caso de Copas e Elder (2004) que compararam o teclado externo, teclado interno e *stylus* em termos de velocidade de execução, precisão na tarefa e satisfação do utilizador. Em termos de velocidade, os participantes completaram as tarefas mais rapidamente no teclado externo. Na precisão houve em termos gerais um equilíbrio entre o teclado interno e externo. Na opinião geral, 77,8% dos participantes ficaram mais satisfeitos com a introdução de dados através do teclado externo. No entanto, os investigadores tiveram o cuidado de sublinhar que estes resultados foram limitados ao equipamento/marca usado no estudo. Outros resultados podem vir a ser obtidos com outros equipamentos/marcas.

O objecto de estudo efectuado, como veremos nos capítulos seguintes, utilizou as técnicas de navegação scroll, pesquisas, links e pastas para averiguar da sua usabilidade.

2.4. Usabilidade

A palavra usabilidade, derivada da forma alatinada do adjetivo usável e encontra-se registada em alguns dicionários mais recentes de língua portuguesa como o Grande Dicionário Língua Portuguesa (Porto Editora, 2004), não sendo usada no passado. Usabilidade apareceu no Português nos últimos anos com o aparecimento da Internet.

A palavra usabilidade pode causar algumas confusões pois poderá confundir-se com acessibilidade, apesar de ambas estarem relacionadas. Acessibilidade no contexto web significa que qualquer pessoa visitando qualquer site usando qualquer browser seja capaz de ter uma compreensão completa da informação lá contida e seja capaz de ter

uma completa interacção com o site. Para tentar distinguir os dois conceitos, acessibilidade é um termo geral para descrever a facilidade com que as pessoas podem ter acesso, usar e compreender as coisas, diferente de usabilidade que é usado para descrever a facilidade de utilização de uma coisa independentemente do tipo de utilizador. Em suma, acessibilidade está relacionada com facilidade de obtenção e de acesso, enquanto que usabilidade está relacionada com a facilidade de uso.

Para a usabilidade, poder-se-á definir de muitas outras formas a palavra. Seguem-se alguns conceitos.

Pela definição da International Organization for Standardization, Usabilidade é a capacidade de um produto ser usado por utilizadores específicos para atingir objectivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso. (ISO 9241-11, 1998).

De acordo com o Grande Dicionário Porto Editora (2005), define-se usabilidade como sendo uma característica de um produto (página de web, programa, etc.) que se adapta convenientemente ao objectivo para o qual foi concebido, o que significa simplicidade e facilidade na utilização, assim como flexibilidade e isenção de erros e problemas.

Para a Usability Net (<http://www.usabilitynet.org>), um projecto da União Europeia, usabilidade significa fazer produtos e sistemas fáceis de usar, e combinando-os de forma mais próxima às necessidades e requisitos dos utilizadores.

A UPA - Usability Professionals' Association (<http://www.usabilityprofessionals.org>) refere que usabilidade é o grau com que algo, software, hardware ou outra coisa qualquer é fácil de usar e serve perfeitamente os propósitos de quem o usa.

Para a C-Latitude Ltd (2005), usabilidade é a facilidade com que um utilizador pode operar, preparar inputs para, e interpretar outputs de um sistema ou componente.

Por fim, e para a empresa Seara.com, empresa especializada no desenvolvimento de sites e de estratégias de comunicação na Internet., usabilidade é uma característica daquilo que é utilizável, funcional. É tornar “óbvio o óbvio”, tendo em conta as

necessidades do utilizador e o contexto em que este está inserido. A usabilidade é um caminhar progressivo em direcção ao utilizador e não o contrário (user-centered design-UCD).

Muitas mais definições podem ser encontradas. Torna-se portanto difícil estabelecer uma definição muito concreta sobre este termo. Adaptando então a norma ISO 9241-11 de 1998 à web, usabilidade define-se como a facilidade de utilização, quer seja de uma página web, uma aplicação informática ou qualquer outro sistema que interaja com o utilizador.

2.5. Testar a usabilidade

Em meados dos anos 80 e ganhando força nos anos 90, a comunidade de desenvolvimento começou a empregar métodos de engenharia de usabilidade para desenhar e testar sistemas de software para serem fáceis de usar, fáceis de aprender, fáceis de memorizar, isentos de erros e que causem satisfação ao utilizador (Nielsen, 1993).

Actualmente, o teste de usabilidade é uma ferramenta comum para avaliar a usabilidade de uma aplicação móvel durante o processo de desenvolvimento. De facto e segundo a Webcredible (2006), o teste de usabilidade para equipamentos móveis e de mão podem ser mais importantes que os testes para computador.

As principais razões são em primeiro lugar o aumento massivo de pessoas que acedem à web com equipamentos móveis e de mão. Segundo estimativa da eTForecast em Março de 2006, só em 2011 serão vendidos no mundo mais de 16 milhões de PDA e cerca de 190 milhões de smartphones, representando estes dois tipos de equipamentos, um aumento de cerca de 148,6% face às estimativas para 2006 (69,2 milhões de smartphones e 13,9 milhões de PDA). Estes valores são apresentados no gráfico seguinte.

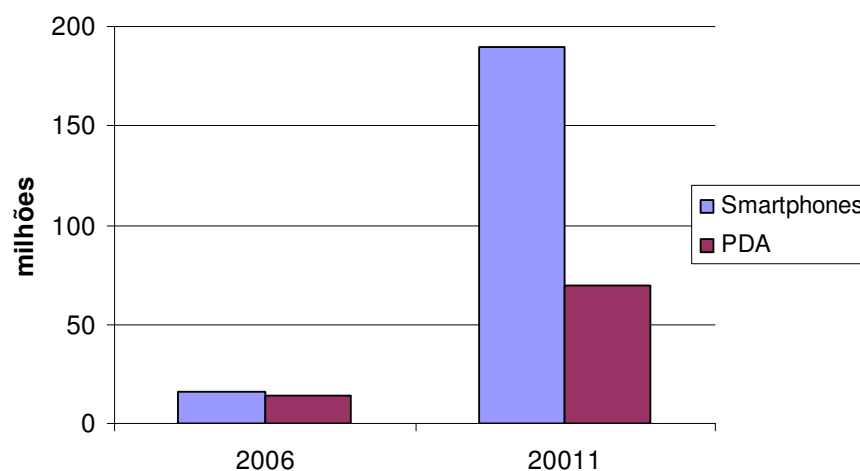


Fig. 2-1 Estimativas de vendas de PDA e smartphones no mundo (fonte: eTForecast – 2006)

Uma outra razão prende-se com o princípio de que em geral as pessoas têm muito menos experiência em usar o seu equipamento móvel para estar on-line do que têm a usar o seu computador pessoal. Isto significa que os utilizadores de computadores têm mais experiência de utilização do que os utilizadores de equipamentos móveis. Por último, a plataforma através da qual os utilizadores acedem a um site é menos previsível quando usam um telemóvel. Os utilizadores de desktops, geralmente só diferem no browser e no sistema operativo (como exemplo, a maior parte dos utilizadores usam um monitor, um rato e um teclado), enquanto os diferentes tipos de telemóveis e PDAs podem ter diferenças drásticas (Badre, 2002).

Já para Dix et al (2003), as preocupações no campo da usabilidade são:

- Como é que um sistema interactivo deve ser desenvolvido para assegurar a sua usabilidade?
- Como é que a usabilidade de um sistema interactivo pode ser demonstrada ou medida?

2.6. Do desktop para o DEP – transformar páginas web

Muitas das páginas de web existentes hoje em dia foram desenvolvidas para desktops, com que faz a sua visualização num DEP extremamente difícil, podendo ser mesmo impossível. A solução passa por adaptar essas páginas para serem visualizadas em ecrãs

de pequenas dimensões. Alguns estudos têm sido feitos para analisar as transformações nesse sentido.

Lim e Ng (1998) propuseram um modelo para transformar um documento HTML numa estrutura de dados chamada *Content Tree*, que representava a estrutura lógica de um documento HTML. Este modelo considerava apenas algumas tags como H1, TITLE e BODY. Hoi et al. (2003) estenderam o algoritmo a tabelas e frames. Um documento HTML é semi-estruturado porque a gramática do HTML implica uma estrutura de alto nível que torna que o documento não seja explícito. Para além disso a gramática é muito flexível para desenhar a aparência do documento. Isto ainda torna mais difícil o processo de estruturação do documento. O processo inicia-se com a conversão e normalização do documento numa Content Tree (CT) intermédia. Essa Content Tree intermédia é então convertida numa CT inicial usando um “*Extended Linear Dependence Algorithm*”. Seguidamente, o “*Table Transformation Algorithm*” transforma as várias estruturas do documento em várias “*subtrees*”. “*Segment Breakdown Algorithm*” é o passo seguinte refinando a estrutura da CT. Seguidamente remove-se alguns subsegmentos usando o “*Irrelevant Segment Removal Algorithm*”. O CT final é por fim transformado num “*form*” que pode ser usado para visualização no ecrã.

Baudisch et al. (2004) desenvolveram uma técnica que oferece uma estratégia alternativa de navegação chamada “*collapse-to-zoom*”. Em complemento à técnica de fazer zooming das áreas relevantes, “*collapse-to-zoom*” permite que os utilizadores façam desaparecer (collapse) áreas consideradas irrelevantes, tais como colunas com menus, material de arquivo ou banners. Isto faz com que o conteúdo restante seja redesenhado com mais detalhe, permitindo a navegação de uma forma mais eficiente.

Lam e Baudisch (2005) apresentaram o “*Summary Thumbnails*”, que é baseado em “*thumbnail views*” com fragmentos de texto legíveis. Este método ajuda os utilizadores a identificar material através de leitura sumária podendo distinguir áreas similares.

Kim e Albers (2003) exploraram as forças e as limitações da formatação de tabelas. Concluíram que, em geral é preferível restringir o tamanho da tabela a um ecrã, no entanto se necessário, as tabelas podem ir até à largura de dois ecrãs sem detrimento crítico da usabilidade.

Chen et al. (2005) continuando um trabalho já desenvolvido em 2002, desenvolveram uma nova técnica de adaptação de página, que analisa a estrutura da Web page e dividindo-a em unidades mais pequenas, logicamente relacionadas, de forma a encaixarem nos ecrãs de equipamentos móveis.

Todos estes estudos reflectem formas de trabalhar e transformar a informação. Costa e Aparício (2005), fizeram uma categorização do nível/tipo de como os dados são manipulados. Pode ser do tipo *Scaling*, *Converting* e *Displaying*. O processo de *Scaling* consiste em fornecer ao utilizador uma experiência mais próxima da navegação em desktops. Pode usar um processo de diminuir o tamanho do conteúdo para que este caiba no ecrã, independentemente do tamanho e resolução do mesmo através da aplicação da característica *fit-to-screen*. Por outro lado, o *Converting* utiliza uma categoria identificada por Schilit et al. (2002) num trabalho semelhante denominado *transducing*, em que consiste em traduzir formatos. Por fim, o processo de *Displaying* consiste em ter uma estrutura de dados, como por exemplo uma base de dados relacional ou um ficheiro XML, mas não ter qualquer tipo de estrutura específica de apresentação no ecrã. Schilit et al. (2002) para além do *transducing*, dividiram em mais três categorias: *Scaling*, *Manual authoring* e *Transforming*.

Nem todos os estudos analisam os PDA e os smartphones como sendo o mesmo tipo de DEP. Noirhomme-Fraiture e tal. (2006) explicam que mesmo que as recomendações sejam válidas para os PDA e para os telefones móveis, os problemas são diferentes, devido às diferenças no tamanho do ecrã. Descrevem duas soluções para PDA e duas soluções para o telemóvel para visualização de séries de tempo.

De uma forma geral os problemas e as limitações dos DEP continuam a despertar interesse à medida que se assiste ao desenvolvimento tecnológico destes equipamentos. Novos desafios surgem em consequência do desenvolvimento das tecnologias multimédia e devido aos constrangimentos dos equipamentos móveis e redes sem fios como por exemplo, a capacidade limitada dos equipamentos móveis podem ser insuficiente para ver conteúdo multimédia, particularmente o vídeo.

Num seu artigo, Zhang (2007) discute a adaptação de páginas web para dispositivos móveis de acordo com várias perspectivas. Conforme o nome indica, *Selective Content Delivery* consiste na selecção apenas das partes relevantes do documento para que os utilizadores não andem perdidos num vasto conjunto de informação sem interesse para encontrarem o que pretendem. Esta técnica pode ser feita usando perfis de utilizadores, através de um proxy. Paralelamente, a página pode ser dividida em blocos de interesse. Uma outra forma de passar documentos do desktop para os dispositivos móveis é através de alterações às próprias páginas, incluindo alterações do layout e reconfigurações de formato para que as mesmas possam estar devidamente dimensionadas para o equipamento. Esta perspectiva é denominada *Adaptive Content Presentation*. No capítulo da multimédia, os desafios passam principalmente pelas capacidades do hardware. Podem ser aplicadas várias técnicas para implementar a adaptação de conteúdo multimédia (*Adaptation of Multimedia Content*), como são os casos de alteração de normas e taxas de compressão, resolução de imagem, taxa de vídeo (frames por segundo) entre outras.

No entanto, têm-se efectuado esforços para que haja métodos e técnicas de desenvolvimento de páginas de web de raiz para dispositivos móveis com ecrãs de pequena dimensão. Um exemplo disso foi o estudo de Kaikkonen e Roto (2003), cujo principal objectivo foi realizar umas linhas de orientação aos desenvolvedores de aplicações e serviços XHTML, linguagem utilizada para páginas acedidas por equipamentos móveis.

2.7. Testar no Laboratório ou no terreno

Existem vários métodos diferentes de avaliação de usabilidade (UEM – Usability Evaluation Methods). Hartson et al. (2003) apresentaram uma discussão de factores, critérios de comparação e medidas de performance de UEMs úteis em estudos de comparação de UEMs, onde identificaram 18 estudos sobre comparação de métodos.

Genise (2002) resumiu os métodos em 3 grandes grupos, *Testing, Inquiry e Inspection*. Axup (2000) fez um quadro comparando os vários métodos que entretanto Bowden et

al. (2003) adaptaram resumindo a quatro métodos: *Heuristic Evaluation*; *Cognitive Walkthrough*; *Usability Testing* e *Pilot Testing*.

Independentemente do método, interessa comparar o teste feito em laboratório e o teste feito no terreno. Um teste feito em laboratório pode não simular as condições normais de utilização. Como refere Kaikkonen et al. (2005), interrupções, movimento, ruído, concentração em outras coisas são factores que podem afectar o desempenho dos utilizadores, e estes não existem em laboratório. Tamminen et al. (2004) tentaram perceber como o meio ambiente ocupa o seu lugar nas actividades de equipamentos móveis, fazendo um estudo num meio urbano (Helsínquia) gravando as actividades do quotidiano de vinte e cinco participantes. O estudo teve lugar durante o verão de 2001. Cinco investigadores passaram entre um e cinco dias com cada participante e usaram máquinas fotográficas, câmaras de vídeo e blocos de notas para documentar as suas observações.

No entanto, Kaikkonen et al. (2005) estudaram as diferenças entre os testes de usabilidade de aplicações móveis executados em laboratório e executados no terreno e chegaram a outras conclusões. Os investigadores colocaram várias hipóteses e concluíram que não existe diferença no número de problemas que ocorreram nos testes no terreno e no laboratório. Questionaram a diferença de tempo de execução das tarefas, e chegaram à conclusão que a performance no tempo de execução de cada tarefa individualmente não era maior no terreno do que no laboratório. No total, colocaram seis hipóteses de comparação dos dois métodos, onde retiraram várias conclusões. A primeira foi que quando se testa uma interface com o utilizador de uma aplicação móvel, o teste no terreno pode não ser necessariamente o melhor sitio.

Já para Nielsen et al. (2006), os resultados foram diferentes. Como mesmo eles referem, a distinção entre os testes em laboratório e no terreno são um tema controverso. Eles concluíram que testes efectuados no terreno podem revelar problemas que de não seriam identificados em ambiente laboratorial.

No entanto e apesar dos vários estudos das forças e fraquezas de cada forma de avaliar testes de utilização, não existem conclusões generalistas. Hertzum (1999) já tinha comparado as diferenças dos testes feitos em laboratório e no terreno para o caso da

indústria. O seu trabalho consistiu no desenvolvimento de um interface gráfico para o utilizador para o sistema “Filing and Notation” (F&N) que contem informação dos cidadãos para uso das autoridades locais, envolvendo cinco testes de utilização: um teste de laboratório, um teste de workshop e três testes de campo. As tabelas seguintes mostram os resultados dos testes.

| Test | Utility problem | Usability problem | Program bug | Other | Total problems found |
|-----------------|-----------------|-------------------|-------------|-------|----------------------|
| Laboratory test | 8 | 29 | 1 | | 38 |
| Workshop test | 8 | 4 | 8 | | 20 |
| Field test 1 | 1 | 2 | 5 | | 8 |
| Field test 2 | | | | | 0 |
| Field test 3 | 4 | 6 | | 1 | 11 |
| Total | 21 | 41 | 14 | 1 | 77 |

Tabela 2-1 Classificação dos problemas (Hertzum, 1999)

| Test | Solved | Reduced | Unaddressed | Total problems found | Impact ratio |
|-----------------|--------|---------|-------------|----------------------|--------------|
| Laboratory test | 25 | 6 | 7 | 38 | 74% |
| Workshop test | 13 | 3 | 4 | 20 | 73% |
| Field test 1 | 7 | 1 | | 8 | 94% |
| Field test 2 | | | | 0 | - |
| Field test 3 | | | 11 | 11 | 0% |
| Total | 45 | 10 | 22 | 77 | 65% |

Tabela 2-2 Status dos problemas e rácio de impacto (Hertzum, 1999)

A Tabela 2-1 apresenta o número de problemas encontrados ao nível da utilidade, ao nível da usabilidade e ao nível de *bugs* de programa. A Tabela 2-2 apresenta o rácio de impacto dos problemas encontrados para cada teste assim como a importância dos mesmos. O investigador concluiu que não existem evidências que um teste seja melhor que outro, apenas é diferente. Cada um tem as suas características e consequentemente, vantagens e desvantagens para cada caso de utilização.

2.8. Medir Usabilidade

Vários estudos têm sido feitos relativamente à problemática de como medir a usabilidade.

A norma ISO/IEC 9126 de 2001 propõe um enquadramento no qual é definido um conjunto de características que permitem avaliar a qualidade de um produto. Na parte 1, sobre o modelo de qualidade, demonstrado na Fig. 2-2 (adaptado de Usability Net, 2006), a ISO caracteriza a usabilidade como inteligibilidade, apreensibilidade, operacionalidade e atractividade.

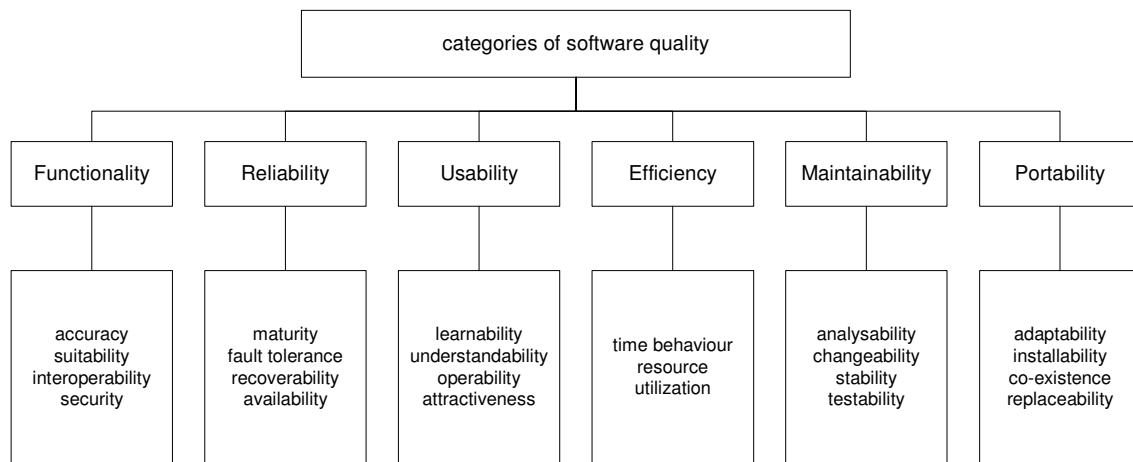


Fig. 2-2 Modelo de qualidade ISO/IEC 9126-1

No capítulo 2.2 definiu-se usabilidade não se referenciando Nielsen (1993). Segundo o autor a usabilidade é uma propriedade da interface com o utilizador com vários atributos: facilidade de aprendizagem (learnability), facilidade de memorização (memorability), eficiência (efficiency), erros (errors) e satisfação (satisfaction).

