Universidade de Aveiro Departamento de Electrónica, Telecomunicações e informática
2008

João Roberto Ascensão Basílio

Sistemas Web acessíveis por qualquer dispositivo

Universidade de Aveiro Departamento de Electrónica, Telecomunicações e informática
2008

Joao Roberto Ascensão Basílio

Sistemas Web acessíveis por qualquer dispositivo

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computadores e Telemática, realizada sob a orientação do Professor Doutor Joaquim Sousa Pinto do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e informática da Universidade de Aveiro

O júri

Presidente	Prof. Dr. João Paulo Trigueiros da Silva Cunha Professor Associado da Universidade de Aveiro
Vogais	Prof. Dr. Joaquim Manuel Henriques de Sousa Pinto (Orientador) Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro
	Prof. Dr. Fernando Joaquim Lopes Moreira Professor Auxiliar do Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia da Universidade Portucalense

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao Orientador, Professor Joaquim Sousa Pinto, a oportunidade que me deu para desenvolver esta tese, e pelo apoio prestado durante a execução da mesma.

Ao Cláudio Teixeira pelo apoio dado durante o projecto e pela forma com esteve sempre disponível.

Aos demais professores da Universidade de Aveiro que contribuíram, directa ou indirectamente, para a minha formação académica.

Aos amigos pelo incentivo e apoio prestado ao longo da realização deste projecto.

Agradeço também aos meus familiares e namorada pelo apoio prestado, não só na realização deste trabalho, como no acompanhamento ao longo do curso.

A todos muito Obrigado!

Palavras-chave WAP, WML, dispositivos móveis, CSS, media queries.

Resumo

No mundo móvel, existe uma grande variedade de dispositivos que os utilizadores dispõem de modo a aceder à informação. Esta multiplicidade dificulta a criação de interfaces a disponibilizar ao utilizador.

Com a realização do presente projecto de dissertação pretendi estudar soluções tecnológicas que fossem facilmente integradas em sistemas, de modo a aumentar a compatibilidade destes com o máximo de dispositivos e formatos, e estudar cenários de conteúdos adaptados a dispositivos móveis.

O objectivo primordial do presente trabalho foi a adaptação do site da Universidade de Aveiro (www.ua.pt) a dispositivos móveis com ecrãs de baixa resolução e baixa largura de banda ou acesso caro (como é o caso de telemóveis e pda's), bem como a dispositivos ou terminais para utilizadores com necessidades especiais.

Foi desenvolvida uma aplicação compatível com este objectivo, tirando partido das tecnologias existentes, para restringir os conteúdos no servidor e no cliente.

No final obtive uma aplicação diferenciada para diferentes dispositivos, isto é, apesar da aplicação ser a mesma, apresenta comportamentos distintos em diversos dispositivos. Constatei também que uma aplicação desenvolvida sobre regras e formatos W3C é facilmente transformada numa aplicação compatível com uma visualização num dispositivo móvel, ao passo que aplicações desenvolvidas sobre métodos menos convencionais tornam-se mais difíceis de adaptar.

keywords WAP, WML, mobile device, CSS, media queries.

abstract

In the mobile world, there is a big variety of devices for users to access information. This proliferation makes it difficult to create applications that seamlessly interact with all the devices available.

With the completion of this dissertation I wanted to explore technological solutions that could be easily integrated into systems in order to increase compatibility with the maximum of these devices and formats, as well as consider scenarios for content tailored to mobile devices.

The primary objective of this work was to adapt the site of the University of Aveiro (www.ua.pt) to mobile devices of low-resolution screens and low (or costly) bandwidth connection to Internet (such as mobile phones and pda's) and the devices or terminals for users with special needs.

An application compatible with devices with low connection to Internet and low-resolution screens was developed, taking advantage of existing technologies, to restrict the content on the server and the client.

The final result was a different application for different devices i.e., despite the application are always the same, it behaves differently in different devices. I also noted that an application developed on rules and formats W3C is easily turned into an application compatible with a view on a mobile device, whereas applications developed on less conventional methods become more difficult to adapt.

