FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Novo Paradigma de Navegação *Web*: Separadores Hierárquicos com Integração de Favoritos e Histórico

João Pedro da Cunha e Silva Martins Costa

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: João Correia Lopes (Professor Auxiliar)

28 de Junho de 2010

Novo Paradigma de Navegação *Web*: Separadores Hierárquicos com Integração de Favoritos e Histórico

João Pedro da Cunha e Silva Martins Costa

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo júri:

Presidente: António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho (Professor Auxiliar)
Vogal Externo: Maria Benedita Campos Neves Malheiro (Professora Adjunta)
Orientador: João António Correia Lopes (Professor Auxiliar)

31 de Julho de 2010

Resumo

Nos dias que correm, a World Wide *Web* possui uma grande importância na sociedade, existindo uma vasta multiplicidade de serviços que são distribuídos *on-line*.

Os documentos estáticos dos primeiros dias da *Web* deram lugar ao aparecimento de aplicações *web*. A evolução tecnológica da *Web* tem permitido a integração de aplicações vulgarmente implementadas como aplicações de secretária. No entanto, o paradigma de navegação *web* não tem acompanhado esta tendência de evolução, mantendo o design muito próximo do desenvolvido pelos primeiros navegadores *web*.

Existe, actualmente, uma preocupação generalizada relativamente à necessidade de aperfeiçoar o paradigma actual de navegação *web*. Deste modo, tem-se assistido à investigação de novas formas de interacção e à criação de desafios por parte das organizações de desenvolvimento *web*, que pretendem fomentar o desenvolvimento de novos mecanismos de navegação.

O paradigma actual carece de estruturação e de relações entre documentos *web* assim como de uma melhor integração dos mecanismos de revisitação *web* que possuem actualmente interfaces díspares e pouco consistentes.

Neste trabalho propõe-se a criação de um paradigma de navegação orientado ao documento *web*. Este paradigma deve possuir uma navegação construtiva, com uma forte componente de estruturação e uma gestão automatizada de documentos, que permita uma melhor contextualização do utilizador. Propõe-se ainda uma melhor integração dos mecanismos de revisitação, como forma de aumentar a sua usabilidade e utilidade.

Foi desenvolvido um protótipo funcional, na forma de uma extensão integrada no navegador Mozilla Firefox, como prova de conceito do paradigma proposto. Esta implementação teve como objectivo permitir a utilização do paradigma directamente no contexto da *Web*.

Foram realizados testes de usabilidade ao protótipo desenvolvido, para medir a sua usabilidade e avaliar o paradigma proposto. Estes testes contaram com um conjunto de dez utilizadores, com níveis de experiência e contextos sociais distintos, permitindo medir a adaptabilidade do paradigma a utilizadores com diferentes modelos conceptuais de navegação.

A avaliação realizada permitiu concluir que o paradigma proposto introduz conceitos que aumentam a utilidade de alguns mecanismos de interacção e a usabilidade geral do paradigma actual de navegação.

Abstract

Nowadays, the World Wide Web has an high influence on society, as an huge amount of services are now distributed on-line.

The static-type web documents, from the early days of the web, lead to the now called web applications. Web's technological evolution allowed the support of desktop-style applications. However, the web navigation paradigm has not followed this evolution trend, with a current design that is close to the one developed in the first web browsers.

A general effort is being made to improve the current web navigation paradigm. Web development companies are developing new forms of interaction and creating challenges that stimulate the arising of new navigation mechanisms.

The current web navigation paradigm lacks organization and relations between web documents, as much as a better integration of the web revisitation mechanisms, which currently have distinct and non-consistent user interfaces.

In this work, it is proposed the creation of a document-oriented navigation paradigm. This paradigm must enable a constructive web navigation, with a strong organization component and automatic document management, that enhances the users' navigation context. It is also proposed a better integration of web revisitation mechanisms as a way to raise their usability and utility.

A functional prototype was developed as a Mozilla Firefox extension to be the proof of concept of the proposed paradigm. This implementation's goal was to allow the direct use of the paradigm on the Web.

Usability tests were performed to measure the prototype's usability and thus assess the proposed paradigm. These tests were performed by ten users, with different experience levels and social contexts, allowing to measure the paradigm's usefulness to users with different conceptual models of navigation.

The performed evaluation leads to the conclusion that the developed paradigm introduces concepts that raise the utility of some interaction mechanisms, and the general usability of the current navigation paradigm.

Agradecimentos

Agradeço ao professor João Correia Lopes por ter, em primeiro lugar, apoiado a realização deste trabalho, pela orientação incansável, pelo apoio nos momentos decisivos e por todos os conselhos que me foi deixando ao longo deste ano lectivo.

À professora Maria Teresa Galvão Dias pela ajuda prestada na elaboração dos testes de usabilidade realizados na última fase do trabalho.

A todos os participantes dos testes de usabilidade que tornaram possível a obtenção de uma parte importante dos resultados deste trabalho.

Aos membros do NIFEUP pelos momentos de lazer, estudo, trabalho e discussão, muita discussão.

Aos meus colegas e amigos João Gradim Pereira, Nuno Filipe Marques Cruz e Pedro Luís Faria Coelho pelo apoio crítico em algumas fases cruciais do projecto.

Aos bravos que desde 2005 partilharam e cultivaram a meu lado o amor à capa e à tradição.

Aos meus amigos por todo o companheirismo e amizade que foram essenciais para a minha evolução como engenheiro informático, mas, acima de tudo, como pessoa.

Por último, agradeço à minha Família que sempre foi o meu porto seguro, apoiando de forma incondicional este filho, neto, irmão e sobrinho.

João Pedro da Cunha e Silva Martins Costa

"A good scientist is a person with original ideas. A good engineer is a person who makes a design that works with as few original ideas as possible. There are no prima donnas in engineering."

Freeman Dyson

Conteúdo

1 Introdução **1**
1.1 Enquadramento 1
1.2 Motivação 2
1.3 Objectivos 2
1.4 Contribuições 2
1.5 Estrutura da Dissertação 3

2 Navegação *Web* **5**
2.1 Introdução 5
2.2 Navegação 5
2.3 Navegador *Web* 6
2.3.1 Interface de Documentos em Janelas 6
2.3.2 Interface de Documentos em Separadores 6
2.4 Mecanismos de Revisitação 7
2.4.1 Histórico 7
2.4.2 Botão de Retrocesso 7
2.4.3 Favoritos 7
2.5 Características dos Navegadores *Web* 8
2.5.1 Distribuição dos Utilizadores 8
2.5.2 Principais Funcionalidades 9
2.5.3 Barra de Endereço Inteligente 10
2.6 Limitações 10
2.6.1 Separadores 10
2.6.2 Histórico 11
2.6.3 Botão de Retrocesso 11
2.6.4 Favoritos 11
2.7 Propostas de Melhoria 12
2.7.1 Separadores 12
2.7.2 Histórico 13
2.7.3 Botão de Retrocesso 14
2.7.4 Favoritos 14
2.8 Resumo 15

3 Descrição do Problema **17**
3.1 Introdução 17
3.2 Organização dos Documentos 18
3.3 Gestão dos Separadores 18
3.4 Integração dos Mecanismos de Revisitação 19

3.5 Resumo 19

4 Novo Paradigma de Navegação *Web* **21**
4.1 Introdução 21
4.2 Documento *Web* como Unidade 22
4.2.1 Separador Único por Documento *Web* 22
4.2.2 Duplicação de Documentos *Web* 23
4.2.3 Repercussões 23
4.3 Hierarquização de Separadores 23
4.3.1 Paradigma Actual 24
4.3.2 Novo Paradigma 24
4.4 Gestão Automática de Documentos 25
4.4.1 Documentos Ancorados 26
4.4.2 Documentos Excluídos 26
4.5 Histórico Visual 27
4.5.1 Interacção 28
4.6 Integração dos Favoritos 28
4.7 Resumo 29

5 Protótipo Experimental **31**
5.1 Introdução 31
5.2 Tecnologias de Desenvolvimento 31
5.2.1 Tecnologias Descartadas 32
5.2.2 Tecnologias Utilizadas 33
5.3 Estrutura do Protótipo 34
5.3.1 Contentor 34
5.3.2 Tema 35
5.3.3 Idioma 35
5.4 Hierarquia de Documentos 35
5.5 Gestão de Documentos 37
5.6 Relação entre Documentos 38
5.7 Histórico Visual 39
5.8 Integração dos Favoritos 40
5.9 Prototipagem Evolutiva 42
5.10 Limitações 43
5.11 Resumo 44

6 Usabilidade do Sistema **45**
6.1 Introdução 45
6.2 Heurísticas de Usabilidade 45
6.2.1 Visibilidade do Estado do Sistema 46
6.2.2 Correspondência entre o Sistema e a Realidade 47
6.2.3 Controlo e Liberdade do Utilizador 47
6.2.4 Consistência e Normas 48
6.2.5 Prevenção de Erros 48
6.2.6 Reconhecimento em vez de Lembrança 49
6.2.7 Flexibilidade e Eficiência de Utilização 50
6.2.8 *Design* Estético e Minimalista 50
6.3 Testes de Usabilidade 51

6.3.1 Tarefas 51
6.4 Requisitos do Conjunto de Utilizadores 53
6.5 Resumo 53

7 Resultados **55**
7.1 Introdução 55
7.2 Caracterização do Conjunto de Utilizadores 55
7.3 Resultados das Tarefas 56
7.3.1 Interface de Documentos 56
7.3.2 Agrupamento de Documentos 57
7.3.3 Histórico Visual 58
7.3.4 Integração dos Favoritos 59
7.4 Resultados dos Questionários 60
7.4.1 Navegação Orientada ao Documento *Web* 60
7.4.2 Agrupamento de Documentos 60
7.4.3 Histórico Visual 61
7.4.4 Integração dos Favoritos 61
7.4.5 Adaptação e Aceitação do Novo Paradigma 61
7.5 Resumo 61

8 Conclusões **63**
8.1 Satisfação dos Objectivos 63
8.2 Trabalho Futuro 64
8.3 Anotações Finais 65

Referências **67**

A Guião dos Testes de Usabilidade **73**

CONTEÚDO

Lista de Figuras

2.1 Interface do Conceito Wave 12
2.2 Interface do Conceito TabViz 13
2.3 Interface do Conceito Ecosystem 14

4.1 Exemplo — Hierarquia de Documentos 25
4.2 Exemplo — Grafo de Navegação 27

5.1 Protótipo — Hierarquia de Documentos 36
5.2 Protótipo — Acções dos Grupos de Documentos 36
5.3 Protótipo — Grupo de Navegação Não Visitado 37
5.4 Protótipo — Mecanismos da Gestão Automática de Documentos 37
5.5 Protótipo — Histórico Visual 39
5.6 Protótipo — Grupo de Documentos Favoritos Activos (Expandido) 40
5.7 Protótipo — Grupo de Documentos Favoritos Activos (Recolhido) 40
5.8 Protótipo — Grupo de Documentos Favorito 41
5.9 Protótipo — Detecção de Documento Favorito e Símbolo 41
5.10 Protótipo — Detecção de Conteúdo Favorito e Símbolo 42

LISTA DE FIGURAS

Lista de Tabelas

7.1 Caracterização do Conjunto de Utilizadores 56
7.2 Tipo de Navegação segundo o Paradigma de Navegação 56
7.3 Aproveitamento das Acções sobre Grupos de Documentos 57
7.4 Aproveitamento do Histórico Visual 58
7.5 Aproveitamento dos Mecanismos de Integração de Favoritos 59

LISTA DE TABELAS

Abreviaturas e Símbolos

CSS	*Cascading Style Sheets*
HTML	*Hyper Text Markup Language*
IE	*Internet Explorer*
JSON	*JavaScript Object Notation*
MIME	*Multipurpose Internet Mail Extensions*
WWW	*World Wide Web*
XML	*Extensible Markup Language*
XUL	*XML User Interface Language*

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Capítulo 1

Introdução

Em Junho de 2010 foram contabilizadas mais de 206 milhões de páginas *web* [Ltd10] e mais de 1800 milhões de utilizadores [Gro10]. A *World Wide Web*, ou apenas *Web*, desempenha actualmente um papel fundamental na indústria da informação [HK06].

Em Maio de 2009, o vice-presidente do ramo de engenharia da Google, Vic Gundotra, declarou a vitória da *Web*:

> "A *Web* ganhou — é o modelo de programação dominante do nosso tempo" [Inc09]

A contínua inovação tecnológica possibilitou a evolução dos seus conteúdos *web*, que inicialmente consistiam em documentos estáticos, para conteúdos dinâmicos que consistem nas denominadas aplicações *web* [RYS09]. Contudo, considerando que o *design* original dos navegadores *web* data da década de 1990, não é surpreendente que estes sistemas não possuam o ambiente ideal para a execução de aplicações de secretária que normalmente são executadas nos sistemas operativos [TMIP08].

1.1 Enquadramento

Actualmente é possível observar uma evolução do mundo virtual ao lado do mundo real [vWdK08]. No entanto, desde os primeiros dias da *Web*, identificam-se poucas mudanças no paradigma de navegação, mantendo os seus principais mecanismos inalterados [KWS06, WOHM08].

A navegação é um dos problemas de usabilidade mais comuns em sistemas de interacção. Uma navegação difícil e pouco intuitiva, que provoque um elevado número de passos desnecessários, é uma fonte de enorme frustração para os utilizadores [CRC07]. Deste modo, a navegação consiste numa das mais importantes, senão a mais importante, componentes de interacção *web*.

Existem múltiplos estudos que propõem a introdução de novos conceitos de interacção, com o intuito de melhorar o corrente paradigma de navegação *web*. No entanto, são escassos os conceitos desenvolvidos que chegam a ser efectivamente aproveitados pelos utilizadores.

1.2 Motivação

O espaço de navegação *web* é tão vasto que torna a navegação difícil, sendo necessário proporcionar ao utilizador métodos de navegação para além das simples ligações entre os documentos [Nie99].

As limitações de interacção dos navegadores *web* restringem as possibilidades tecnológicas da *Web*, tornando necessário alterar essa forma de interacção para promover o progresso da *Web* [SMS02].

Algumas organizações de desenvolvimento de serviços de Internet, como a Mozilla Corporation, começam a criar iniciativas para o desenvolvimento de novos conceitos de interacção *web* [Cor09a, Cor09b]. Da mesma forma, também este trabalho pretende dar um contributo para o aperfeiçoamento do paradigma actual de navegação *web*.

A criação de um novo paradigma de navegação pretende dar resposta às crescentes necessidades dos utilizadores, contribuindo, de igual forma, para a evolução tecnológica da *Web*.

1.3 Objectivos

O objectivo inicial do projecto é analisar e compreender as principais limitações do paradigma actual de navegação *web*, sendo necessário estudar os mecanismos que o integram.

Pretende-se desenvolver um conjunto de conceitos de interacção que permita combater as correntes limitações do paradigma de navegação, rompendo com alguns mecanismos de interacção estabelecidos e aumentando a integração de outros. Este conjunto de conceitos deve formar um novo paradigma de navegação uniforme que permita ao utilizador uma maior liberdade, flexibilidade e controlo da navegação, quebrando algumas barreiras da interacção actual.

Após a definição do novo paradigma de navegação, deve ser implementado um protótipo funcional, como prova de conceito, que permita efectivamente a navegação pelos conteúdos da *Web*. A usabilidade deste protótipo deve ser posteriormente testada, sendo possível retirar conclusões acerca do sucesso ou insucesso do paradigma de navegação proposto.

Para alcançar os objectivos propostos deve ser seguida uma metodologia de desenvolvimento evolutiva, que permita a redefinição de requisitos, sendo possível reestruturar o novo paradigma de navegação na eventualidade de surgirem limitações de interacção que não tenham sido devidamente antecipadas.

1.4 Contribuições

O paradigma de navegação proposto neste projecto de dissertação procura optimizar o paradigma actual de navegação através da introdução de alguns conceitos de interacção:

- Gestão de documentos orientada ao documento *web*: os documentos são tratados como recursos individuais com um lugar de destaque, incluindo uma gestão automática dos mesmos;

- Navegação construtiva: navegar para um novo documento não significa perder o documento anterior;
- Hierarquização de documentos: os documentos são relacionados por servidor *web* e organizados em grupos, sendo possível efectuar acções sobre esses conjuntos de documentos;
- Representação visual do histórico: permite a contextualização do utilizador relativamente à navegação realizada, assim como a interacção com a navegação e com a gestão de documentos e favoritos;
- Integração optimizada dos favoritos: detecção de ligações a documentos favoritos e dos documentos favoritos activos na sessão de navegação.

1.5 Estrutura da Dissertação

Para além da presente introdução a dissertação está dividida sete outros capítulos.

No Capítulo 2 é descrito o estado da arte da navegação *web* e são apresentados trabalhos relacionados que identificam limitações e propõem elementos de inovação.

No Capítulo 3 são apresentados, com mais pormenor, os problemas de interacção do paradigma actual de navegação que, em conjunto, constituem o problema abordado pelo novo paradigma de navegação.

No Capítulo 4 são apresentados os conceitos de interacção quem compõem o paradigma de navegação desenvolvido e que têm como objectivo colmatar os problemas apresentados no Capítulo 3.

No Capítulo 5 são apresentadas as tecnologias e a metodologia de desenvolvimento do protótipo funcional e é explicada a implementação dos conceitos de interacção propostos no Capítulo 4, apresentando as suas principais funcionalidades e limitações.

No Capítulo 6 faz-se uma análise das heurísticas de usabilidade utilizadas durante o desenvolvido do protótipo funcional e definem-se as tarefas e os requisitos para os testes de usabilidade.

No Capítulo 7 são apresentados os resultados dos testes de usabilidade.

Por último, no Capítulo 8 apresentam-se as principais conclusões do projecto e o trabalho futuro.

Capítulo 2

Navegação *Web*

Neste capítulo é descrito o estado da arte da navegação *web* e são apresentados trabalhos relacionados que identificam limitações e propõem elementos de inovação, com o objectivo de melhorar o paradigma da navegação actual.

2.1 Introdução

A *World Wide Web*, ou simplesmente *Web*, é considerada um dos mais ricos, senão o mais rico, repositórios de informação em todo mundo [MLN00].

A *Web* é composta maioritariamente por documentos HTML [XE08], que são vulgarmente denominados páginas *web*, ainda que o seu formato possa variar segundo os múltiplos formatos válidos do tipo *Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Content-Type* [HSD98].

A navegação *web* é o processo realizado para percorrer os conteúdos da *Web*, ou seja, os documentos *web*. Esta navegação está organizada em janelas, separadores, menus e barras de ferramentas [CRC07].

2.2 Navegação

A *Web* é um sistema de navegação no qual o utilizador segue as ligações existentes nos documentos *web* e as ligações subsequentes, de forma a movimentar-se pelo seu vasto conteúdo [Nie99]. A sequência de documentos *web* visitados pelo utilizador é denominada caminho de navegação.

A navegação *web* é, provavelmente, o tipo de navegação que provoca mais desorientação. Essa desorientação resulta da mudança brusca da atenção do utilizador, devido à necessidade deste se adaptar a um contexto totalmente novo de documento para documento [CRC07].

Compreender o paradigma actual de navegação *web* é o primeiro passo para desenvolver um novo paradigma de navegação. Para compreender o estado actual do paradigma de navegação *web* é essencial explorar as aplicações e os mecanismos de interacção *web* actualmente disponíveis.

2.3 Navegador *Web*

A navegação *web* é feita por intermédio de um navegador *web*. O navegador *web* é uma aplicação que permite interagir com os documentos *web* e providencia os mecanismos necessários para o utilizador realizar a navegação.

A interface de navegação deve ajudar o utilizador a responder a três questões fundamentais da navegação [Nie99]:

- Qual é a sua localização actual;
- Quais são os seus documentos previamente visitados;
- Quais são os seus destinos possíveis.

O navegador *web* pode possibilitar dois tipos de interfaces de documentos distintos: em janelas ou em separadores.

2.3.1 Interface de Documentos em Janelas

A interface de documentos em janelas permite a organização dos documentos em múltiplas janelas individuais. A navegação multi janela (*multi-window*) requer que o utilizador tenha abertas múltiplas instâncias do mesmo navegador, delegando ao gestor de janelas do sistema operativo uma parte da manipulação das mesmas [JZSZ09].

Os primeiros navegadores *web* existentes implementavam este sistema, que se encontra algo ultrapassado nos dias que correm.

Actualmente, a navegação *web* é realizada recorrendo predominantemente a uma interface de documentos por separadores, analisada na secção seguinte.

2.3.2 Interface de Documentos em Separadores

A interface de documentos em separadores é considerada como uma evolução em usabilidade relativamente à sua antecessora, a interface de documentos em janelas [JZSZ09].

A navegação multisseparador (*multi-tab*) baseia-se numa interface de documentos em separadores e permite que múltiplos documentos sejam contidos numa única janela, fazendo uso dos separadores para a navegação interna a essa janela.