Facilidade de aprendizagem foi definido por Nielsen (1993) como sendo a característica do sistema que é fácil de aprender, para que o utilizador possa começar rapidamente a trabalhar com ele. Uma forma fácil de medir a facilidade de aprendizagem é através do recrutamento de indivíduos que nunca usaram o sistema anteriormente e medir o tempo que demoram a atingir um determinado estado de proficiência para usar o sistema.

A eficiência é uma característica que deve existir (Nielsen, 1993), para quando o utilizador já aprendeu a utilizar o sistema, seja possível de alcançar um alto nível de produtividade. Uma forma de medir a eficiência é através de um teste de perícia que através do uso de utilizadores experientes, mede-se o tempo que demoram a executar determinadas tarefas.

A facilidade de memorização (Nielsen, 1993) é a característica do sistema que é fácil de lembrar, para que o utilizador casual seja capaz de trabalhar com o mesmo depois de um período sem o utilizar, sem ter que aprender tudo novamente. Um teste padrão para a facilidade de memorização é medir o tempo que um utilizador ocasional que esteve afastado do sistema, demora a executar certas tarefas. Alternativamente, é possível efectuar um teste de memória com utilizadores, que depois de terminarem uma sessão de teste com o sistema, pedir para explicarem a forma de fazerem determinadas acções no sistema.

Os erros são outra das propriedades para Nielsen (1993). O sistema deve ter uma baixa taxa de erros, para que os utilizadores cometam poucos erros durante o uso do sistema, e se os cometerem, se possa recuperar o sistema. Principalmente, erros graves não podem ocorrer. Os erros catastróficos devem ser contados separadamente dos erros menores, pois devem ser providenciados esforços especiais para minimizar a sua frequência.

A satisfação é a última característica definida por Nielsen (1993). O sistema deve ser agradável de usar para que os utilizadores fiquem satisfeitos de o usar e gostem dele. Sendo a satisfação uma característica subjectiva, e para assegurar uma medida consistente, a melhor forma é através de um questionário fornecido aos utilizadores depois de operarem com o sistema. Os questionários são normalmente muito pequenos. Tipicamente os utilizadores são questionados para classificarem o sistema a vários níveis através de escalas de Kikert. A Fig. 2-3 apresenta o modelo segundo Nielsen da aceitabilidade de um sistema e a forma como é colocada a usabilidade nesse modelo.

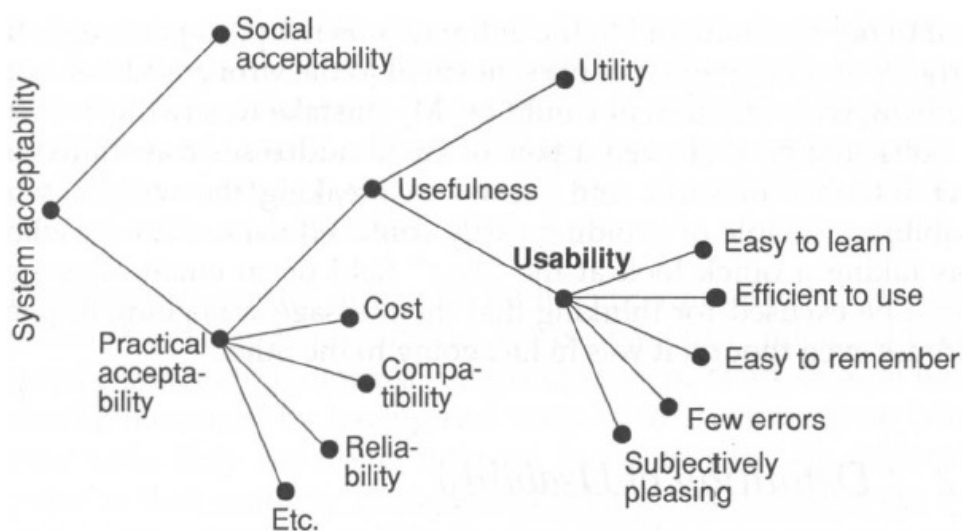


Fig. 2-3 Modelo de atributos da aceitabilidade de um sistema

Outros investigadores estudaram a forma de medir a usabilidade. Seffah et al. (2006) reuniram alguns standards ou modelos, entre eles, o modelo de Nielsen (1993), e propuseram o QUIM (Quality in Use Integrated Measurement). Este modelo é constituído por dez factores de usabilidade: eficiência, eficácia, produtividade, satisfação, capacidade de aprendizagem, segurança, confiança, universal e útil.

1. A eficiência é a capacidade do produto de software permitir aos utilizadores usar a quantidade apropriada dos recursos em relação à eficácia conseguida num certo contexto de uso.
2. A eficácia é a capacidade do produto de software permitir aos utilizadores conseguirem efectuar as tarefas por completo e com exactidão.
3. A produtividade é o nível de eficácia conseguida em relação aos recursos consumidos pelos utilizadores e pelo sistema.
4. A satisfação refere-se às respostas (subjectivas) dos utilizadores sobre os seus sentimentos quando usam o produto de software.
5. A capacidade de aprendizagem é a capacidade de um produto de software possibilitar aos utilizadores o sentimento de que podem utilizar o sistema de forma produtiva logo que o aprendam e possam rapidamente aprender outras novas funcionalidades.
6. A segurança é a capacidade com que um produto de software limita o risco de danos às pessoas ou a outros recursos, como por exemplo o equipamentos ou os dados armazenados.
7. A confiança é a sensação de segurança que os utilizadores têm do produto de software.
8. A acessibilidade é a capacidade do produto de software ser usado por pessoas com algum tipo de dificuldade (i.e. visual, auditiva, etc.).
9. A universalidade diz respeito à capacidade de um produto de software se adaptar aos vários utilizadores com diferentes bases culturais.
10. A utilidade é a capacidade de um produto de software permitir aos utilizadores resolver os seus problemas de uma forma aceitável. A utilidade implica que o produto de software tenha utilidade pratica e depende das suas características e funcionalidades.

No entanto, o presente estudo foi baseado apenas nas características identificadas por Nielsen (1993). Para além dessas características, a Fig. 2-4 apresenta as forças envolvidas à navegação em DEPS identificadas no capítulo 2.1. Essas forças podem caracterizar a preferência da forma de navegação, que tem como consequência melhores ou piores índices nas características de usabilidade.

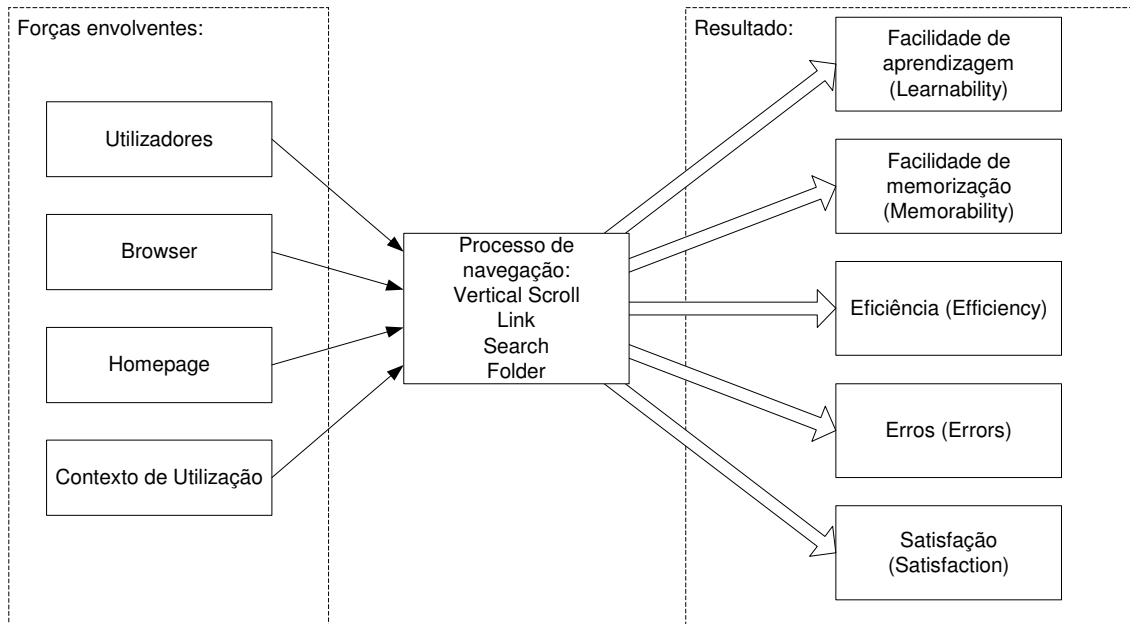


Fig. 2-4 Forças envolvidas na usabilidade e características de usabilidade

Lee e Grice (2004) desenvolveram um novo método de teste à usabilidade para dispositivos móveis. Este era baseado numa combinação de três métodos tradicionais: avaliação heurística, questionário e tarefas baseadas num cenário, podendo assim usar as propriedades específicas de cada um destes métodos. A avaliação heurística, sendo uma aproximação informal, torna-a bastante flexível para ser conjugada com outros métodos. Os questionários são provavelmente o único método que faz uma maior cobertura na avaliação, e que ajudam a descobrir as diferenças entre as várias categorias de utilizadores bem como as necessidades de pequenos grupos de utilizadores. Os métodos baseados em cenários têm como vantagem que a percepção das pessoas a usar a tecnologia é essencial na discussão e análise de como essa mesma tecnologia molda as suas actividades.

2.9. Outros Estudos

Baker (2003) fez um estudo comparando o uso de paginação com o uso de scroll na leitura de documentos em ambiente de desktop. No entanto, e apesar de do estudo incidir em ecrãs grandes, poder-se-á retirar algumas notas para adaptação aos DEPs. As conclusões do seu estudo apontam que os participantes usando o método de paginação, demoraram mais tempo na leitura de documentos através de páginas do que os métodos de documento completo ou mesmo de scroll. No entanto, os participantes mostraram não existirem grandes diferenças na compreensão das questões, percepções ou satisfação com as condições de leitura. No entanto, vários participantes manifestaram que estavam habituados a usar o scroll quando lêem documentos na web.

Watters e Mackay (2005) identificaram diferentes características retiradas de diversos autores (algumas contraditórias) para cada tipo de navegação: scrolling, menus/opções e pesquisas.

Scrolling tem as seguintes características:

- Lento para terminar as tarefas
- Não aumenta necessariamente a taxa de erros
- Obriga o uso de caneta (*stylus*) no PDA
- O scroll horizontal é de difícil leitura
- O scroll vertical é bom na pesquisa de tarefas
- A paginação dá uma melhor performance para os utilizadores do que o scroll

Os menus/opções têm as seguintes características:

- O retorno diminui a taxa de erros na selecção com menus
- A performance é melhor em hierarquias rasas

O método de pesquisa tem as seguintes características:

- Pesquisa é usada para texto e listagens
- Refinamento sobre pesquisas anteriores
- As listas quebradas não afectam a eficácia
- As listas quebradas afectam a eficácia
- Os utilizadores de DEP tendem de usar frequentemente a pesquisa
- A pesquisa em ecrãs pequenos de tabelas podem deteriorar a performance

Jones et al. (2002), no seu estudo sobre a facilidade de uso de motores de busca (Google™) em equipamentos móveis, propuseram uma lista de dicas chave na construção de mecanismos de pesquisa de DEP:

- Reduzir o número de navegações “página para página” necessárias para ver os resultados da pesquisa. – Os utilizadores não olham quando existem muitas páginas resultantes da pesquisa.
- De preferência, forneça mais informação do que menos para cada resultado da pesquisa – Os utilizadores valorizam a qualidade da informação dos resultados das suas pesquisas.
- Forneça uma forma rápida dos utilizadores saberem se os resultados da pesquisa apontam para uma página convencional ou para uma página otimizada para DEPs.
- Pré-processe páginas convencionais para terem melhor usabilidade em contextos de DEPs.
- Adapte para scroll vertical – Os utilizadores tendem em usar o scroll vertical em detrimento do scroll horizontal.

Mackay e Watters (2003) realizaram um estudo do impacto da conversão dos dados dos desktops para os DEPs nas várias técnicas de navegação (*scrolling, paging, expand e focus + context*). Baseados nesta análise, construíram um quadro de comparação entre as várias técnicas de migração e tarefas executadas (Tabela 2-3). As migrações retratadas foram: migração directa (*direct migration*), modificação de dados (*data modification*), supressão de dados (*data suppression*) e visualização geral (*data overview*).

1. A migração directa consiste em enviar directamente os dados para o equipamento e deixar o utilizador lidar à sua vontade esses mesmos dados. É a forma mais simples e mais comum, especialmente em páginas web.
2. O método de modificação de dados é usado por exemplo para reduzir imagens, converter tabelas em listas ou resumir texto.
3. Já na supressão de dados, o método retira completamente os dados substituindo-os apenas pela estrutura da informação, deixando no entanto a possibilidade de recuperar a informação original.
4. Na visualização geral é dada ao utilizador uma visão geral de todos os dados. O utilizador pode escolher a informação desejada fazendo um ajuste mais fino,

mantendo no entanto disponível, toda a informação. Um exemplo deste método já foi referido no capítulo 2.4 por Baudisch et al. (2004) (*collapse-to-zoom*).

A tabela Tabela 2-3 mostra como identificar as melhores técnicas de migração de desktops para DEPs, dependendo do tipo de tarefas a executar.

| Navigation Technique | Migration Technique | | | | Task Types | | |
|----------------------|---------------------|-------------------|------------------|---------------|------------|----------|------------|
| | Direct Migration | Data Modification | Data Suppression | Data Overview | Reading | Browsing | Comparison |
| Scrolling | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| Paging | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| Expand | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Focus + Context | | | | ✓ | | ✓ | ✓ |

Tabela 2-3 Tabela com as melhores técnicas de migração vs navegação (Mackay e Watters, 2003)

Em 2005, Mackay e Watters continuaram o seu trabalho noutra perspectiva. Mackay et al. (2005) compararam algumas técnicas de navegação para diferentes níveis de mobilidade. As técnicas utilizadas foram as barras de scroll, o *Tap-and-Drag* (técnica de tocar com a caneta e arrastar) e o *Touch-n-Go* (técnica de tocar com a caneta da direcção desejada em relação ao centro do ecrã). Quanto aos níveis de mobilidade, escolheram as posições de sentado, em pé e em andamento. Os resultados do ranking dos participantes (de 1=melhor a 3=pior) da facilidade de uso e da preferência da técnica de navegação e condição de mobilidade são apresentados na tabela seguinte

| | Ease of Use | | | Preference | | |
|--------------|-------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | Sit | Stand | Walk | Sit | Stand | Walk |
| Scrollbar | 2.83 | 2.83 | 2.83 | 2.72 | 2.78 | 2.89 |
| Tap-and-Drag | 1.78 | 1.89 | 1.94 | 1.89 | 1.94 | 1.83 |
| Touch-n-Go | 1.39 | 1.28 | 1.22 | 1.39 | 1.28 | 1.28 |
| p | <.001 | <.001 | <.001 | <.001 | <.001 | <.001 |

Tabela 2-4 Resultados do ranking dos participantes (de 1=melhor a 3=pior) da facilidade de uso e da preferência da técnica de navegação e condição de mobilidade

Apesar de tecnologicamente, algumas realidades mudarem, a problemática principal de usabilidade nos DEP mantém-se. Como é o caso do estudo de Buchanan et al. (2001), que estudaram três formas de apresentar informação num telefone WAP: scroll

horizontal, scroll vertical e paginação. Fizeram a experiência num simulador WAP com quinze indivíduos. Os resultados são apresentados na Tabela 2-5 e na Tabela 2-6. Examinando os resultados obtidos, os investigadores concluíram que o método de scroll vertical era o melhor para a maioria dos utilizadores.

| Interface Method | Average time to complete 6 questions (seconds) | Standard deviation |
|-------------------|--|--------------------|
| Horizontal scroll | 22.8 | 4.06 |
| Vertical scroll | 19.4 | 4.39 |
| Paging | 24.93 | 11.18 |

Tabela 2-5 Resultados (tempo) da experiência de Buchanan et al. (2001)

| Interface | Average number of errors | Standard deviation |
|-------------------|--------------------------|--------------------|
| Horizontal scroll | 0.09 | 0.12 |
| Vertical scroll | 0.07 | 0.11 |
| Paging | 0.1 | 0.12 |

Tabela 2-6 Resultados (erros) da experiência de Buchanan et al. (2001)

2.10. Outras Ferramentas

Nos últimos tempos, vários investigadores procuram a melhor método/ferramenta para medir a usabilidade, como são os casos de Bowden et al. (2003), Kaikkonen et al (2005) e Hertzum (1999). Alguns optam por usar equipamentos reais para fazer os seus testes, alegando que os mesmos estão mais perto da realidade do dia a dia (Nielsen et al, 2006). Outros optam por usar protótipos (Ceska et al, 2003). Numa outra vertente, podem optar por fazer as suas avaliações em ambiente laboratorial ou no terreno. Existem assim duas dimensões quanto à categorização da ferramenta: o equipamento e o ambiente. O quadro da Fig. 2-5 mostra essas dimensões: que equipamento usar (what) e em que ambiente usar (where).

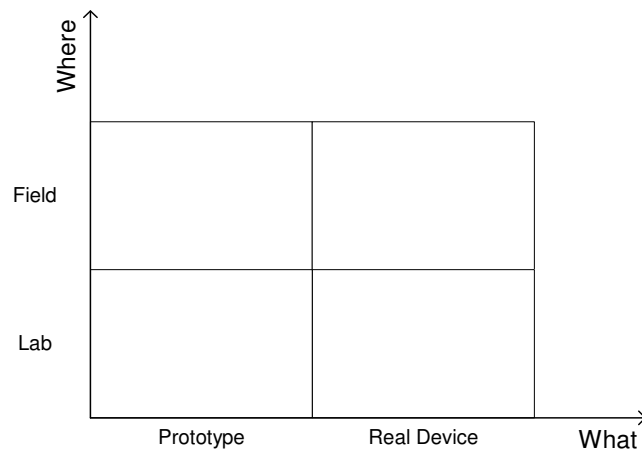


Fig. 2-5 Quadro para categorizar as ferramentas

O Openwave® Phone Simulator é uma ferramenta grátis de desenvolvimento de software da Openwave Systems Inc. que pode criar aplicações para equipamentos móveis de uma forma fácil. A vantagem desta ferramenta é a flexibilidade e as fortes capacidades de programação que atestam as versões do Openwave® Mobile Browser e do Openwave® Mobile Messaging Client, assim como a documentação e código “sample” para criar aplicações para DEPs usando XHTML/CSS e MMS-SMIL. O grande problema desta ferramenta é o facto de ser uma aplicação de cliente, sendo necessário instalá-la, tendo como consequência a necessidade de os testes terem que ser realizados numa máquina pré-preparada, como por exemplo um laboratório.

Nielsen et al. (2006) nas suas pesquisas usaram um telemóvel normal (Sony Ericsson T68i). Para a investigação, usaram uma mini-câmara com um microfone incorporado montada no telemóvel. A câmara transmitia um sinal por fio para um videogravador. Esta configuração permitia o acesso a imagens estáticas onde era possível fazer uma análise detalhada do conteúdo do ecrã e da interacção do utilizador. A experiência foi feita em ambiente laboratorial e no terreno. Os testes de laboratório tiveram lugar num laboratório de usabilidade com quatro câmaras que gravavam a sessão. Os testes de terreno foram conduzidos num armazém de uma universidade. O utilizador foi posto numa área específica de trabalho. Durante os testes, tanto de laboratório como de campo, um monitor e um “logger” estiveram sempre presentes, o que pôde condicionar o comportamento dos utilizadores.