Índice

1 INTRODUÇÃO 7

1.1 Objectivo 7

1.2 Motivação 8

1.3 Metodologia do trabalho 8

1.4 Estrutura da dissertação 9

2 NORMAS E PROTOCOLOS DESTINADOS A DISPOSITIVOS MÓVEIS 11

2.1 World Wide Web Consortium 11

2.2 Wireless Application Protocol (WAP) 11

2.3 Wireless Markup Language (WML) 12

2.4 Media Queries 13

2.5 Boas Práticas 14

3 SISTEMAS E TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES COM VISUALIZAÇÃO DIFERENCIADA POR DISPOSITIVO 21

3.1 Sistemas com visualização diferenciada por dispositivo 21

3.2 Estado actual das aplicações destinadas a dispositivos móveis 24

3.3 Desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis: a tecnologia e arquitectura J2ME 26

4 ARQUITECTURA A DESENVOLVER 29

4.1 Escolha da tecnologia a utilizar 29

4.2 Testes iniciais 33

4.3 Desenvolvimento da nova aplicação multi-plataforma 35

5 RESULTADOS OBTIDOS 39

6 CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO 47

6.1 Conclusão 47

6.2 Trabalho futuro 48

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....49

ANEXOS 51

ANEXO I – INSTALAÇÃO DO MICROSOFT VISUAL STUDIO 2005 53

ANEXO II – INSTALAÇÃO DO IIS (INTERNET INFORMATION SERVICES)55

ANEXO III – CONFIGURAÇÃO DOS EMULADORES.....59

Índice de Figuras

Figura 1:Aplicações Google para dispositivos móveis..... 21

Figura 2:Aplicação disponibilizada pelo YouTube para dispositivos móveis. 22

Figura 3:Aplicação disponibilizada pela Yahoo para dispositivos móveis. 22

Figura 4:Motor Geográfico português para dispositivos móveis. 22

Figura 5:Aplicação disponibilizada pelo jornal “A Bola” para dispositivos móveis. 22

Figura 6: Aplicação da Vodafone para dispositivos móveis. 23

Figura 7: Aplicação do Hotmail para dispositivos móveis..... 23

Figura 8: Aplicação W3C para dispositivos móveis. 24

Figura 9:Aplicação disponibilizada pelo Sapo. 25

Figura 10: Aplicação disponibilizada pela TMN. 25

Figura 11:Aplicação do jornal de desporto Record. 25

Figura 12:Aplicação disponibilizada pelo aeiou. 25

Figura 13: Distribuição das zonas informativas na aplicação desktop e móvel. 30

Figura 14:Aparência da aplicação num dispositivo móvel antes de efectuar qualquer adaptação. 34

Figura 15: Aparência da aplicação móvel, com apenas a substituição das tabelas, por estruturas de divs. 35

Figura 16: Visualização da aplicação através de um dispositivo móvel. 39

Figura 17:Aplicação visualizada a partir de um computador normal..... 40

Figura 18:Visualização da zona de destaques na aplicação móvel. 41

Figura 19: Visualização da secção de notícias num desktop, e num dispositivo móvel. 42

Figura 20: Visualização do menu lateral na aplicação desktop, e na aplicação móvel. . 43

Figura 21: Acesso aos elementos dos menus nas duas versões (Desktop, móvel)..... 44

Figura 22: Visualização dos conteúdos nas duas situações possíveis (*desktop, móvel*). 45

Figura 23- Vista do quadro de utilizadores do sistema depois de instalado o Visual Studio 2005 53

Figura 24 – Painel de instalação de novos componentes do sistema operativo 55

Figura 25 - Serviços de Informação Internet 56

Figura 26 – Verificação da instalação do IIS 56

Figura 27 – Alterações no sistema de ficheiros – o directório inetpub. 57

Figura 28 – Acesso a lista de dispositivos emuladores instalados. 59

Figura 29 – Lista de dispositivos emuladores instalados. 59

Figura 30 – Criação de uma nova rede para os dispositivos móveis. 60

Figura 31- Alteração da configuração de um dispositivo emulador. 61

Figura 32- Acesso a uma página Web através de um dispositivo móvel. 61

Índice de Exemplos

Exemplo 1- Exemplo de uma página desenvolvida em WML. 13

Exemplo 2 - Definição de uma linha de código CSS destinado a um tipo de média 13

Exemplo 3 - Exemplo de uma linha CSS utilizando o @import..... 13

Exemplo 4 - Utilização de CSS's com *media types* nas páginas da aplicação..... 31