A geração actual de navegadores integra uma interface de documentos em separadores. Esta integração generalizada dos separadores deve-se ao facto destes serem um óptimo paradigma de interacção. Não passam despercebidos e o seu objectivo é claro, constituindo um caso raro de uma metáfora física que resulta num bom método de interacção [Kru05]. Este sistema é indicado para tarefas complexas que necessitem de mais que uma sessão para serem realizadas [MW09].

2.4 Mecanismos de Revisitação

Uma das acções mais frequentes na navegação é a revisitação de documentos *web*. Estudos mais antigos apontam para uma revisitação de documentos web na ordem dos 58 % [TG97] e dos 61 % [CP95]. Contudo, um estudo mais recente revela uma tendência do aumento da revisitação de documentos para os 81 % [CM00, CGJ+03].

Os mecanismos de revisitação são métodos que os navegadores integram para que os utilizadores possam mais facilmente aceder a documentos *web* previamente visitados. Estes mecanismos, para além de permitirem o acesso aos documentos *web*, servem como formas de guardar informação.

Vários anos de pesquisa revelam que são necessários melhoramentos na forma como os utilizadores desempenham a revisitação de conteúdos. Devido à sua relevância, a introdução de melhorias nesta área pode ter um impacto elevado na forma como os utilizadores interagem na *Web* [CGJ+03].

Os principais mecanismos de revisitação de documentos *web* são o histórico, os favoritos e o botão de retrocesso.

2.4.1 Histórico

O histórico é uma lista de todos os documentos visitados pelo utilizador. Quando um documento é visitado, o seu endereço e o seu título são guardados num registo do histórico. O utilizador pode posteriormente aceder a esta lista de documentos visitados, sendo possível organizá-los recorrendo a múltiplos parâmetros: data, servidor, frequência de acesso, entre outros [WJH09]. O histórico de sessão permite ainda aceder à lista de documentos visitados na sessão através das acções de retroceder e avançar [VRK08].

2.4.2 Botão de Retrocesso

O botão de retrocesso permite voltar ao documento previamente acedido. Este mecanismo é frequentemente usado, correspondendo a cerca de 22.5 % das acções de navegação, ficando apenas atrás da navegação através de ligações entre documentos [MFJR+04].

Este mecanismo faz uso do histórico da sessão, no qual os separadores ou janelas guardam os documentos acedidos, segundo uma estrutura em pilha.

2.4.3 Favoritos

Os favoritos são um mecanismo que permite ao utilizador assinalar documentos com conteúdo interessante. São registos de documentos *web* que são evidenciados pelo navegador e servem de pontos de partida para a navegação *web* [ABC98]. O navegador permite que a sua organização seja realizada quer em menus, quer em barras de ferramentas do navegador.

2.5 Características dos Navegadores *Web*

Nos dias que correm, os utilizadores têm à sua disposição um conjunto de cinco navegadores principais que dividem o mercado da navegação *web*: o Mozilla Firefox[1], o Windows Internet Explorer[2], o Google Chrome[3], o Safari[4] e o Opera[5].

É possível constatar que o paradigma de navegação entre os navegadores é sensivelmente o mesmo, sendo que todos possuem uma interface de documentos em separadores e a forma como integram os mecanismos de revisitação é semelhante. Esta consistência entre os navegadores é um aspecto positivo na usabilidade. Desta forma, os utilizadores não encontram grandes dificuldades de navegação quando necessitam de usar outro navegador diferente daquele que usam mais frequentemente.

Os utilizadores, ao escolherem um navegador, têm em conta alguns factores como a organização ou empresa, o desempenho da aplicação ou a filosofia de desenvolvimento (*open-source* ou *closed-source*). No entanto, o facto do paradigma de navegação ser idêntico entre os navegadores sugere que a preferência dos utilizadores se distingue sobretudo pelas suas funcionalidades. Deste modo, os navegadores diferenciam-se principalmente pelas suas características ao nível da usabilidade de utilização [GG05].

2.5.1 Distribuição dos Utilizadores

A distribuição dos utilizadores pelos principais navegadores coloca o Internet Explorer em primeiro lugar, aparecendo de seguida o Firefox, o Chrome, o Safari e, por último, o Opera, respectivamente. A quota de mercado dos navegadores é apresentada de seguida [LLC10]:

- O Internet Explorer, no conjunto das suas três versões, é actualmente o navegador que conta com a maior fatia de utilizadores: cerca de 45,7 %. O IE8, o IE7 e o IE6 contam com 25.35 %, 12.74 % e 7.64 % dos utilizadores, respectivamente.

- O Firefox possui, no total, 32.2 % dos utilizadores, pelo que o Firefox 3.6, o Firefox 3.5, o Firefox 3 e o Firefox 2, possuem 20.67 %, 6.81 %, 2.98 % e 1.68 % dos utilizadores, respectivamente.

- O Google Chrome ocupa a terceira posição com cerca de 8.4 % dos utilizadores, pelo que o Chrome 4 possui uma quota de mercado de 6.49 %, enquanto o Chrome 5 conta com 1.84 % dos utilizadores.

- Por último, o Safari e o Opera possuem 5.3 % e 2.0 % dos utilizadores, respectivamente.

[1] Navegador *open-source* desenvolvido pela Mozilla Corporation.
[2] Navegador desenvolvido pela Microsoft Corporation.
[3] Navegador *open-source* desenvolvido pela Google Inc..
[4] Navegador desenvolvido pela Apple Inc..
[5] Navegador com componentes *open-source* desenvolvido pela Opera Software ASA.

2.5.2 Principais Funcionalidades

Os navegadores *web* integram um conjunto de mecanismos que fazem parte do paradigma actual de navegação. Apesar de as suas funcionalidades serem semelhantes, existem algumas diferenças de usabilidade entre os diferentes navegadores.

2.5.2.1 Separadores

Os separadores são a principal forma de organização dos documentos *web* dos cinco navegadores. É possível em todos eles organizar os separadores arrastando-os de um lado para o outro na barra de separadores. Existe igualmente a possibilidade de voltar a abrir separadores previamente fechados e dos cinco navegadores apenas o Safari não possui a possibilidade dos separadores persistirem quando a aplicação é encerrada.

Enquanto o Internet Explorer, o Firefox e o Safari possuem um número limite de separadores simultaneamente visíveis, o Chrome e o Opera diminuem o tamanho dos separadores indefinidamente, de forma a manter todos os separadores sempre visíveis e acessíveis.

O Internet Explorer é o único dos cinco navegadores *web* que efectua um agrupamento visual dos separadores de acordo com a navegação realizada pelo utilizador. Um separador que seja aberto a partir de outro é aberto ao lado do segundo, ficando ambos evidenciados com a mesma cor. É possível realizar acções sobre um grupo de separadores, como fechar ou recuperar o grupo todo de uma vez [Cor10a].

O Opera é o único navegador que inclui separadores visuais, ou seja, separadores que contêm pré-visualizações reduzidas dos documentos *web* (*thumbnails*) [ASA10].

2.5.2.2 Histórico

O histórico é organizado transversalmente da mesma forma nos cinco navegadores. Existe a possibilidade de organização em hierarquia de pastas, sendo possível ordenar a listagem de documentos visitados por data, endereço, número de visitas, entre outros.

O Google Chrome conta com a possibilidade de replicação do histórico de sessão caso um documento desse histórico seja aberto num novo separador. Isto significa que se um utilizador abrir um documento do histórico mas num novo separador, esse separador terá o mesmo histórico que o separador inicial.

O Safari inclui uma nova forma de visualizar as páginas do histórico, semelhante à forma como um iPod interage com os seus álbuns de música, chamada *Cover Flow*. Este sistema contém pré-visualizações do conteúdo dos documentos *web* em histórico e permite navegar entre esses documentos de uma forma simples, fazendo-os deslizar de um lado para o outro [Inc10a].

2.5.2.3 Botão de Retrocesso

O botão de retrocesso é essencial em todos os navegadores. Dado que a sua utilização é recorrente, ocupa um lugar de destaque na interface de utilização.

O Internet Explorer introduz melhoramentos relativamente a este mecanismo. Deste modo, em aplicações *web* mais complexas, que incluem tecnologias como JavaScript ou Flash, permite retroceder para a acção ou secção anterior, como seria de esperar, ao invés de retroceder para o documento anterior [Cor10a].

2.5.2.4 Favoritos

Os favoritos, tal como o histórico, têm uma forma de funcionamento idêntica entre os diferentes navegadores. É possível organizá-los numa hierarquia de pastas e ordená-los pelas suas diversas propriedades, desde a data de acesso até ao número de visitas, entre outras.

Todos os navegadores suportam a funcionalidade de adição de uma página aos favoritos com apenas um clique (*One-Click Bookmarking*), facilitando a interacção. O Internet Explorer, o Chrome e o Opera possuem ainda um separador intermédio que organiza um conjunto de documentos em mosaico, mostrando as suas pré-visualizações reduzidas (*thumbnails*), permitindo ao utilizador aceder facilmente aos seus documentos mais acedidos [Cor10b, Cor10a, Inc10b, Inc10a, ASA10].

2.5.3 Barra de Endereço Inteligente

A barra de endereço permite ao utilizador introduzir directamente o endereço do documento *web* ao qual pretende aceder. As barras de endereço inteligentes permitem ainda a pesquisa de documentos. Deste modo, é possível introduzir palavras chave para procurar por documentos no histórico de navegação e nos favoritos e ainda efectuar pesquisas recorrendo aos motores de busca mais populares [Cor10b, Cor10a, Inc10b, Inc10a, ASA10].

A introdução deste tipo de barras de endereço é uma medida que pretende aumentar a utilização do histórico e dos favoritos, facilitando o processo de pesquisa de documentos em ambos os mecanismos de revisitação.

2.6 Limitações

O paradigma actual de navegação *web* encontra-se perfeitamente estabelecido. Contudo, existem algumas situações em que tal paradigma fica aquém das necessidades actuais dos utilizadores.

Existem múltiplos estudos que identificam diversos problemas relativamente à forma de navegação *web* actual. Tendo como objectivo evitar alguns destes problemas no desenvolvimento de um novo de paradigma de navegação, torna-se necessário identificar e explorar essas limitações.

2.6.1 Separadores

Apesar permitirem uma maior organização dos documentos, os separadores introduzem um nível de complexidade acrescido à interface do navegador.

A gestão dos separadores é uma tarefa realizada pelos utilizadores que provoca quebras de concentração. Estas quebras distraem os utilizadores dos seus objectivos, que necessitam de um maior esforço na realização das suas tarefas [DB10].

No caso da navegação se tornar demasiadamente complexa e, por conseguinte, pouco eficaz, os níveis de frustração dos utilizadores tendem a subir, o que aumenta a sua distracção e provoca a quebra da sua produtividade e eficiência [CRC07].

Caso o número de separadores seja suficientemente elevado, os utilizadores podem sofrer uma desorientação tal que cheguem a experimentar um trauma de navegação (*navigational trauma*) [CRC07].

À medida que a navegação evolui é normal que o número de separadores aumente. No entanto, os navegadores possuem poucas funcionalidades para a gestão de separadores. Não existem mecanismos que permitam detectar a repetição de documentos em separadores distintos, que poderiam evitar o uso de separadores desnecessários.

2.6.2 Histórico

O histórico é uma funcionalidade com elevada importância, mas a forma como se encontra organizado actualmente carece de algumas melhorias [LFC03]. Deste modo, é possível constatar que, apesar do seu potencial, é uma funcionalidade raramente usada por uma parte substancial dos utilizadores. Diversos utilizadores consideram difícil encontrar um documento previamente visitado no histórico, usando-o apenas em último recurso [KWS06].

A navegação requer que os utilizadores percebam o contexto em que se encontram relativamente ao sistema interactivo [CRC07]. No entanto, no paradigma actual de navegação é impossível contextualizar um documento do histórico, tornando-se difícil retomar a navegação.

A falta de integração dos mecanismos de revisitação é provavelmente uma das limitações mais preocupantes do paradigma actual [KG01]. Os navegadores não integram devidamente estes mecanismos, usando modelos e interfaces distintas e separadas. Os favoritos são um mecanismo igualmente afectado por esta limitação.

2.6.3 Botão de Retrocesso

Dado que a usabilidade deste mecanismo não é perfeita, existe a possibilidade de ser melhorada [VRK08].

A navegação em separadores e janelas permite a adopção de novas estratégias de revisitação de documentos, mas interfere com a usabilidade do botão de retrocesso [OWHM07]. Abrir um documento num novo separador, ou janela, quebra a funcionalidade deste mecanismo, impedindo a revisitação dos documentos previamente acedidos [WOHM08].

2.6.4 Favoritos

Os favoritos permitem guardar um registo para posterior revisitação de documentos *web*. À medida que o número de favoritos aumenta, verifica-se uma tendência para a sua organização ser realizada segundo uma hierarquia de pastas. No entanto, esta hierarquia pode tanto resultar numa boa organização, como tornar o conjunto favoritos pouco claro [JBD01]. Esta hierarquia pode tornar-se desactualizada rapidamente, caso não seja devidamente mantida.

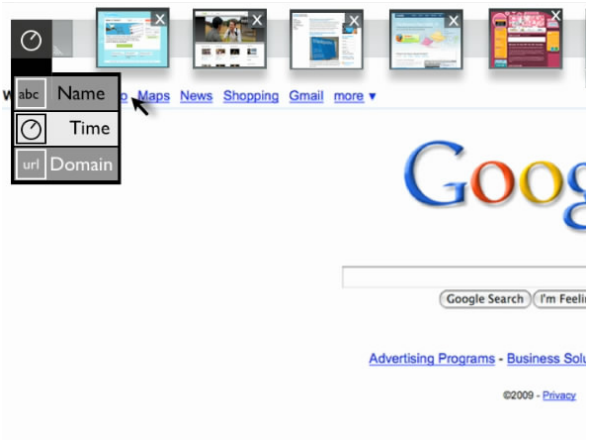

Figura 2.1: Interface do Conceito Wave

Listas de favoritos verdadeiramente eficazes requerem uma manutenção constante. A falta de manutenção pode tornar a lista de favoritos demasiado confusa, com documentos obsoletos, sem utilidade para o utilizador [FRSIF+01].

Apesar da elevada necessidade de manutenção, uma parte significativa dos utilizadores organiza os seus favoritos apenas quando é obrigada a fazê-lo por motivos de elevada desorganização. Apenas utilizadores com um elevado número de favoritos têm por hábito organizar os seus favoritos de forma sistemática. Deste modo, os favoritos são, muitas vezes, criados como arquivos de informação e muitas vezes não são efectivamente utilizados durante meses [ABC98].

2.7 Propostas de Melhoria

Existem inúmeros estudos e projectos que têm como objectivo explorar novos conceitos que permitam melhorar a forma como os utilizadores interagem na *Web*. Desde artigos teóricos a projectos práticos, têm surgido diferentes conceitos que visam colmatar algumas limitações do paradigma actual de navegação.

Algumas empresas de desenvolvimento *web* têm inclusivamente dado um contributo no sentido na evolução do paradigma actual de navegação. O desafio *Mozilla Labs Design Challenge: Summer 09* foi um concurso de desenvolvimento de *software* proposto pela Mozilla cujo objectivo passou por reinventar a interface de navegação em separadores [Cor09a].

2.7.1 Separadores

Reduzir o número de destinos é o método mais eficaz para optimizar a navegação. Se o número de locais possíveis de alcançar estiver reduzido ao mínimo, a capacidade de orientação dos utilizadores aumenta significativamente [CRC07]. O agrupamento de separadores é um método que contribui de forma eficaz para a redução do número de destinos acessíveis, uma vez que reduz o número de documentos acessíveis.

Figura 2.2: Interface do Conceito TabViz

O Wave é um projecto desenvolvido no âmbito do desafio *Mozilla Labs Design Challenge: Summer 09*, que integra o agrupamento de separadores por domínio [TKM09]. Por outro lado, o Wave propõe uma representação dos separadores através de pré-visualizações reduzidas dos documentos, *thumbnails*, como se pode verificar na Figura 2.1. Estudos sugerem que estas pré-visualizações podem ajudar na redução de erros ao prever a relevância de documentos [DC02]. No entanto, com conteúdos complexos podem tornar-se pouco eficazes e até causar algum embaraço na navegação [BO08].

O projecto TabViz, desenvolvido para o *Mozilla Labs Design Challenge: Summer 09*, propõe uma nova forma representação dos separadores, denominada de "*Radial Tabs*" [BHK09a, BHK09b]. Este conceito, ilustrado na Figura 2.2, pretende representar os separadores de acordo com o seu separador origem, permitindo uma melhor contextualização da navegação, de forma a evitar desorientação e quebras de concentração por parte do utilizador.

2.7.2 Histórico

Estudos indicam a necessidade de aumentar a integração do histórico na interface dos navegadores [KG01].

Grafos que representam a navegação do utilizador denominam-se grafos de navegação. Os documentos visitados são representados pelos nós, ao passo que as ligações entre os documentos são representadas pelas arestas do grafo [GS07]. A representação em grafo permite que o utilizador tenha noção, a todo o momento, do seu contexto de navegação.

Mecanismos de navegação mais avançados, como grafos e outros agrupamentos mais complexos, servem para visualizar a informação espacialmente. Não são, no entanto, funcionalidades comuns e são apenas usadas em determinadas situações como complemento dos mecanismos normais de navegação [Kal07].

Alguns estudos demonstram ainda que a representação do histórico por meio de um grafo de navegação é altamente eficaz. O projecto Browsing Icons implementa o conceito de grafos de navegação e permite reduzir para 57.8 % o tempo necessário para revisitação de documentos. Da

Figura 2.3: Interface do Conceito Ecosystem

mesma forma, identifica-se uma redução para 53.8 % do número de documentos acedidos nessa revisitação [MB01].

O Ecosystem, desenvolvido no âmbito do *Mozilla Labs Design Challenge: Summer 09*, propõe uma forma de interacção que usa grafos de navegação como forma de substituição dos separadores [Dut09b, Dut09a]. É possível aceder a pré-visualizações reduzidas dos documentos, como se pode constatar na Figura 2.3.

2.7.3 Botão de Retrocesso

Tal como foi referido na Secção 2.5.2.3, a utilização do botão de retrocesso constitui uma acção muito recorrente na revisitação de documentos *web*.

O projecto *web*View propõe melhorias pela introdução de pré-visualizações reduzidas dos documentos nas acções de retroceder e avançar [CGJ+03].

A análise de padrões de navegação permite prever os documentos com maior probabilidade de serem revisitados pelo utilizador. Através deste método, o projecto SmartBack permite retroceder directamente para documentos chave, evitando passos de navegação intermédios desnecessários [MFJR+04].

2.7.4 Favoritos

Abordagens recentes propõem a representação dos favoritos de múltiplas formas: desde a sua visualização em arco, por tempo, ou em árvore. Através destas representações os utilizadores podem observar a frequência de utilização, a data do último acesso e a organização dos seus favoritos, respectivamente [MK09].

A marcação implícita de documentos favoritos de acordo com a sua frequência de revisitação é uma proposta que visa aumentar a sua integração nos navegadores [KG01]. Neste sentido, existem aproximações que propõem que os documentos sejam marcados implicitamente como favoritos e automaticamente colocados na barra de favoritos do navegador [GMP07].

A análise dos seus padrões de revisitação pode servir para prever a utilidade futura de um documento, sendo possível prever quais os documentos que têm maior probabilidade de serem revisitados pelo utilizador [ATD08]. Este conceito introduz a possibilidade dos favoritos servirem como sugestões de navegação ou serem realçados para facilitar o seu acesso.

Existem ainda projectos para complementar a funcionalidade dos favoritos. O projecto Landmark propõe um conceito para recuperar informação nos documentos favoritos. O método introduzido facilita a recuperação da informação que deu origem ao interesse do utilizador, mesmo em páginas dinâmicas, através da marcação das partes mais importantes do documento [MKW05].

2.8 Resumo

O paradigma actual de navegação *web* encontra-se perfeitamente estabelecido e consistente entre os diferentes navegadores. O problema desta consistência resulta da falta de evolução que se tem verificado.

Os navegadores devem possibilitar o acesso a informações acerca dos conteúdos e estrutura dos documentos *web*, contendo esquemas estruturais bem definidos e meta-informação. Apenas desta forma os utilizadores conseguem interagir com o sistema de forma bem sucedida, realizando com sucesso as suas tarefas [Nie99, WHT00].

Torna-se necessário inverter a tendência de estagnação e desenvolver novos conceitos que permitam um maior aproveitamento dos mecanismos de navegação actualmente disponíveis, dando uma melhor resposta às necessidades dos utilizadores.

No próximo capítulo são apresentadas as limitações que serão abordadas no desenvolvimento do novo paradigma de navegação e que, conjuntamente, constituem os problemas que serão tratados neste trabalho.

Capítulo 3

Descrição do Problema

Neste capítulo são apresentados, com mais pormenor, os problemas de interacção do paradigma actual de navegação que, em conjunto, constituem o problema abordado pelo novo paradigma de navegação. Estes problemas vão desde a organização dos documentos e gestão dos separadores até à integração dos mecanismos de revisitação de documentos na interface dos navegadores.