Usando a Fig. 2-5 como base, e analisando as ferramentas apresentadas, a Fig. 2-6 identifica a posição que cada ferramenta ocupa. O Openwave Simulator é um simulador a ser usado em laboratório, já que necessita de estar instalado no computador a ser utilizado. A ferramenta usada por Nielsen et al. (2006) ocupa dois lugares distintos, já que fez a experiência usando um equipamento comum em dois locais: laboratório e recreio de uma escola.

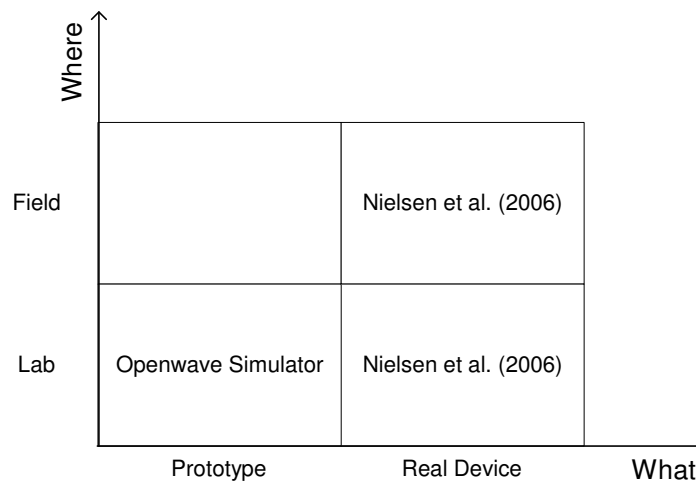


Fig. 2-6 Quadro com a categorização das ferramentas

2.11. Síntese

No capítulo da revisão da literatura, procurámos definir a usabilidade e evidenciar a importância da mesma nos DEP. Os problemas de usabilidade associados aos desktops são diferentes dos problemas associados aos DEP.

No capítulo da navegação, foram distinguidos dois tipos. A forma como o utilizador interage com o sistema, que pode ser através de teclas (softkeys, hardkeys), rollkeys, scrollkeys, stylus, etc. A outra forma é a navegação do documento propriamente dita. Independentemente do método de interagir com o dispositivo, interessa a forma como se navega dentro dos documentos.

Foram vistos os problemas na transformação de páginas de web de desktops para DEP. As soluções para desenhar páginas para dispositivos móveis podem ter duas vertentes.

Uma é desenhar de raiz e otimizar o documento para cada dispositivo. A outra é adaptar e transformar documentos já desenvolvidos para desktops.

A importância do teste de usabilidade nos DEP foi realçada devido à diversidade de equipamentos existentes assim como a variedade de meios de operação dos mesmos. Os utilizadores e devido à sua mobilidade também foram realçados. Foram vistas também as principais características da usabilidade, dando-se ênfase às caracterizadas identificadas por Nielsen, pois parte do nosso estudo tem este investigador como referencia.

Por fim foram vistos outros estudos e ferramentas sobre usabilidade onde se procurou uma base de apoio ao nosso trabalho.

Dos estudos efectuados, ficam dúvidas quanto às melhores técnicas de navegação, já que para experiências diferentes, obtiveram-se resultados diferentes (ie. Buchanan et al, 2001 e Mackay et al, 2005).

No caso de Buchanan et al. (2001), concluíram que a técnica de paginação é mais lenta comparada com a técnica de scroll.

Mackay et al. (2005) que para diferentes tipos de mobilidade, compararam as técnicas de scroll, *Tap-and-Drag* e *Touch-n-Go*

Foram identificadas algumas lacunas assim como divergências entre as diversas técnicas de navegação: Links, Pastas, Pesquisas e Scroll, face à usabilidade de cada uma, pelo que parece ser uma área de interesse de investigação.

3. Problema e hipóteses de investigação

A forma como é apresentada a informação em dispositivos de pequena dimensão, não pode ser a mesma que é apresentada em desktops. Este facto resulta dos ecrãs dos dispositivos de pequena dimensão, não terem a dimensão de um monitor de secretária ou até mesmo de um monitor de portátil. Fica portanto um problema por solucionar, que consiste em saber como deve ser feito um site para um dispositivo com estas propriedades. Tendo em conta as características de cada técnica de navegação, falta apurar a forma mais eficaz de navegar em DEP.

Das hipóteses a apresentar tivemos sempre em conta as características de usabilidade identificadas por Nielsen (1993). Nesse contexto e tendo em conta as formas habituais de navegação, como deve ser feito um site orientado para DEP? A abordagem deste estudo leva-nos a questionar as melhores formas de navegar em documentos num dispositivo móvel.

Serão apresentadas nos capítulos seguintes várias formas de navegar num DEP. De entre elas estivemos particularmente interessados no scroll, no link, nas pastas (ou folders) e nas pesquisas (ou search).

As seguintes hipóteses de investigação resultaram da revisão da literatura assim como da utilização empírica deste tipo de dispositivos no quotidiano diário.

Hipótese 1: O scroll é a técnica mais eficaz comparada com o link.

Hipótese 2: O sistema de Pastas (Folder) é a técnica que, em termos de tempo de execução de várias tarefas, se mostra mais homogénea.

Hipótese 3: O tempo de resposta na técnica de Pesquisa (Search), está intimamente relacionada com o número de pesquisas realizadas.

Hipótese 4: A percepção dos utilizadores quanto ao tipo de navegação mais eficaz vai ao encontro dos resultados obtidos.

Hipótese 5: A ocorrência de respostas erradas é independente do tipo de navegação.

Hipótese 6: Para os inquiridos, existem diferenças entre os tipos de navegação relativamente a cada uma das características de usabilidade identificadas por Nielsen (1993).

4. Plataforma de teste - Protótipo

4.1. Introdução

A usabilidade dos DEP condicionam a forma como navegamos nos mesmos. Neste capítulo pretendemos preparar uma plataforma de teste à usabilidade nos DEP comparando quatro formas de navegar.

4.2. Descrição do modelo experimental

No sentido de suportar as hipóteses de investigação, foi construída uma estrutura experimental. O objectivo foi apenas analisar a forma de navegação no ecrã. Todas as outras variáveis foram mantidas constantes (utilizadores, tempo, disponibilidade e restantes contextos de utilização).

Um dos pontos importantes da experiência consistiu em criar um ambiente em que os utilizadores não se sentissem observados ou gravados para se conseguirem comportar de forma mais natural possível.

As formas de navegar num ecrã podem ser através de links, através de scroll vertical e/ou horizontal, através de pastas ou através de pesquisa de palavras-chave. Para o modelo experimental optou-se pelas seguintes formas de a navegação: por links, por scroll vertical (mais à frente designada apenas por scroll), por pastas e por pesquisa.

No âmbito da análise e desenho do modelo, recorreu-se ao UML. Para compreensão dos diversos modelos foram desenvolvidos nomeadamente o diagrama de Use Case, diagrama de Actividades e diagrama de Classes (Booch et al, 1998).

O diagrama de Use Case (Fig. 4-1) descreve os actores envolvidos no estudo bem como as suas acções principais. Os actores do sistema são o utilizador (User) e o investigador

(Researcher). O utilizador é o sujeito do processo de investigação. O investigador parametriza e gere o processo. O utilizador usa o protótipo, o que corresponde a responder a um conjunto de questões colocadas pelo sistema, tendo para tal que recorrer a uma dada forma de navegação. Na forma, o protótipo tem quatro casos particulares: a navegação por Link, a navegação por scroll, a navegação por Folder (ou pastas) e a navegação por Search (ou pesquisas). O investigador é responsável por recolher os dados obtidos pelo uso do sistema assim como efectuar a análise dos mesmos de forma a retirar as suas relações.

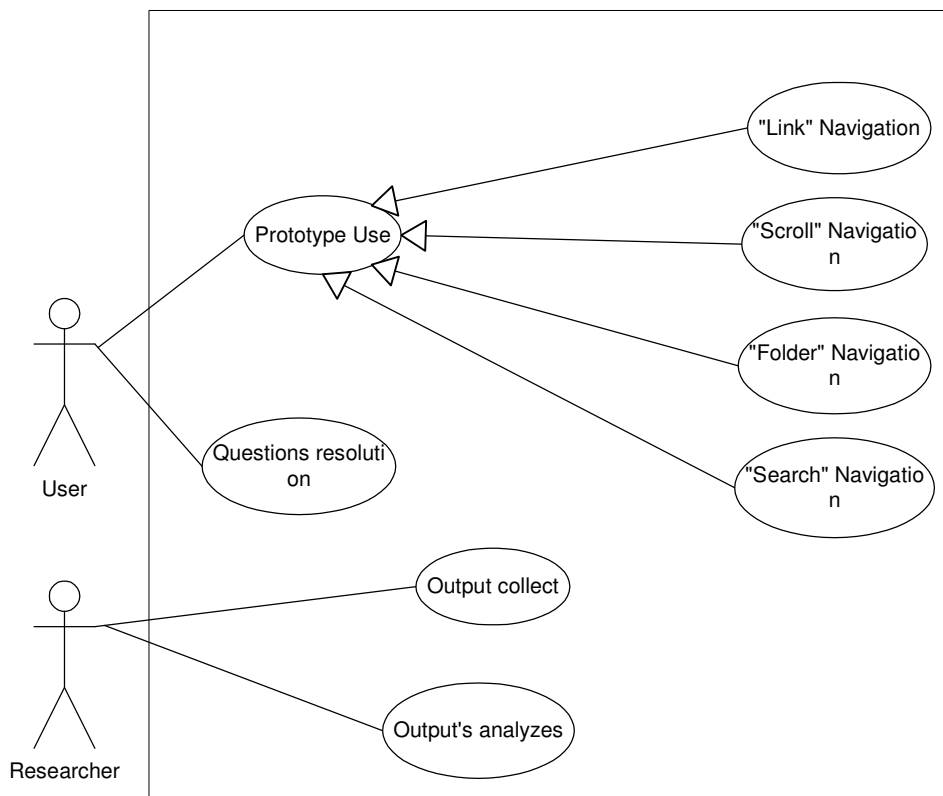


Fig. 4-1 Diagrama de Use Case

No outro lado da pesquisa, encontra-se o investigador, que após recolher, reorganizar e validar todos os dados, analisa-os transformando-os em informação.

A forma como o utilizador interage com o sistema proposto começa por identificação (registo), onde são recolhidos os dados pessoais. Os dados serão explicados num capítulo mais à frente. O teste é feito através de um conjunto de perguntas, onde cada uma tem um tipo de navegação dentro dos quatro tipos já focados. O utilizador não pode mudar o tipo de navegação. Este processo está demonstrado no diagrama de actividades

ilustrado na fig. 4.2. Como o processo funciona em ciclo até não existirem mais questões, o número destas pode aumentar ou diminuir.

No fim do exercício foi proposto a cada participante um questionário (on-line) um questionário para classificar os quatro tipos de navegação quanto às características de usabilidade (facilidade de aprendizagem, facilidade de memorização, eficiência, erros e satisfação), pontuando de 1 a 5 (sendo 1 total discordância total 5 total concordância) se o tipo de navegação possui cada uma das características.

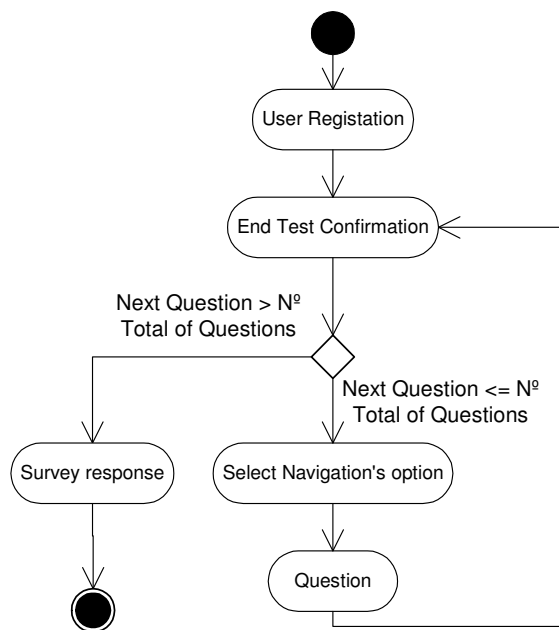


Fig. 4-2 Diagrama de Actividades

O modelo de classes do protótipo é descrito pelo diagrama de Classes apresentado na Fig. 4-3. O modelo é composto por um directório (classe Directory) geral organizado por grandes temas, isto do lado do simulador de ecrã. Cada directório pode conter vários directórios filhos e cada directório filho pode conter ainda mais directórios filhos. Agregado a um directório (seja o directório principal ou um directório filho) existem apontadores (classe Pointer), e cada apontador pode conter um ou mais atributos (classe Attribute). Como exemplo, um certo restaurante (apontador), pertence ao directório “Restaurantes Típicos”, que pertence ao directório “Restaurantes”, que pertence ao directório base “Restauração”. Por outro lado o restaurante contém uma série de atributos (nome, morada, telefone, etc.).

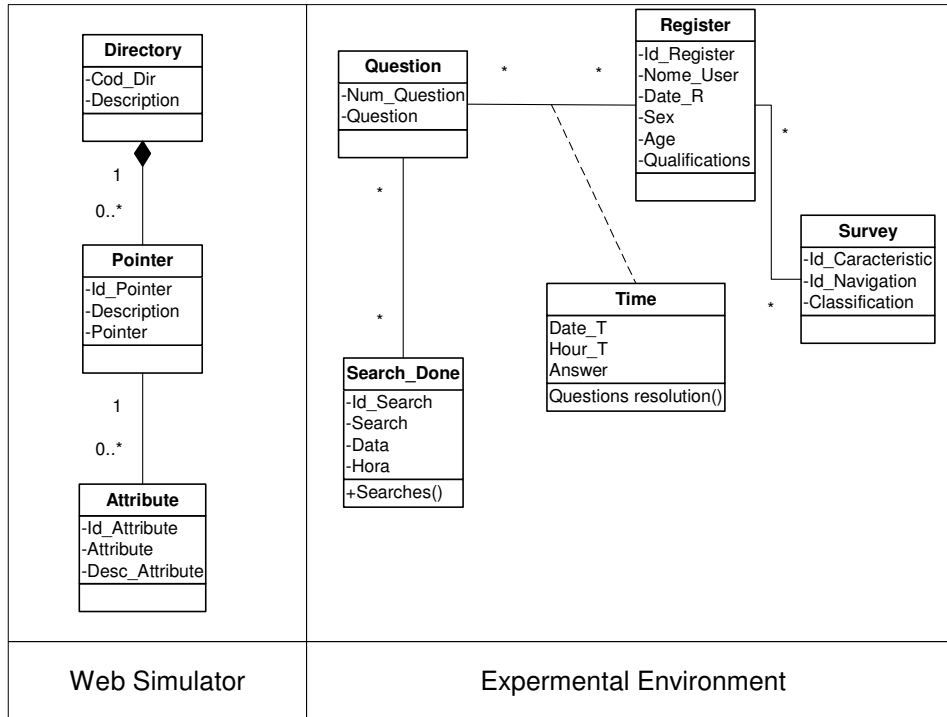


Fig. 4-3 Diagrama de Classes

Do lado do ambiente experimental, e para guardar os dados, Existe a classe Register, que contem toda a informação respeitante aos participantes. As questões efectuadas são guardadas na classe Question. Os utilizadores ao efectuarem as tarefas respondendo às questões efectuadas, demoram um determinado tempo. Esse tempo assim como as respostas caracterizam outra classe (classe associativa Time). Existe ainda uma classe que contem as pesquisas efectuadas pelo método de pesquisa.

4.3. Os tipos de navegação - Conceitos

Neste protótipo, uma preocupação foi a forma de apresentação do texto e a forma de navegação através dele. Quatro formas foram escolhidas: links, scroll, pastas e pesquisa.

Os Links são também referenciados por outros autores por paginação. Existe um ecrã principal com grandes temas mas sem nenhuma informação de fundo. O utilizador carrega no link que corresponde ao tema que deseja consultar, sendo carregada uma

nova página com temas com um maior refinamento. O utilizador vai navegando assim nas páginas com mais ou menos refinamento da informação.

As Pastas ou folders podem ser também designadas por Tabs. O conceito é navegar através de pastas onde está organizada a informação. Cada pasta pode conter outras pastas (sub pastas) para que a informação esteja mais organizada.

O Scroll pode ser do tipo horizontal e/ou vertical. É bastante usado nos desktops onde se pode ter um documento extenso (ie. Pdf) num único ecrã bastando fazer scroll à medida que se vai lendo. No caso dos DEP, normalmente não é usado o scroll horizontal, ficando apenas o scroll vertical.

A Pesquisa ou search é muito usada nos desktops. Yahoo e Google são os motores de busca mais utilizados a nível mundial, onde apesar de cada um deles ter apontadores para a mais diversidade de sítios, a caixa de texto para pesquisa está colocada na forma e sitio mais relevante. No caso dos DEP, a pesquisa não tem a mesma importância que nos desktops, não sendo em alguns casos sequer utilizada.

4.4. Implementação dos tipos de navegação

O objectivo começou por dar a conhecer as quatro formas de navegação ao utilizador. Foram pedidas tarefas que o utilizador tinha que executar. O formato foi feito por via de perguntas objectivas em que o utilizador teria que encontrar a resposta através do modelo desenvolvido, sendo necessário para isso navegar através de um ecrã. Encontrando a resposta, teria que a registar numa caixa de texto.

Todas as opções do protótipo do PDA funcionam através do rato do desktop e do seu botão esquerdo. Existe um botão (botão direito vermelho) no protótipo que tem como objectivo colocar o ecrã no directório principal. A Fig. 4-4 apresenta um exemplo de um apontador (com as suas características: Morada, Código Postal, etc.).



Fig. 4-4 Exemplo de um apontador seleccionado

A primeira opção de navegação foi o Link que consiste em dividir o ecrã em duas áreas. A área superior apresenta a lista de directórios e com a escolha, a lista dos directórios filhos. A área inferior apresenta a lista de apontadores que pertence ao directório seleccionado.

Na solução de Scroll, o utilizador visualiza todos apontadores existente apenas ordenado alfabeticamente por directórios (todos). O utilizador apenas tem que deslizar a barra vertical até encontrar o apontador pretendido.

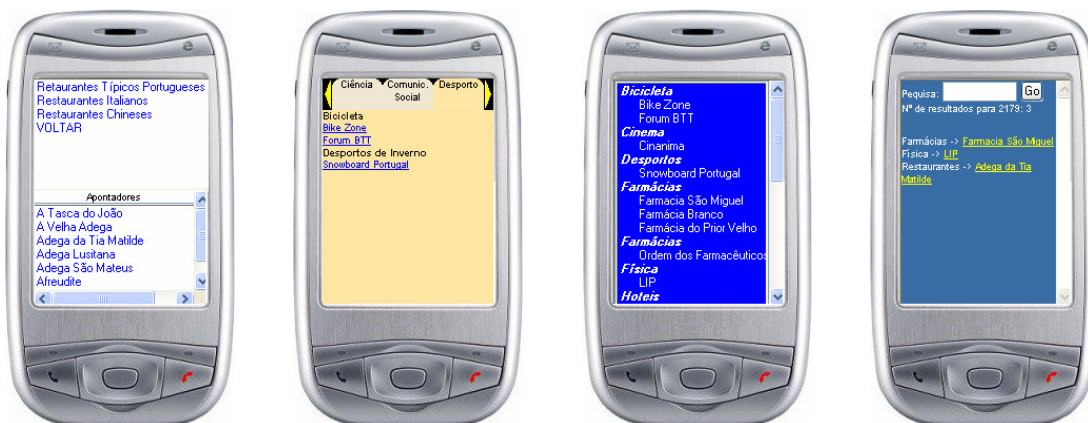


Fig. 4-5 Os quatro tipos de navegação (Links, Pastas, Scroll e Pesquisa)

A opção das Pastas é baseada no mesmo princípio dos Links em conjugação com o Scroll. Existe uma área superior com os directórios principais organizados em pastas e por baixo todos os apontadores pertencentes a esse directório principal. Os apontadores estão organizados por organizados por directórios filhos e ordenados alfabeticamente.

Ainda existe a opção de Pesquisa, que tem como objectivo apresentar os resultados baseados numa expressão. O utilizador introduz uma palavra ou texto numa caixa de texto no cimo do ecrã, e o protótipo procura todos os apontadores que contenham a palavra ou texto introduzido no seu título ou conteúdo.