Exemplo 5 - Reconhecimento do dispositivo de acesso e consequente bloqueio ou envio dos conteúdos. 32

Siglas

API = Application Programming Interface.

C# = C Sharp.

CDC = Connected Device Configuration.

CLDC = Connected Limited Device Configuration.

CSS = Cascading Style Sheets.

HDML = Handheld Device Markup Language.

HTML = Hyper Text Markup Language.

ITTP = Intelligent Terminal Transfer Protocol.

J2ME = Java 2 Platform Micro Edition.

MIDP = Mobile Information Device Profile.

MMAPI = Mobile Media API.

PDA = Personal Digital Assistants.

TTML = tagged Text Markup Language.

XML = eXtensible Markup Language.

WAP = Wireless Application Protocol.

W3C = World Wide Web Consortium.

WML =Wireless Markup Language.

WMA = Wireless Messaging API.

1 Introdução

Ao longo dos últimos tempos, o uso de dispositivos móveis para acesso à informação via Web tem-se afirmado no mundo das tecnologias. Esta forma de acesso à *World Wide Web* (WWW) tem vindo a conhecer uma aceitação crescente por parte dos utilizadores da rede móvel, o que por sua vez galvaniza a aposta por parte dos operadores móveis.

Actualmente, e cada vez mais, os utilizadores tiram partido dos seus dispositivos móveis, nomeadamente *pda´*s e telemóveis, para aceder a conteúdos na Internet, exigindo mais facilidade e comodidade na utilização dos mesmos. A variedade de dispositivos móveis que os utilizadores dispõem de modo a aceder à informação é, neste momento, muito grande e diversificada quer em qualidade quer em funcionalidades. Esta multiplicidade dificulta a criação de interfaces standard para disponibilização dessa informação ao utilizador e obriga a que concepção e desenvolvimento de sistemas evoluam de forma a acompanhar a evolução das aplicações desktop.

Atendendo ao referido e no âmbito do plano curricular do 5º ano do Curso de Engenharia de Computadores e Telemática da Universidade de Aveiro foi-me proposto a realização do presente trabalho de dissertação que tem como objectivo: apresentar soluções que possam ser facilmente incorporadas nas actuais aplicações Web de modo a torná-las compatíveis com os diversos dispositivos existentes.

1.1 Objectivo

Este trabalho tem como objectivo a criação de uma aplicação que seja simultaneamente compatível para visualização no browser de um dispositivo não móvel, bem como num dispositivo móvel.

Com esse objectivo em mente, a aplicação a desenvolver deverá permitir uma visualização diferenciada dos conteúdos de um sítio na internet de acordo com o dispositivo que efectua o pedido. De modo a tirar o máximo partido quer da tecnologia quer dos dispositivos existentes, a aplicação deverá do lado do servidor reconhecer qual o tipo de dispositivo que acede aos conteúdos, afastando a complexidade à componente cliente à custa da introdução de complexidade adicional no servidor, e fornecer

informação adaptada ao dispositivo, sem que para tal seja necessário criar múltiplas aplicações para diferentes dispositivos.

A mais-valia desta abordagem deve-se ao facto de permitir que a aplicação mostre ao utilizador de uma forma transparente, apenas os conteúdos que possam ser bem compreendidos e correctamente visualizados pelos dispositivos que efectuam o pedido, obedecendo às regras e formatos *World Wide Web Consortium* [1] (W3C).

O cenário de desenvolvimento passa pela adaptação do actual site da Universidade de Aveiro (www.ua.pt) a dispositivos móveis, com baixa largura de banda e ecrãs de baixa resolução, como é o caso dos telemóveis e *pda´*s.