3.1 Introdução

Apesar de totalmente estabelecido, o paradigma actual de navegação *web* possui limitações que resultam da falta de evolução e modernização ao longo dos anos. Existem limitações de organização e gestão dos documentos *web* assim como alguma falta de integração com os mecanismos de revisitação.

O corrente paradigma de navegação dá resposta às principais necessidades dos utilizadores. Contudo, nos últimos anos, ao invés do paradigma de navegação se adaptar às evoluções tecnológicas da *Web*, as evoluções tecnológicas é que se têm vindo a adaptar ao paradigma de navegação.

A modernização de um paradigma fortemente enraizado, como é o paradigma actual de navegação *web*, constitui um processo complexo. A definição de requisitos necessita de ter em conta as limitações do paradigma actual bem como as necessidades reais dos utilizadores. Contudo, os utilizadores normalmente baseiam as suas necessidades na existência de outras aplicações e das suas funcionalidades, pelo que é necessário perceber para além daquilo que os utilizadores pensam que necessitam [JA07]. Adicionalmente, o desenvolvimento de paradigmas alternativos tem que ter em consideração os modelos conceptuais actualmente adquiridos pelos utilizadores com o objectivo de não quebrar completamente com esses modelos e de minimizar o risco da não-aceitação do paradigma por parte da comunidade.

3.2 Organização dos Documentos

No paradigma actual de navegação *web* a organização dos documentos é realizada recorrendo à interface de documentos em separadores. Em cada separador, os documentos *web* são organizados em lista, de forma sequencial de acordo com a ordem da navegação. Quando o utilizador abre um novo documento num dado separador, o documento previamente visualizado é remetido para a lista do histórico.

Esta lista sequencial de documentos em cada separador possui algumas limitações. Logo à partida, para ter acesso a esta lista, o utilizador necessita de primeiro aceder ao separador em causa e apenas nesse momento pode aceder aos documentos previamente visualizados nesse separador. Desta forma, apenas acedendo ao separador pretendido o utilizador tem a oportunidade de relembrar o contexto e relação entre os documentos e, por conseguinte, da navegação propriamente dita. No entanto, esta visualização do contexto e da relação é também ela limitada, pelo que a listagem do nome dos documentos não é propriamente a forma mais eficaz de transmitir estas informações ao utilizador.

Devido à linearidade da lista de documentos em cada separador, não existe a possibilidade do utilizador bifurcar o caminho de navegação em dois ramos de navegação distintos, sob pena de perder um dos ramos após a bifurcação. Apesar dos documentos do ramo perdido continuarem a pertencer ao histórico global, deixa de ser possível ao utilizador saber qual a sequência de documentos que seguiu para aceder a um determinado documento.

Outra limitação do paradigma actual de navegação está relacionada com a independência entre separadores. Sendo uma evolução relativamente à interface de documentos em janelas, a interface em separadores deve aproveitar a integração dos separadores no mesmo navegador, algo que no paradigma actual não acontece. Neste sentido, ao invés de se limitar a replicar a funcionalidade das janelas, deve permitir a troca de informação entre separadores possibilitando a relação entre documentos pertencentes a separadores distintos. Assim, deve ser possível evitar a repetição e desactualização de documentos. Caso o utilizador pretenda aceder a documentos já existentes na sessão de navegação, esta interface deve ser capaz de detectar essa existência. Desta forma, em vez de abrir um documento repetido, a interface deve actualizar o documento existente, evitando a sua repetição e desactualização.

3.3 Gestão dos Separadores

A gestão e organização de separadores são realizadas pelo utilizador sem qualquer auxílio por parte do navegador. Desta forma, os utilizadores necessitam de possuir modelos conceptuais que lhe permitam identificar as situações nas quais se devem criar novos separadores e assim optimizar a sua experiência de navegação. No entanto, apesar de caber aos utilizadores a gestão dos seus separadores, estes não possuem qualquer controlo sobre a criação de novos separadores por parte das páginas ou aplicações *web*. Antes de abrir o novo documento *web*, é impossível ao utilizador comum saber se este vai abrir no mesmo ou num separador novo. Neste sentido, relativamente

à criação de novos separadores, os utilizadores necessitam, adicionalmente, de saber lidar com a aleatoriedade do destino dos documentos que são abertos: no mesmo separador ou num novo separador.

Os separadores ocupam espaço no ecrã, pelo que, dependendo do navegador, existem diferentes abordagens para gerir o espaço por eles ocupado, tal como foi analisado na Secção 2.5.2.1. Alguns navegadores optam por reduzir indefinidamente o tamanho dos separadores, permitindo ao utilizador aceder, em todo o momento, a qualquer um dos separadores, mas aumentando a complexidade do estado da navegação. Por outro lado, outros navegadores optam por limitar o número máximo de separadores visíveis simultaneamente, garantindo assim que o utilizador consegue sempre identificar os separadores visíveis, mas sendo-lhe impossível aceder a todos os separadores em todos os momentos. Ambas as alternativas são imperfeitas, possuindo as suas vantagens e desvantagens, devendo-se explorar novas possibilidades para a resolução deste problema.

3.4 Integração dos Mecanismos de Revisitação

O paradigma actual de navegação possui múltiplos mecanismos de interacção dedicados exclusivamente à revisitação *web*. Estes mecanismos permitem ao utilizador aceder a documentos *web* previamente visitados. O histórico serve para guardar um registo de todos os documentos *web* acedidos pelo utilizador, enquanto os favoritos permitem guardar um registo dos documentos de maior interesse. No entanto, a usabilidade destes mecanismos não é perfeita. Por um lado, uma grande parte dos utilizadores tem dificuldade em utilizar o histórico, optando muitas vezes por replicar a navegação para conseguir aceder a documentos previamente visitados, em detrimento da utilização deste mecanismo. Por outro lado, os utilizadores possuem listas de favoritos desorganizadas e confusas e com conteúdos pouco interessantes, uma vez que, muitas vezes, usam os favoritos para guardar páginas que não voltam a revisitar durante meses.

Sendo a revisitação *web* um processo extremamente comum na navegação, torna-se necessário que estes mecanismos de navegação sejam mais usáveis e acessíveis e, consequentemente, mais úteis para o utilizador. Por um lado, o histórico requer uma interface mais usável e que consiga contextualizar e relacionar os documentos para que os utilizadores possam facilmente identificar quando e qual a razão porque visitaram esses documentos. Por outro lado, faria sentido que os favoritos, como conteúdos interessantes para o utilizador, fossem um mecanismo com uma maior integração e relevância na navegação.

3.5 Resumo

Em resumo, o desenvolvimento de um novo paradigma de navegação tenciona resolver os problemas de organização e gestão de documentos e separadores e aumentar a integração dos mecanismos de revisitação de documentos, tendo como objectivo aumentar a sua usabilidade e utilidade para o utilizador.

No próximo capítulo passa-se à descrição dos conceitos desenvolvidos no novo paradigma de navegação que pretendem colmatar os problemas apresentados neste capítulo.

Capítulo 4

Novo Paradigma de Navegação *Web*

Neste capítulo são apresentados os conceitos de interacção que compõem o paradigma de navegação desenvolvido e que têm como objectivo colmatar os problemas apresentados no capítulo anterior. É proposto um paradigma de navegação orientado segundo documentos *web* organizados e relacionados de acordo com uma hierarquia bem definida. Por outro lado, são apresentados mecanismos que pretendem aumentar a integração do histórico e dos favoritos, revitalizando a sua forma de interacção.

4.1 Introdução

O primeiro passo para a inovação é a invenção de um processo ou de um produto. Uma invenção pode derivar de um modelo pré-existente ou de uma ideia [Sap97].

Na última década a *Web* tem sofrido múltiplas inovações. A introdução de novas tecnologias permitiu aos utilizadores o acesso a novos conteúdos. No entanto, apesar dessa inovação, a navegação na *Web* não tem sofrido alterações relevantes. Actualmente os modelos existentes relativos à forma de navegação têm uma raiz sólida, que satisfaz grande parte das necessidades dos utilizadores. Este factor funciona como um entrave para o processo inovador. A inovação requer a experimentação contínua de novos modelos que possam contribuir, com o seu sucesso ou insucesso, para a melhoria dos modelos existentes.

A elaboração de um novo paradigma de navegação é, por si só, um exercício complexo que envolve um conhecimento abrangente do estado actual do paradigma de navegação. Ao longo dos anos, o paradigma de navegação *web* tem sido alvo de um desenvolvimento análogo ao do paradigma de navegação dos sistemas operativos. Pode constatar-se, por exemplo, que os conceitos de janelas e separadores são conceitos similares, uma vez que os separadores podem ser interpretados como janelas que se encontram integradas numa aplicação. Ainda assim, quando foi introduzido, o paradigma de separadores constituiu uma inovação importante. Esta inovação partiu do modelo pré-existente de janelas, transpondo-o para a gestão de documentos numa aplicação.

4.2 Documento *Web* como Unidade

Nos sistemas operativos, o ficheiro pode ser considerado como a unidade. Os sistemas de ficheiros, nos sistemas operativos, são compostos por ficheiros estruturados em directórios, aos quais o utilizador pode aceder se percorrer essa estrutura; este processo denomina-se navegação. A navegação nos sistemas de ficheiros é efectuada de directório em directório, sendo possível dentro de um único directório manipular múltiplos ficheiros.

Na *Web*, a unidade é o documento. Um documento *web* pode ser do formato HTML, denominando-se genericamente por página *web*, ou de um qualquer outro formato do tipo *MIME Content-Type* como acontece, por exemplo, com as imagens. O utilizador pode aceder a estes documentos navegando de domínio em domínio e de servidor em servidor. No entanto, apesar de a *Web* possuir uma estrutura bem definida, o paradigma actual de navegação não aproveita essa estrutura para relacionar e organizar os documentos.

Sendo o documento a unidade na *Web*, deve ser possível ao utilizador interagir com os documentos *web* de uma forma independente. As acções efectuadas sobre um determinado documento não se devem reflectir noutro que não o documento alvo. No entanto, no paradigma actual de navegação, isto nem sempre se verifica. Caso o utilizador pretenda abrir um novo documento *web* ou o abre no mesmo separador, e desta forma o documento original é remetido para o histórico de navegação, ou o abre num novo separador ou janela, fazendo com que o documento original permaneça intocável. Esta forma de navegação não é transparente para o utilizador que necessita de decidir se lhe interessa abrir o documento no mesmo separador ou num separador diferente.

A transparência de navegação pretendida com este novo paradigma de navegação passa por tratar todos os documentos da mesma forma, sem que o utilizador tenha que ponderar que tipo de acção pretende efectuar. Com este objectivo, é introduzido um conceito novo, que determina que cada documento *web* é aberto num novo separador.

4.2.1 Separador Único por Documento *Web*

No novo paradigma, o conceito de um separador único por documento *web* estipula que a cada documento corresponde um e apenas um separador. Os novos documentos passam a ser sempre abertos em novos separadores, sendo possível a realização de uma navegação construtiva, sem repercussões para os restantes documentos. Deste modo, deixa de fazer sentido o conceito de histórico de sessão que é substituído pelo conceito de relações entre documentos e, por consequência, entre separadores.

Um documento *web* deve estar directamente relacionado no máximo com dois outros documentos: o documento origem e o documento destino. Estes documentos são, respectivamente, os seus nós de partida e de chegada no grafo de navegação. Desta forma, é possível formar uma cadeia de documentos análoga à lista do histórico que, no paradigma actual de navegação, é gerada em cada separador, mas sem a necessidade de sobrepor os documentos, ou seja, o utilizador tem acesso de uma forma transparente a múltiplos documentos simultaneamente.

Esta transição altera de forma relevante a navegação e o modo de interacção com os documentos *web*. No entanto, apesar desta mudança, os utilizadores deverão contar com algumas características consistentes com o actual paradigma de navegação. Os métodos de interacção de abertura de documentos no mesmo separador ou em separadores diferentes deverão ser transpostos com consistência para o novo paradigma. Apesar de ambos os métodos passarem a abrir os documentos em novos separadores, no primeiro caso o documento actual deverá perder o foco para o documento aberto, ao passo que no segundo caso o foco permanecerá no documento actual.

4.2.2 Duplicação de Documentos *Web*

Na navegação *web*, o conceito de duplicação de documentos *web* é a ocorrência de um mesmo documento *web* em múltiplos separadores diferentes. Isto acontece devido ao tratamento independente do caminho de navegação dos múltiplos separadores.

Com este novo paradigma de navegação, o caminho de navegação é comum a todos os documentos e, desta forma, a todos os separadores. Por este motivo, caso o utilizador pretenda aceder a um documento previamente aberto durante a navegação, o navegador detecta que o documento já se encontra aberto e, ao invés de abrir um novo separador, actualiza o separador desse documento, ou seja, o conteúdo do documento e as suas relações.

Com este mecanismo o utilizador deixa de necessitar de se distrair da navegação para analisar quais os documentos que já se encontram abertos. Por outro lado, uma vez que a actualização dos conteúdos é automática, garante que ao navegar para um documento aberto, estará a aceder ao seu conteúdo mais recente.

4.2.3 Repercussões

O tratamento do documento *web* como unidade de navegação possibilita novas formas de navegação das quais resultam vantagens de interacção. No entanto, com este modelo, o número de separadores por sessão de navegação aumenta consideravelmente. Por esta razão, devem colocar-se em prática medidas para garantir que a organização e a gestão dos separadores seja simplificada para que, desta forma, o utilizador tenha ganhos de usabilidade ao invés de eventuais perdas. As duas próximas secções dedicam-se a apresentar as medidas introduzidas neste paradigma de navegação que contribuem para uma melhor estruturação e gestão dos documentos.

4.3 Hierarquização de Separadores

No paradigma actual de navegação, o caminho de navegação *web* é gerado internamente em cada separador, não havendo relação entre a navegação em diferentes separadores quando, na realidade, o utilizador organiza mentalmente a sua navegação dessa forma.

O novo paradigma de navegação *web* proposto neste trabalho pretende evoluir no sentido da estrutura da *Web*. Desta forma, pretende-se transmitir ao utilizador uma parte da estruturação dos documentos *web* e, daí, partir para a manipulação simultânea de documentos relacionados.

O agrupamento de separadores é actualmente uma solução adoptada em múltiplos projectos que pretendem melhorar a interacção *web*. Este conceito é igualmente proposto no novo paradigma de navegação. No entanto, é necessário evidenciar algumas diferenças de interacção entre a sua aplicação ao paradigma actual ou ao novo paradigma orientado ao documento *web*.

No paradigma proposto, a hierarquização dos separadores é efectuada sobre o conceito de separadores únicos por documento *web*, o que altera significativamente o resultado final.

4.3.1 Paradigma Actual

Os projectos que propõem o agrupamento de separadores fazem-no sobre o paradigma actual de navegação. Neste sentido, existem dois tipos de agrupamentos possíveis: manuais ou automáticos. No entanto, em ambos os casos é possível detectar alguns inconvenientes que resultam da mecânica do paradigma actual de navegação.

Relativamente aos agrupamentos manuais, cabe ao utilizador agrupar os separadores de acordo com critérios pessoais. Apesar de garantir aos utilizadores um certo grau de personalização, este sistema implica que os utilizadores parem para pensar na estrutura da interacção, necessitando de se abstrair do conteúdo da navegação. O utilizador terá por outro lado que manter uma nota mental da relação entre os separadores dentro de um grupo, arriscando-se, caso contrário, a necessitar de reestruturar o seu estado de navegação. Separadores que inicialmente pareciam relacionados, acabam por dar origem a conteúdos díspares sem qualquer ligação.

O agrupamento automático de separadores baseia-se, geralmente, no servidor dos documentos visualizados para definir a sua estrutura num determinado momento. O maior entrave desta abordagem é o facto do conteúdo dos separadores ser volátil, ou seja, o documento visualizado pode ser substituído, o que impede a atribuição de um grupo fixo ao separador. Neste sentido, é possível que o número de separadores por grupo esteja em constante mudança, retirando alguma estabilidade à estrutura de interacção.

4.3.2 Novo Paradigma

Num paradigma que define que a cada documento *web* deverá ser atribuído um separador único, o número de separadores tende a aumentar. Este aumento do número de separadores implica que o sistema de navegação consiga organizar os separadores de uma forma mais eficaz.

O conceito de separador único por documento *web* garante que o conteúdo dos separadores não é volátil relativamente à sua estrutura *web*, ou seja, passa a ser possível estruturar os separadores por servidor sem qualquer perigo que essa estrutura sofra alterações, mantendo o estado da navegação consistente durante toda a sessão.

Com o desenvolvimento actual das aplicações *web*, que têm vindo a substituir os documentos *web* com conteúdos estáticos, a melhor orientação para a estruturação dos separadores vai no sentido do agrupamento por servidor. Desta forma, no novo paradigma de navegação *web* os separadores devem ser organizados de acordo com o seu servidor *web*, que funciona como o identificador da aplicação *web* em causa.

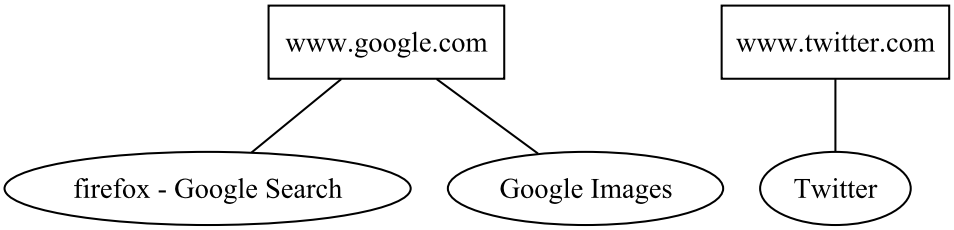

Figura 4.1: Exemplo — Hierarquia de Documentos

Na Figura 4.1 pode observar-se a estrutura correspondente a dois grupos de documentos distintos, representados por rectângulos, que organizam um conjunto de três documentos, representados por elipses. Nesse exemplo quer o documento resulte de uma pesquisa no motor da Google, quer do serviço de imagens da Google, são documentos que possuem o mesmo servidor, sendo organizados no grupo "www.google.com". Por outro lado, o grupo "www.twitter.com" contém a página inicial do Twitter.

A estrutura obtida a partir desta hierarquização possui duas camadas: o servidor *web* e os documentos desse servidor. Os utilizadores deixam de organizar as suas tarefas em separadores singulares, pelo que a navegação passa a ser organizada segundo os servidores dos documentos. Em alguns casos, estes servidores representam aplicações *web*. Deste modo, os utilizadores passam a usufruir de uma sessão de navegação com objectivos distintos dependendo dos servidores abertos. Esta interacção é análoga à que os utilizadores realizam nos seus sistemas operativos, nos quais, apesar de não possuírem separadores, efectuam múltiplas tarefas de acordo com as suas aplicações.

4.4 Gestão Automática de Documentos

O conceito de separador único por documento acrescenta um número de separadores tal que, apesar da integração de uma estrutura bem definida, podem ainda existir alguns problemas de usabilidade. Desta forma, é necessário criar um conceito de gestão automática de separadores que controle este fenómeno.

O conceito de gestão automática de documentos pode estar relacionado com múltiplos assuntos, desde a sugestão de documentos favoritos, até à reordenação automática dos separadores. No entanto, no paradigma proposto, a gestão automática de documentos está relacionado com a exclusão de documentos obsoletos da sessão de navegação. Contudo, a heurística para essa exclusão automática é uma heurística simplificada, sendo um ponto de partida para o suporte da teoria de que os navegadores devem assistir os utilizadores nesta gestão. Assim, é introduzido um conceito simples, que consiste em definir um número máximo de documentos que um grupo pode conter. Caso um grupo ultrapasse esse número máximo, devem ser excluídos tantos documentos quantos os necessários para que esse número máximo volte a ser respeitado. Esta exclusão é realizada por

ordem de antiguidade, do mais velho para o mais novo, de acordo com a última visualização do documento por parte do utilizador.

O número máximo de documentos foi definido segundo a capacidade de memorização imediata dos utilizadores. George Miller[1] determinou que, num curto espaço de tempo, as pessoas são capazes de relembrar cerca de sete elementos distintos, com uma margem de flutuação de dois elementos [Mil56]. Deste modo, a memória de curto prazo dos utilizadores permite relembrar no mínimo cinco elementos e no máximo nove elementos. Por esta razão, são admitidos no máximo nove documentos por grupo.

Esta gestão, ainda que simples, garante que o sistema não se torna caótico ao ponto do utilizador perder a concentração no conteúdo da navegação. No entanto, é possível ao utilizador controlar os limites da gestão automática, ou seja, controlar quais os separadores susceptíveis de serem excluídos, como é explicado na secção seguinte.

4.4.1 Documentos Ancorados

A gestão automática de separadores exclui automaticamente documentos (leia-se separadores) de grupos onde o número máximo tenha sido atingido. No entanto, esta exclusão tem limites: existem documentos *web* intocáveis que, neste novo paradigma, têm o nome de documentos ancorados.

Documentos ancorados são documentos inacessíveis para o sistema de gestão automática e que, por isso, permanecem no grupo até que o utilizador os exclua manualmente. O utilizador pode, adicionalmente, despromover um documento do grupo dos documentos ancorados para que, posteriormente, o sistema de gestão automática se encarregue de o excluir.