4.5. Descrição da Estrutura da Base de Dados

A base de dados reflecte o diagrama de classes, ainda que com algumas adaptações. As alterações foram feitas para adaptar a um modelo relacional. Seguidamente é mostrado o esquema relacional do protótipo apresentado.

Por exemplo, como resultado da transposição da classe Pointer para a tabela apontadores seria apontadores (Id_Apont, Cod_Dir, Designacao, Apontador). Porém, decidimos fazer alterações por razões de eficiência. Também decidimos introduzir mais duas tabelas não contempladas no modelo original: inqueritos_comentarios, pesquisas_feitas.

apontadores (Id_Apont, Designacao, Cod_Dir, Apontador)
 atributos (Id_Atributo, Id_Apont, Atributo, Desc_Atributo)
 directorio (Cod_Dir, Designacao)
 inqueritos (Id_Registo, Id_Pergunta, Resposta)
 inqueritos_comentarios (Id_Registo, Resposta)
 pesquisas_feitas (Id_Pesquisa, Id_Registo, Num_Questao, Pesquisa, `Data`, Hora)
 questoes (Num_Questao, Questao, Resposta_Certa, Tipo_Ecran, Cod_Ecra)
 registos (Id_Registo, Nome_User, DataR, Sexo, Idade, Formacao, IP)
 tempos (Id_Registo, Num_Questao, DataT, HoraT, Resposta, Resposta_Certa)

As chaves primárias encontram-se sublinhadas e as chaves estrangeiras encontram-se em itálico.

| Tabela | Descrição do Conteúdo | Classe Equivalente |
|------------------------|---|--------------------|
| directorio | Contem todos os directórios, sejam directórios base ou filhos. | Directory |
| apontadores | Contem todos os atributos. | Pointer |
| atributos | Contem todos os atributos de todos os apontadores. | Attribute |
| inqueritos | Respostas ao questionário | Inquiry |
| inqueritos_comentarios | Possíveis comentários que os participantes podem fazer | NA |
| pesquisas_feitas | Contem as pesquisas que os utilizadores fizeram no método de navegação de pesquisa. | NA |
| questoes | Contem as perguntas feitas no exercício | Question |
| registos | Contem a informação de cada utilizador | Register |
| tempos | Contem as respostas ao exercício de cada utilizador assim como os tempos | time |

Tabela 4-1 Descrição das tabelas da base de dados

Seguidamente é mostrado o diagrama relacional da base de dados do protótipo.

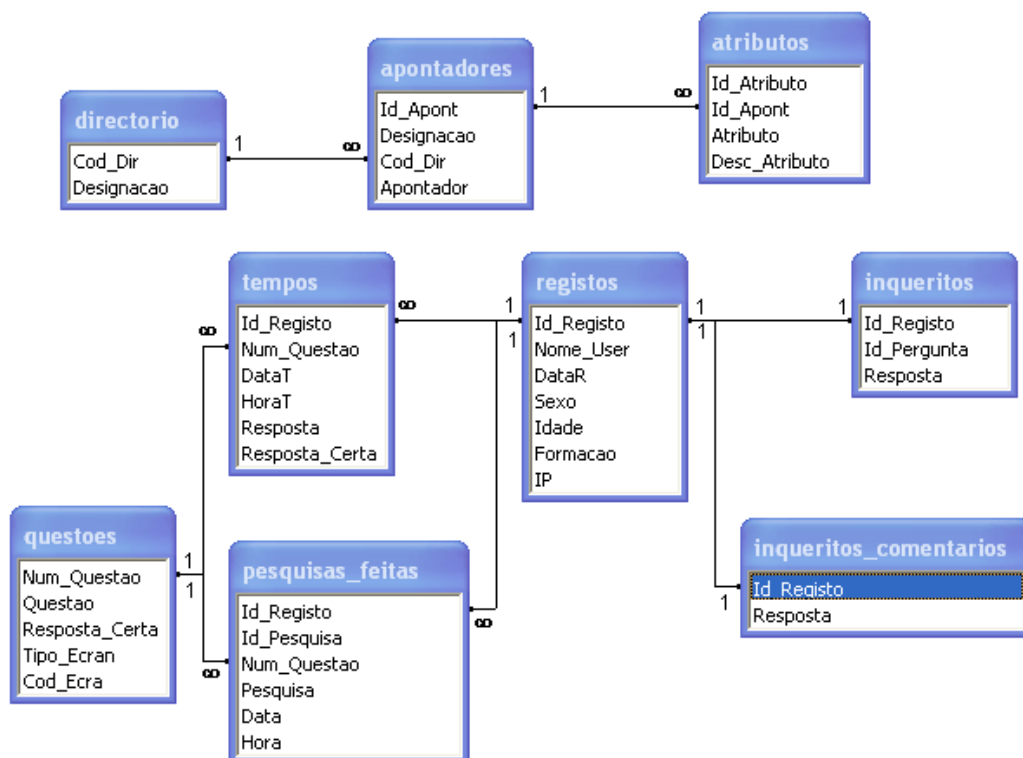


Fig. 4-6 Modelo Relacional da base de dados

4.6. Síntese

Neste capítulo pretendemos definir o modelo teórico experimental recorrendo a UML, assim como apresentar as técnicas de navegação seleccionadas para a experiência. A transposição para o protótipo obrigou a alterações por força de utilizarmos um modelo de prototipagem evolutiva. Foram efectuados alguns testes com utilizadores experimentados em uso de equipamentos móveis que propuseram alterações na implementação.

Por fim definimos a estrutura da base de dados que serviu de suporte à experiência que sofreu alterações em relação ao modelo original devido a razões de eficiência.

5. Aplicação da Plataforma – Estudo Empírico

5.1. Introdução

Definindo-se uma plataforma de teste no seu modelo teórico são necessárias adaptações ao protótipo físico, tanto por força do controlo dos dados como por simplificação do próprio modelo. Neste capítulo é ainda caracterizada a amostra.

5.2. Simulação de navegação na Web

A recolha dos dados foi composta por duas fases. A primeira foi através do uso do protótipo, simulando as várias formas de navegação na web. A segunda foi através de um questionário.

O protótipo resultou do desenvolvimento de um conjunto de páginas web e foi desenvolvido recorrendo a php como linguagem de programação, tendo como motor de bases de dados o MySQL. O servidor de web utilizado foi WAMP5 versão 1.6.5 foi instalado num desktop normal. À entrada do site, os utilizadores encontraram uma breve descrição dos objectivos do uso do protótipo, tendo na mesma página e através de botões, duas possibilidades de selecção. O primeiro botão (“Conhecer o protótipo”) é um link a um ecrã que tem como objectivo dar a conhecer as várias formas de navegar assim como dar a possibilidade dos utilizadores se familiarizarem com o funcionamento do protótipo. No capítulo 4.3 já foi explicada a forma de funcionamento do protótipo. A Fig. 5-1 apresenta esse ecrã.

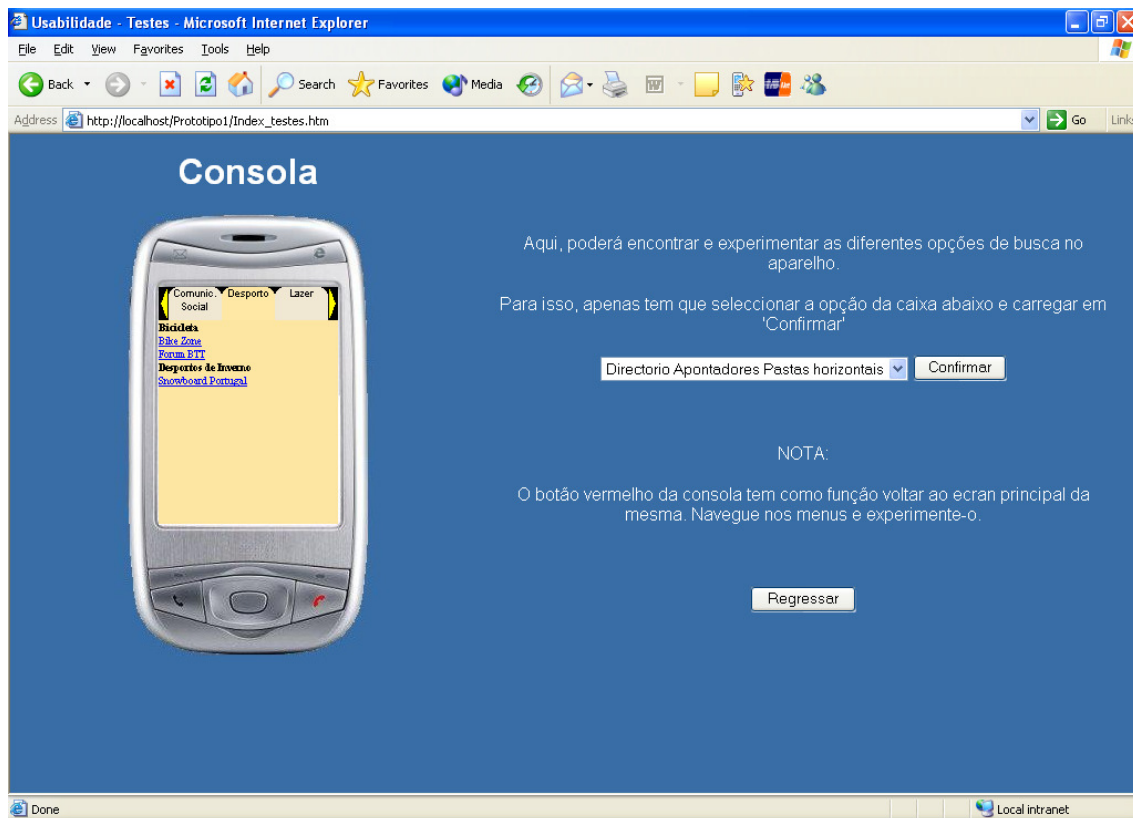


Fig. 5-1 Aspecto do ecrã de familiarização com o protótipo.

O outro botão leva os utilizadores verdadeiramente ao objectivo do uso do protótipo. O exercício começa com a introdução de alguns dados pessoais do utilizador (nome, idade, sexo e habilitações académicas). Seguidamente aparece uma caixa de mensagem só para o utilizador carregar em “OK” porque como o tempo é cronometrado, nesse momento é iniciado o tempo. Surgem então as perguntas a que o utilizador deverá responder. Cada pergunta tem associado a si um único tipo de navegação e os utilizadores tiveram que no mais curto espaço de tempo, já que cada pergunta foi cronometrada, encontrar a resposta correcta na consola do PDA e escreve-la na caixa de texto. As perguntas, no total de 10, seguiram o mesmo estilo (nome ou telefone de um estabelecimento) para poderem ser comparáveis e são apresentadas na Tabela 2-3 assim como o tipo de ecrã correspondente.

| Questão | Tipo de Ecrã |
|---|--------------|
| Descubra o número de telefone do restaurante "República da Cerveja" | Link |
| Quantos restaurantes estão referenciados no Parque das Nações? | Pesquisa |
| Quer saber algo sobre snowboard. Quem (aqui referenciado) o pode ajudar? | Link |
| Um amigo de fora necessita de dormir em Lisboa. Dê-lhe o contacto de um hotel | Pasta |
| Descubra o número de telefone da farmácia São Miguel | Scroll |
| Procure o contacto de um hotel em Lisboa | Link |
| Descubra o número de telefone do restaurante "Adega da Tia Matilde" | Pesquisa |
| Quer saber algo sobre os Açores. Quem (aqui referenciado) o pode ajudar? | Pasta |
| Descubra o número de telefone do restaurante "Espalha Brasas" | Link |
| Diga uma farmácia de Alvalade | Pesquisa |

Tabela 5-1 Perguntas feitas no protótipo

A Fig. 5-2 apresenta um ecrã com uma das perguntas. Para responder, é usada a caixa de texto que se encontra no ecrã e carrega-se em 'Registrar'. A qualquer momento o utilizador pode voltar para a ou as perguntas anteriores, bastando para o efeito carregar no botão 'Voltar a trás'.

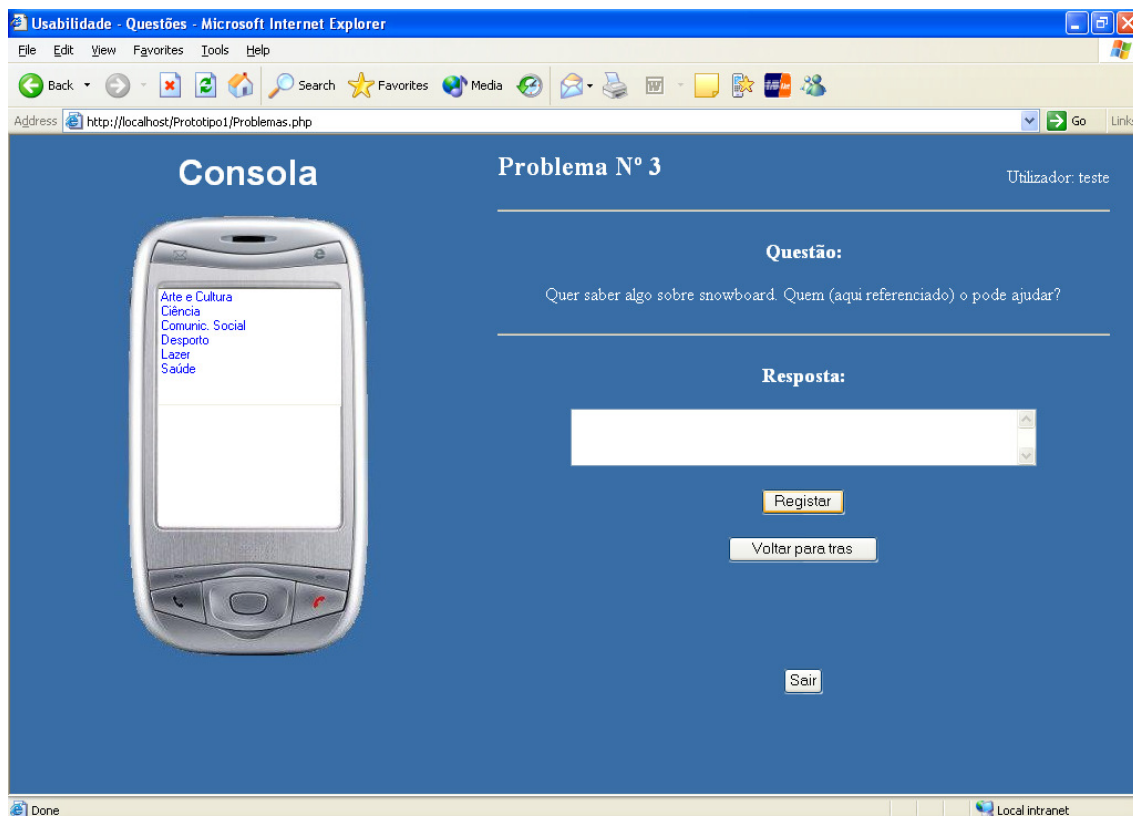


Fig. 5-2 Aspecto do ecrã com as perguntas

Colocou-se uma 11ª pergunta com carácter de síntese: “Dos 4 tipos de navegação (Links, Pastas, Scroll, Search), qual considera mais eficaz? (estão representados no PDA os 4 tipos)”

Após este exercício os utilizadores encontraram um outro ecrã respeitante à segunda fase da recolha dos dados, o questionário.

5.3. O questionário

O questionário, que está completamente à margem do protótipo, tem como objectivo avaliar as cinco características da usabilidade identificados por Nielsen (1993). O questionário tem o seguinte texto introdutório:

“Tenha em conta os seguintes conceitos:

Facilidade de aprendizagem (Learnability) – É a capacidade de um utilizador atingir rapidamente um grau elevado de proficiência, ou seja, o sistema que deve ser fácil de aprender, para que o utilizador possa começar a utilizá-lo rapidamente.

Facilidade de memorização (Memorability) – É característica do sistema que torna fácil de recordar as suas funcionalidades, de modo a que o utilizador ocasional possa reutilizar depois de algum tempo, sem ter que aprender outra vez tudo.

Eficiência (Efficiency) – É a capacidade do sistema de resolver problemas utilizando poucos recursos (nomeadamente tempo, dinheiro)

Erros (Errors) – A taxa de erros do sistema deve ser baixa. Isto para que os utilizadores produzam poucos erros durante o uso do sistema, e se os fizerem possam facilmente corrigi-los. Mais, não devem ocorrer erros graves.

Satisfação (Satisfaction) – É a capacidade do sistema gerar prazer no seu uso, para que os utilizadores quando o usem gostem dele.

Com base nestes seis conceitos, atribua para cada um dos sistemas o grau de concordância de 1 a 5 (em que 1 é discorda totalmente e 5 é concorda totalmente).”

Só após completar o questionário, é que as respostas são validadas e guardadas na base de dados, tanto do protótipo como do próprio questionário.

5.4. A amostra

A amostra foi feita por conveniência. Foi possível recrutar elementos da mesma organização, sendo este aspecto de salientar, pois poderão ser pessoas que convivem com a mesma realidade em termos de uso de computadores. Não foi tido em consideração no entanto, o uso habitual de DEPs, sendo algumas pessoas utilizadores de PDAs e outras não. Foi enviado mail a explicar o propósito do trabalho assim como o contributo de cada pessoa. Registaram-se na base de dados 56 pessoas, onde 39 completaram correctamente o exercício no protótipo e dessas, 37 responderam ao questionário.

5.5. Síntese

Neste capítulo foi descrito o protótipo assim como o seu uso. Foi definido um questionário a apresentar aos utilizadores após o uso do protótipo. Foi ainda descrita a amostra de pessoas.

6. Análise dos dados

6.1. Introdução

O uso da plataforma assim como as respostas obtidas pelos participantes ao questionário final permitiram registar os dados necessários à análise e discussão dos dados a fim de suportar as hipóteses apresentadas. A base de dados ficou então com dois grupos de dados já apresentados no capítulo 4, o protótipo e o inquérito.

Neste capítulo são identificados os dados recolhidos pelo protótipo e os dados do questionário. São identificadas as técnicas estatísticas utilizadas para tratamento dos dados e ainda apresentados os principais resultados.

6.2. Dados do protótipo

Os dados pessoais assim como o seu universo recolhidos durante o início do exercício foram o nome (só para efeitos de aparecer no ecrã, sendo por isso desnecessário ser o nome real bastando ser um alfanumérico até 100 caracteres), o sexo (M ou F), a idade (compreendida entre 11 e 99) e a formação académica, dividida em 9 níveis: Bas1 - 1º ciclo do ensino básico (Ensino primário); Bas2 - 2º ciclo do ensino básico (Ciclo preparatório); Bas3 - 3º ciclo do ensino básico (9º ano); Sec - Ensino Secundário; Comp - Ensino complementar (12ºano); Bac – Bacharelato; Lic – Licenciatura; Mês – Mestrado; Doc – Doutoramento.

Com os dados recolhidos nas respostas ao protótipo, obtivemos a seguinte estrutura:

- Identificador de Registo
- Sexo
- Idade
- Formação Académica

- Número da Questão
- Tipo de Ecrã (código e descrição)
- Questão (número e descrição)
- Resposta certa (sim ou não)
- Tempo de execução (segundos)

Ficaram também registadas as pesquisas efectuadas, contendo os seguintes dados:

- Identificador de Registo
- Número da Questão
- Texto pesquisado

6.3. *Dados do questionário*

Os dados recolhidos no questionário ficaram estruturados da seguinte forma:

- Identificador de Registo
- Identificador da Pergunta
- Resposta

6.4. *Tratamento dos dados*

O processo de amostragem utilizado teve em conta a acessibilidade dos indivíduos aos meios necessários para utilização do protótipo, sendo então elementos da amostra seleccionados por conveniência, razão pela qual se considerou para o estudo uma amostra não probabilística.

Para apresentação dos resultados, foram realizadas estatísticas descritivas. Para os testes às hipóteses foram realizadas várias análises estatísticas. A análise de variância (ANOVA), seguida do teste post-hoc de Tukey, para verificar a existência de diferença significativa nos tempos de resposta ao questionário. O teste do qui-quadrado de Pearson para verificar a independência entre respostas erradas e tipos de navegação. O coeficiente de correlação de spearman para medir associações de variáveis. Por último

foi usado teste de Kruskal Wallis para testar a existência de diferenças na avaliação das técnicas de navegação face às características consideradas.