1.2 Motivação

O trabalho desenvolvido nesta dissertação foi motivado pela necessidade do desenvolvimento de novas aplicações, onde há que ter em conta que, em qualquer parte do mundo, pode existir um utilizador que tenha a necessidade de aceder-lhe via dispositivo móvel. A esmagadora maioria das aplicações actuais não estão vocacionadas para esse tipo de dispositivo pelo que neste âmbito se tornou crucial adequar as actuais aplicações de modo a que forneçam os conteúdos adaptados não só aos actuais dispositivos tradicionais mas também a dispositivos móveis, bem como prepará-las para a nova geração de dispositivos que vão surgindo no mercado.

1.3 Metodologia do trabalho

Para alcançar o objectivo proposto, será necessário um entendimento e um estudo das regras e formatos do W3C. Posteriormente será dedicado algum tempo ao estudo e compreensão das várias ferramentas existentes actualmente no mercado e necessárias ao desenvolvimento e teste da aplicação.

Antes de iniciar o desenvolvimento da aplicação, serão efectuadas várias aplicações de teste de modo a compreender genericamente o comportamento das aplicações nos dispositivos móveis, e de modo a tirar o máximo partido destes. Pretende-se que a troca de informação entre o cliente e o servidor seja a menor possível, tornando assim o acesso mais barato para quem acede à informação.

Após apreensão das regras e formatos do W3C, e após experienciar com as ferramentas e metodologias a utilizar, serão estudadas as soluções a introduzir na aplicação a desenvolver.

Serão estudados três tipos de soluções:

- Deixar a responsabilidade ao servidor de apresentar os conteúdos correctamente ao dispositivo de acesso – aplicação puramente no servidor
- Deixar essa responsabilidade para o cliente – aplicação unicamente no cliente
- Repartir essa responsabilidade pelo servidor e cliente.

A solução escolhida será a que parecer a mais correcta dado em função do tipo de dispositivo de acesso. Após definida a estratégia a seguir, com base nas diversas ferramentas e tecnologias disponíveis será implementado um protótipo.

Uma vez desenvolvida uma aplicação compatível com uma visualização correcta num dispositivo móvel e num browser normal, serão efectuados vários testes de navegabilidade, usando para isso dispositivos emulados disponibilizados pela Microsoft Visual Studio. Estes dispositivos permitem navegar pela aplicação como se fosse um dispositivo real, fornecendo assim uma ideia do comportamento nos vários cenários, móvel e desktop.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos.

O primeiro capítulo é dedicado ao estudo das normas e protocolos existentes para dispositivos móveis, apresentando os principais protocolos e descrevendo algumas normas a seguir no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

No segundo capítulo são apresentados os sistemas e tecnologias para o desenvolvimento de aplicações com visualização diferenciada por dispositivo. São apresentados alguns sistemas que estão preparados para uma correcta visualização em dispositivo móveis, é efectuada uma análise do que se passa com os sistemas nas condições referidas e é apresentada uma tecnologia utilizada no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

No terceiro capitulo é apresentada a arquitectura da aplicação a desenvolver, apresentando o leque de soluções existentes, é apresentada a estrutura da aplicação antes

de se iniciar as devidas alterações e a sua aparência quando visualizada num dispositivo móvel. São também apresentadas as alterações propostas, detalhando qual o software e as tecnologias envolvidas na realização do trabalho. São apresentados alguns testes de navegabilidade da aplicação num dispositivo móvel em diferentes fases do seu desenvolvimento. Por fim são apresentadas as soluções escolhidas para a construção de uma aplicação multi-plataforma.

No quarto capítulo é apresentado o resultado do trabalho desenvolvido, uma aplicação compatível com um browser de um computador normal, e com um dispositivo móvel. São apresentados alguns testes de navegação da aplicação efectuados num dispositivo móvel, para se verificar se a interacção é efectuada de forma correcta.