Os documentos são promovidos automaticamente a documentos ancorados sempre que são abertos para garantir que o utilizador tenha a possibilidade de aceder a todo o conteúdo pelo qual navega. Após a primeira visita ao documento, a âncora é retirada e o documento passa a ser acessível por parte da gestão automática. Posteriormente, caso o utilizador assim o decida, pode promover o documento, assegurando que este fica permanentemente ancorado até que seja excluído ou despromovido manualmente.

Os grupos de documentos podem ser também ancorados pelo utilizador. Os documentos pertencentes a um grupo ancorado ficam à margem da gestão automática, sendo possível manter um número ilimitado de documentos activos nesses grupos.

4.4.2 Documentos Excluídos

Fazendo uso de uma heurística simplista, a gestão automática exclui documentos que considera obsoletos para a navegação. Contudo, os documentos excluídos pela gestão automática não são directamente excluídos da interacção da navegação. Antes de serem permanentemente fechados os separadores são armazenados num grupo dedicado à gestão automática. Este grupo serve

[1] George Miller, co-fundador do Centro de Estudos Cognitivos, em Harvard, é o autor de um dos artigos científicos mais citados na psicologia: "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two", publicado em 1956 na revista científica Psychological Review.

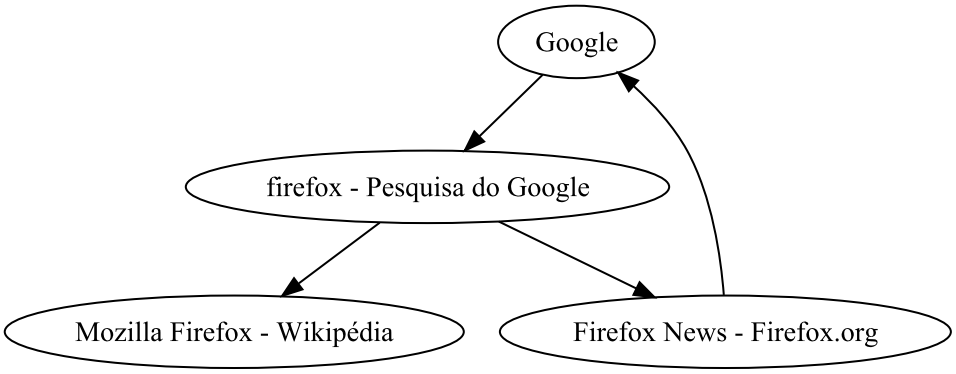

Figura 4.2: Exemplo — Grafo de Navegação

para solucionar possíveis decisões erradas, fazendo com que o utilizador tenha a possibilidade de corrigir a gestão automática.

O grupo da gestão automática está também ele sujeito à gestão automática de documentos que, neste caso, serão realmente excluídos da sessão de navegação.

O paradigma de navegação aqui proposto introduz, desta forma, algumas camadas de interacção que, por um lado, automatizam algumas acções na gestão da navegação, mas que, por outro lado, garantem liberdade ao utilizador para configurar a sua sessão da forma que melhor lhe convém.

Adicionalmente, é ainda possível manter um histórico visual de toda a sessão, que facilita a recuperação de eventuais ramos da navegação perdidos, tal como é explicado na secção seguinte.

4.5 Histórico Visual

O histórico actual necessita de passar por um processo de modernização para ser integrado como um mecanismo de navegação eficaz. Apesar das barras de endereço que realizam pesquisas no histórico permitirem um aumento da sua utilização, não permitem replicar a navegação efectuada pelo utilizador.

No paradigma de navegação proposto, introduz-se um conceito de histórico visual por sessão. O histórico visual é uma representação do caminho de navegação que o utilizador realizou durante a sessão. Esta representação é efectuada recorrendo a um grafo de navegação, ou seja, um grafo de todos os documentos visitados com as respectivas relações entre os documentos. Desta forma, é possível ao utilizador ter uma ideia clara das várias iterações da navegação, podendo inclusivamente recuperar posteriormente ramos da navegação excluídos ou esquecidos.

Na Figura 4.2 é possível observar uma sessão de navegação na qual o utilizador partiu da página inicial da Google e efectuou uma pesquisa. Posteriormente, abriu duas páginas *web* resultantes da pesquisa efectuada, tendo voltado à página inicial da Google, a partir de uma das páginas abertas.

Através deste tipo de representação, torna-se simples para o utilizador interpretar a navegação que realizou, aumentando a sua contextualização na navegação.

4.5.1 Interacção

A interacção com a navegação através do histórico visual é uma funcionalidade que acrescenta valor a este conceito. A possibilidade do utilizador interagir com a navegação através de um grafo de navegação pode servir como mecanismo de revisitação ou de gestão.

Por um lado, a interacção com o histórico visual pode ser realizada para abrir ou focar documentos, leia-se separadores, que foram previamente excluídos da navegação. Neste caso, a interacção tem o objectivo de revisitação, uma vez que o utilizador está a consultar conteúdos previamente visitados. Não obstante, o utilizador pode interagir com o mapa de navegação para gerir a navegação, podendo interagir com documentos individuais ou grupos, no sentido de os excluir da navegação, de acordo com o ramo do caminho de navegação em que estão inseridos.

O conceito do histórico visual permite ainda efectuar interacção com os favoritos. É possível marcar ou desmarcar um documento ou grupo como favoritos.

A integração dos favoritos no paradigma de navegação proposto é, de resto, aprofundada na próxima secção.

4.6 Integração dos Favoritos

Os favoritos são um mecanismo totalmente estabelecido no paradigma actual de navegação *web*. Este mecanismo permite ao utilizador guardar documentos *web* para posterior revisitação.

Os documentos favoritos servem como raiz da navegação, dando origem a novos ramos no caminho de navegação. Contudo, apesar de representarem os documentos preferidos pelo utilizador, no paradigma actual a sua inclusão não produz qualquer efeito na navegação para além da revisitação de conteúdos.

No sentido de aumentar a funcionalidade dos favoritos relativamente à navegação, no novo paradigma propõe-se a integração dos favoritos através da análise dos documentos abertos e do seu conteúdo. Desta forma, tal como foi referido na secção anterior, é possível identificar quais os documentos favoritos abertos na sessão de navegação e dessa forma identificá-los no histórico visual.

No novo paradigma é proposta a introdução de um grupo de favoritos activos onde são incluídos os documentos favoritos que se encontram abertos na sessão de navegação, com o objectivo de aumentar o seu destaque. Esta inclusão possibilita ao utilizador aceder mais fácil e rapidamente a estes documentos. Espera-se que esta inclusão permita uma interacção privilegiada com os favoritos, algo que não acontece com no paradigma actual.

A hierarquização dos documentos permite introduzir um mecanismo para adicionar conjuntos de documentos aos favoritos. Deste modo, caso o utilizador pretenda guardar o estado dos documentos de um grupo, deve ser possível adicionar esse conjunto de documentos de uma só vez aos favoritos, organizados numa hierarquia de pastas.

No novo paradigma introduz-se ainda a análise do conteúdo dos documentos para identificação de favoritos. Pretende-se que seja possível disponibilizar ao utilizador informação acerca das ligações que levam a documentos favoritos, simplificando a sua tomada de decisão no acto de navegação. Esta funcionalidade torna-se interessante pelo aumento da facilidade na identificação de ligações potencialmente interessantes que, por vezes, não são tão óbvias como seria de esperar, porque estão anexas a imagens ou associadas a designações pouco intuitivas.

Devido a esta detecção de ligações a documentos favoritos, passa a fazer sentido introduzir o conceito de grupo de documentos favorito. Quando o utilizador marca um grupo de documentos como favorito, não pretende apenas usá-lo como um mecanismo de revisitação. Os grupos favoritos permitem marcar aplicações ou servidores *web* como sendo de tal forma interessantes para o utilizador que qualquer um dos seus documentos deve ser detectado como sendo um documento favorito. Deste modo, é introduzido um novo tipo de favoritos: documentos pertencentes a grupos de favoritos, ou seja, conteúdos favoritos.

4.7 Resumo

Neste capítulo foram apresentados os conceitos de interacção que constituem um novo paradigma de navegação *web*. Foi proposta uma organização hierárquica de documentos por servidor. Os documentos devem ser entidades únicas, representadas por um separador único e relacionadas de acordo com a navegação do utilizador. Por seu lado, a integração dos mecanismos de revisitação é proposta pela inclusão de um grafo de navegação para representação do histórico e de mecanismos de detecção de documentos favoritos, quer nos conteúdos dos documentos, quer na sessão de navegação.

No próximo capítulo é descrito o desenvolvimento do protótipo funcional onde são implementados os conceitos aqui apresentados.

Capítulo 5

Protótipo Experimental

Neste capítulo são apresentadas as tecnologias de desenvolvimento do protótipo funcional. Posteriormente é explicada a implementação dos conceitos de interacção propostos no capítulo anterior, referindo os principais mecanismos de interacção. Por fim, é explicada a metodologia de desenvolvimento e identificadas as limitações do protótipo desenvolvido que ficaram aquém dos requisitos de interacção inicialmente idealizados.

5.1 Introdução

O desenvolvimento de um protótipo experimental é uma forma de provar ou refutar a usabilidade dos vários conceitos constituintes do paradigma de navegação proposto. Este protótipo, para além de implementar os conceitos referidos no capítulo anterior, deve ser capaz de navegar no contexto da *Web* (como em navegação vulgar) para que seja possível retirar conclusões concretas relativamente ao sucesso da sua usabilidade. Felizmente, o desenvolvimento *web* encontra-se aberto à comunidade e são múltiplas as organizações que permitem um desenvolvimento *open-source* sobre os seus navegadores. Por conseguinte, o protótipo desenvolvido tem a forma de uma extensão para um dos navegadores mais populares no mercado: o Firefox.

5.2 Tecnologias de Desenvolvimento

Nesta secção são analisadas as tecnologias de desenvolvimento estudadas como opções para o desenvolvimento do protótipo funcional, que serve como prova de conceito do paradigma de navegação criado.

5.2.1 Tecnologias Descartadas

Tendo como objectivo o desenvolvimento de um novo paradigma de navegação, foram consideradas inicialmente algumas tecnologias de desenvolvimento que, por diversas razões, não possuíam os requisitos necessários para o projecto.

5.2.1.1 Mozilla Firefox: Jetpack

O Firefox Jetpack é uma plataforma recente que usa tecnologias *web* abertas como HTML, CSS e JavaScript para melhorar as funcionalidades do navegador [Cor10c]. O objectivo é que qualquer indivíduo que faça parte da comunidade de desenvolvimento de páginas *web* consiga mais facilmente comunicar e contribuir para um desenvolvimento colaborativo.

O Jetpack é, no fundo, uma API que permite à comunidade de desenvolvimento *web* criar extensões para o navegador Firefox sem que seja necessário passar por uma curva de aprendizagem íngreme, uma vez que as tecnologias envolvidas já são à partida familiares, devido à sua utilização na criação de páginas e aplicações *web*.

De acordo com algumas publicações de um dos engenheiros líderes da Mozilla, Mike Connor, é provável que, no futuro, o Jetpack se transforme no único ambiente de desenvolvimento de extensões para o Firefox [Con10].

A tecnologia Mozilla Jetpack não foi utilizada, porque actualmente ainda consiste num projecto embrionário, não apresentando os níveis de estabilidade e funcionalidade ideais para o desenvolvimento do projecto.

5.2.1.2 Chromium

O Chromium é o projecto *open-source*, desenvolvido em C++ e Assembly, por detrás do navegador Google Chrome. O Chromium é uma plataforma livre que permite à comunidade *open-source* a criação de uma *Web* mais segura, rápida e estável bem como o desenvolvimento de uma nova geração de aplicações *web* [Chr10].

A arquitectura do Chromium conta com dois módulos distintos: o motor de renderização e o *kernel* do navegador. Analisando em alto nível, o motor de renderização é responsável por converter as respostas HTTP e as acções dos utilizadores em *bitmaps* renderizados, enquanto o *kernel* do navegador é responsável pela interacção com o sistema operativo [BJRT08].

O Chromium permite um desenvolvimento de demasiado baixo nível para os objectivos do projecto, pelo que não consiste na melhor alternativa de desenvolvimento. A tecnologia utilizada deve permitir alterar a funcionalidade dos mecanismos de interacção do navegador através de modelos de programação de alto nível.

5.2.1.3 Google Chrome

Uma extensão para o Google Chrome é um conjunto de ficheiros compridos (em zip), que acrescenta funcionalidade ao navegador Google Chrome. Estes ficheiros usam tecnologias *web*,

como HTML, CSS, JavaScript, entre outras, para criar uma aplicação *web* a integrar no navegador. No fundo, as extensões para o navegador Chrome são páginas *web* que podem usar a API que o navegador fornece às páginas *web*, desde XMLHttpRequest a JSON passando pelo armazenamento local HTML5 [Inc10c].

A possibilidade de desenvolvimento de extensões para o Chrome é extremamente recente, não contando, por essa razão, com uma comunidade tão estabelecida como a do Firefox.

O Google Chrome permite a inclusão de *plugins* que permitem a implementação de alguns mecanismos como um grafo de navegação. No entanto, como este navegador não permite o desenvolvimento de *plugins* que alterem a sua interface de utilização, não é possível alterar o paradigma de navegação relativamente à gestão e organização dos documentos e integração dos favoritos. Por este motivo, esta tecnologia não corresponde às necessidades de desenvolvimento do projecto.

5.2.2 Tecnologias Utilizadas

O protótipo funcional desenvolvido consiste numa extensão para o navegador Mozilla Firefox. A tecnologia utilizada para o desenvolvimento dessa extensão foi a Mozilla XUL [Cor10d].

5.2.2.1 Mozilla XUL

XML User Interface, XUL, é uma linguagem baseada em XML que permite o desenvolvimento de aplicações *web* integradas num navegador. XUL permite desenvolver aplicações para qualquer navegador baseado em Gecko, como é o caso do Firefox.

A XUL foi criada para proporcionar um simples e rápido desenvolvimento no navegador da Mozilla. No entanto, não serve apenas para o desenvolvimento de interfaces para aplicações da Mozilla. A comunidade de desenvolvimento vê a XUL como um método para desenvolver aplicações multi-plataforma [Wus05].

Esta tecnologia permite a alteração da interface de utilização do Firefox, denominada *chrome*, revelando-se essencial para a implementação do novo paradigma de navegação.

Para além de uma comunidade de desenvolvimento bem estabelecida, a XUL conta ainda com uma API bem documentada, permitindo iniciar rapidamente o desenvolvimento do projecto: uma semana foi suficiente para aprender os conceitos básicos acerca dos métodos de desenvolvimento.

5.2.2.2 Mozilla Firefox 3.7 (Minefield)

O navegador utilizado para o desenvolvimento do protótipo funcional foi o Firefox 3.7, denominado Minefield, que é ainda uma versão instável do Firefox, com propósitos de desenvolvimento, não tendo sido lançada para o público. No entanto, a versão 3.7 possui algumas funcionalidades introduzidas com o HTML5 que a versão 3.6 carece, permitindo a implementação de alguns mecanismos de interacção propostos no novo paradigma de navegação. Deste modo, apesar da sua instabilidade, a versão 3.7 do Firefox foi preferida relativamente à sua antecessora.

5.2.2.3 JavaScript

JavaScript é uma linguagem de *scripting* que é tanto procedimental quanto orientada a objectos, uma vez que os objectos são baseados em protótipos. Esta linguagem é dinâmica, fracamente tipada e possui funções como cidadãos de primeira classe.

A linguagem JavaScript é utilizada neste protótipo para implementar as funcionalidades das estruturas de interacção criadas recorrendo à XUL.

5.2.2.4 SVG

A *Scalable Vector Graphics*, SVG, é uma família de especificações baseadas no formato XML que consiste num *open-standard* que está a ser desenvolvido pelo World Wide *Web* Consortium (W3C) desde 1999. Esta especificação serve para descrever gráficos vectoriais em duas dimensões, tanto estáticos como dinâmicos.

O histórico visual, apresentado na Secção 5.7, possui um grafo de navegação implementado recorrendo à tecnologia SVG.

5.3 Estrutura do Protótipo

O protótipo, que serve de base à prova de conceito, é uma extensão desenvolvida usando a tecnologia Mozilla XUL. Como qualquer interface implementada em XUL, a extensão contém três componentes de implementação distintas [Wus05]:

- O contentor declara as janelas associadas à interface do utilizador. Esta componente é constituída maioritariamente por ficheiros XUL e JavaScript;
- O tema define a aparência da aplicação por meio de CSS e imagens;
- Os ficheiros de local permitem declarar o texto, facilitando a portabilidade de idiomas.

Neste sentido, o protótipo é constituído um pacote de ficheiros estruturados em pastas de acordo com a parte da interacção que implementam. Tradicionalmente, existem três pastas principais distintas com os nomes “content”, “skin” e “locale” para os ficheiros relativos aos contentores, aos temas e aos ficheiros de idiomas, respectivamente. Foi essa, de resto, a estrutura seguida no desenvolvimento.

5.3.1 Contentor

Na extensão desenvolvida, o contentor implementa duas interfaces distintas. Por um lado, é possível alterar a interface de utilização do Firefox através da inclusão de um contentor “overlay”. Através deste contentor é possível definir a estrutura XUL necessária para acrescentar os mecanismos referentes ao agrupamento de documentos e aos favoritos do novo paradigma de navegação. Por outro lado, é possível ainda definir uma nova janela, externa ao navegador, que possibilita a

implementação do histórico visual. Esta nova janela deve incluir um elemento do tipo SVG para a representação do grafo de navegação.

5.3.2 Tema

O tema da interface desenvolvida sobre a interface de base do navegador serve para estilizar alguns elementos da estrutura XUL e da própria interface do Firefox, de forma a incluir novas informações visuais. É possível dar ou retirar realce aos separadores através da alteração do seu tamanho ou cor, ou ainda identificar o estado dos documentos pela inclusão, no seu separador, de imagens representativas desse estado.

Relativamente à interface do histórico visual, o tema desenvolvido serve para personalizar os nós do grafo correspondentes aos documentos, permitindo identificar o estado dos documentos, assim como alterar a sua relevância, pela alteração do seu tamanho, cor ou opacidade.

5.3.3 Idioma

Dado que o protótipo desenvolvido pretende testar uma forma de interacção que conta predominantemente com informação visual para representar os seus conteúdos e o seu estado de desenvolvimento ainda não tem em conta a necessidade de difusão por vários países, apenas alguns vocábulos fundamentais foram acrescentados ao sistema de portabilidade de idioma, não sendo por isso uma parte da interacção muito explorada.

5.4 Hierarquia de Documentos

Tal como foi explicado na Secção 4.3, a hierarquização de documentos *web* tem como objectivo a sua estruturação por servidor, ou seja, por aplicação *web*.

Uma vez que o novo paradigma de navegação introduz o conceito de separador único por documento *web*, foi necessário desenvolver inicialmente esta funcionalidade para possibilitar a implementação da hierarquia de documentos proposta.

A hierarquização de documentos é implementada através de uma segunda camada de separadores correspondente aos servidores acedidos. Cada separador da nova camada é um grupo de documentos. A Figura 5.1 ilustra a implementação do protótipo para a estrutura de documentos apresentada na Figura 4.1, da Secção 4.3.2, na página 25. Na barra de separadores pode observar-se, da esquerda para a direita, o botão que remete o utilizador para o histórico visual, abordado na Secção 5.7, assim como os grupos de separadores. Podem observar-se dois grupos de separadores distintos, o “www.google.com” e o “twitter.com”, que contêm os documentos dos servidores respectivos.

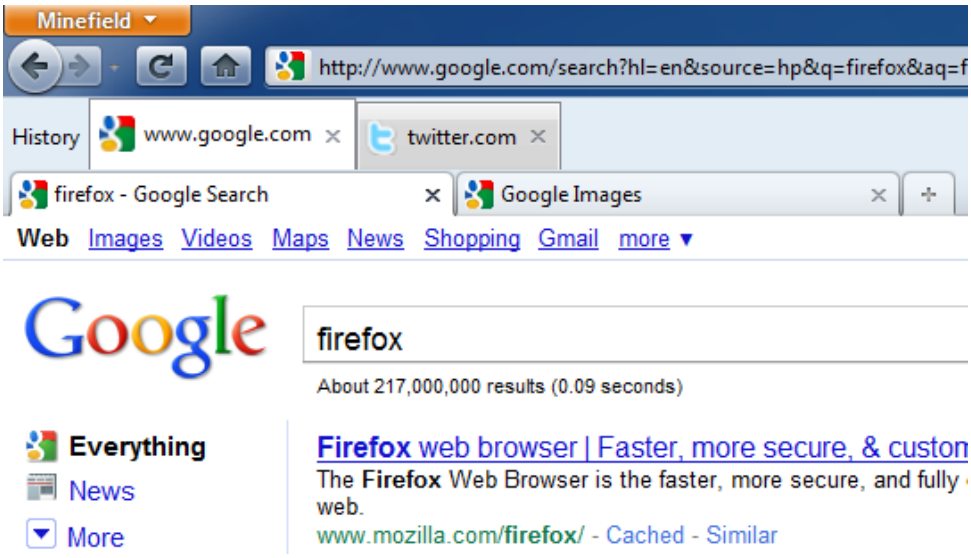

Figura 5.1: Protótipo — Hierarquia de Documentos

Cada grupo de documentos permite ao utilizador efectuar algumas acções que são repercutidas sobre todos os separadores incluídos nesse grupo. Estas acções são:

- Adicionar/remover o grupo aos/dos favoritos;
- Adicionar/remover os documentos do grupo aos/dos favoritos;
- Ancorar/retirar a âncora do grupo;
- Fechar o grupo.