O nível de significância adoptado foi de 5%, e a análise dos dados foi realizada através do software STATISTICA (versão 6.1).

6.5. Apresentação dos Resultados

O estudo foi realizado, com uma amostra de 39 indivíduos, 13 do sexo feminino e 26 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 13 e os 57 anos (média de idades 39,62), cada um deles utilizou o protótipo e respondeu ao inquérito final.

Foram retiradas as variáveis Sexo, Idade e Habilitações referentes ao perfil de cada participante. Do desempenho, foram retiradas a variável Tempo, sendo este o tempo de cada resposta e a variável Tipo de Navegação (Scroll, Link, Pesquisa e Pastas). Em relação ao questionário, foram definidas as variáveis Tipo de Navegação e Características, sendo estas as referenciadas por Nielsen (1993) e já referenciadas no capítulo 5.3.

As estatísticas descritivas apresentadas de seguida oferecem uma maior percepção sobre quais são as características dos indivíduos que constituem a amostra.

A amostra foi predominantemente do sexo masculino (67%) como mostra a Fig. 6-1.

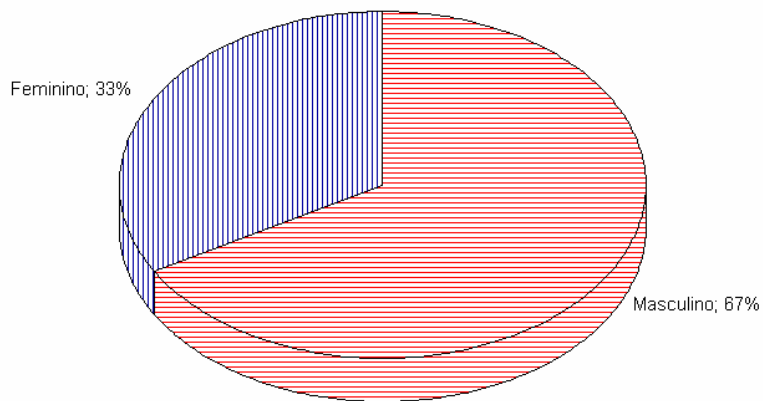


Fig. 6-1 Variável Sexo

A média de idade é entre os 39 e 40 anos, sendo portanto compreensível a frequência absoluta mais elevada encontrar-se no intervalo [30, 40[.

| | Frequência absoluta | Frequência relativa | Frequência acumulada |
|---------|---------------------|---------------------|----------------------|
| [10,20[| 1 | 2,564 | 2,564 |
| [20,30[| 4 | 10,256 | 12,821 |
| [30,40[| 14 | 35,897 | 48,718 |
| [40,50[| 12 | 30,769 | 79,487 |
| [50,60[| 8 | 20,513 | 100,000 |

Tabela 6-1 Variável Idade – tabela de frequências

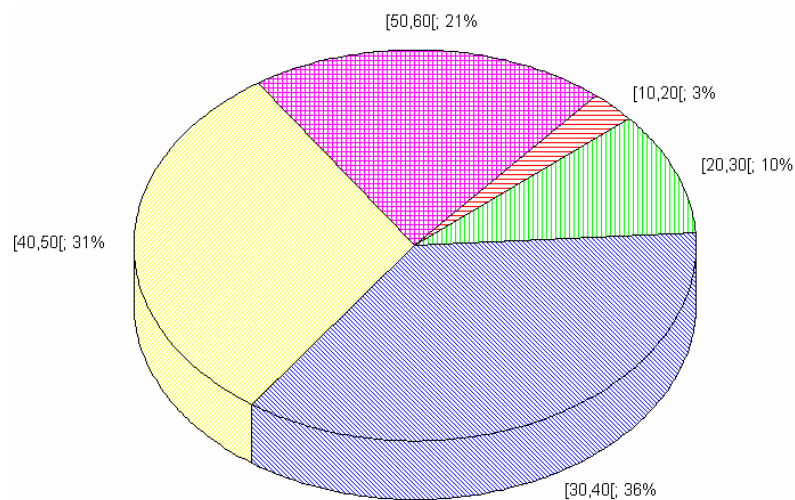


Fig. 6-2 Variável Idade

A amostra é predominantemente constituída por indivíduos com formação superior, principalmente por licenciados, representando 69% da amostra. O gráfico e a tabela seguinte apresentam as habilitações dos indivíduos da amostra.

| Categoria | Frequência absoluta | Frequência relativa | Frequência acumulada |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|
| Licenciatura | 27 | 69,231 | 69,231 |
| Bacharlato | 2 | 5,128 | 74,359 |
| 3ª Ciclo Ens. Básico (9º ano) | 2 | 5,128 | 79,487 |
| Mestrado | 4 | 10,256 | 89,744 |
| Ensino Complementar (12º ano) | 3 | 7,692 | 97,436 |
| 2ª Ciclo Ens. Básico (ciclo preparatório) | 1 | 2,564 | 100,000 |

Tabela 6-2 Variável Habilitações - tabela de frequências

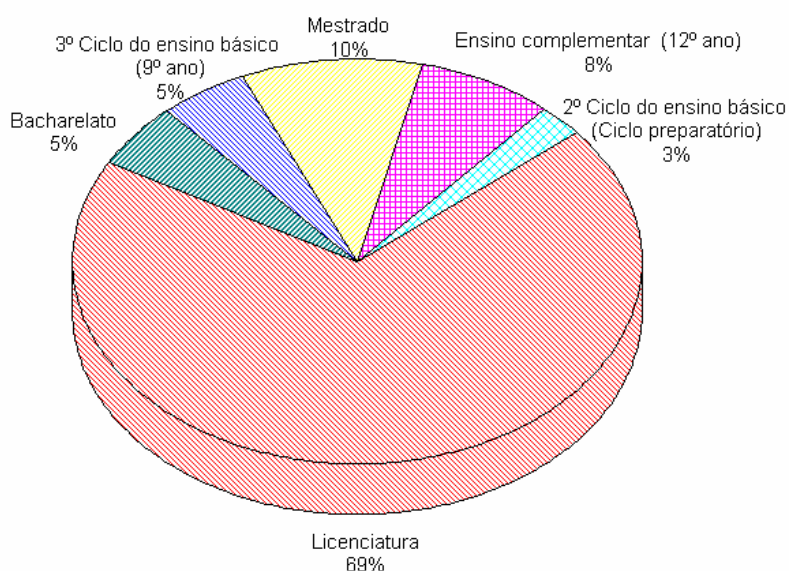


Fig. 6-3 Variável Habilitações

Na seguinte tabela são apresentados os resultados correspondentes aos tempos de execução das tarefas nas simulações dos diversos tipos de navegação no protótipo.

| Tipos de Navegação | N | Média | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão | Skewness | Kurtose |
|--------------------|-----|--------|--------|---------|---------------|----------|---------|
| Links | 156 | 47,032 | 3,000 | 257,000 | 35,516 | 3,306 | 15,142 |
| Pastas | 78 | 47,141 | 4,000 | 181,000 | 28,650 | 2,077 | 6,186 |
| Pesquisa | 117 | 36,205 | 5,000 | 333,000 | 38,790 | 5,112 | 33,055 |
| Scroll | 39 | 23,769 | 7,000 | 213,000 | 32,110 | 5,669 | 33,942 |

Tabela 6-3 Tabela das estatísticas descritivas da variável Tempo

Analisando os dados da amostra observamos que existem tempos elevados associados a questões cujas respostas não justificam o valor registado como se pode verificar pela Tabela 6-3. Este facto indicia uma paragem durante a resposta ao questionário. Por esta razão, estes indivíduos serão eliminados da amostra. Por outro lado, também serão eliminados, respostas incorrectas com tempos muito baixos, pois indiciam que ocorreu uma resposta precipitada.

Este procedimento justifica-se por se considerar estes dados como *outliers*, o seu uso poderá resultar num enviesamento dos resultados.

Seguidamente é estudada a normalidade da amostra. Este aspecto é especialmente importante, uma vez que a utilização de alguns testes estatísticos pressupõem que a distribuição seja normal.

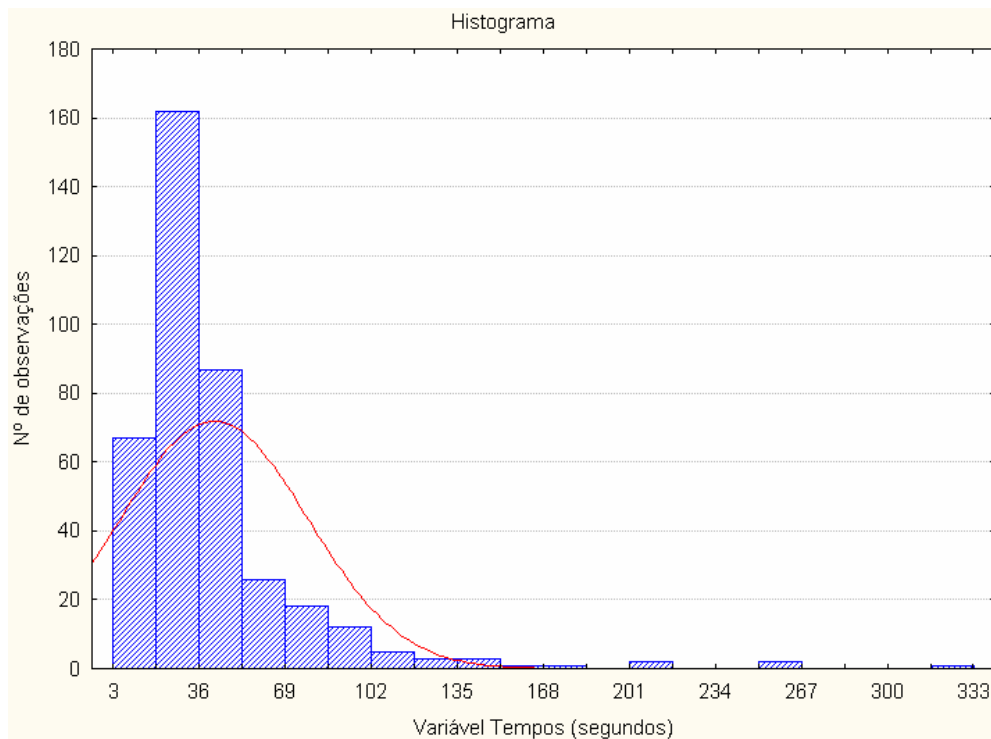


Fig. 6-4 Distribuição da amostra

O gráfico da Fig. 6-4 mostra a distribuição da amostra onde podemos observar na cauda direita, os dados a eliminar. Este gráfico também mostra que a variável tempos não tem uma distribuição normal.

Para resolver este problema, retirámos os *outliers*. Seguidamente foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade dos dados.

Como se pode verificar na figura abaixo (Fig. 6-5), mesmo após a retirada dos outliers, através do teste de Kolmogorov-Smirnov com a correcção de Lilliefors, que a variável tempos não possui uma distribuição normal, uma vez que $p < 0,01$.

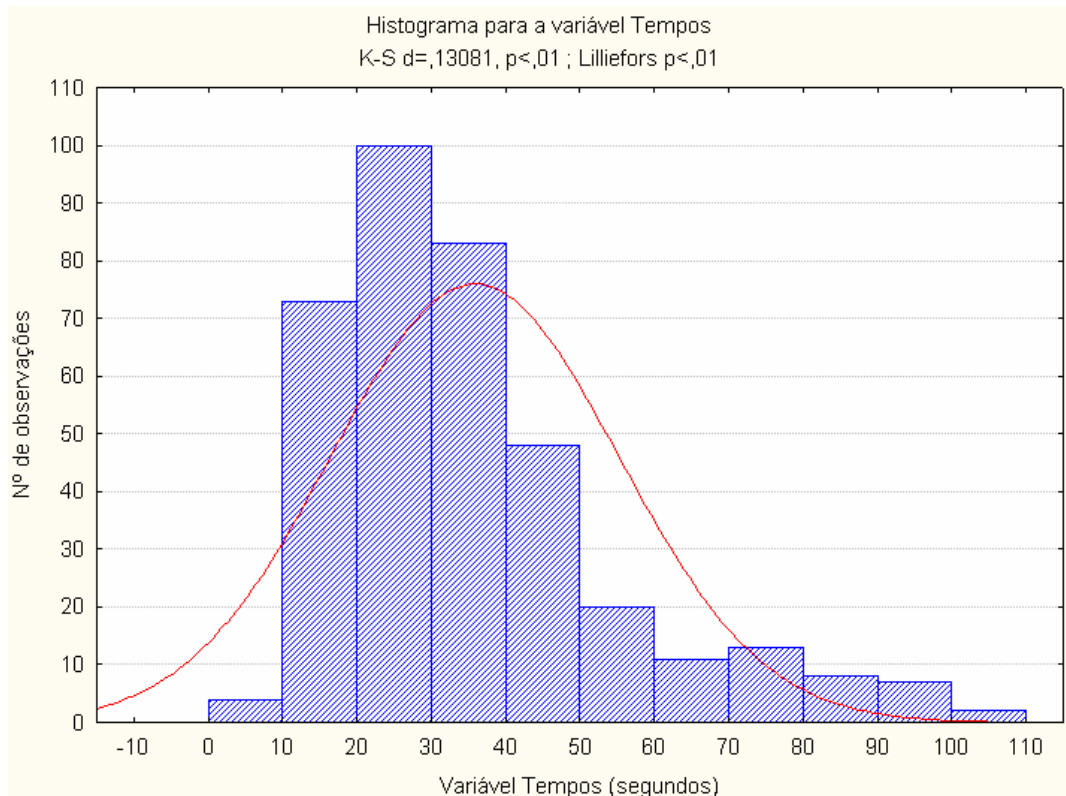


Fig. 6-5 Distribuição da amostra após eliminação dos outliers

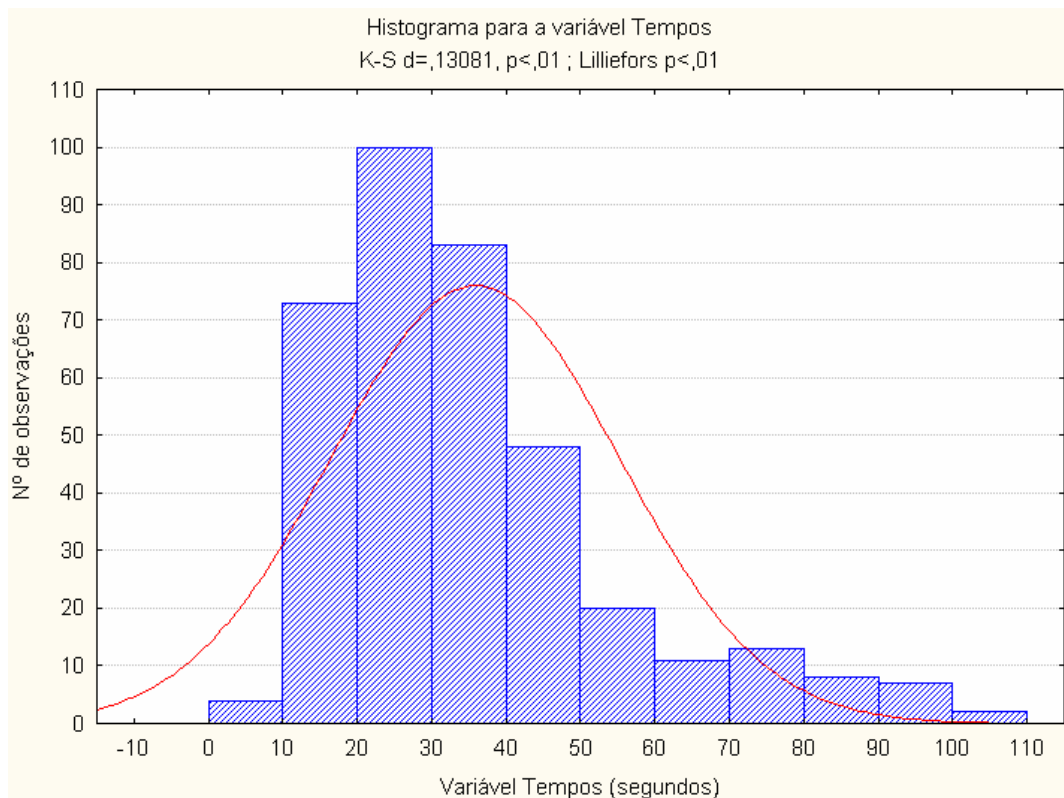


Fig. 6-6 Distribuição da amostra com transformada da variável Tempos

A normalidade dos dados foi alcançada através da transformação logarítmica da variável tempos, como se mostra no histograma da transformada dos tempos (Fig. 6-6), onde se pode ver o resultado do teste à normalidade. Como o p-value é superior a 0,20, conclui-se então que a transformada dos tempos de resposta possui uma distribuição normal.

| Variável | Teste de Levene à Homogeneidade das variâncias | | | | | | | |
|----------|--|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------|--------|
| | SS Effect | df Effect | MS Effect | SS Error | df Error | MS Error | F | p |
| Trans | 0,3441 | 3 | 0,1147 | 28,7240 | 365 | 0,0787 | 1,4577 | 0,2258 |

Tabela 6-4 Teste de Levene à Homogeneidade das variâncias

A homogeneidade da variância é verificada através do teste de Levene. A Tabela 6-4 mostra-nos que a variância, para a variável transformada, é homogénea já que $p > 0,05$

6.6. Síntese

Neste capítulo apresentámos a caracterização da amostra e efectuámos a síntese dos principais dados recolhidos. Apresentámos a estrutura dos dados obtidos na experiência e no inquérito para tratamento e análise. Definimos as variáveis a considerar para o estudo. Definimos também a metodologia de trabalho dos dados. Seguidamente apresentámos os resultados recorrendo a estatísticas descritivas. Recorremos também a análise estatística para apresentação de resultados que se mostraram úteis no capítulo seguinte.

7. Discussão dos dados

7.1. Introdução

Tendo por base, os dados analisados no capítulo anterior, neste capítulo são discutidas as hipóteses de investigação. Para tal recorreremos a diversas técnicas estatísticas.

7.2. Discussão da hipótese 1

Hipótese 1: O scroll é a técnica mais eficaz comparada com o link.

Analisámos se existiam diferenças significativas entre o tempo de resposta de cada indivíduo no uso dos diferentes tipos de navegação. Por outras palavras, pretendeu-se saber se o factor tipo de navegação tem efeito significativo sobre o agravamento dos tempos de execução das tarefas.

A variável transformada da variável tempo de resposta, obedece à normalidade dos dados e homogeneidade da variância, donde pode-se aplicar uma análise de variância. Tomando como variável dependente, a transformada da variável tempo de resposta, e os 4 tipos de navegação como variável independente, aplicámos a análise de variância (ANOVA).

O teste de hipóteses pretende averiguar em que medida as médias para cada tipo de navegação são iguais. Ou seja, as hipóteses a testar foram:

$$H_0: \mu_{Links} = \mu_{Pesquisas} = \mu_{Pastas} = \mu_{Scroll} \quad (1)$$

vs

$$H_1: \exists_{i,j} : \mu_i \neq \mu_j \ (i, j = \{Links, Pesquisas, Pastas, Scroll\}) \quad (2)$$

O resultado do teste mostra-se na tabela seguinte:

ANOVA

| | Soma dos quadrados | df | Quadrado da média | F | p |
|----------------------------------|--------------------|-----|-------------------|--------|-------|
| Tipo de navegação (Entre grupos) | 23,307 | 3 | 7,769 | 37,980 | 0,000 |
| Residual (Dentro dos Grupos) | 74,667 | 365 | 0,205 | | |

Tabela 7-1 Análise de variância (ANOVA)

Observamos que $p < 0,05$, donde rejeitaremos a hipótese H_0 . Tomando a extrapolação para a variável original, concluímos que a média dos tempos de resposta não é igual entre os tipos de navegação. Por outras palavras, conclui-se que com uma probabilidade de 5% existem pelo menos dois tipos de navegação cujas médias dos tempos de resposta são diferentes.