No quinto e último capítulo serão apresentadas as conclusões bem como as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do protótipo. Serão enumeradas quais as vantagens do mesmo e apresentadas algumas ideias de trabalho futuro, bem como alguns aspectos que poderiam ainda ser melhorados na aplicação actual.

2 Normas e protocolos destinados a dispositivos móveis

2.1 World Wide Web Consortium

O W3C (World Wide Web Consortium) é um consórcio de empresas de tecnologia, fundado por Tim Berners-Lee em 1994 para tirar maior partido da utilização da Web. Para tal, desenvolveu protocolos comuns e fóruns abertos que impulsionam a sua evolução e asseguram a sua interoperabilidade. O W3C desenvolve e mantém padrões para a criação e interpretação dos conteúdos para a Web, tais como o *Hypertext Markup Language* (HTML), *HyperText Transfer Protocol* (HTTP), *eXtensible Markup Language* (XML), entre muitos outros.

Os *sites* que são desenvolvidos seguindo esses padrões podem ser acedidos e visualizados por qualquer utilizador ou tecnologia, independente do hardware ou do software utilizado, como telemóveis, *personal digital assistants* (*pda's*), ou dispositivos com capacidade de ligação à Internet, de maneira rápida e compatível com os novos padrões e tecnologias que possam surgir com à evolução da Internet.

Para alcançar os objectivos a W3C possui comissões que estudam as diversas tecnologias existentes para apresentação de conteúdos na Internet, e criam padrões de recomendações para utilizar correctamente as tecnologias disponíveis.

2.2 Wireless Application Protocol (WAP)

No ano de 1995, a Ericsson fez um grande esforço para desenvolver um protocolo que pudesse oferecer uma variedade de serviços para as redes sem fios. Não tardou a que outras companhias investissem no mesmo mercado desenvolvendo assim outras tecnologias para competir com a já existente.

A Nokia e a Phone.com, após um tempo de grande desenvolvimento e negociações formaram em conjunto com a Ericsson um consórcio que culminou na formação do WAP Fórum [2]. O WAP Fórum juntou as melhores ideias, e publicou o *Wireless Application Protocol* (WAP) 1.0 no início de 1998. O resultado foi um protocolo contendo as tecnologias *Handheld Device Markup Language* (HDML) da Phone.com, o

Intelligent Terminal Transfer Protocol (ITTP) da Ericsson, e o *Tagged Text Markup Language* (TTML) da Nokia.

O WAP prevê um método para comunicação através de redes sem fios, de forma rápida, com eficiência e segurança. Esta comunicação pode ser efectuada utilizando telemóveis, pda's, entre outros. As comunicações através de redes sem fios não estão limitadas a aplicações estáticas como foi a Internet no passado; o protocolo WAP oferece a oportunidade de integrar base de dados, conteúdos dinâmicos e comércio electrónico via dispositivo WAP, embora o nome se refira a um único protocolo.

O WAP pode ser utilizado por qualquer sistema operativo, incluindo plataformas comuns como as dos telemóveis e pda's.

Em 2002, foi lançado uma nova versão do WAP 2.0 [3], que acrescenta suporte a vários protocolos da Internet, nomeadamente, o *Internet Protocol* (IP), o *Transmission Control Protocol* (TCP) e o HTTP. A linguagem específica de marcação no WAP 2.0 é o *XHTML Mobile Profile* [3] (XHTML MP) que entre outros factores, suporta folhas de estilo específicas para dispositivos móveis, o WAP CSS.

2.3 Wireless Markup Language (WML)

A *Wireless Markup Language* (WML) é uma linguagem de marcação baseada em XML, destinada a dispositivos que implementam o WAP, como por exemplo, os dispositivos móveis. É idêntica à linguagem HTML na medida em que fornece um apoio à navegação, hiperligações (*hyperlinks)*, imagens e dados. Esta linguagem de marcação é definida pelo WAP 1.x, foi introduzida no ano de 1999 e possui as funcionalidades do *Handheld Device Markup Language* (HDML), entre outras.