A Figura 5.2 representa a lista de acções disponíveis no menu de contexto do grupo "twitter.com", quando o utilizador carrega com o botão direito do rato sobre o grupo.

Sempre que um utilizador abra um novo documento, caso este ganhe foco automaticamente, o seu grupo de documentos é aberto, mostrando todos os separadores nele incluídos. No entanto, caso o utilizador abra um novo documento mantendo o foco no documento actual, é necessário dar *feedback* que permita identificar facilmente a que grupo foi adicionado o novo documento. Este

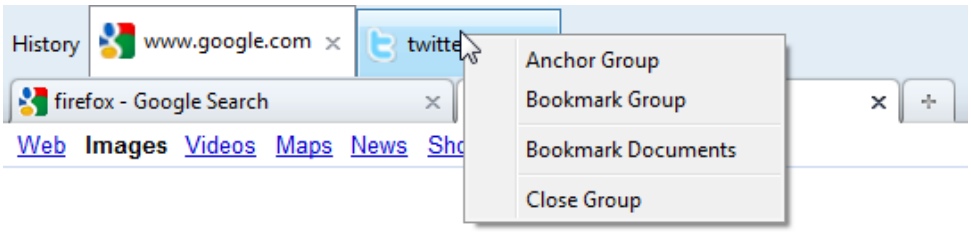

Figura 5.2: Protótipo — Acções dos Grupos de Documentos

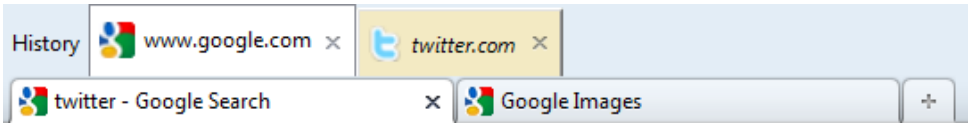

Figura 5.3: Protótipo — Grupo de Navegação Não Visitado

feedback é dado através da mudança de cor e do tipo de letra do separador do grupo ao qual o novo documento foi acrescentado. Na Figura 5.3, o grupo "twitter.com" encontra-se realçado, uma vez que contém documentos que o utilizador ainda não visualizou.

5.5 Gestão de Documentos

O paradigma actual de navegação remete a gestão de documentos para o utilizador. Contudo, o protótipo desenvolvido implementa o conceito de gestão automática de documentos introduzido no capítulo anterior. Desta forma, o utilizador pode optar por dois tipos de gestão de documentos: gestão automática ou manual.

Como foi referido no capítulo anterior, a gestão automática de documentos é realizada de acordo com um número máximo de documentos permitidos por grupo. O objectivo desta gestão é o de excluir documentos que já não sejam interessantes para a navegação, optimizando o espaço disponível para a apresentação dos separadores de documentos. Assim, sempre que um grupo ultrapassa o limite de documentos, os documentos mais antigos desse grupo são excluídos até que o número máximo seja reposto. Quando um documento é excluído automaticamente de um grupo, não é imediatamente excluído da sessão de navegação. É antes remetido para um grupo de documentos intermédio, com o mesmo número limite de documentos. Nesta altura o utilizador recebe um *feedback* visual de que um documento foi excluído automaticamente através do realce visual do grupo a que o documento pertencia e do grupo de documentos excluídos. Este grupo, quando visível, é o primeiro separador na barra dos grupos de documentos, facilitando a detecção dos documentos excluídos. Na Figura 5.4 é possível observar a localização deste grupo de documentos, que se encontra circundado.

A integração deste grupo intermédio entre a sessão de navegação e exclusão definitiva dos documentos, permite aos utilizadores verificarem quais os documentos que foram excluídos da sessão de navegação, tendo a possibilidade de os recuperar caso a sua exclusão tenha sido inadequada. Deste modo, apenas quando os documentos são excluídos deste grupo intermédio, é que

Figura 5.4: Protótipo — Mecanismos da Gestão Automática de Documentos

são definitivamente excluídos da sessão de navegação.

Os limites da gestão automática englobam todos os documentos activos no navegador excepto os documentos ancorados. Os documentos são promovidos a ancorados de duas formas distintas. Por um lado, qualquer documento não acedido pelo utilizador é automaticamente um documento ancorado, sendo posteriormente despromovido após o primeiro acesso. Por outro lado, o utilizador pode ainda definir manualmente documentos ou grupos de documentos ancorados. Na Figura 5.4, o grupo "twitter.com" e o documento "Google Images" encontram-se ancorados, como se pode observar pelos símbolos das âncoras, realçados através de quadrados.

Relativamente à restante gestão manual de documentos, o utilizador tem à sua disposição um conjunto alargado de acções. Pode optar por usar as acções pré-definidas do navegador, como excluir documentos, recuperar documentos previamente excluídos, marcar documentos como favoritos ou ainda alterar a sua posição relativa na barra de separadores, dentro de cada grupo. Para além destas acções, com o desenvolvimento de grupos de documentos, foi ainda necessário acrescentar algumas acções para a sua gestão. Desta forma, o utilizador passa a poder contar com a possibilidade de excluir grupos de documentos, excluindo da navegação todos os documentos desse grupo, assim como marcar grupos como favoritos, cujas repercussões serão analisadas na Secção 5.8.

5.6 Relação entre Documentos

De forma nativa, o navegador Firefox, assim como os navegadores da corrente geração, não integram a noção de relação entre separadores distintos, sendo necessário que a extensão realize esta gestão de forma autónoma.

Cada documento pode estar relacionado no máximo com dois documentos distintos: o documento origem e o documento destino. Quando um novo documento é aberto, a extensão deve actualizar as relações de ambos os documentos. No documento inicial actualiza-se o documento destino, ao passo que no novo documento actualiza-se o documento origem, sendo criada a relação.

Estas relações podem ser acedidas pelo utilizador da mesma forma que no paradigma actual através da navegação pelo histórico do separador. Deste modo, o utilizador pode aceder ao documento origem e ao documento destino usando as mesmas acções que usa no paradigma actual para navegar para o documento anterior e para o documento seguinte do histórico da sessão, respectivamente, através da interacção com o botão de retrocesso e de avanço. Na eventualidade dos documentos de origem ou destino já terem sido excluídos da sessão de navegação, serão, desta forma, reabertos.

As relações entre os documentos são persistentes durante a sessão de navegação, ou seja, na eventualidade de um documento ser excluído da sessão, quando é reaberto recupera as suas relações de modo a não quebrar o caminho de navegação do utilizador. No entanto, existe uma forma de quebrar o caminho de navegação: caso um documento seja acedido a partir de diferentes origens ou se a partir dele se aceder a diferentes destinos. A actualização da relação dos documentos

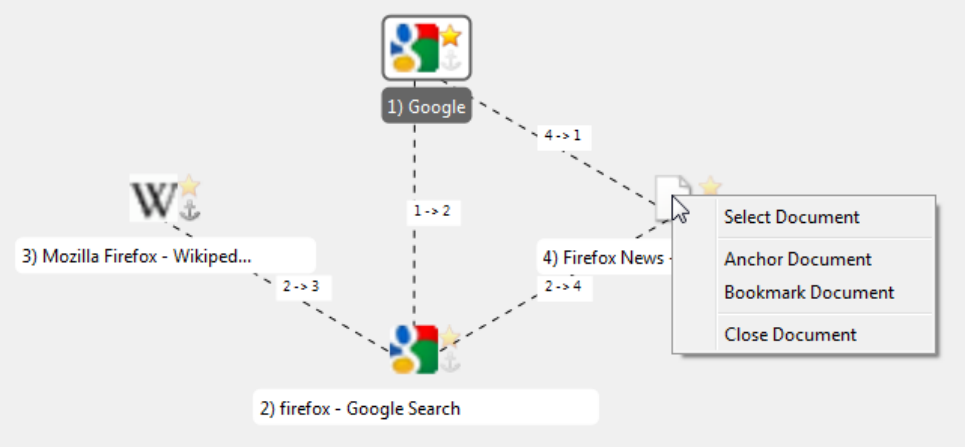

Figura 5.5: Protótipo — Histórico Visual

não é cumulativa, sobrepondo-se uma nova relação à relação anterior. De forma a colmatar esta quebra foi desenvolvido um histórico visual, que é introduzido na secção seguinte.

5.7 Histórico Visual

O histórico visual é uma representação em grafo da sequência dos documentos visitados durante toda a sessão de navegação. Esta representação serve de auxílio ao utilizador para recuperação ou contextualização de documentos ou de ramos de navegação perdidos durante a navegação.

O grafo de navegação foi desenvolvido recorrendo a uma implementação inicial da autoria de Georg Hackenberg[1] [Hac09] que permite uma disposição aceitável dos nós no grafo. No entanto, à medida que a complexidade aumenta torna-se insuficiente. Deste modo, foi incluída a possibilidade do utilizador arrastar os nós manualmente, permitindo-lhe melhorar a sua disposição.

O histórico visual, que está implementado numa janela externa ao navegador, encontra-se à disposição do utilizador a qualquer momento da navegação. A janela integra um elemento SVG que serve para a implementação de um grafo que representa o caminho de navegação global construído durante a sessão de navegação. Os nós do grafo representam os documentos ou os grupos de documentos da sessão de navegação. Cada nó tem uma imagem do *favicon* do documento que representa.

A Figura 5.5 é a implementação no protótipo da estrutura definida na Figura 4.2, da Secção 4.5, na página 27. Para além dos documentos e das suas ligações, pode identificar-se o documento em foco e observar-se as acções possíveis no menu de contexto de cada documento, leia-se nó, assim como o estado de favorito ou ancorado dos vários documentos, através da opacidade dos seus ícones. Na figura, enquanto o documento "Google" é um documento favorito que é simultaneamente o foco da navegação, o documento "Mozilla Firefox – Wikipéd..." encontra-se ancorado.

[1] Engenheiro informático da Alemanha, Europa, com conhecimentos em desenvolvimento *web*, extracção de informação e programação gráfica.

A representação gráfica do histórico permite a interacção por parte do utilizador com os documentos visitados durante a sessão de navegação. A interacção com os documentos permite abrir, focar e excluir documentos da sessão de navegação assim como marcar como favoritos ou ancorar documentos. Para abrir ou focar um documento basta carregar no nó correspondente no gráfico com o botão esquerdo do rato, ao passo que para fechar o documento basta carregar no nó com o botão central do rato. Para marcar como favorito ou ancorar um documento devem-se usar os controladores disponíveis junto do nó. Por outro lado, é possível realizar todas as acções mencionadas através do menu de contexto, acedido carregando no nó com o botão direito do rato.

Devido ao facto do histórico visual lidar com documentos activos e excluídos da sessão de navegação foi necessário estabelecer uma diferenciação intuitiva entre ambos os tipos de documentos. Assim, os documentos activos são representados por nós opacos, ao passo que os documentos excluídos possuem um factor de transparência.

5.8 Integração dos Favoritos

Tal como referido na Secção 4.6, o protótipo desenvolvido tem como objectivo aumentar a utilidade dos favoritos no que diz respeito à sua relevância na navegação. A forma encontrada para melhor aproveitar o seu potencial interesse para o utilizador consiste na sua integração através de um grupo de documentos. Este grupo é constituído pelos documentos favoritos abertos na sessão de navegação. O grupo dos favoritos, ao contrário dos demais grupos de documentos, encontra-se localizado sempre na mesma posição. Desta forma, o utilizador pode aceder de uma forma fácil e rápida aos documentos favoritos abertos, sem ter que andar à sua procura nos menus do navegador ou nos grupos de documentos. Este grupo tem dois estados possíveis, podendo estar recolhido ou expandido, tal como se pode observar na Figura 5.6 e na Figura 5.7, respectivamente.

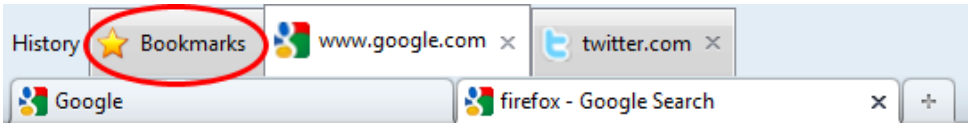

Figura 5.6: Protótipo — Grupo de Documentos Favoritos Activos (Expandido)

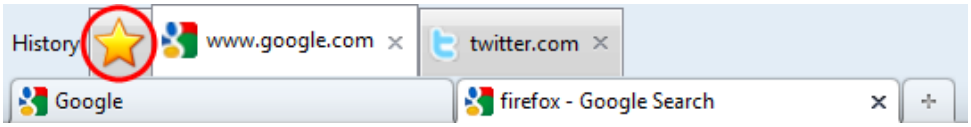

Figura 5.7: Protótipo — Grupo de Documentos Favoritos Activos (Recolhido)

Quando o grupo de navegação dos favoritos está seleccionado, o utilizador passa a poder visualizar todos os documentos favoritos abertos na navegação. Sempre que o utilizador tiver

Figura 5.8: Protótipo — Grupo de Documentos Favorito

seleccionado o grupo dos favoritos e abrir um novo documento, é primeiro verificado se esse documento está marcado como favorito.

Os grupos possuem uma acção que permite adicionar os documentos abertos dentro do grupo à barra de favoritos. Os documentos são adicionados dentro de uma pasta com o nome do grupo e a data em que foram adicionados, de forma a melhorar a contextualização dos documentos adicionados.

Como foi referido no capítulo anterior, existe a possibilidade de marcar grupos de documentos como favoritos. Se um grupo estiver marcado como favorito o sistema destaca-o com um símbolo representativo do seu estado, como se pode observar na Figura 5.8, na qual o grupo "twitter.com" é um grupo de documentos favorito.

Todos os documentos de um grupo favorito são detectados como conteúdos favoritos devido ao seu potencial interesse para o utilizador. Desta forma, a detecção de favoritos é alargada a documentos aos quais o utilizador pode nunca ter acedido.

A detecção de ligações a documentos favoritos existentes no conteúdo de outros documentos, apresenta-se como um novo mecanismo que pretende aumentar a utilidade dos favoritos na navegação. Caso um documento contenha uma ligação a um documento favorito, a extensão detecta essa ligação e verifica que tipo de favoritos se trata, ou seja, se se trata de um favorito normal ou de um conteúdo favorito. Deste modo, quando o utilizador tenta aceder a essa ligação, o sistema emite um *feedback* gráfico através de uma imagem com o símbolo dos favoritos para informar o utilizador que tal ligação tem como destino um documento que é potencialmente do seu interesse. A Figura 5.9 e a Figura 5.10 representam a detecção de documentos e conteúdos favoritos, respectivamente, realçando, à direita, o símbolo de detecção. É de notar que o símbolo utilizado para os favoritos normais é diferente do usado para os conteúdos favoritos. Deste modo, o utilizador pode facilmente identificar qual o tipo de favorito referenciado, conseguindo facilmente saber se o seu conteúdo já foi visitado ou se há a possibilidade de nunca ter sido acedido.

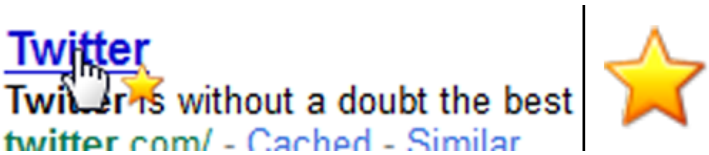

Figura 5.9: Protótipo — Detecção de Documento Favorito e Símbolo

Figura 5.10: Protótipo — Detecção de Conteúdo Favorito e Símbolo

5.9 Prototipagem Evolutiva

A metodologia de desenvolvimento de *software* aplicada na implementação do protótipo funcional foi a prototipagem evolutiva [AAB06].

A prototipagem permitiu um desenvolvimento faseado do sistema, com a redefinição de requisitos no início de cada etapa. Deste modo, durante a implementação do protótipo foi possível aperfeiçoar alguns mecanismos de interacção assim como redefinir alguns pormenores relativamente aos conceitos do próprio paradigma de navegação proposto.

De seguida são apresentadas as três etapas principais do desenvolvimento:

- Gestão de documentos: agrupamento de documentos e respectivas acções e gestão automática;

- Histórico visual: integração evolutiva das suas funcionalidades: primeiro marcar documentos como favoritos e, posteriormente, ancorar documentos;

- Favoritos: criação do grupo de favoritos activos e, posteriormente, detecção de ligação a documentos favoritos.

No final da primeira iteração, a gestão automática de documentos proposta no paradigma de navegação foi aperfeiçoada com a inclusão de dois melhoramentos essenciais. Por um lado, os novos documentos abertos passaram a ficar automaticamente ancorados para evitar a sua exclusão antes de serem visitados. Por outro lado, a antiguidade dos documentos deixou de ser relativamente à data de abertura do documento, como tinha sido inicialmente definido, passando a ser estabelecida de acordo com os acessos do utilizador.

A fase de implementação do histórico visual provocou a necessidade de reformulação da estrutura do protótipo a fim de permitir alterar o estado da navegação sem que fossem realizadas acções directas sobre o sistema de separadores. No final desta fase foi ainda redefinida a forma de destaque do documento focado na navegação, que era pouco expressiva.

A última etapa de desenvolvimento, nomeadamente, a criação do grupo de favoritos activos, revelou-se um desafio pela necessidade de alterar algumas funcionalidades inerentes aos grupos, como a possibilidade de recolher/expandir o grupo ou a impossibilidade de excluir um grupo da sessão de navegação. Algumas destas funcionalidades foram ainda incluídas no grupo dos documentos excluídos pela gestão automática.

5.10 Limitações

O protótipo desenvolvido para a prova de conceito conta, no entanto, com algumas limitações devido a dificuldades de implementação do novo paradigma em determinadas situações.

A principal limitação resulta da dificuldade de propagação de pedidos do tipo POST para novos separadores. Desta forma, se um documento efectuar um pedido do tipo POST, existe uma impossibilidade técnica da extensão implementada aceder ao conteúdo desse pedido. Por essa razão torna-se impossível replicá-lo num novo separador, perdendo-se o paradigma de um separador único por documento. Neste sentido, quando a extensão detecta que o utilizador submeteu um pedido do tipo POST, não efectua a sua propagação para um novo separador, como seria de esperar, uma vez que o resultado obtido seria um separador vazio. Ao invés disso, o pedido é aberto no mesmo separador.

Por outro lado, a relação entre documentos possui igualmente algumas limitações. Quando um documento é aberto a partir de outro documento, independentemente da forma, é criada uma relação entre ambos, na forma de histórico, que permite ao utilizador percorrer para a frente e para trás o caminho da sua navegação. Isto implica que seja a extensão a introduzir o registo de documentos no histórico do separador, uma vez que esta funcionalidade não se encontra implementada nativamente para separadores distintos. No entanto, os métodos disponíveis no Firefox para introduzir registos no histórico dos separadores impossibilitam a extensão de acrescentar registos que não tenham o mesmo servidor que o do documento visualizado no separador. Esta limitação técnica deve-se essencialmente a motivos relacionados com segurança. No entanto, a manipulação do histórico permite guardar um estado da página anterior. Tirando vantagem dessa possibilidade, é guardado no estado do registo o endereço do documento relacionado, detectando posteriormente os pedidos para navegar no histórico, para garantir que é esse o endereço usado. Desta forma, ainda que nativamente o endereço previsto, visível na barra de estado, para a ligação do histórico seja o mesmo que o da página actual, a relação entre documentos é assegurada.

O histórico visual possui algumas limitações de interacção. A relação entre os documentos não é representada por meio de setas direccionais, mas por arestas sem direcção. Esta limitação é esbatida pela inclusão de caixas de texto representativas da direcção, mas ainda assim perturba a legibilidade do caminho navegação, aumentando até a complexidade do grafo.

Por fim, resta referir que o protótipo desenvolvido não conta com persistência de informação entre sessões de navegação. A informação relativa à relação entre documentos e ao histórico visual não é guardada entre sessões, sendo que estas funcionalidades encontram-se implementadas prevendo a sua utilização apenas durante uma sessão de navegação única. Esta limitação não tem, no entanto, quaisquer consequências negativas relativamente ao estudo da usabilidade do paradigma, uma vez que os testes de usabilidade não necessitam da utilização de diferentes sessões de navegação. A qualidade da interacção pode ser medida durante uma sessão de navegação apenas.