Então, a pergunta que se impõe é qual ou quais as médias que são diferentes. Graficamente, o Scroll destaca-se em relação aos outros tipos de navegação como se observa na Fig. 7-1.

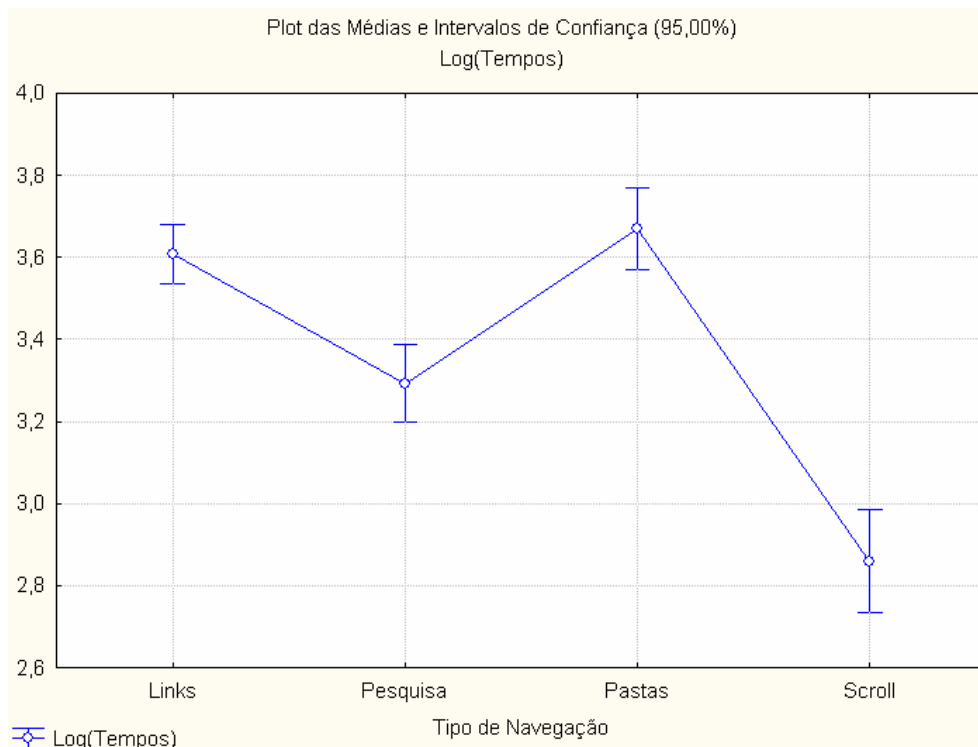


Fig. 7-1 Plot das Médias e Intervalos de Confiança

| Tipo de Navegação | N | Médias | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | I.C. -95,000% | I.C. +95,000% |
|-------------------|-----|--------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|
| Links | 146 | 3,609 | 0,439 | 2,639 | 4,673 | 3,537 | 3,681 |
| Pesquisa | 112 | 3,292 | 0,503 | 1,609 | 4,522 | 3,198 | 3,386 |
| Pastas | 73 | 3,670 | 0,430 | 2,773 | 4,533 | 3,570 | 3,770 |
| Scroll | 38 | 2,859 | 0,381 | 1,946 | 3,807 | 2,733 | 2,984 |
| Total | 369 | 3,448 | 0,516 | 1,609 | 4,673 | 3,395 | 3,500 |

Tabela 7-2 Tabela das estatísticas descritivas da variável Tempo para cada tipo de navegação

As estatísticas descritivas da variável transformada (Tabela 7-2), para cada tipo de navegação, também nos mostram que o scroll em termos médios se destaca dos outros tipos.

O próximo passo é verificar onde existem essas diferenças. Para tal aplicamos o teste de Tukey para amostras de dimensões diferentes, uma vez que, como se observa na tabela anterior, a cada tipo de navegação correspondem diferentes valores de N. A Tabela 7-3 mostra o resultado da aplicação do teste de Tukey para amostras de dimensões diferentes. Todos os valores assinalados a *bold* representam as diferenças existentes, ou seja, todas as médias são significativamente diferentes ($p < 0,05$), à exceção das médias entre os Links e as Pastas, isto é, em termos médios o tempo gasto a completar as tarefas na navegação em Links não apresentam diferenças significativas relativamente ao uso das Pastas.

| Tipo de navegação | Links | Pesquisa | Pastas | Scroll |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Links | 3,6089 | 0,0000 | 0,8471 | 0,0000 |
| Pesquisa | 0,0000 | | 0,0000 | 0,0002 |
| Pastas | 0,8471 | 0,0000 | | 0,0000 |
| Scroll | 0,0000 | 0,0002 | 0,0000 | |

Tabela 7-3 Resultado da aplicação do teste de Tukey para amostras de dimensões diferentes

Sendo o scroll diferente de todos os outros tipos de navegação e considerando que em termos médios (ver tabela 7.2 e figura 7.1) se diferencia substancialmente, podemos concluir que o scroll é mais eficaz quando comparado com todos os outros.

7.3. Discussão da hipótese 2

Hipótese 2: O sistema de Pastas (Folder) é a técnica que, em termos de tempo de execução de várias tarefas, se mostra mais homogênea.

Na Tabela 6-3 observa-se que, as Pastas, de entre todos os tipos de navegação, é o que possui mais baixos valores de:

- Desvio padrão – indica que menor dispersão da amostra;
- Coeficiente de assimetria (Skewness) - é o mais baixo indicando que existe uma assimetria à direita da média
- Kurtose – um valor baixo traduz-se num baixo pico da distribuição da amostra.

O coeficiente de variação mede o efeito da variação ou dispersão em relação à média. Quanto menor este coeficiente mais homogêneo é o conjunto de dados. Interpretando a Tabela 7-4, concluímos que as pastas são a técnica mais homogênea, uma vez que apresentam a menor variabilidade de dados em relação à média.

| Tipo de Navegação | Média | Desvio Padrão | Coeficiente de variação |
|-------------------|--------|---------------|-------------------------|
| Links | 47,032 | 35,516 | 0,755 |
| Pastas | 47,141 | 28,650 | 0,608 |
| Pesquisa | 36,205 | 38,790 | 1,071 |
| Scroll | 23,769 | 32,110 | 1,351 |

Tabela 7-4 Coeficiente de variação para cada tipo de navegação

Vimos os histogramas para cada tipo de navegação, conforme Fig. 7-2.

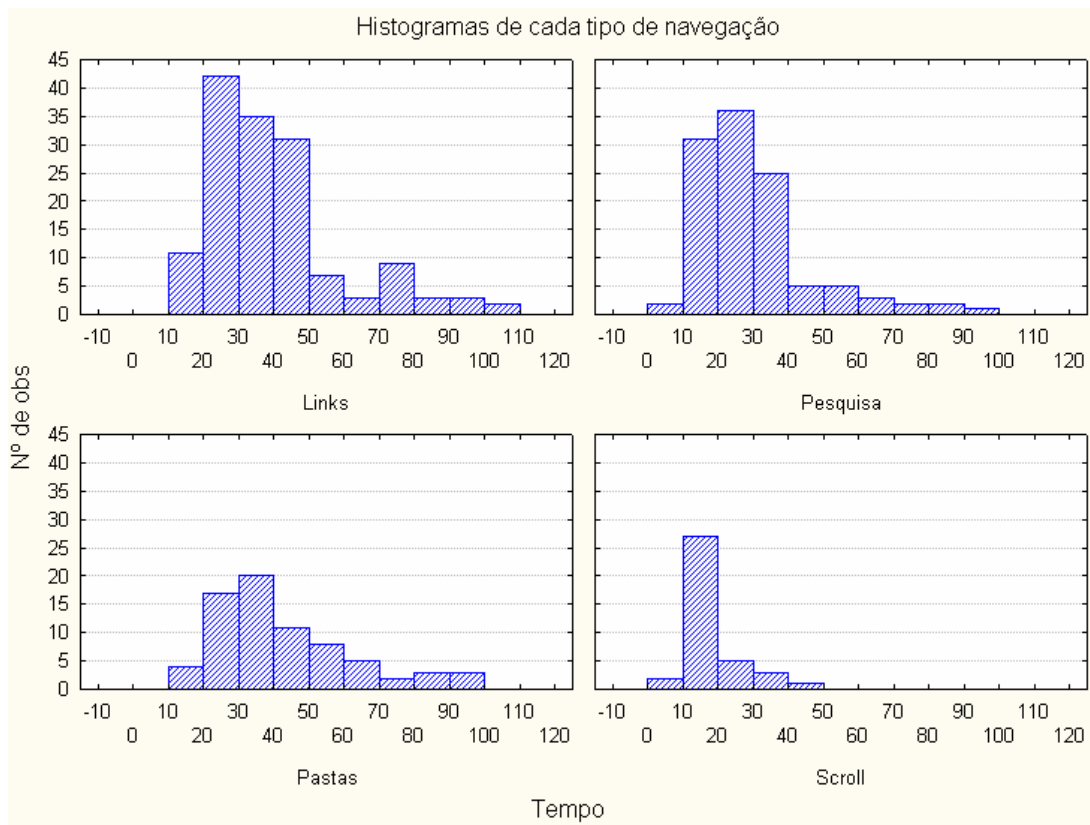


Fig. 7-2 Histogramas de cada tipo de navegação: Links, Pesquisa, Pastas e Scroll

Efectivamente as pastas apresentam o maior achatamento e a assimetria à direita não é tão acentuada.

7.4. Discussão da hipótese 3

Hipótese 3: O tempo de resposta na técnica de Pesquisa (Search), está intimamente relacionada com o número de pesquisas realizadas.

| Nº de Pesquisas | Frequência absoluta | Frequência relativa acumulada | Frequência relativa | Frequência relativa acumulada |
|-----------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 75 | 75 | 64,655 | 64,655 |
| 2 | 23 | 98 | 19,828 | 84,483 |
| 3 | 10 | 108 | 8,621 | 93,103 |
| 4 | 2 | 110 | 1,724 | 94,828 |
| 5 | 5 | 115 | 4,310 | 99,138 |
| 11 | 1 | 116 | 0,862 | 100,000 |

Tabela 7-5 Tabela de Frequências

Através da Tabela 7-5, sabe-se que apenas uma pessoa fez 11 pesquisas, e 75 pessoas/questão fizeram uma única pesquisa.

| Variáveis | Spearman Rank Order Correlations MD pairwise deleted Marked correlations are significant at p <,05000 | | | |
|----------------------------------|---|------------|----------|----------|
| | Valid N | Spearman R | t(N-2) | p-level |
| Tempo & N ^o Pesquisas | 116 | 0,702034 | 10,52550 | 0,000000 |

Tabela 7-6 Correlação de Spearman Rank Order

A correlação entre os tempos e o número de pesquisas é muito significativa (Tabela 7-6), já que p é menor que 0,5, donde podemos concluir que o tempo que os inquiridos demoram tem que ver com o número de pesquisas que efectuam.

7.5. Discussão da hipótese 4

Hipótese 4: A percepção dos utilizadores quanto ao tipo de navegação mais eficaz vai ao encontro dos resultados obtidos.

Para poder comparar os resultados obtidos da hipótese 1 é necessário analisar a resposta 11 das perguntas do protótipo: “Dos 4 tipos de navegação (Links, Pastas, Scroll, Search), qual considera mais eficaz? (estão representados no PDA os 4 tipos)”.

Considere-se então novamente o ficheiro original (com os outliers). Os Links foram considerados por cerca de 41% dos inquiridos como sendo o sistema mais eficaz, logo seguido das Pastas que obtiveram cerca de 23%.

| Tipo de Navegação | Nº de indivíduos | % de Respostas |
|-------------------|------------------|----------------|
| Links | 16 | 41,03 |
| Pastas | 9 | 23,08 |
| Scroll | 8 | 20,51 |
| Pesquisa | 6 | 15,38 |
| Totais | 39 | 100,00 |

Tabela 7-7 Preferência dos tipos de navegação por parte dos participantes

A visualização gráfica fornece uma percepção mais clara da decisão da maioria dos inquiridos sobre o tipo de navegação mais eficaz.

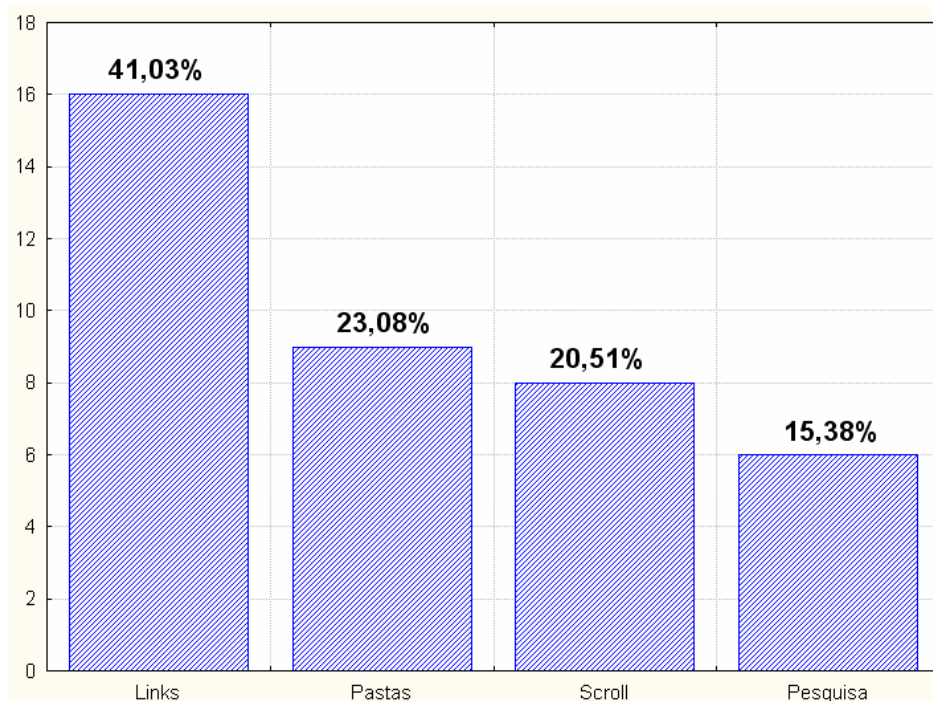


Fig. 7-3 Rank de Preferências quanto ao tipo de navegação

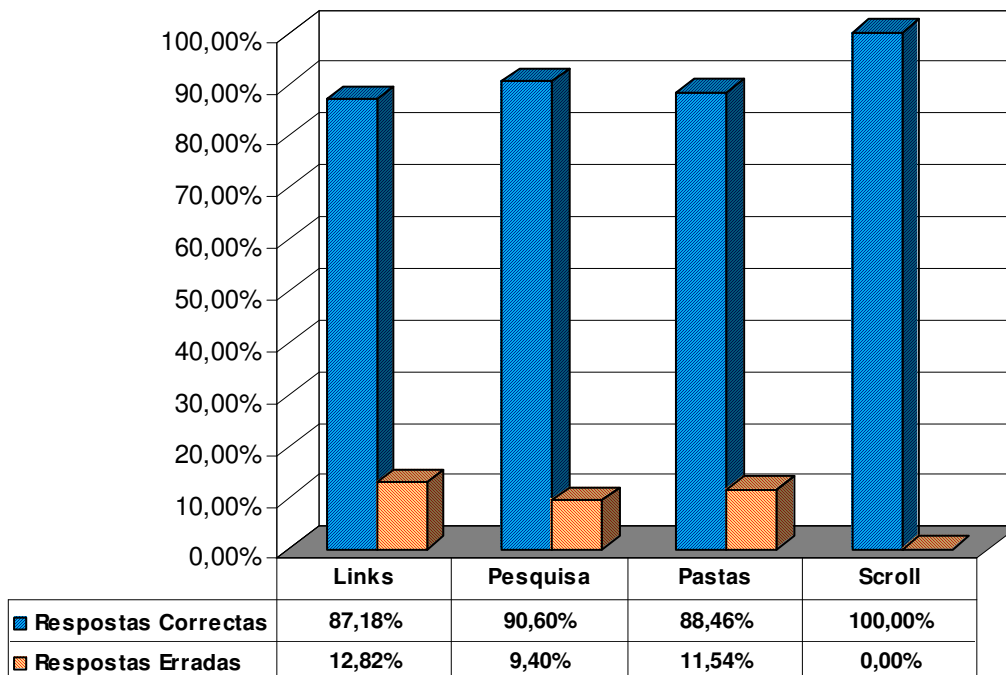


Fig. 7-4 Valores absolutos e relativos das respostas

Comparando as preferências enunciadas na Tabela 7-7 e na Fig. 7-3 com o resultado das tarefas executadas durante o exercício (Fig. 7-4), observa-se que em termos relativos foi o sistema de Links que obteve mais respostas erradas apesar de ter sido o sistema considerado mais eficaz.

Também se pode observar que o Scroll não apresentou nenhuma resposta incorrecta.

7.6. Discussão da hipótese 5

Hipótese 5: A ocorrência de respostas erradas é independente do tipo de navegação.

A hipótese a testar será:

H_0 : A ocorrência de respostas erradas é independente do tipo de navegação

vs

H_1 : A ocorrência de respostas erradas não é independente do tipo de navegação

O resultado do teste mostra-se na tabela seguinte:

| Estatística de Teste | Tipo de navegação vs Respostas | | |
|----------------------|--------------------------------|------|----------|
| | Chi-square | df | p |
| Pearson Chi-square | 5,803571 | df=3 | p=,12158 |

Tabela 7-8 Teste do Qui-quadrado de Pearson

A aplicação da estatística de teste do Qui-quadrado de Pearson dá-nos um valor de $p=0,12158 > 0,05$, o que significa que não rejeitamos a hipótese H_0 . Assim, podemos dizer que a ocorrência de respostas erradas é independente do tipo de navegação.

7.7. Discussão da hipótese 6

Hipótese 6: Para os inquiridos, existem diferenças entre os tipos de navegação relativamente a cada uma das características de usabilidade identificadas por Nielsen (1993).

Analisámos a relação entre as variáveis Tipos de Navegação e Características, face ao grau de concordância dado pelos inquiridos. Todos os dados usados foram obtidos através dos questionários.

A escala de Likert usada nos graus de concordância foi:

- 1- Discordo Totalmente
- 2- Discordo
- 3- Não concordo nem discordo
- 4- Concordo
- 5- Concordo Totalmente

Para cada um dos tipos de navegação foram construídas as tabelas de contingência, face ao grau de concordância e cada uma das características.