A WML foi projectada para suportar uma variedade de dispositivos, com algumas características específicas, nomeadamente, tamanho reduzido do ecrã, baixa largura de banda e conectividade sem fios. Permite facilidades de *scripting* do lado do cliente. A linguagem suportada designa-se de WmlScript, e a sua sintaxe é baseada na da linguagem JavaScript. Como exemplo de uma página desenvolvida em WML temos:

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//PHONE.COM//DTD WML
1.1//EN""http://www.phone.com/dtd/wml11.dtd" >

<wml>
   <card id="main" title="First Card">
   <p mode="wrap">This is a sample WML page.</p>
   </card>
</wml>
```

Exemplo 1- Exemplo de uma página desenvolvida em WML.

2.4 Media Queries

A partir do *Hypertext Markup Language*, Versão 4.0 (HTML4) e do *Cascading Style Sheet*, Versão 2 (CSS2), passou a ser possível suportar folhas de estilo diferentes para os diversos tipos de dispositivos suportados. Com esta nova possibilidade, por exemplo, uma aplicação pode utilizar uma cor de fundo quando visualizada num browser normal, e pode ter uma outra cor de fundo quando visualizada por um dispositivo móvel.

As *media queries* consistem num "tipo de média" e de uma ou mais expressões para limitar o alcance das folhas de estilo. Ao utilizar as *media queries*, podemos ter diferentes visualizações das aplicações em diferentes dispositivos de saída sem alterar o seu conteúdo.

Podemos ver um pequeno exemplo (Exemplo 2) da definição em HTML de uma *media query*

```
<link rel="stylesheet" media="screen and (color)" href="example.css" />
```
[5],

Exemplo 2 - Definição de uma linha de código CSS destinado a um tipo de média

nesta situação a folha de estilo example.css será aplicada apenas se o tipo de média for screen (browser normal) e com cor.

Uma *media query* pode também ser importada por uma regra de importação de CSS