5.11 Resumo

Neste capítulo foram apresentados os mecanismos de interacção que implementam os conceitos desenvolvidos no capítulo anterior que fazem parte do novo paradigma de navegação. O protótipo funcional é uma extensão do navegador Mozilla Firefox desenvolvido recorrendo à linguagem Mozilla XUL, cujas funcionalidades são implementadas em JavaScript.

A gestão de documentos é realizada abrindo documentos distintos em separadores distintos e introduzindo uma segunda camada de separadores para a representação da hierarquia dos documentos. Esta hierarquia permite ainda a realização de acções sobre determinados conjuntos de documentos, assim como a gestão automática de documentos por grupo.

Foi desenvolvido um grafo de navegação para representação do histórico, sendo integrado numa janela independente e permitindo a interacção com os documentos de navegação visitados.

Os favoritos são integrados pela introdução de um grupo que reúne os documentos favoritos activos e pela detecção de ligações a documentos favoritos.

No próximo capítulo é analisada a usabilidade do protótipo desenvolvido e são definidos os requisitos necessários para a realização dos testes de usabilidade, cujos resultados são apresentados no Capítulo 7.

Capítulo 6

Usabilidade do Sistema

Este capítulo faz uma análise das heurísticas de usabilidade utilizadas durante o desenvolvido do protótipo funcional. Posteriormente, são ainda definidas a tarefas para os testes de usabilidade assim como os requisitos do conjunto de utilizadores que irá realizar esses testes.

6.1 Introdução

O *design* do protótipo funcional deve ser capaz de transmitir ao utilizador os conceitos essenciais do paradigma de navegação proposto. No entanto, como o paradigma de navegação *web* actual já faz parte dos modelos conceptuais da grande maioria dos utilizadores, torna-se difícil introduzir novos conceitos de interacção. Por este motivo, a usabilidade do sistema desenvolvido torna-se vital para provar ou refutar os mecanismos introduzidos com o novo paradigma de navegação proposto.

6.2 Heurísticas de Usabilidade

Com o objectivo de manter a usabilidade do sistema ao mais alto nível, foi seguido um conjunto de heurísticas de usabilidade no seu desenvolvimento. Estas heurísticas têm o propósito de assegurar que a qualidade de interacção do sistema não coloca em causa os conceitos do paradigma de navegação introduzido.

Nesta secção são expostas as heurísticas de usabilidade seguidas no desenvolvimento da prova de conceito. Estas heurísticas estão perfeitamente estabelecidas no contexto da usabilidade, tendo sido propostas por Jacob Nielsen [Nie05]. Nas secções seguintes são enunciadas as heurísticas e posteriormente expostas as medidas seguidas para cumprir com cada heurística. Apesar das heurísticas propostas por Jacob Nielsen serem dez, só vão ser analisadas oito dessas heurísticas, uma vez que não faz sentido, neste trabalho, analisar as heurísticas sobre:

- Ajudar os utilizadores a reconhecer, diagnosticar e recuperar a ocorrência de erros;

- Ajuda e documentação.

6.2.1 Visibilidade do Estado do Sistema

> "O sistema deve manter o utilizador informado a todo o momento acerca de tudo o que se passa através de *feedback* apropriado" [Nie05].

6.2.1.1 Novos Documentos

Sempre que é criado um novo documento, existem dois estados pelos quais o documento passa antes do seu carregamento total. Numa primeira fase, o novo documento é acrescentado ao grupo de carregamento sem que o navegador saiba a que grupo pertence. Desta forma, o utilizador tem sempre a informação se existem ou não documentos em carregamento. Posteriormente, quando o documento reúne a informação necessária para saber a que grupo de documentos pertence, a extensão trata de o reencaminhar para o grupo correspondente (caso ainda não exista, deve antes criá-lo), realçando o grupo ao qual o documento foi acrescentado, mudando a sua cor e brilho e mudando o seu nome para itálico, mantendo-se assim até ser acedido.

6.2.1.2 Gestão Automática de Documentos

Sempre que um documento é excluído automaticamente, antes de ser eliminado é acrescentado ao grupo de documentos da gestão automática, que é realçado através da sua cor. Quando este processo acontece, o grupo do documento excluído e o grupo da gestão automática são ambos realçados, através da sua cor e tipo de letra, de forma a indicar ao utilizador a que servidor pertencia o documento automaticamente excluído.

6.2.1.3 Favoritos

A inclusão de um grupo para documentos favoritos é por si só uma forma de informar o utilizador de que tem na sua sessão de navegação alguns documentos de potencial interesse.

Quanto à informação que indica se um documento individual é ou não favorito, o Firefox já faz essa distinção de forma nativa, através de uma estrela análoga à usada no protótipo funcional para representação do grupo de favoritos.

6.2.1.4 Histórico Visual

O caminho de navegação permite ao utilizador saber o estado actual do sistema assim como o estado passado do sistema, uma vez que consiste numa representação gráfica do histórico. A diferença entre o estado actual e passado é representada pela transparência dos nós que representam os documentos. Os documentos activos no navegador são totalmente opacos ao passo que os documentos previamente acedidos, mas que já não se encontram activos na sessão de navegação, possuem uma certa transparência.

6.2.2 Correspondência entre o Sistema e a Realidade

> "O sistema deve 'falar' a linguagem dos utilizadores com frases e conceitos familiares e não específicos do sistema. Devem ser seguidas as convenções do mundo real, fazendo com a informação apareça de forma natural e lógica" [Nie05].

6.2.2.1 Documentos Ancorados e Gestão Automática

Os conceitos de documentos ancorados e da gestão automática de documentos pretendem ser intuitivos para o utilizador. O conceito de âncora que é utilizado para os documentos imunes à gestão automática é análogo ao dos barcos ancorados. Pretende-se transmitir ao utilizador a noção que esses documentos estão presos, no sentido que não podem deixar o grupo, tal como um barco ancorado não pode deixar o cais.

Por seu lado, o grupo de documentos excluídos automaticamente é representado por um caixote do lixo, representando a iminência de serem permanentemente excluídos. Este conceito é, de resto, já utilizado nos sistemas operativos no conceito da reciclagem.

6.2.2.2 Interface baseada em Separadores

A interface baseada em separadores é por si só uma analogia aos separadores existentes na realidade em cadernos e livros. O facto de este conceito ser de fácil compreensão e estar actualmente estabelecido nos modelos conceptuais dos utilizadores foi uma das razões pelas quais se decidiu apostar na sua continuidade para a representação dos grupos de documentos.

6.2.3 Controlo e Liberdade do Utilizador

> "Os utilizadores muitas vezes usam funcionalidades do sistema erradamente e precisam de uma opção claramente marcada como 'saída de emergência' para sair do estado indesejado sem terem que passar por um diálogo extenso. O sistema deve possibilitar a recuperação do seu estado anterior" [Nie05].

6.2.3.1 Documentos e Grupos Excluídos

O controlo e a liberdade do utilizador foram uma parte importante do desenvolvimento. A funcionalidade que denota este controlo mais cabalmente é a gestão automática de separadores. Houve um cuidado em relação a esta funcionalidade para, por um lado, acrescentar automatismos na exclusão de separadores mas, por outro, manter o utilizador com o controlo do estado da navegação. Neste sentido, foram acrescentadas duas funcionalidades: a possibilidade de ancorar documentos e a inclusão de um grupo intermédio, para o qual os documentos serão remetidos antes de serem permanentemente excluídos.

Em termos de recuperação de separadores ou documentos excluídos, o Firefox já possui essa funcionalidade de forma nativa. No entanto, não foi incluída a possibilidade de recuperar grupos completos de separadores. Esta decisão passou pela imprevisibilidade da sua usabilidade na gestão

automática de separadores. Caso se recuperasse um grupo com o número máximo de documentos, isso significaria que os documentos activos do grupo seriam imediatamente excluídos, resultando num processo totalmente alheio ao controlo do utilizador.

6.2.4 Consistência e Normas

> "Os utilizadores não devem ter que pensar se diferentes palavras, situações ou acções têm o mesmo significado. O sistema deve implementar e seguir as convenções da plataforma em que está integrado" [Nie05].

6.2.4.1 Novos Documentos

Apesar da mudança de paradigma quando o utilizador abre um novo documento, existe uma consistência de acções entre o novo paradigma e o paradigma actual. Esta consistência denota-se no foco dos documentos, ou seja, se ganha foco o documento origem ou o documento destino. No paradigma actual de navegação, o utilizador tem duas formas de abrir documentos: ou abre os documentos no mesmo separador ou num separador diferente, resultando, respectivamente, no foco do documento origem ou do documento destino. Do mesmo modo, na prova de conceito implementada, o utilizador tem a possibilidade de efectuar os dois tipos de acções que, apesar de ambas resultarem na criação de um novo separador para o novo documento, na primeira o documento origem perde o foco para o documento destino, ao passo que na segunda o documento destino é aberto sem foco.

6.2.4.2 Relação entre Documentos

A relação entre documentos desenvolvida na prova de conceito está consistente com o paradigma actual de navegação. Os utilizadores interagem com essas relações da mesma forma que navegariam pelo histórico dos vários separadores, retrocedendo e avançando, de modo a navegar pelos documentos visitados, fazendo uso, por exemplo, dos botões de retroceder e avançar.

6.2.4.3 Gestão de Grupos

A representação dos grupos é realizada por intermédio de separadores. Neste sentido, todas as acções que os utilizadores estão habituados a realizar com os separadores do navegador são replicadas com os separadores dos grupos, exceptuando a possibilidade de arrastar os separadores para mudar a sua ordem.

6.2.5 Prevenção de Erros

> "Melhor que mensagens de erro apropriadas é um *design* que previna um problema de ocorrer em primeiro lugar. O sistema deve eliminar ou verificar situações de erro iminente e apresentar ao utilizador confirmações antes de efectuar determinadas acções" [Nie05].

6.2.5.1 *Design* do Protótipo

Como qualquer sistema de interacção, apesar de não estar totalmente completo, houve um grande esforço em garantir que a interacção não possuísse defeitos de interacção (*bugs*). Em algumas situações as verificações efectuadas podem até roçar o exagero. No entanto, devido ao carácter algo imprevisível da interacção *web*, que pressupõe um grande número de acções paralelas, optou-se por uma abordagem de desenvolvimento cuja prioridade passou pela verificação e prevenção de erros em detrimento de eventuais optimizações de desempenho. As verificações mais proeminentes detectam as alterações de domínios dos documentos, a sua condição de favorito e as verificações necessárias para a gestão automática de documentos.

Esta abordagem cautelosa foi tomada tendo em conta que a prova de conceito pretende testar uma nova forma de interacção e o desempenho obtido nunca pôs em causa essa averiguação.

6.2.5.2 Exclusão de Grupos de Separadores

A única acção que necessita de confirmação do utilizador para a sua realização é a exclusão de grupos de separadores, uma vez que a sua execução pode resultar na exclusão de um número elevado de separadores. No entanto, é possível desactivar esta opção para dar mais liberdade aos utilizadores que vejam essa confirmação como um passo desnecessário.

6.2.6 Reconhecimento em vez de Lembrança

> "O sistema deve minimizar a necessidade dos utilizadores usarem a memória, tornando os objectos, as acções e as opções visíveis. O utilizador nunca deve necessitar de se lembrar da informação de uma secção para a outra. As instruções do sistema devem ser visíveis ou facilmente adquiridas, quando apropriado" [Nie05].

6.2.6.1 Grupos de Documentos e Histórico Visual

Todas acções relativas aos grupos de documentos e ao histórico visual podem ser visualizadas através de um menu de contexto, acedido através do botão direito do rato. Desta forma, o utilizador pode facilmente escolher a acção que pretende sem ter a necessidade de se lembrar de quais as acções disponíveis.

O estado dos documentos pode ser igualmente visualizado no histórico visual. Sejam favoritos ou documentos ancorados, o utilizador não necessita de voltar ao contexto de navegação para saber o seu estado.

A introdução dos grupos de separadores requer, no entanto, que o utilizador memorize os documentos dos grupos que não se encontram focados. Apesar deste inconveniente de usabilidade, o número máximo de nove documentos por grupo foi definido com o objectivo de minimizar o esforço dos utilizadores neste sentido, como foi referido na Secção 4.4, na página 25.

6.2.7 Flexibilidade e Eficiência de Utilização

> "Aceleradores, invisíveis para o utilizador inexperiente, podem muitas vezes acelerar a velocidade da interacção para os utilizadores mais experientes, pelo que o sistema pode ser apelativo para ambos os tipos de utilizadores. O sistema deve permitir aos utilizadores personalizar acções frequentes" [Nie05].

6.2.7.1 Grupos de Documentos e Histórico Visual

Devido ao facto do protótipo desenvolvido possuir acções facilmente reconhecíveis e acessíveis, a sua forma de utilização é independente à experiência dos utilizadores. No entanto, deve referir-se a possibilidade de fechar grupos de documentos ou documentos individuais através do uso do botão central do rato que requer um nível de experiência acima do normal. Tal interacção é comum quer no contexto de navegação, quer no histórico visual, sendo ainda possível no histórico abrir ou aceder a um documento carregando no nó correspondente.

Adicionalmente, é ainda possível navegar pelos grupos de documentos através da combinação de teclas "ctrl", "alt" e "seta esquerda" ou "seta direita" para navegar para o grupo à esquerda ou à direita, respectivamente.

6.2.8 *Design* Estético e Minimalista

> "O sistema não deve conter informação irrelevante ou raramente necessária. Cada unidade de informação extra compete com as unidades relevantes de informação e diminui a sua visibilidade relativa" [Nie05].

6.2.8.1 Separadores

Quando o utilizador abre um novo documento, caso opte por dar ênfase ao documento destino, o documento origem fica com um aspecto mais minimalista. Quer o seu texto, quer o seu tamanho diminuem, de forma a dar ênfase aos restantes documentos. O facto de o utilizador dar foco ao documento que está a abrir, significa que o documento origem diminuiu de importância relativamente ao documento aberto, pelo que a diminuição do seu realce reduz a entropia da sessão de navegação.

6.2.8.2 Histórico Visual

A representação dos documentos no histórico visual permite esconder o nome das páginas, diminuindo a confusão e permitindo ao utilizador focar a sua atenção nas ligações e no fluxo da navegação.

6.3 Testes de Usabilidade

A avaliação do paradigma proposto é realizada sob a forma de testes de usabilidade, cujo objectivo é testar os mecanismos de interacção introduzidos. Desta forma, o protótipo desenvolvido deve ser avaliado recorrendo a testes com observação directa de utilizadores a interagirem com o protótipo desenvolvido e posterior preenchimento de um questionário.

A estruturação dos testes de usabilidade engloba a elaboração de um guião de tarefas que permitam verificar a usabilidade dos mecanismos mais importantes do protótipo assim como a definição dos requisitos do conjunto de utilizadores que deve realizar o teste.

6.3.1 Tarefas

Nesta secção são explicados os objectivos das tarefas definidas no guião que se encontra incluído no Anexo A. O teste de usabilidade conta com dois conjuntos de tarefas semelhantes. O primeiro conjunto é constituído por oito tarefas, ao passo que o segundo conjunto conta com uma tarefa extraordinária e específica do paradigma proposto. O utilizador deve realizar o primeiro conjunto de tarefas no seu navegador preferencial e o segundo conjunto no protótipo desenvolvido.

As tarefas constituem acções simples a realizar no decorrer da navegação *web*, geralmente acessíveis a todo o tipo de utilizadores, independentemente do seu nível. Cada uma delas tem um objectivo específico, o qual deverá ser analisado durante cada teste de usabilidade.

6.3.1.1 Tarefa 1: Navegação Linear

A tarefa 1 permite uma navegação linear entre os documentos *web*, uma vez que existem ligações explícitas entre todos os documentos visitados, não sendo necessária a utilização dos separadores. Esta tarefa tem o objectivo de ambientar o utilizador ao novo paradigma de navegação orientado aos documentos.

Com esta tarefa pretende-se que o utilizador se aperceba que à medida que vai acedendo aos documentos *web*, estes vão sendo abertos em novos separadores e sempre dentro do mesmo grupo.

6.3.1.2 Tarefa 2: Acção sobre um Grupo

A tarefa 2 pretende testar a capacidade dos utilizadores em efectuar uma acção do grupo, através da marcação dos documentos do grupo como favoritos. Caso o utilizador tire o proveito máximo do paradigma, deve conseguir realizar esta acção mais rapidamente que na primeira parte do teste e com mais organização devido à introdução da hierarquia de pastas ao adicionar os favoritos.

Esta acção também pretende ainda verificar até que ponto os utilizadores percebem a diferença entre adicionar o grupo aos favoritos e adicionar os documentos do grupo aos favoritos.

6.3.1.3 Tarefa 3: Navegação Não Linear

A tarefa 3 necessita que os utilizadores retrocedam na navegação, ou façam uso da interface de documentos em separadores. Desta forma é possível distinguir os utilizadores que possuem os modelos conceptuais necessários para o uso da interface de separadores, podendo analisar-se os resultados de acordo com o nível dos utilizadores.

6.3.1.4 Tarefa 4: Diferença entre Grupo e Documento

A tarefa 4 serve para averiguar se os utilizadores percebem a diferença conceptual entre grupos e documentos.

6.3.1.5 Tarefa 5: Detecção de Favoritos

A tarefa 5 tem como objectivo evidenciar a utilização por parte dos utilizadores de um conceito introduzido no novo paradigma de navegação: a detecção de ligações a documentos favoritos no conteúdo dos documentos *web*.

6.3.1.6 Tarefa 6: Facilidade de Interacção com Grupos

A tarefa 6 permite demonstrar a facilidade de utilização que o agrupamento dos documentos permite introduzir. O utilizador deve conseguir realizar esta tarefa mais rapidamente e com um menor número de passos devido ao potencial das acções implementadas sobre os grupos de documentos.

6.3.1.7 Tarefa 7: Grupo de Favoritos Activos

A tarefa 7 deve permitir averiguar a usabilidade do grupo de documentos favoritos activos. O utilizador deve conseguir perceber que, se aceder a esse grupo, pode facilmente identificar o documento que lhe interessa.

6.3.1.8 Tarefa 8: Conjunto de Documentos Favoritos

A tarefa 8 deve demonstrar que a organização dos favoritos é importante, uma vez que é mais simples e rápido abrir instantaneamente um conjunto de favoritos organizados numa pasta do que um a um a partir de um menu ou da barra de favoritos.

6.3.1.9 Tarefa 9: Interpretação do Histórico Visual

A tarefa 9 tem um carácter flexível, possuindo objectivos diferentes, dependendo do nível do utilizador. Para utilizadores pouco experientes com os mecanismos de navegação, o objectivo passa por saber se compreendem que o mecanismo em causa é uma representação da navegação que realizaram e se conseguem reproduzir o seu caminho de navegação. Os utilizadores mais

experientes devem ainda efectuar algumas acções como abrir e fechar documentos assim como marcar documentos como favoritos ou ancorados.

6.4 Requisitos do Conjunto de Utilizadores

Apesar da ideia generalizada em contrário, conseguem-se óptimos resultados com testes de usabilidade pequenos a um grupo não superior a cinco utilizadores [Nie00]. Cinco utilizadores permitem dissipar 85 % dos problemas de usabilidade de um sistema, existindo ganhos claros de informação de teste para teste [NL93]. A partir de cinco utilizadores, os ganhos de informação diminuem pelo que, continuar para além desse número, torna-se num gasto de recursos desnecessário.

Apesar da recomendação de cinco utilizadores para a realização dos testes de usabilidade, o protótipo funcional desenvolvido interfere com modelos conceptuais extremamente estabelecidos e com os quais os utilizadores se encontram perfeitamente confortáveis. Por este motivo, para a análise da usabilidade da prova de conceito desenvolvida serão usados dois grupos, cada um constituído por cinco utilizadores. Deste modo, um dos conjuntos de utilizadores deve ser formado aleatoriamente, tendo a possibilidade de conter utilizadores com níveis de experiência distintos, ao passo que o segundo grupo deve ser formado com utilizadores cuja experiência é elevada e conhecida à partida. Pretende-se, desta forma, avaliar o protótipo com todo o tipo de utilizadores, mas tendo a certeza que existe um nível mínimo de experiência garantido de modo a conseguir avaliar com mais precisão a qualidade de interacção do protótipo desenvolvido e a utilidade dos conceitos e dos mecanismos introduzidos com o novo paradigma de navegação.

6.5 Resumo

Neste capítulo foi possível constatar que o desenvolvimento do protótipo funcional teve em conta o cumprimento de um conjunto alargado de heurísticas de usabilidade. Por outro lado, foram definidas as tarefas para os testes de usabilidade e os requisitos do conjunto de utilizadores para a realização desses testes.

Por um lado, as tarefas definidas têm como objectivo testar diferentes mecanismos de interacção. Por outro lado, o conjunto de utilizadores deve possuir um nível mínimo de experiência *web* para que seja possível analisar a utilização dos mecanismos de navegação introduzidos.

No próximo capítulo são analisados os resultados dos testes de usabilidade realizados, sendo possível apurar o sucesso ou insucesso do paradigma de navegação desenvolvido.

Capítulo 7

Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados dos testes de usabilidade que permitem determinar a utilidade e usabilidade dos mecanismos de interacção introduzidos pelo novo paradigma de navegação *web*.