A leitura das tabelas seguintes (Tabela 7-9, Tabela 7-10, Tabela 7-11 e Tabela 7-12) diz-nos que nenhum indivíduo discordou totalmente que o Scroll e as Pastas apresentam facilidade de aprendizagem (Learnability), enquanto que para os Links 18 (48,65%)

indivíduos concordaram com esta característica. É de notar que os Links no total e para o grau de concordância 4 e 5 obtiveram 114 respostas (61,62%), o que é bastante significativo comparando com os restantes tipos de navegação. A pesquisa é o caso em que existe maior indecisão nas respostas. Os maiores valores encontram-se nos graus de concordância 3, em que este grau representa 34,05% das respostas.

| Links | | | | | | |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| Característica | Grau de Concordância 1 | Grau de Concordância 2 | Grau de Concordância 3 | Grau de Concordância 4 | Grau de Concordância 5 | Totais |
| Learnability | 1 | 3 | 6 | 18 | 9 | 37 |
| | 2,70% | 8,11% | 16,22% | 48,65% | 24,32% | |
| Memorability | 1 | 5 | 9 | 14 | 8 | 37 |
| | 2,70% | 13,51% | 24,32% | 37,84% | 21,62% | |
| Efficiency | 2 | 4 | 10 | 14 | 7 | 37 |
| | 5,41% | 10,81% | 27,03% | 37,84% | 18,92% | |
| Errors | 5 | 4 | 10 | 10 | 8 | 37 |
| | 13,51% | 10,81% | 27,03% | 27,03% | 21,62% | |
| Satisfaction | 1 | 2 | 8 | 17 | 9 | 37 |
| | 2,70% | 5,41% | 21,62% | 45,95% | 24,32% | |
| Totais | 10 | 18 | 43 | 73 | 41 | 185 |
| | 5,41% | 9,73% | 23,24% | 39,46% | 22,16% | |

Tabela 7-9 Grau de concordância para cada característica nos Links

| Pastas | | | | | | |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| Característica | Grau de Concordância 1 | Grau de Concordância 2 | Grau de Concordância 3 | Grau de Concordância 4 | Grau de Concordância 5 | Totais |
| Learnability | 0 | 5 | 11 | 12 | 9 | 37 |
| | 0,00% | 13,51% | 29,73% | 32,43% | 24,32% | |
| Memorability | 1 | 4 | 13 | 13 | 6 | 37 |
| | 2,70% | 10,81% | 35,14% | 35,14% | 16,22% | |
| Efficiency | 2 | 7 | 12 | 10 | 6 | 37 |
| | 5,41% | 18,92% | 32,43% | 27,03% | 16,22% | |
| Errors | 4 | 4 | 14 | 9 | 6 | 37 |
| | 10,81% | 10,81% | 37,84% | 24,32% | 16,22% | |
| Satisfaction | 1 | 6 | 10 | 14 | 6 | 37 |
| | 2,70% | 16,22% | 27,03% | 37,84% | 16,22% | |
| Totais | 8 | 26 | 60 | 58 | 33 | 185 |
| | 4,32% | 14,05% | 32,43% | 31,35% | 17,84% | |

Tabela 7-10 Grau de concordância para cada característica nas Pastas

| Característica | Scroll | | | | | Totais |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| | Grau de Concordância 1 | Grau de Concordância 2 | Grau de Concordância 3 | Grau de Concordância 4 | Grau de Concordância 5 | |
| Learnability | 0 0,00% | 3 8,11% | 9 24,32% | 11 29,73% | 14 37,84% | 37 |
| Memorability | 1 2,70% | 5 13,51% | 11 29,73% | 15 40,54% | 5 13,51% | 37 |
| Efficiency | 2 5,41% | 6 16,22% | 9 24,32% | 15 40,54% | 5 13,51% | 37 |
| Errors | 4 10,81% | 6 16,22% | 9 24,32% | 9 24,32% | 9 24,32% | 37 |
| Satisfaction | 3 8,11% | 2 5,41% | 12 32,43% | 14 37,84% | 6 16,22% | 37 |
| Totais | 10 5,41% | 22 11,89% | 50 27,03% | 64 34,59% | 39 21,08% | 185 |

Tabela 7-11 Grau de concordância para cada característica no Scroll

| Característica | Pesquisa | | | | | Totais |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| | Grau de Concordância 1 | Grau de Concordância 2 | Grau de Concordância 3 | Grau de Concordância 4 | Grau de Concordância 5 | |
| Learnability | 2 5,41% | 4 10,81% | 14 37,84% | 8 21,62% | 9 24,32% | 37 |
| Memorability | 3 8,11% | 5 13,51% | 12 32,43% | 11 29,73% | 6 16,22% | 37 |
| Efficiency | 4 10,81% | 2 5,41% | 12 32,43% | 11 29,73% | 8 21,62% | 37 |
| Errors | 5 13,51% | 4 10,81% | 12 32,43% | 7 18,92% | 9 24,32% | 37 |
| Satisfaction | 3 8,11% | 3 8,11% | 13 35,14% | 10 27,03% | 8 21,62% | 37 |
| Totais | 17 9,19% | 18 9,73% | 63 34,05% | 47 25,41% | 40 21,62% | 185 |

Tabela 7-12 Grau de concordância para cada característica na Pesquisa

No entanto estas tabelas apresentam resultados a nível individual. Impõe-se portanto realizar uma comparação da concordância dada entre os diferentes tipos de navegação por características de usabilidade.

Para determinação das diferenças existentes na classificação de cada tipo de navegação tendo em conta as características de usabilidade consideradas, testámos as seguintes hipóteses:

H₀: Existem diferenças entre os tipos de navegação face ao grau de concordância dado relativamente a cada uma das características

vs

H₁: Não existem diferenças entre os tipos de navegação face ao grau de concordância dado relativamente a cada uma das características

Para testar esta hipótese utilizámos o teste não paramétrico de **Kruskal Wallis**. Os resultados do teste encontram-se dispostos na tabela seguinte:

| | | Links | Pastas | Scroll | Pesquisa | p-value |
|--------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Learnability | Mediana | 4 | 4 | 4 | 3 | 0,2245 |
| | Soma das ordens | 2912,000 | 2626,500 | 3084,500 | 2403,000 | |
| Memorability | Mediana | 4 | 4 | 4 | 3 | 0,7144 |
| | Soma das ordens | 2961,500 | 2768,500 | 2746,500 | 2549,500 | |
| Efficiency | Mediana | 4 | 3 | 4 | 4 | 0,7623 |
| | Soma das ordens | 2914,500 | 2551,000 | 2730,000 | 2830,500 | |
| Errors | Mediana | 3 | 3 | 3 | 3 | 0,9727 |
| | Soma das ordens | 2797,500 | 2660,000 | 2817,500 | 2751,000 | |
| Satisfaction | Mediana | 4 | 4 | 4 | 3 | 0,3467 |
| | Soma das ordens | 3148,500 | 2616,500 | 2651,500 | 2609,500 | |

Tabela 7-13 Medianas e Soma das ordens pelo teste de Kruskal Wallis

A tabela mostra o resultado da aplicação do teste de Kruskal Wallis em que podemos concluir que não existem diferenças significativas (todos os $p > 0,05$) entre os tipos de navegação em relação a cada uma das características consideradas. A soma das ordens indica-nos, para cada característica, qual dos tipos de navegação obteve uma maior concordância.

Uma vez que os dados de cada uma das características não são simétricos, estudámos a mediana de cada grupo. Para isso, analisámos os gráficos box & whiskers para cada uma das características.

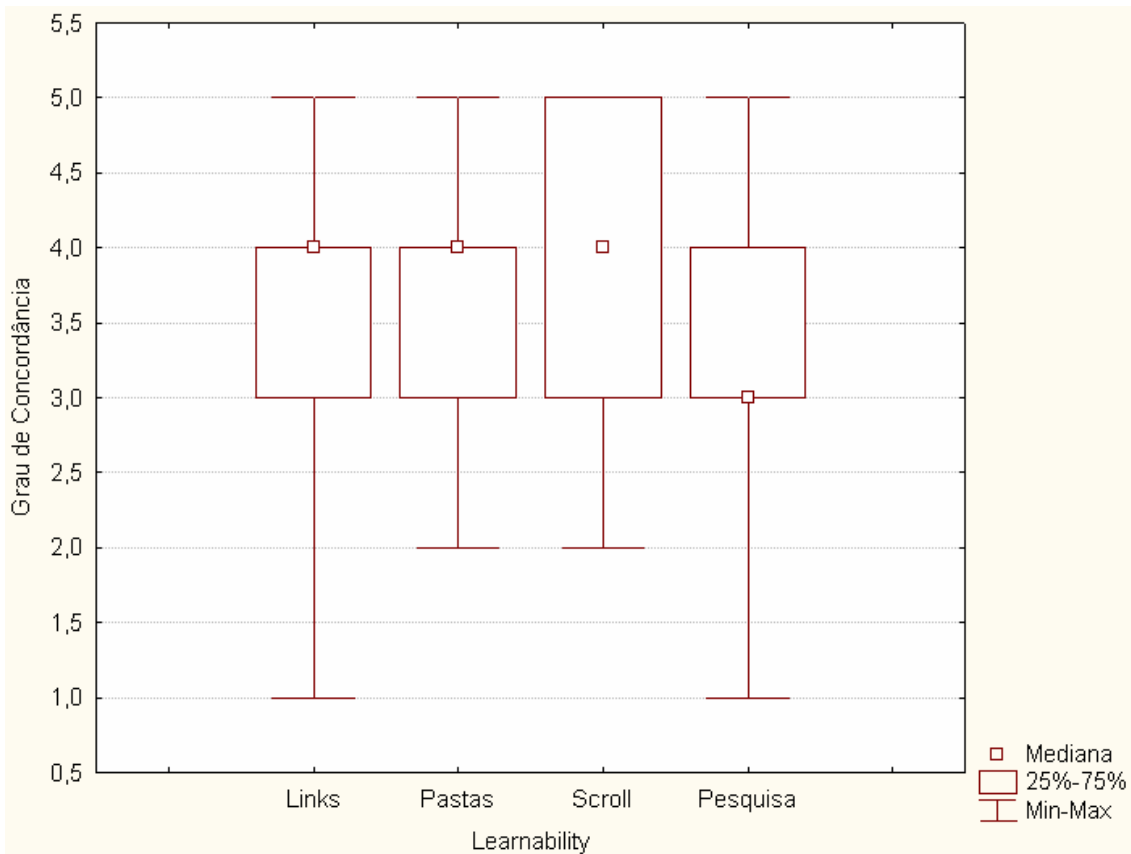


Fig. 7-5 Gráfico box & whiskers da facilidade de aprendizagem

Na facilidade de aprendizagem (Learnability), tanto no gráfico da Fig. 7-5 como na soma das ordens da Tabela 7-13 indica-nos que a técnica de Scroll apresenta um grau de concordância maior que os restantes, com uma soma das ordens igual a 3084,500. Os Links e as Pastas equiparam-se, enquanto que a Pesquisa teve a pontuação mais baixa.

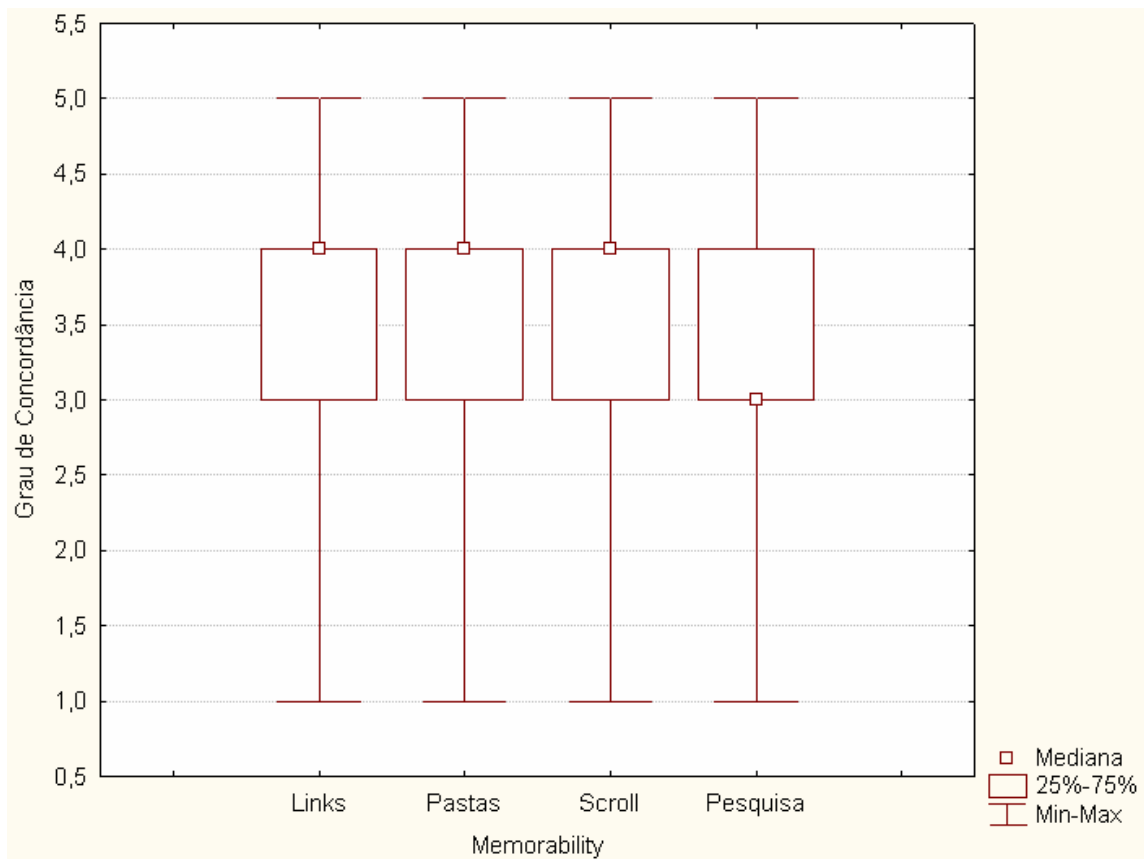


Fig. 7-6 Gráfico box & whiskers da facilidade de memorização

Em relação à facilidade de memorização (Memorability), Links, Pastas e Scroll obtiveram resultados semelhantes, enquanto que a Pesquisa mais uma vez foi o tipo que obteve a pontuação mais baixa.

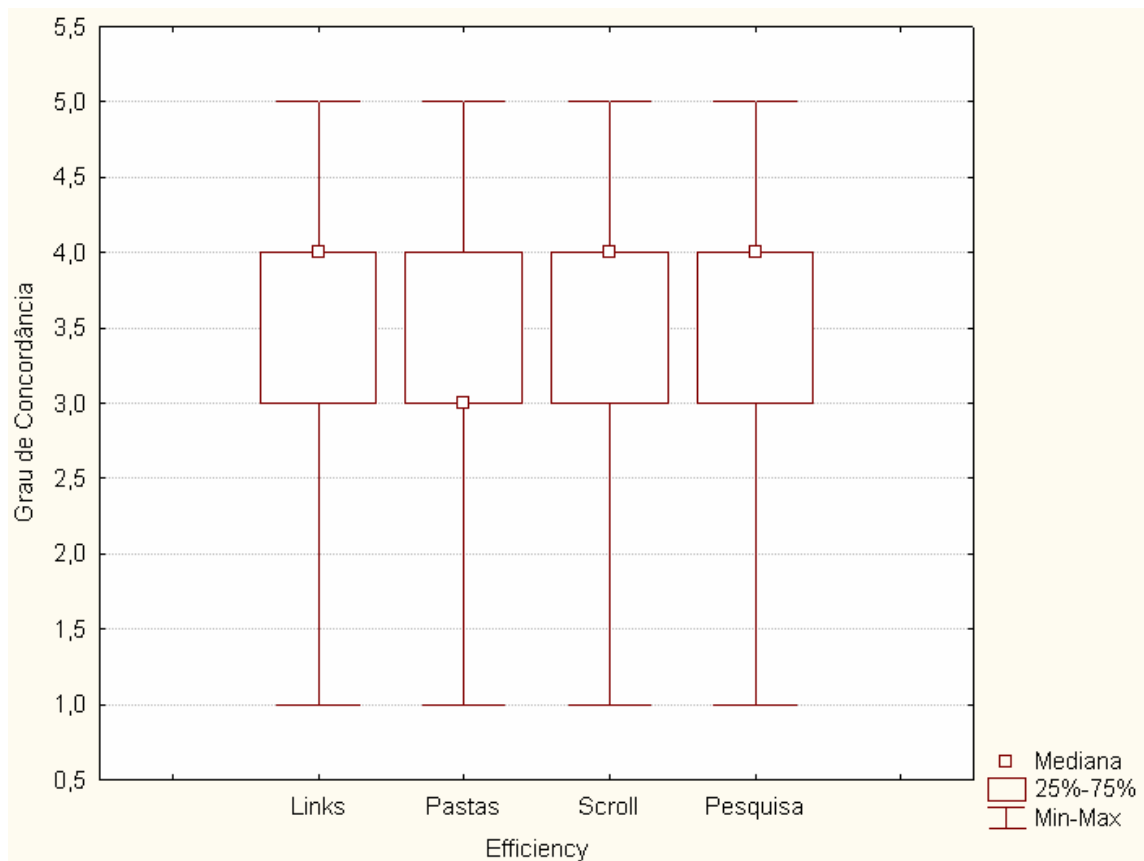


Fig. 7-7 Gráfico box & whiskers da eficiencia

Na eficiência (Efficiency), os Links e o Scroll obtiveram o melhor grau de concordância apesar da Pesquisa obter uma soma das ordens superior ao Scroll, tendo uma media inferior. As Pastas obtiveram aqui o pior desempenho, tanto na mediana, como na soma das ordens.

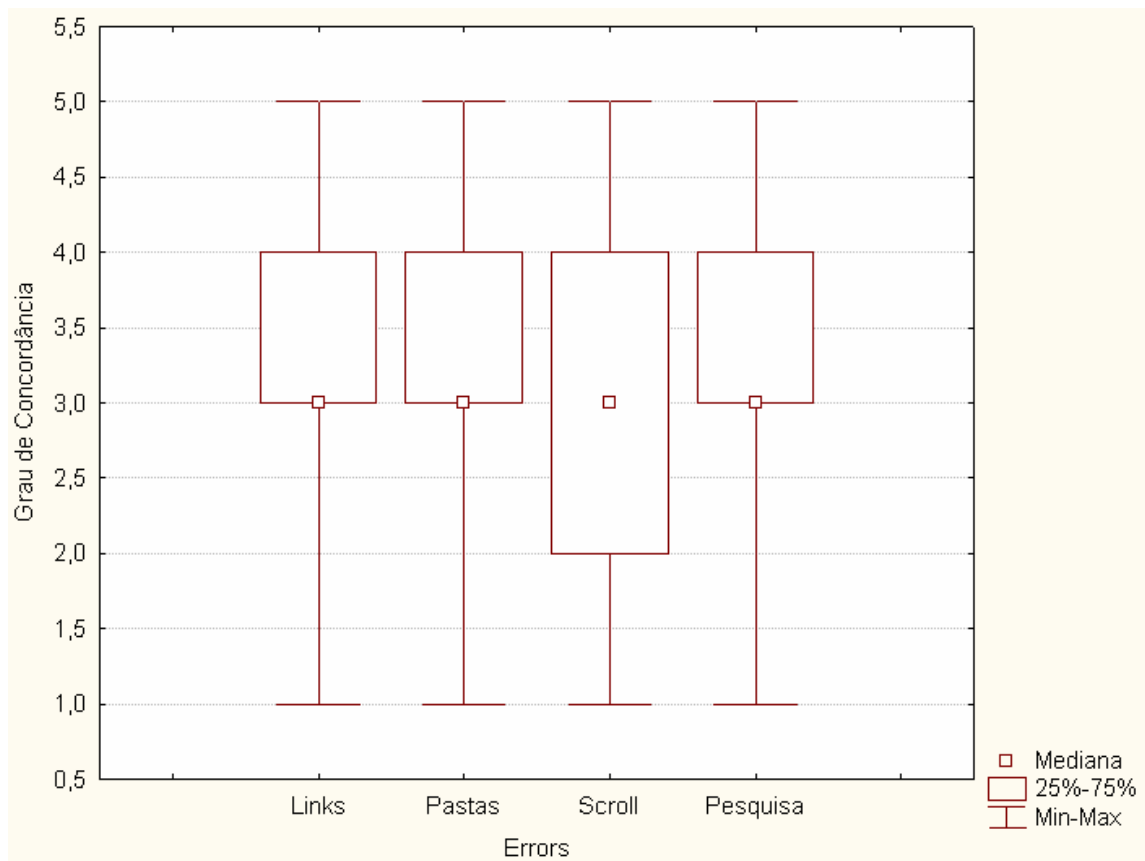


Fig. 7-8 Gráfico box & whiskers dos erros

É de realçar que para os erros (Errors), a mediana é igual para todos os tipos de navegação e com valores similares realçando-se no entanto o Scroll que apesar de ter o maior valor da soma das ordens, obteve para o intervalo entre os percentis 25% a 75%, um grau de concordância entre 2,0 e 4,0 face aos 3,0 a 4,0 dos restantes.