```
@import url (color.css) screen and (color)
```

Exemplo 3 - Exemplo de uma linha CSS utilizando o @import

No exemplo apresentado no código anterior (Exemplo 3) é em tudo análogo ao apresentado em Exemplo 2.

É de salientar a possibilidade de combinar várias expressões de média, desde que estas sejam separadas por vírgulas. Note-se que a *media query* é uma expressão lógica que tem de ser avaliada. Como qualquer expressão lógica, pode tomar dois valores

possíveis: verdadeiro ou falso. A expressão lógica da *media query* é verdadeira se o tipo de média que acede à aplicação coincide com a média definida no HTML e todas as demais condições referidas forem verdadeiras; caso contrário a folha de estilo é ignorada. Nos exemplos apresentados a expressão só será verdadeira se o dispositivo for do tipo *screen* e ainda se este dispositivo for a cores.

Mas as *media queries* não são exclusivas do HTML4, podemos defini-las também para HTML, XHTML, XML, importações (@import), e regras de CSS.

As *media queries* podem ser definidas usando a seguinte sintaxe:

> media_query_list: <media_query> [, <media_query>]*
>
> media_query: [[only | not]? <media_type> [and <expression>]*]
>
> | <expression> [and <expression>]*
>
> expression: (<media_feature> [: <value>]?)
>
> media_type: all | aural | braille | handheld | print | projection | screen | tty | tv | embossed
>
> media_feature: width | min-width | max-width | height | min-height | max-height | device-width | min-device-width | max-device-width| device-height | min-device-height | max-device-height| device-aspect-ratio | min-device-aspect-ratio | max-device-aspect-ratio | color | min-color | max-color| color-index | min-color-index | max-color-index | monochrome | min-monochrome | max-monochrome | resolution | min-resolution | max-resolution | scan | grid [5]

2.5 Boas Práticas

O W3C definiu um conjunto de regras de boas práticas que devem ser seguidas quando se desenvolvem aplicações para a Web [4]. Este conjunto de recomendações efectuadas pelo W3C tem como propósito melhorar a experiência do utilizador na aplicação quando acedida por um dispositivo móvel. Serão aqui apresentadas apenas algumas das regras definidas pelo W3C a nível do comportamento geral das aplicações e dos dispositivos.

- Devemos assegurar que conteúdos fornecidos por um *Uniform Resource Location* (URL) retornam uma experiência coerente quando acedidos por diferentes dispositivos, ou seja os conteúdos devem ser acessíveis a uma gama

diversificada de dispositivos, independentemente das suas características. O W3C recomenda que se explore as potencialidades dos dispositivos, de modo a fornecer uma melhor experiência ao utilizador.

- É sempre boa prática quando desenvolvemos uma aplicação, seja para dispositivos móveis ou para outro tipo de dispositivos, executar testes de modo a minimizar possíveis erros e corrigir alguns defeitos. O W3C recomenda que em particular no desenvolvimento de aplicações para *Web Mobile* se efectuem testes tanto em dispositivos reais, como em emuladores, para assim prever melhor o comportamento de aplicações neste tipo de dispositivos.

Devido às limitações dos dispositivos móveis, torna-se necessário ter alguma precaução quando se está a definir a estrutura e o modelo de navegação do Web Site. Assim o W3C também definiu regras que devem ser respeitadas.

- Uma boa prática recomendada, é manter o endereço de acesso à Web o mais curto possível, uma vez que em alguns dispositivos a forma de introduzir um endereço é escrevê-lo; quanto maior for, mais dificuldade o utilizador terá em submetê-lo, aumentando também a probabilidade de surgirem erros.
- A aplicação desenvolvida deve fornecer uma navegação mínima no topo da página, ou seja a informação mais importante deve ser colocada no topo da página e a informação de menos importância deve ser colocada no final da mesma.

No desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis existe a necessidade de contrabalançar o número de ligações de navegação que acedem directamente a um índice pretendido, e o número de múltiplas ligações de navegação que acedem a várias páginas para aceder ao mesmo índice. Quando é necessário atravessar várias páginas para atingir um conteúdo, estamos a acrescentar custo ao acesso à aplicação; por outro lado, mas do ponto de vista do utilizador, o conteúdo torna-se mais legível do que aplicações com demasiadas hiperligações.

- O W3C recomenda também que se deve fornecer um mecanismo eficiente de navegação, tendo em conta que dispositivos que não utilizem um dispositivo apontador de auxílio (caso dos telemóveis comuns), a navegação é efectuada através do *keypad*. Uma das formas de facilitar a navegação em dispositivos que

não possuem dispositivo apontador, e criar chaves de acesso (ex. uma tecla → um link), deste modo a navegação fica mais facilitada.

- Devemos identificar o alvo de cada *link*, ou seja, dar a conhecer ao utilizador onde o *link* seleccionado o vai levar, ao mesmo tempo deve ser dado a conhecer a dimensão dos dados que está a aceder, de modo a permitir uma ideia do tamanho, e do custo de acesso do mesmo.
- Não devemos utilizar imagens de mapas, a menos que o dispositivo suporte este tipo de navegação, ou seja, o dispositivo móvel tem de ter capacidade de navegar em todos os sentidos, para que se justifique este tipo de navegação.