7.1 Introdução

Os resultados do protótipo funcional foram obtidos através da análise dos testes de usabilidade realizados a um conjunto de dez utilizadores distintos.

A análise dos testes de usabilidade permite, por um lado, recolher objectivamente padrões de interacção evidentes ao longo das tarefas realizadas. Por outro lado, os questionários realizados após as tarefas permitem obter opiniões subjectivas dos utilizadores. Desta forma, a análise dos resultados é também dividida entre a objectividade das tarefas e a subjectividade dos questionários.

7.2 Caracterização do Conjunto de Utilizadores

A caracterização do conjunto de utilizadores que realizaram o teste é um dado importante para a recolha de resultados. A Tabela 7.1 apresenta as características da população de utilizadores que efectuaram os testes de usabilidade.

A idade dos utilizadores encontra-se num intervalo entre os 23 e os 32 anos. Pode constatar-se que quatro dos dez utilizadores possuem um nível de experiência baixo, sendo que os restantes são utilizadores experientes. Os navegadores preferenciais da população que realizou os testes são o Internet Explorer e o Google Chrome, com quatro utilizadores cada um. O Firefox e o Opera dividem-se pelos restantes dois utilizadores.

Analisando as características do conjunto de utilizadores, pode constatar-se que esta população preenche os requisitos pré-estabelecidos na Secção 6.4. Deste modo, nas secções seguintes passa-se à análise dos resultados obtidos a partir dos testes de usabilidade.

Tabela 7.1: Caracterização do Conjunto de Utilizadores

	Idade	**Ocupação**	**Nível de Experiência**	**Navegador**
Utilizador 1	28	Estudante de Doutoramento	Baixo	Internet Explorer
Utilizador 2	32	Cargo Administrativo	Baixo	Internet Explorer
Utilizador 3	32	Advogado	Baixo	Internet Explorer
Utilizador 4	24	Estudante de Mestrado	Alto	Google Chrome
Utilizador 5	25	Professor	Baixo	Internet Explorer
Utilizador 6	24	Estudante de Mestrado	Alto	Google Chrome
Utilizador 7	25	Estudante de Mestrado	Alto	Mozilla Firefox
Utilizador 8	24	Estudante de Mestrado	Alto	Google Chrome
Utilizador 9	25	Estudante de Mestrado	Alto	Google Chrome
Utilizador 10	23	Estudante de Mestrado	Alto	Opera

7.3 Resultados das Tarefas

As tarefas propostas aos utilizadores envolvem a interacção com mecanismos de navegação simples e que são normalmente usados na sua navegação diária. Os resultados obtidos a partir destas tarefas podem ser agrupados de acordo com o mecanismo de navegação testado.

Por vezes, a análise dos resultados estabelece uma comparação entre a primeira e a segunda parte do teste de usabilidade, ou seja, entre a utilização do paradigma actual ou do novo paradigma de navegação, respectivamente.

7.3.1 Interface de Documentos

A Tabela 7.2 apresenta a evolução do número de utilizadores relativamente à interface de documentos utilizada entre o paradigma actual e o novo paradigma de navegação.

Como se pode constatar, 40 % dos utilizadores testados não fazem uso da interface de documentos em separadores no paradigma actual de navegação. Isto deve-se à falta de transparência de interacção desta interface nos navegadores actuais. No paradigma actual, os utilizadores necessitam de aprender previamente os modelos conceptuais e os mecanismos de interacção necessários de modo a usarem os separadores com sucesso.

O novo paradigma de navegação proporciona uma interface de documentos transparente para o utilizador. Deste modo, apesar de quatro dos dez utilizadores não usarem os separadores na primeira parte do teste, não demonstram qualquer dificuldade ao utilizar essa interface com o protótipo desenvolvido. Por seu lado, os utilizadores mais experientes seguiram sensivelmente o mesmo modelo de interacção, independentemente do paradigma de navegação.

Tabela 7.2: Tipo de Navegação segundo o Paradigma de Navegação

	Paradigma Actual	**Novo Paradigma**
Navegação Linear	40 %	0 %
Navegação em Separadores	60 %	100 %

Tabela 7.3: Aproveitamento das Acções sobre Grupos de Documentos

	Acções Individuais	**Acção sobre o Grupo**	**Confusão entre Conceitos**
Acrescentar Documento aos Favoritos	80 %	20 %	20 %
Acrescentar Conjunto de Documentos aos Favoritos	80 %	20 %	20 %
Fechar Conjunto de Documentos	0 %	100 %	0 %

A utilização dos separadores tem como consequência a diminuição da frequência de utilização do botão de retroceder. Deste modo, é possível observar que, da primeira para a segunda parte do teste de usabilidade, os utilizadores menos experientes passaram a seleccionar os documentos previamente visitados através do seu separador em detrimento do botão de retroceder. Esta mudança de interacção demonstra que estes utilizadores notaram a possibilidade de eliminar passos de navegação desnecessários, mesmo sem possuírem os modelos conceptuais dos utilizadores mais experientes.

Apesar da redução da utilização do botão de retroceder da primeira para a segunda parte do teste, os utilizadores continuam a fazer uso deste mecanismo. A relação entre documentos em separadores distintos proposta no novo paradigma e implementada no protótipo desenvolvido, permite manter funcionais as acções de retroceder e avançar durante toda a navegação. Deste modo, independentemente do seu nível de experiência, os utilizadores não notaram qualquer quebra de consistência entre os paradigmas apesar das inovações introduzidas pelo novo paradigma de navegação.

7.3.2 Agrupamento de Documentos

O agrupamento de documentos foi introduzido na segunda parte do teste de usabilidade, sendo uma funcionalidade do protótipo desenvolvido. Esta forma de organização dos documentos não provocou qualquer embaraço na navegação. Os utilizadores não demonstraram dificuldades, seleccionando, sempre que necessário, os documentos pretendidos sem qualquer hesitação.

Algumas tarefas incluídas no teste de usabilidade tinham o objectivo de testar os grupos de documentos relativamente à realização de algumas acções colectivas sobre os documentos e que no paradigma actual necessitam de múltiplos passos para serem realizadas. A Tabela 7.3 apresenta a percentagem dos utilizadores segundo a forma como realizaram determinadas tarefas, recorrendo a acções individuais ou em grupo assim como segundo a ocorrência de confusão entre certos conceitos na realização dessas acções.

É possível constatar que 80 % dos utilizadores realizaram a acção de acrescentar um documento aos favoritos sem qualquer dificuldade. No entanto, foi possível observar que 20 % dos utilizadores testados demonstraram alguma confusão entre conceitos. Deste modo, dois dos dez utilizadores, quando pretendiam acrescentar um documento individual aos favoritos, utilizaram uma acção de grupo, acrescentando todos os seus documentos aos favoritos.

Tabela 7.4: Aproveitamento do Histórico Visual

	Experiência Baixa	**Experiência Alta**	**Total**
Identificar o Nó do Documento com Foco	100 %	100 %	100 %
Compreender o Fluxo do Caminho de Navegação	75 %	100 %	90 %
Abrir e Fechar Documentos	N/A	100 %	100 %
Acrescentar e Remover Documentos aos Favoritos	N/A	100 %	100 %

Quando confrontados com a necessidade de acrescentar um conjunto de documentos do mesmo grupo aos favoritos, 60 % dos utilizadores foram capazes de identificar que poderiam realizar essa tarefa em apenas uma acção, caso fizessem uso das potencialidades do grupo de documentos. No entanto, três dos dez utilizadores testados não foram capazes de distinguir à partida dois conceitos distintos: acrescentar o grupo e acrescentar os documentos do grupo aos favoritos. Este problema de usabilidade advém da inexistência do primeiro conceito no corrente paradigma de navegação. Contudo, dois dos três utilizadores aperceberam-se do erro, realizando a acção correcta posteriormente. Neste sentido, conclui-se que os conceitos referidos tendem a ser confundidos inicialmente por utilizadores com pouca experiência com o paradigma, mas que o tempo de adaptação é relativamente curto.

Acerca do agrupamento de documentos resta referir que as acções sobre os grupos facilitam a realização de certas tarefas. Os utilizadores que acrescentaram o conjunto de documentos aos favoritos recorrendo às suas acções implícitas do grupo, criaram automaticamente uma pasta dos documentos na barra de favoritos. Esta acção permitiu melhorar a organização dos favoritos relativamente à primeira parte do teste, onde a maioria dos utilizadores se limitou a acrescentar os favoritos ao menu ou à barra de favoritos, sem qualquer tipo de organização.

A acção de fechar um grupo de documentos foi entendida por todos os utilizadores, não provocando qualquer tipo de confusão. Esta acção facilitou o processo do fecho de múltiplos documentos através da realização de uma só acção, ao contrário do que aconteceu na primeira parte do teste onde a exclusão de múltiplos documentos correspondeu à realização de múltiplas acções.

7.3.3 Histórico Visual

O conceito do histórico visual foi testado de diferentes formas tendo em conta o nível de experiência de utilização dos utilizadores intervenientes. Foi possível observar que todos os utilizadores perceberam o conceito de interacção introduzido por este mecanismo.

Relativamente aos utilizadores com um nível de experiência mais baixo, pretendeu-se averiguar se seriam capazes de compreender os conceitos mais básicos deste mecanismo. Por outro lado, as tarefas atribuídas aos utilizadores com um nível de experiência mais alto pretenderam averiguar a usabilidade da interacção e o *feedback* do sistema. A Tabela 7.4 apresenta a percentagem de utilizadores que realizou com sucesso as tarefas propostas de acordo com o seu nível de experiência.

Tabela 7.5: Aproveitamento dos Mecanismos de Integração de Favoritos

	Utilizou	**Não Utilizou**
Detecção de Ligações a Documentos Favoritos	60 %	40 %
Grupo de Documentos Favoritos Activos	20 %	80 %

A identificação do nó correspondente ao documento foco e a compreensão do fluxo do caminho de navegação são os dois conceitos básicos para entender o histórico visual. Da população dos utilizadores testados, todos conseguiram identificar o nó correspondente ao documento em foco na navegação, enquanto 90 % conseguiram compreender o fluxo do caminho de navegação.

Tal como referido na Secção 5.10, na página 43, uma das limitações de desenvolvimento do protótipo consiste na falta de setas direccionais na relação dos nós do grafo de navegação. Esta questão acarreta alguma complexidade desnecessária e esteve na origem da confusão de alguns utilizadores. Um dos quatro utilizadores de experiência mais baixa foi mesmo incapaz de identificar com segurança a direcção das relações, enquanto os restantes utilizadores conseguiram compreender ao fim de um curto espaço de tempo essa direcção.

Relativamente à interacção com os documentos da sessão de navegação, todos os utilizadores com experiência elevada foram capazes de realizar as tarefas sem qualquer embaraço. Ao fim de alguns momentos de análise do grafo, estes utilizadores foram capazes de identificar com sucesso os documentos favoritos, marcados através de uma estrela, assim como os documentos fechados, identificados pela sua transparência. A realização das acções revelou-se um processo natural e intuitivo, pelo que não necessitaram de fazer grandes esforços para compreender os mecanismos disponíveis. Alguns utilizadores fecharam os documentos através do menu de contexto, enquanto outros usaram o botão central do rato. A marcação dos favoritos foi realizada quer pelo menu de contexto quer através do ícone da estrela.

7.3.4 Integração dos Favoritos

Para além das acções dos grupos e do histórico visual relacionadas com a gestão de favoritos, o teste realizado permite averiguar a usabilidade de dois outros mecanismos introduzidos no novo paradigma de navegação. A Tabela 7.5 demonstra a percentagem de utilizadores que efectivamente fez uso desse mecanismo no decorrer do teste de usabilidade.

É possível observar que 60 % dos utilizadores fizeram uso da detecção de ligações a documentos favoritos. Esta funcionalidade permitiu identificar rapidamente quais as ligações que conduzem a um documento favorito e sem a necessidade de comparar manualmente com a lista de favoritos, como aconteceu na primeira parte do teste. Esta detecção permite ao utilizador saber, por um lado, se o conteúdo do documento referenciado é interessante e, por outro, se já terá visitado esse conteúdo.

O grupo de documentos favoritos activos serviu para alguns utilizadores situarem mais facilmente os documentos favoritos que faziam parte da sessão de navegação.

Nos testes realizados foi possível observar que apenas 20 % dos utilizadores fizeram uso efectivo do grupo de documentos favoritos activos, enquanto 80 % dos utilizadores optaram por reabrir desnecessariamente alguns documentos a partir do menu ou da barra de favoritos ou procurá-los manualmente dentro do grupo correspondente.

Existem dois factores que conjuntamente explicam a não utilização do grupo de documentos favoritos activos. Por um lado, os utilizadores não possuem um conhecimento extenso acerca da funcionalidade do grupo, devido à pouca experiência com o novo paradigma de navegação. Por outro lado, torna-se fácil para os utilizadores recorrerem à memória para encontrar os documentos que acrescentaram aos favoritos, dada a curta duração do teste de usabilidade, não necessitando de recorrer a outros métodos para localizar tais documentos.

7.4 Resultados dos Questionários

Através da recolha da opinião subjectiva dos utilizadores é possível extrair algumas informações que a análise objectiva das tarefas realizadas não permite averiguar. Os utilizadores foram abordados acerca das várias funcionalidades do protótipo testado sobre o qual teceram alguns comentários.

7.4.1 Navegação Orientada ao Documento *Web*

O paradigma orientado ao documento *web* permite ter os documentos sempre abertos, pelo que a acção de abrir um novo documento não implica a perda do documento anterior. Os utilizadores consideram que este sistema permite evitar o esquecimento de tarefas, documentos ou ramos de navegação. No entanto, alguns utilizadores notaram alguma entropia adicional devido ao facto dos documentos serem constantemente abertos em novos separadores.

7.4.2 Agrupamento de Documentos

O agrupamento de documentos é visto pela grande maioria dos utilizadores como uma funcionalidade com usabilidade e utilidade elevadas. A organização dos documentos é lógica e permite um acesso mais fácil e rápido aos documentos activos. A relação entre documentos em separadores diferentes é vista como uma evolução relativamente ao paradigma anterior.

Uma parte dos utilizadores gostaria de um agrupamento mais flexível que permitisse realizar manualmente o agrupamento dos documentos ou agrupar os documentos por tema.

Alguns utilizadores apontam que a inclusão de uma segunda barra de separadores para os grupos retira espaço vertical à visualização dos documentos, enquanto outros não identificam uma razão aparente para a introdução de um limite de separadores por grupo, preferindo grupos automaticamente ancorados.

7.4.3 Histórico Visual

Os utilizadores consideram que o histórico visual é uma funcionalidade interessante que permite um bom equilíbrio de navegação em conjunto com o agrupamento de documentos.

Apesar de não fazerem uso do histórico no paradigma actual de navegação, considerariam a utilização deste mecanismo quer para a consulta de documentos fechados, quer para a contextualização e realização da navegação propriamente dita. A possibilidade de poder consultar o histórico da sessão a partir de um grafo de navegação e não no formato de pilha de documentos agrada a uma parte significativa dos utilizadores.

Alguns utilizadores apontam que o estado da interface do protótipo deve ser melhorado, de forma a tornar mais explícitas as relações entre documentos, retirando alguma complexidade ao grafo de navegação.

7.4.4 Integração dos Favoritos

Alguns utilizadores sentiram alguma dificuldade em distinguir alguns conceitos dos favoritos, não diferenciando logo à partida a diferença entre as acções do documento e do grupo. A marcação de conjuntos de documentos como favoritos permite guardar o estado da sessão de navegação para posterior revisitação.

7.4.5 Adaptação e Aceitação do Novo Paradigma

Na opinião dos utilizadores o tempo de adaptação ao sistema é reduzido. Deste modo, na sua opinião, alguns minutos devem chegar para adquirir os conceitos base do novo paradigma de navegação e aprender os principais mecanismos de interacção.

Por último, resta referir que o grau de aceitação do novo paradigma de navegação é muito elevado. Após experimentarem o protótipo desenvolvido, 80 % dos utilizadores questionados viam-se a utilizar o novo sistema na sua navegação diária. Os restantes 20 % são da opinião que o conceito é interessante, mas que devido à habituação ao paradigma actual de navegação teriam que experimentar antes uma versão definitiva do sistema antes de ponderar a mudança de paradigma.

7.5 Resumo

Neste capítulo foi possível constatar que os novos mecanismos de interacção contribuem para melhorar a experiência de navegação. Através de uma melhor organização e contextualização do estado da navegação, utilizadores de níveis de experiência distintos usam os mesmos mecanismos de navegação, possuindo um nível de transparência de interacção superior. O aumento da integração dos mecanismos de revisitação de documentos permite um aumento da sua utilidade para os utilizadores.

Foi ainda possível apurar que os mecanismos de navegação introduzidos dão respostas a algumas das necessidades actuais dos utilizadores. Neste sentido, todos os utilizadores testados

revelaram interesse no paradigma desenvolvido: uma maioria significativa aceitaria utilizar o protótipo desenvolvido para a sua navegação diária.

No próximo capítulo são resumidas as ideias principais do trabalho realizado na forma de conclusões e trabalho futuro.

Capítulo 8

Conclusões

O trabalho desenvolvido explorou os mecanismos de interacção considerados como portos seguros num paradigma actual de navegação estagnado no tempo. O paradigma desenvolvido integra um conjunto de novos mecanismos de interacção que têm como único objectivo optimizar a navegação realizada pelo utilizador. Os conceitos introduzidos permitem uma navegação mais poderosa e flexível, revitalizando alguns mecanismos clássicos da navegação *web* cujo aproveitamento se tem esbatido ao longo dos tempos.

8.1 Satisfação dos Objectivos

Os objectivos iniciais do projecto foram alcançados na sua totalidade. Foi desenvolvido um paradigma de navegação orientado ao documento *web* com uma forte componente de organização que espelha a estruturação dos documentos realizada na *Web*. Este paradigma de navegação conta ainda com uma melhor integração do histórico e dos favoritos.

No novo paradigma de navegação é atribuído a cada documento um separador independente, o que possibilita a realização de uma navegação construtiva: a abertura de novos documentos não implica a exclusão dos documentos anteriores. A relação entre os documentos apresenta algumas melhorias relativamente à relação existente no paradigma anterior. Apesar de linear, esta relação permite ligar documentos em separadores distintos uma vez que estes estão livres de qualquer tipo de histórico de sessão. A relação entre documentos permite ainda manter a consistência de modelos de navegação com o paradigma actual de navegação.

Os documentos são organizados em grupos de acordo com o seu servidor *web*. Este agrupamento possibilita uma melhor contextualização do utilizador relativamente à sua localização. A realização de acções sobre um grupo de documentos maximiza a usabilidade do paradigma relativamente à realização de tarefas sobre determinados conjuntos de documentos. Deste modo, acções

como fechar, acrescentar um conjunto de documentos aos favoritos ou ancorar um grupo de documentos são tarefas realizadas directamente sobre o grupo que, de outra forma, necessitariam de múltiplas acções individuais sobre cada um dos documentos.

No novo paradigma de navegação a gestão dos documentos é realizada automaticamente. Deste modo, é limitado o número máximo de documentos activos que um grupo pode conter. A introdução deste mecanismo permite excluir documentos obsoletos da navegação, auxiliando, pela primeira vez num paradigma de navegação, o utilizador na sua gestão e contribuindo para uma melhor organização. A integração da gestão automática de documentos *web* juntamente com o histórico visual formam um sistema de gestão de documentos que permite assegurar que os utilizadores se mantêm concentrados nas suas tarefas.

O histórico é representado através de um grafo de navegação, denominado histórico visual. Este mecanismo permite a interacção com os documentos activos e inactivos, permitindo uma contextualização óptima do utilizador relativamente à navegação realizada. Este mecanismo supera o histórico actual quer pela possibilidade de interacção com os documentos da sessão de navegação, quer pela informação que facilmente transmite ao utilizador. Para além de permitir abrir, fechar e navegar pelos documentos, o histórico visual permite que os utilizadores efectuem acções de gestão de favoritos e de documentos ancorados.

A integração dos favoritos é realizada recorrendo a dois mecanismos inexistentes no paradigma actual de navegação. Por um lado, a detecção de ligações a documentos favoritos permite ao utilizador a integração dos favoritos durante o processo de recolha de informação. Este conceito provou ser intuitivo e tem todo o potencial para a ajudar os utilizadores na sua navegação diária. Por outro lado, a inclusão de um grupo de documentos que contém os documentos favoritos activos, provou ser um mecanismo que permite facilitar a selecção de favoritos na sessão de navegação, evitando a repetição da navegação para esses documentos.

O protótipo funcional implementado resultou numa aproximação adequada à solução proposta durante o projecto, funcionando como uma prova de conceito para o novo paradigma de navegação. À excepção do histórico visual, cuja interface deve ser simplificada, todos os mecanismos possuem níveis de usabilidade elevados, tendo sido possível provar, através dos testes efectuados, que a sua utilização influencia o processo de navegação de forma positiva.