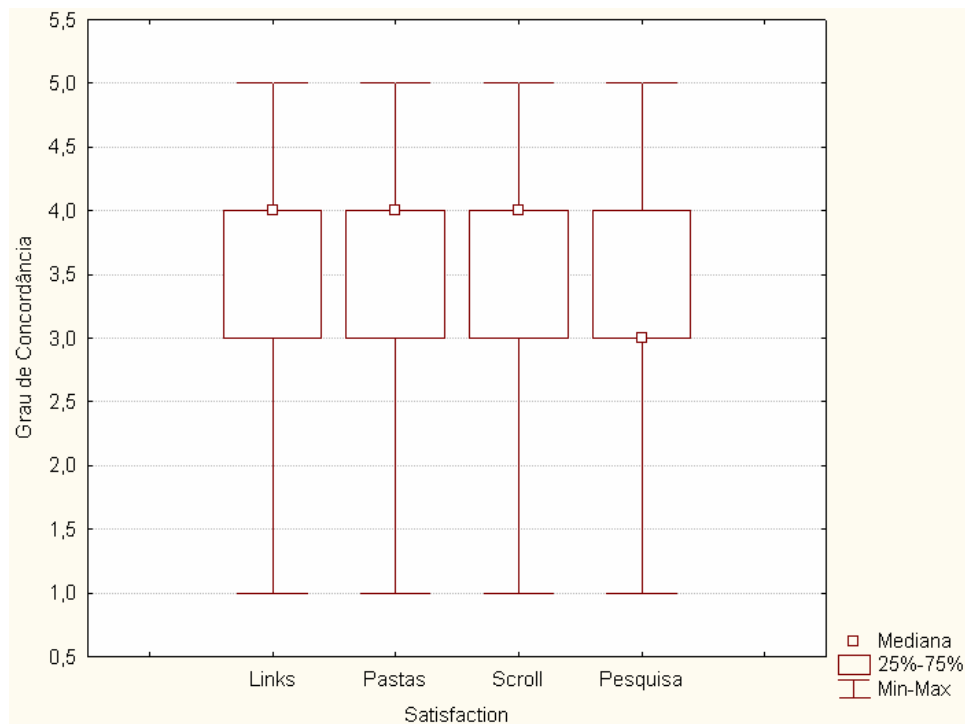


Fig. 7-9 Gráfico box & whiskers da satisfação

Na satisfação (Satisfaction), o gráfico da Fig. 7-9 mostra um intervalo de concordância do percentil 25% ao percentil 75% das respostas, igual para todos os tipo de navegação. De salientar duas diferenças, em que a Pesquisa obteve uma mediana inferior aos restantes e os Links obtiveram uma soma das ordens muito superior.

8. Conclusão e trabalhos futuros

8.1. Conclusões

Com o desenvolvimento tecnológico, as capacidades dos DEP têm vindo a crescer. No entanto o tamanho do ecrã manteve-se igual. A problemática da usabilidade nos dispositivos com ecrã de pequena dimensão tem vindo a ocupar investigadores de várias áreas. Coloca-se a questão de como estudar estes ecrãs na melhor forma de navegar em sites. Poderemos olhar segundo duas vertentes: a forma de na interagir (softkeys, harkeys, scrollkeys, stylus) como a forma de navegar (links, scroll, search, etc). O nosso estudo incidiu para esta ultima vertente.

A usabilidade nos DEP e a forma de navegar em páginas web foi o propósito da nossa pesquisa. Nesse sentido foram identificadas as principais características de usabilidade. Seguidamente, foram escolhidos quatros métodos de navegação: através de scroll vertical, links, pastas e pesquisa.

Para testar as quatro formas de navegar construímos um protótipo que simulava um PDA. A inovação neste protótipo consistiu no facto de funcionar em ambiente web. As principais vantagens consistiam em se poder usar em qualquer PC sem necessitar de qualquer tipo de instalação, utilizar a qualquer altura, não necessitando de qualquer tipo de apoio assim como poder ser usado por qualquer pessoa não necessitando de qualificações específicas.

Em relação à Fig. 2-5, este tipo de ferramenta não pode ser categorizada no eixo *Where*, já que sendo uma ferramenta tipicamente utilizada em laboratório, pode ser utilizada em qualquer local, conforme mostra a Fig. 8-1.

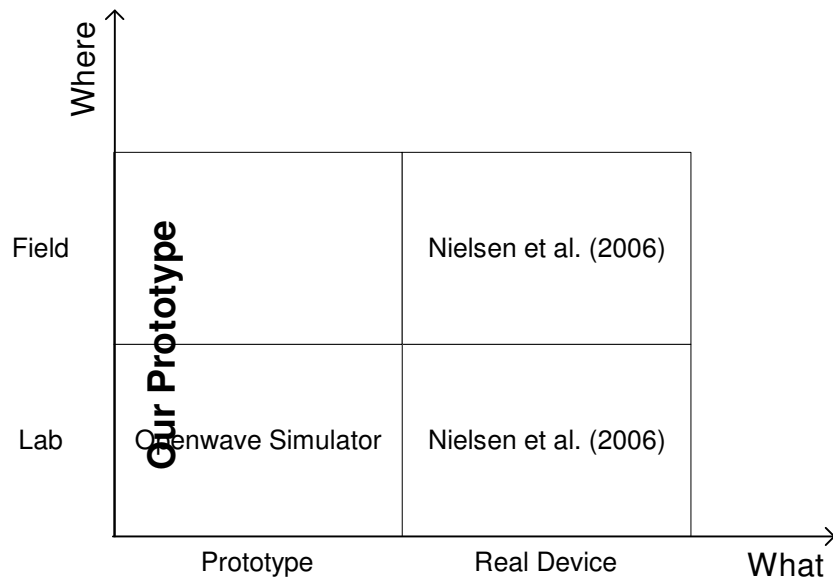


Fig. 8-1 Quadro com a categorização das ferramentas com inclusão do nosso protótipo

Em relação à execução do teste, recrutámos alguns utilizadores para utilizar esse protótipo. O exercício consistiu em apresentar algumas perguntas, cuja solução se encontrava no protótipo. As respostas foram feitas no mesmo ecrã, numa caixa de texto criada para o efeito.

A segunda parte consistiu num questionário acerca das principais características de usabilidade. Pedimos aos utilizadores do protótipo para darem um grau de concordância/importância de cada característica face a cada tipo de navegação.

Em seguida apresentamos as conclusões das hipóteses apresentadas no capítulo 3 e analisadas no capítulo 7.

Hipótese 1: O scroll é a técnica mais eficaz comparada com o link.

Da análise efectuada, concluímos que o scroll se diferencia dos outros tipos com tempos inferiores. Baker (2003) concluiu que nos desktops, a técnica de paginação é mais lenta comparada com a técnica de scrolling, indo portanto ao encontro da nossa conclusão. Também Buchanan et al. (2001) concluíram que o scroll (vertical) era a melhor técnica comparada com a paginação (Tabela 2-5 e Tabela 2-6). No entanto, do estudo de MacKay et al. (2005), e para as técnicas analisadas, o scroll foi o que obteve piores resultados (Tabela 2-4). No entanto, podemos concluir que a técnica de scroll é mais eficaz que a técnica do link.

Hipótese 2: O sistema de Pastas (Folder) é a técnica que, em termos de tempo de execução de várias tarefas, se mostra mais homogénea.

Podemos concluir que a técnica de Pastas é a técnica mais homogénea em termos de tempo, já que apresentam um maior achatamento (Fig. 7-2) comparativamente com os outros tipos de navegação. Desta forma poderemos dizer que os dados obtidos apoiam esta hipótese.

Hipótese 3: O tempo de resposta na técnica de Pesquisa (Search), está intimamente relacionada com o número de pesquisas realizadas.

A correlação entre o tempo que os inquiridos demoram a responder a uma questão e o número de pesquisas que efectuam é significativa. Poderemos portanto concluir que o tempo de resposta está intimamente relacionado com o número de pesquisas efectuadas.

Hipótese 4: A percepção dos utilizadores quanto ao tipo de navegação mais eficaz vai ao encontro dos resultados obtidos.

O link foi considerado por cerca de 41% dos inquiridos o tipo de navegação mais eficaz seguido das Pastas e Scroll, com cerca de 23% e 20% respectivamente. No entanto, verificámos que no uso do protótipo foram os links que tiveram pior desempenho com quase 13% de respostas erradas. Refutamos portanto esta hipótese. Podemos também concluir que apesar de um tipo de navegação parecer mais eficaz não quer dizer que o seja.

Hipótese 5: A ocorrência de respostas erradas é independente do tipo de navegação.

Com a aplicação do teste do Qui-quadrado de Pearson, concluímos que a ocorrência de respostas erradas é independente do tipo de navegação, pelo que não se rejeita a hipótese nula.

Hipótese 6: Para os inquiridos, não existem diferenças entre os tipos de navegação relativamente a cada uma das características de usabilidade identificadas por Nielsen (1993).

Das várias análises efectuadas no capítulo anterior, não se verificaram diferenças significativas entre os tipos de navegação relativamente a cada uma das características de usabilidade. No caso da soma das ordens, esta é idêntica entre todos os casos (a menor é 2403,000 para a facilidade de aprendizagem na Pesquisa e a maior é 3148,500 para a satisfação nos Links). Assim para os inquiridos, parece não existem diferenças entre os tipos de navegação relativamente a cada uma das características de usabilidade identificadas por Nielsen (1993).

8.2. Limitações do trabalho

Seguidamente, deveremos fazer algumas considerações sobre os resultados obtidos e consequentemente das ilações retiradas. Tendo em conta que a amostra é não probabilística, os resultados não serão os mais fiáveis. Outro aspecto também bastante importante é a dimensão da mesma. Para este estudo usámos uma amostra de pequena dimensão, pelo que os resultados também serão a maior enviesamento. Este aspecto resulta de não se ter disponibilizado o site do protótipo em ambiente de Internet mas sim de Intranet, e consequentemente limitando o acesso ao mesmo.

Como já foi focado no capítulo 6.4, o nível de significância adoptado foi de 5%, por isso as conclusões têm este valor em conta.

Por fim, falta realçar que à margem dos dados recolhidos, tivemos a percepção que durante a execução das tarefas do protótipo, alguns utilizadores não estavam com a percepção de estarem a interagir com um simulador de PDA, já que com o uso do teclado, do rato e do monitor, os hábitos eram os mesmos utilizados num desktop. Um exemplo claro foi verificar que algumas pessoas para introduzir as respostas na caixa de texto, limitaram-se a executar um Ctrl+C (copy) no simulador do PDA e a um Ctrl+V (paste) na caixa de texto.

8.3. Trabalhos futuros

O próximo passo desta pesquisa passa por efectuar uma melhoria no desempenho do protótipo, preparando-o para um uso mais intensivo. É também necessário dar-lhe uma forma de interagir mais idêntica a um PDA, retirando por exemplo o acesso ao teclado, sendo portanto necessário desenvolver alguma solução para escrever no simulador.

Também para futuro, é necessário desenvolver um trabalho de larga escala. Isso passa por colocar o protótipo na web e encorajar o uso dele. Com isso, a experiência pode ser efectuada com pessoas diferentes, tanto a nível cultural como de idade, nível académico e por exemplo até a nível de experiência de uso de dispositivos móveis de pequena dimensão. Com uma amostra bastante significativa poderá efectuar-se um estudo com análise de *clusters*, podendo retirar outras conclusões.

O protótipo também poderá ser sujeito a melhorias de natureza técnica, nomeadamente fazendo desenvolvimento utilizando uma abordagem orientada aos objectos. Poderá também fazer a utilização de tecnologia Ajax, permitindo melhores interacções com o utilizador.

9. Referencias

- ANDREWS, K. (2002). *Human-Computer Interaction*, IICM, 2002
- AXUP, J. (2000), Comparison of Usability Evaluation Methods (UEMs), UserDesign.com, de 2000-06-04, http://www.userdesign.com/usability_uem.html, (acedido em 2006-09-25)
- BADRE, A. N. (2002). *Shaping Web Usability: Interaction Design in Context*, Addison Wesley, 23 Janeiro 2002
- BAKER, J. R. (2003). The Impact of Paging vs. Scrolling on Reading Online Text Passages, *Usability News Vol. 5.1*, Department of Psychology, Wichita State University, 2003
- BAUDISCH, P., XIE, X., WANG, C., MA, W. (2004). *Collapse-to-Zoom: Viewing Web Pages o Small Screen Devices by Interactively Removing Irrelevant Content*, Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology, Santa Fe, NM, USA, SESSION: Manipulating space table of contents, Pages: 91 - 94, ISBN:1-58113-957-8, ACM Press, Outubro de 2004
- BOOCH, G., RUMBAUGH, J., JACOBSON, I. (1998). *The Unified Modeling Language User Guide*, 1ª edição, 20 de Outubro de 1998, ISBN: 0-201-57168-4, 512 páginas, Addison Wesley
- BOWDEN, S., THORPE, A., BALDWIN, A. (2003). *Usability testing of hand held computing on a construction site*, Proceedings of the CIB W78's 20th International Conference on Construction IT, Construction IT Bridging the Distance, CIB Report 284, ISBN 0-908689-71-3, Waiheke Island, New Zealand, 23-25 Abril de 2003, pg. 47-55, Amor R
- BUCHANAN, G., FARRANT, S., JONES, M., THIMBLEBY, T., MARSDEN, G., PAZZANI, M. (2001). *Improving mobile internet usability*, International World Wide Web Conference, Proceedings of the 10th international conference on World Wide, Hong Kong, Pages: 673 – 680, ISBN:1-58113-348-0, 2001
- C-LATITUDE LTD (2005). <http://www.c-latitude.com/glossary.asp?objid=116&n=Glossary> (acedido em 2005-12-16)
- CESKA, T., KUHLINS, S., NÖSEKABEL, H. (2003). *Evaluation of Wireless Usability with a Java Software Agent*, Proceedings of the 7th IASTED International Conference on Internet and Multimedia Systems and Applications (IMSA 2003), Honolulu, Hawaii, USA, 13 a 15 de Agosto de 2003, pp. 745-750
- CHEN, Y., XIE, X., MA, W., ZHANG, H. (2005). Adapting Web Pages for Small-Screen Devices, *IEEE Internet Computing archive, Volume 9, Issue 1, Pages: 50 – 56*, ISSN:1089-7801, Janeiro de 2005
- COPAS, G. M., ELDER, L. (2004). Comparing Data Input Methods on Handled Computers, *Usability News Vol. 6.1*, Department of Psychology, Wichita State University, 2004
- COSTA, C E APARÍCIO, M. (2005). *Visualization of balanced scorecard*, Proceedings of the 23rd annual international conference on Design of communication: documenting & designing for pervasive information SIGDOC '05, ACM Press, Setembro de 2005
- DIX, A. J., FINLAY, J., ABOWD, G. D., BEALE, R. (2003). *Human-Computer Interaction* (3rd edition), Setembro de 2003, Prentice Hall, ISBN:978-0130461094
- GENISE, P. (2002). *Usability Evaluation: Methods and Techniques*, University of Texas, Austin, 2002-08-28

- HAYHOE, G.F. (2001). *From desktop to palmtop: creating usable online documents for wireless and handheld devices*, Professional Communication Conference, 2001. IPCC 2001. Proceedings. IEEE International, pages: 1-11, 2001-10-24 a 2001-10-27, Sante Fe, NM, USA, ISBN: 0-7803-7209-3
- HERTZUM, M. (1999). *User Testing in Industry: A Case Study of Laboratory, Workshop, and Field Tests*, Proceedings of the 5th ERCIM Workshop on User Interfaces for All, pp. 59-72, Novembro de 1999
- HOI, K.K., XU, J., AND LEE, D.L. (2003). *Document Visualization on Small Displays*, Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Data Management, Springer-Verlag, Janeiro de 2003
- ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability, *International ISO, Standard 9241-11*, First edition, 1998-03-15
- JONES, M., BUCHANAN, G., THIMBLEBY, H. W. (2002). Sorting Out Searching on Small Screen Devices, *Lecture Notes In Computer Science; Vol. 2411, Pages: 81 – 94*, Proceedings of the 4th International Symposium on Mobile Human-Computer Interaction, ISBN: 3-540-44189-1, 2002
- KAIKKONEN, A., KALLIO, T., KEKALAINEN, A., KANKAINEN, A. AND CANKAR, M. (2005). Usability Testing of Mobile Applications: A Comparison between Laboratory and Field Testing, *Journal of Usability Studies, Issue 1, Vol. 1, pp. 4 - 16*, Novembro de 2005
- KAIKKONEN, A., ROTO, V. (2003). *Navigating in a mobile XHTML application. Conference on Human Factors in Computing Systems archive*, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Ft. Lauderdale, Florida, USA, SESSION: Designing applications for handheld devices, Pages: 329 – 336, ISBN:1-58113-630-7, ACM Press
- KIM, L., ALBERS, M.J. (2003). Presenting Information on the Small-Screen Interface: Effects of Table Formatting, *IEEE Transactions on Professional Communication, Vol. 46, Issue. 2, Pages: 94 - 104*, Junho de 2003
- LAM, H., BAUDISCH, P. (2005). *Summary Thumbnails: Readable Overviews for Small Screen Web Browsers*, Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, 2005
- LEE, K., GRICE, R. A. (2004). *Developing a New Usability Testing Method for Mobile Devices*, Professional Communication Conference, IPCC 2004. Proceedings. International, Outubro de 2004
- LIM, S. J., NG, Y. K. (1998). *Constructing Hierarchical Information Structures of Sub-Page Level Html Documents*, Proceedings of the 5th International Conference of Foundations of Data Organization (FODO'98), pp. 66-75, Kobe, Japan, Novembro de 1998
- MACKAY, B., WATTERS, C. (2003). The Impact of Migration of Data to Small Screens on Navigation, *IT&SOCIETY, Volume 1, Issue3, PP. 90-101*, 2003
- MACKAY, B., DEARMAN, D., INKPEN, K., WATTERS, C. (2005). *Walk 'n Scroll: A Comparison of Software-based Navigation Techniques for Different Levels of Mobility*, ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 111, Proceedings of the 7th international conference on Human computer interaction with mobile devices & services, Session: Guiding and navigating table of contents, Pages: 183 – 190, Salzburg, Austria, ISBN:1-59593-089-2, 2005
- NIELSEN, C. M., OVERGAARD, M., PEDERSEN, M. B., STAGE, J., STENILD, S. (2006). *It's worth the hassle!: the added value of evaluating the usability of mobile systems in the field*, ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 189,

- Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction: changing roles, Oslo, Norway, Pages: 272 – 280, ISBN:1-59593-325-5, ACM Press, New York, USA, 2006
- NIELSEN, J. (1993). *Usability Engineering*, Morgan Kaufman Academic Press, 1993
- NOIRHOMME-FRAITURE, M., RANDOLET, F., CHITTARO, L., CUSTINNE, G. (2005). *Data Visualizations on small and very small screens*, Proceedings of ASMDA 2005: 11th International Symposium on Applied Stochastic Models and Data Analysis, ENST, 2005
- SHARP H., ROGERS, Y., JENNY PREECE, J. (2007). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*, Editora Wiley, 2ª edição (23 de Março de 2007), ISBN-13: 978-0470018668
- SHEK, S. (2005). *Usable web pages for mobile devices*, User Vision, Janeiro de 2005, http://www.uservision.co.uk/usability_articles/usability_mobweb.asp
- SCHILIT, B., TREVOR, J., HILBERT, D. AND KOH, T.K. (2002). Web Interaction Using Very Small Internet Devices, *Computer, Volume 35, Issue 10 (October 2002)*, Pages: 37 – 45, IEEE Computer Society Press, ISSN:0018-9162
- TAMMINEN, S., OULASVIRTA, A., TOISKALLIO, K., KANKAINEN, A. (2004). Understanding mobile contexts, *Personal and Ubiquitous Computing, Volume 8, Issue 2, Pages: 135 – 143*, (Maio de 2004), ISSN:1617-4909, Springer-Verlag, London, UK
- USABILITY NET (2006). International standards for HCI and usability. http://www.usabilitynet.org/tools/r_international.htm#9126-1 (acedido em 2007-03-20)
- WATTERS, C., MACKAY, B. (2005). *IA and the Small Screen*, ASIS&T IA (Information Architecture) Summit Conference: IA Summit 2005 – Crossing Boundaries, Março de 2005
- WEBCREDIBLE (2006). Mobile & handheld usability testing - why it matters, The usability and accessibility specialists Junho de 2006, <http://www.webcredible.co.uk/user-friendly-resources/web-usability/mobile-usability.shtml> (acedido em 2006-09-29)
- WEISS, S. (2002). *Handheld Usability*, Usable Products Company, New York, John Wiley & Sons Ltd
- ZHANG, D. (2007). Web content adaptation for mobile handheld devices, *Communications of the ACM, Volume 50, Issue 2, Spam and the ongoing battle for the inbox*, Pages: 75 - 79, ISSN:0001-0782, ACM Press, NY, USA, Fevereiro de 2007

Anexos

CD

O CD anexo contém a seguinte informação:

- Ficheiros constituintes do protótipo
- Base de Dados com os dados recolhidos
- Dissertação