8.2 Trabalho Futuro

A gestão automática de documentos introduzida neste paradigma de navegação é ainda uma proposta embrionária que permite a realização de estudos de padrões de interacção *web* para melhorar o seu desempenho.

O agrupamento de documentos, introduzido neste paradigma, deve ser mais flexível, sendo possível realizar uma categorização automática ou manual dos documentos de modo a poder agrupá-los de formas distintas. Deste modo, através da extracção de *User Generated Content*, deverá ser possível no futuro classificar os documentos *web* de acordo com o seu conteúdo, aproveitando essa classificação para melhor os agrupar no navegador.

A impossibilidade de repetição de documentos *web* é uma funcionalidade geralmente abordada como uma vantagem da nova forma de interacção. No entanto, para a realização de determinadas tarefas a possibilidade de duplicação de documentos no estado da navegação pode ser uma funcionalidade importante para os utilizadores.

O histórico visual deve possibilitar a visualização de grupos de documentos. Deste modo, deve ser possível substituir todos os documentos de um grupo, pelo seu grupo de documentos, reduzindo o número de nós do grafo e simplificando a complexidade da interacção deste mecanismo. Por outro lado, o histórico visual deve permitir a consulta de sessões de navegação mais antigas, não se limitando à sessão actual, como acontece no protótipo desenvolvido.

8.3 Anotações Finais

O paradigma de navegação proposto resulta numa alternativa viável ao paradigma de navegação actual, introduzindo melhorias de navegação robustas que permitem optimizar a navegação dos utilizadores na *World Wide Web*. Com o novo paradigma de navegação *web* a navegação sai optimizada.

Referências

[AAB06] Jonathan Arnowitz, Michael Arent e Nevin Berger. *Effective Prototyping for Software Makers (The Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies)*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2006.

[ABC98] David Abrams, Ron Baecker e Mark Chignell. Information archiving with bookmarks: personal web space construction and organization. In *CHI '98: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, page 41–48, New York, NY, USA, 1998. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.

[ASA10] Opera Software ASA. Opera web browser | faster & safer | download the new internet browsers free. `http://www.opera.com/browser/features/`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[ATD08] Eytan Adar, Jaime Teevan e Susan T. Dumais. Large scale analysis of web revisitation patterns. In *CHI*, pages 1197–1206, 2008.

[BHK09a] Liz Blankenship, Jakob Hilden e Kerry Kao. TabViz on vimeo. `http://www.vimeo.com/5257754`, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[BHK09b] Liz Blankenship, Jakob Hilden e Kerry Kao. Visualizing browser tabs in a useful way — TabViz. `http://tabviz.org/`, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[BJRT08] Adam Barth, Collin Jackson, Charles Reis e The Google Chrome Team. The security architecture of the chromium browser. Technical report, Google Inc., 2008.

[BO08] George Buchanan e Tom Owen. Improving navigation interaction in digital documents. In *JCDL '08: Proceedings of the 8th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, page 389–392, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[CGJ+03] Andy Cockburn, Saul Greenberg, Steve Jones, Bruce Mckenzie e Michael Moyle. Improving web page revisitation: Analysis, design, and evaluation. *IT and Society*, 1:159–183, 2003.

[Chr10] Chromium. Chromium (The chromium projects). `http://www.chromium.org/Home`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[CM00] Andy Cockburn e Bruce Mckenzie. What do web users do? an empirical analysis of web use. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54:903–922, 2000.

[Con10] Mike Connor. Zarro boogs found. » blog archive » on personas and themes. `http://steelgryphon.com/blog/2010/01/09/on-personas-and-themes/`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Cor09a] Mozilla Corporation. Mozilla labs design challenge: Summer 09 — together with IxDA and Johnny Holland. http://design-challenge.mozillalabs.com/summer09/, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Cor09b] Mozilla Corporation. Mozilla labs design challenge: Weave web UI (Fall '09). http://design-challenge.mozillalabs.com/fall09/, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Cor10a] Microsoft Corporation. Internet explorer 8: Features. http://www.microsoft.com/windows/internet-explorer/features/, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Cor10b] Mozilla Corporation. Firefox web browser | features: Faster, more secure & customizable. http://www.mozilla.com/en-US/firefox/features/, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Cor10c] Mozilla Corporation. Jetpack — MDC. https://developer.mozilla.org/en/Jetpack, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Cor10d] Mozilla Corporation. XUL — MDC. https://developer.mozilla.org/en/xul, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[CP95] Lara D. Catledge e James E. Pitkow. Characterizing browsing strategies in the worldwide web. In *Computer Networks and ISDN Systems*, pages 1065–1073, 1995.

[CRC07] Alan Cooper, Robert Reimann e David Cronin. *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*. Wiley, Indianapolis, IN, USA, 2007.

[DB10] Patrick Dubroy e Ravin Balakrishnan. A study of tabbed browsing among mozilla firefox users. In *CHI '10: Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems*, pages 673–682, New York, NY, USA, 2010. ACM.

[DC02] Susan Dziadosz e Raman Chandrasekar. Do thumbnail previews help users make better relevance decisions about web search results? In *SIGIR '02: Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, page 365–366, New York, NY, USA, 2002. ACM.

[Dut09a] Joshua Dutton. mozconcept: ecosystem — a set on flickr. http://www.flickr.com/photos/jbdutton/sets/72157619709658498/comments/, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Dut09b] Joshua Dutton. YouTube — mozconcept: ecosystem. http://www.youtube.com/watch?v=nY9OHJxvuVE, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[FRSIF+01] Luis Francisco-Revilla, Frank M. Shipman III, Richard Furuta, Unmil Karadkar e Avital Arora. Perception of content, structure, and presentation changes in web-based hypertext. In *HYPERTEXT '01: Proceedings of the 12th ACM conference on Hypertext and Hypermedia*, pages 205–214, New York, NY, USA, 2001. ACM.

[GG05] Alan Grosskurth e Michael W. Godfrey. A reference architecture for web browsers. In *ICSM '05: Proceedings of the 21st IEEE International Conference on Software Maintenance*, pages 661–664, Washington, DC, USA, 2005. IEEE Computer Society.

[GMP07] Jos'e A. G'amez, Juan L. Mateo e Jos'e M. Puerta. Improving revisitation browsers capability by using a dynamic bookmarks personal toolbar. In *WISE'07 Proceedings of the 8th international conference on Web information systems engineering*, pages 643–652, Berlin, Heidelberg, 2007. Springer-Verlag.

[Gro10] Miniwatts Marketing Group. World internet usage statistics news and world population stats. `http://www.internetworldstats.com/stats.htm`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[GS07] Jacek Gwizdka e Ian Spence. Implicit measures of lostness and success in web navigation. *Interact. Comput.*, 19(3):357–369, 2007.

[Hac09] Georg Hackenberg. Georg hackenberg — article — JavaScript graph layout using SVG. `http://www.georg-hackenberg.de/media/articles/javascript_graph_layout_using_svg.html`, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[HK06] Jiawei Han e Micheline Kamber. *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers, 500 Sansome Street, Suite 400, San Francisco, CA 94111, 2nd edition, 2006.

[HSD98] T. Howes, M. Smith e F. Dawson. A mime content-type for directory information, 1998.

[Inc09] QuinStreet Inc. Google declares 'The web has won' — InternetNews.com. `http://www.internetnews.com/dev-news/article.php/3822236/Google+Declares+The+Web+Has+Won.htm`, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Inc10a] Apple Inc. Apple — Safari — 150 features — learn about the features available in the world's fastest and most innovative web browser. `http://www.apple.com/safari/features.html`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Inc10b] Google Inc. New to google chrome? — google chrome help. `http://www.google.com/support/chrome/bin/static.py?hl=en\&page=guide.cs\&guide=23583#`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Inc10c] Google Inc. Overview — google chrome extensions — google code. `http://code.google.com/chrome/extensions/overview.html`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[JA07] Younghee Jung e Akseli Anttila. How to look beyond what users say that they want. In *CHI '07: CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1759–1764, New York, NY, USA, 2007. ACM.

[JBD01] William Jones, Harry Bruce e Susan Dumais. Keeping found things found on the web. In *CIKM '01: Proceedings of the tenth international conference on Information and knowledge management*, pages 119–126, New York, NY, USA, 2001. ACM.

[JZSZ09] Gonglue Jiang, Chen Zhao, Matthew R. Scott e Fang Zou. Combinable tabs: An interactive method of information comparison using a combinable tabbed document interface. In *INTERACT '09: Proceedings of the 12th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction*, page 432–435, Berlin, Heidelberg, 2009. Springer-Verlag.

[Kal07] James Kalbach. *Designing Web Navigation*. O'Reilly, Beijing, 2007.

[KG01] Shaun Kaasten e Saul Greenberg. Integrating back, history and bookmarks in web browsers. In *CHI '01: CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 379–380, New York, NY, USA, 2001. ACM.

[Kru05] Steve Krug. *Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability, 2nd Edition*. New Riders Press, 2nd edition, August 2005.

[KWS06] Melanie Kellar, Carolyn Watters e Michael Shepherd. The impact of task on the usage of web browser navigation mechanisms. In *GI '06: Proceedings of Graphics Interface 2006*, page 235–242, Toronto, Ont., Canada, 2006. Canadian Information Processing Society.

[LFC03] Scott LeeTiernan, Shelly Farnham e Lili Cheng. Two methods for auto-organizing personal web history. In *CHI '03: CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems*, page 814–815, New York, NY, USA, 2003. ACM.

[LLC10] Awio Web Services LLC. W3Counter — global web stats. `http://www.w3counter.com/globalstats.php`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Ltd10] Netcraft Ltd. Web server survey archives — netcraft. `http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html`, 2010. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[MB01] Matthias Mayer e Benjamin B. Bederson. Browsing icons: A task-based approach for a visual web history. Technical report, In Submission. 2001, 2001.

[MFJR+04] Natasa Milic-Frayling, Rachel Jones, Kerry Rodden, Gavin Smyth, Alan Blackwell e Ralph Sommerer. Smartback: supporting users in back navigation. In *WWW '04: Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web*, pages 63–71, New York, NY, USA, 2004. ACM.

[Mil56] George A. Miller. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63:81–97, 1956.

[MK09] Pooja Mathur e Karrie Karahalios. Using bookmark visualizations for self-reflection and navigation. In *CHI '09: Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 4657–4662, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[MKW05] Bonnie MacKay, Melanie Kellar e Carolyn Watters. An evaluation of landmarks for re-finding information on the web. In *CHI '05: CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1609–1612, New York, NY, USA, 2005. ACM.

[MLN00] Chuang-Hue Moh, Ee-Peng Lim e Wee-Keong Ng. Re-engineering structures from web documents. In *DL '00: Proceedings of the fifth ACM conference on Digital libraries*, pages 67–76, New York, NY, USA, 2000. ACM.

[MW09] Bonnie MacKay e Carolyn Watters. Building support for multi-session tasks. In *CHI EA '09: Proceedings of the 27th international conference extended abstracts*

on Human factors in computing systems, page 4273–4278, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[Nie99] Jakob Nielsen. *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*. New Riders Publishing, Thousand Oaks, CA, USA, 1999.

[Nie00] Jakob Nielsen. Usability testing with 5 users (Jakob nielsen's alertbox), 2000. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[Nie05] Jakob Nielsen. 10 heuristics for user interface design. `http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html`, 2005. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[NL93] Jakob Nielsen e Thomas K. Landauer. A mathematical model of the finding of usability problems. In *CHI '93 Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 conference on Human factors in computing systems*, pages 206–213, New York, NY, USA, 1993. ACM.

[OWHM07] Hartmut Obendorf, Harald Weinreich, Eelco Herder e Matthias Mayer. Web page revisitation revisited: Implications of a long-term click-stream study of browser usage. In *In Proceedings of CHI 07*, pages 597–606, 2007.

[RYS09] Jayashree Ravi, Zhifeng Yu e Weisong Shi. A survey on dynamic web content generation and delivery techniques. *J. Netw. Comput. Appl.*, 32(5):943–960, 2009.

[Sap97] Craig J. Saper. *Artificial mythologies : a guide to cultural invention / Craig J. Saper ; foreword by Laura Kipnis*. University of Minnesota Press, Minneapolis :, 1997.

[SMS02] Abigail J. Sellen, Rachel Murphy e Kate L. Shaw. How knowledge workers use the web. In *CHI '02: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 227–234, New York, NY, USA, 2002. ACM.

[TG97] Linda Tauscher e Saul Greenberg. How people revisit web pages empirical findings and implications for the design of history systems. *International Journal of Human Computer Studies*, 47:97–137, 1997.

[TKM09] Darby Thomas, Danielle Kanastabm e Alex Mattice. Wave concept on vimeo. `http://vimeo.com/5267908`, 2009. Acedido pela última vez em Junho de 2010.

[TMIP08] Antero Taivalsaari, Tommi Mikkonen, Dan Ingalls e Krzysztof Palacz. Web browser as an application platform: the lively kernel experience, 2008.

[VRK08] Elina Vartiainen, Virpi Roto e Janne Kaasalainen. Graphical history list with multi-window support on a mobile web browser. In *ICIW '08: Proceedings of the 2008 Third International Conference on Internet and Web Applications and Services*, page 121–129, Washington, DC, USA, 2008. IEEE Computer Society.

[vWdK08] Johan van Wamelen e Dennis de Kool. Web 2.0: a basis for the second society? In *ICEGOV '08: Proceedings of the 2nd International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, pages 349–354, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[WHT00] Peiling Wang, William B. Hawk e Carol Tenopir. Users' interaction with world wide web resources: an exploratory study using a holistic approach. *Inf. Process. Manage.*, 36(2):229–251, 2000.

[WJH09] Sungjoon Steve Won, Jing Jin e Jason I. Hong. Contextual web history using visual and contextual cues to improve web browser history. In *CHI '09 Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*, pages 1457–1466, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[WOHM08] Harald Weinreich, Hartmut Obendorf, Eelco Herder e Matthias Mayer. Not quite the average: An empirical study of web use. *ACM Trans. Web*, 2(1):1–31, 2008.

[Wus05] Judith Wusteman. About XML: from ghostbusters to libraries — the power of XUL. *Library Hi Tech*, 23(1):118–129, 2005.

[XE08] Li Xu e David W. Embley. Categorisation of web documents using extraction ontologies. *Int. J. Metadata Semant. Ontologies*, 3(1):3–20, 2008.

Anexo A

Guião dos Testes de Usabilidade

Recepção do Convidado

Olá, seja bem-vindo. O meu nome é João Martins Costa e estou a realizar este estudo no contexto do meu projecto de dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O projecto teve como objectivo o desenvolvimento de um novo paradigma de navegação Web e este teste serve para avaliar o trabalho realizado. Faça o favor de sentar-se nesta cadeira em frente ao computador. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a sua disponibilidade para a participação neste teste de usabilidade.

Identificação do utilizador testado

Antes de iniciar o teste, gostaria de fazer-lhe algumas perguntas, de forma a enquadrá-lo num perfil de utilizador, para seja possível fazer a correspondência entre os problemas do sistema e os tipos de utilizadores.

Questões:

- Nome;
- Sexo;
- Idade;
- Ocupação actual (caso não tenha, pergunta-se a ocupação anterior);
- Como caracteriza o seu nível de experiência relativamente à Web? (Experiente, Intermédio, Pouco Experiente)
- Tem preferência por algum navegador específico? Se sim, qual?

Estamos prontos para começar. Tem alguma questão?

Explicação do procedimento

A prova de conceito do meu projecto de dissertação é um o protótipo integrado num navegador Web. Pretendo provar que o paradigma actual de navegação Web, ou seja, a forma como os utilizadores navegam na Web, pode ser melhorado e que o paradigma desenvolvido durante o meu projecto de dissertação é um passo importante nesse sentido.

Teste de usabilidade

Este estudo é a última fase do meu projecto de dissertação, onde pretendo identificar o nível de usabilidade do protótipo que desenvolvi e compará-lo com o dos navegadores actuais. Vou pedir-lhe que efectue algumas tarefas, inicialmente no seu navegador preferencial e posteriormente no protótipo que desenvolvi. Aja calmamente e sem pressa. Tem tempo mais que suficiente para completar as tarefas e certamente será melhor se seguir o seu próprio ritmo.

Tempo das Tarefas

Ao longo do seu teste terá tempo variável para completar determinadas tarefas, que deverá variar de acordo com a dificuldade da tarefa. No entanto, este tempo é flexível, servindo apenas para agilizar todo o procedimento.

Gravação

Deve saber que durante todo o procedimento irei gravar as suas acções. Esta gravação é uma ajuda importante para a análise do teste de usabilidade, permitindo rever eventuais passos importantes que tenham passado despercebidos durante a realização do teste.

Pensar Alto

É muito importante que vá dizendo aquilo em que está a pensar ao longo de todo o procedimento. Não importa se tudo está a correr bem ou se está com algum tipo de dificuldade. Para que possa retirar o máximo de informação com o seu teste, pedia-lhe que vá pensando em voz alta, independentemente do que está a tentar fazer.

Culpabilização

Sempre que não conseguir efectuar uma determinada acção ou cumprir uma determinada tarefa peço que se lembre que não é a sua prestação que está a ser testada, mas sim a usabilidade do protótipo. Com isto quero dizer que se por algum motivo se sentir frustrado ao utilizar o protótipo não se culpabilize já que o objectivo to teste é analisar a qualidade da interacção do protótipo. Caso se sinta desconfortável com alguma tarefa podemos avançar para a seguinte sem qualquer problema.

Tarefas com Navegador Normal

Inicialmente vou pedir-lhe que realize algumas tarefas no seu navegador preferencial para que posteriormente seja possível comparar a sua usabilidade com a usabilidade do protótipo desenvolvido. Não tenha pressas, este exercício não é suposto ser visto uma corrida entre quem completa que tarefa mais rapidamente, mas antes um método para medir a usabilidade de interacção. Relembro que faça os possíveis para pensar em voz alta para que seja possível saber aquilo que pretende e como tenciona fazê-lo.

Tarefas a realizar:

1. Abra a página “OJogo.pt” que tem na barra dos favoritos e a partir do menu de “destaques” no lado direito, abra sucessivamente as restantes notícias;

2. Adicione todas as páginas que abriu como favoritas;

3. Abra a página do fórum “Android.pt” que tem nos seus favoritos e abra os três primeiros tópicos desse fórum;
4. Adicione um desses tópicos como favoritos;
5. Proceda para a página inicial “Google.com”, pesquise por “Firefox” e entre na primeira página que se encontra nos favoritos;
6. Se tiver abertos, feche todos os separadores da página “OJogo.pt”;
7. Seleccione o tópico do fórum “Android.pt” que tenha adicionado aos favoritos;
8. Abra todas as páginas de “OJogo.pt” que acrescentou aos favoritos;

Explicação do Novo Paradigma

Terminada a primeira parte do teste, passemos à segunda parte que tem como objectivo a avaliação do protótipo desenvolvido. Para a realização desta parte do teste, devo antes explicar-lhe o funcionamento de alguns mecanismos introduzidos no novo paradigma de navegação.

(Breve explicação acerca do funcionamento do paradigma orientado ao documentos, dos grupos de documentos e das suas acções, do histórico visual e dos mecanismos do favoritos.)

Exploração Livre do Sistema

Antes da realização das tarefas tem cinco minutos para que possa explorar o protótipo à vontade, efectuando umas pesquisas, ou navegando até às suas páginas favoritas. Pode fazer o que quiser. O objectivo é que se ambiente com o protótipo, testando algumas das funcionalidades que referi e que eventualmente possam não ter ficado muito claras, para que quando lhe pedir que efectue algumas tarefas não sofra por causa do primeiro impacto com o sistema. Portanto, pode começar a explorar o sistema como quiser. Uma vez mais, não se esqueça de pensar alto – mesmo nesta fase é importante.

Tarefas com Protótipo

Agora que já se ambientou com este sistema, peço-lhe que efectue algumas tarefas para que possa medir a usabilidade do protótipo. Uma vez mais, não tenha pressas. Relembro que faça os possíveis para pensar em voz alta para que seja possível saber aquilo que pretende e como tenciona fazê-lo.

Tarefas a realizar:

8. (Realização das oito tarefas, anteriormente realizadas com o navegador preferencial)
9. Proceda para a janela do histórico visual e responda às seguintes questões:

    Indique o documento focado na navegação;

    Explique a navegação que realizou para chegar a esse documento;

    Explique a navegação que realizou a partir desse documento;

    Abra um documento excluído; (Utilizadores Experientes)

Feche um documento; (Utilizadores Experientes)

Identifique um documento favorito; (Utilizadores Experientes)

Adicione um documento aos favoritos; (Utilizadores Experientes)

Reflexões finais

Agora que terminamos as tarefas, gostaria de lhe colocar algumas questões sobre o protótipo:

- Quais foram as principais diferenças que encontrou relativamente à navegação realizada com o seu navegador preferencial?
- Qual a funcionalidade do protótipo que acho mais interessante?
- Quais foram as principais dificuldades que sentiu?
- Vê-se a usar este sistema diariamente na sua navegação Web?

Muito obrigado pela sua colaboração. Trata-se de um contributo extremamente importante para o trabalho que estou a desenvolver.