- A aplicação não deve causar *pop-up's* ou outras janelas indesejadas.
- É boa prática não criar *auto-refresh* das páginas, a menos que o utilizador seja informado de como retirar essa opção.
- Outra boa prática é manter o número de recursos ligados externamente a um mínimo, porque cada recurso ligado (imagens, folhas de estilo, etc.), efectua um pedido separado através da rede ocupando assim largura de banda, e aplicando custo ao acesso.

O W3C não se limita a definir boas práticas apenas para o comportamento geral da aplicação e para a navegação nas ligações, também define regras para a disposição e índices de página na aplicação, para respeitar essas regras ao desenvolver uma aplicação para um dispositivo móvel. Assim, devemos:

- Garantir que o índice é apropriado para o dispositivo a que se destina;
- Utilizar uma linguagem simples e clara; assim como,
- Apresentar apenas o pretendido pelo utilizador.

Na definição do tamanho das páginas para dispositivos móveis devemos garantir que:

- As aplicações não são demasiado grandes (porque assim irá ser utilizada grande largura de banda), nem demasiado pequenas (o facto do utilizador efectuar mais solicitações de informação, pode levar a grandes atrasos na transmissão de informação).
- O arrastamento (*scrooling*) da página deve ser efectuado apenas segundo um eixo, de modo a facilitar a navegação e a visualização da página.

- Neste tipo de aplicações não devemos utilizar gráficos para definir espaçamentos, isto porque quando se utiliza um pixel para posicionamento absoluto, não é visualizado correctamente na maior parte dos dispositivos, além disso, devem ser evitadas imagens muito grandes, ou imagens com alta resolução, a menos que a imagem represente informação que de outra forma seria perdida.
- Deve ser garantido que a informação com cor que estamos a transmitir está também disponível sem cor, devido à baixa resolução dos dispositivos móveis, o contraste é muito fraco, e a informação seria perdida, devemos fornecer uma combinação de cores que nos garanta o contraste necessário. O ideal é procurar uma alternativa para as imagens de fundo nas aplicações para dispositivos móveis, mas se não encontrar alternativas deve garantir-se que o conteúdo da aplicação permanece legível no dispositivo.

A definição da página também é alvo de regras por parte do W3C, como por exemplo:

- O título da página deve ser curto mas deve dar uma ideia geral do conteúdo da mesma.
- A utilização de *frames* em aplicações para dispositivos móveis deve ser evitada, porque muitos dispositivos não têm a capacidade de as reconhecer, e por outro lado são reconhecidas como sendo geralmente problemáticas.
- As tabelas em aplicações para dispositivos móveis não são recomendadas pelo W3C, visto que as tabelas não trabalham bem com ecrãs de tamanho limitado. Desta forma, é recomendado que não se utilizem nem tabelas, nem tabelas aninhadas; deve ser procurada sempre uma alternativa a este tipo de apresentação.
- Não utilizar *scripts* mesmo em casos em que o dispositivo o suporte. A excepção deve surgir apenas nas situações em que não exista outra forma de realizar os objectivos pretendidos, uma vez que sua utilização aumenta o consumo de energia, reduzindo o tempo de bateria do dispositivo.
- É boa prática especificar o tamanho das imagens quando estas têm uma dimensão própria. É recomendado que se redimensionem as imagens no servidor quando estas possuem uma dimensão intrínseca, uma vez que, quando

reduzido o tamanho da imagem no servidor, reduz-se a quantidade de informação enviada ao cliente, aumentando assim a eficácia, o tempo de resposta da aplicação, e a forma como é visualizada em diferentes dispositivos.

- Não se deve utilizar medidas em *pixels* nem medidas absolutas em valores nas folhas de estilo, devemos ao invés usar percentagens e medidas relativas. Isso permite que o browser se adapte para o dispositivo em questão.
- Devemos utilizar folhas de estilo sempre que possível para controlar a disposição e a apresentação dos conteúdos, a menos que o dispositivo não as suporte.
- É necessário utilizar uma marcação concisa e eficiente, ou seja conteúdos que sejam marcados com uma linguagem como o XML, podem ser preservadas exactamente com a mesma semântica, meramente com a remoção de espaços em branco.
- Sempre que o utilizador tenta aceder a um conteúdo deve garantir-se que o conteúdo enviado, é enviado num formato que o dispositivo conhece, e, sempre que possível, deve ser enviado no formato que o dispositivo prefere. Deste modo, o dispositivo pode processar com mais facilidade a informação recebida.

O W3C refere também como boa prática no desenvolvimento de aplicações: a necessidade da codificação do conteúdo da aplicação ser feita numa codificação conhecida pelo dispositivo, caso contrário, essa informação é inútil.

As mensagens de erro também têm referência no W3C. Este define que devem ser apresentadas mensagens de erro informativas, e garantir uma forma de voltar à informação útil.

Não se deve confiar nos *cookies* disponíveis. Estes são geralmente utilizados para gerir a sessão, identificar utilizadores, e preferências do utilizador. Contudo, em muitos casos, os dispositivos móveis não as executam, e alguns *gateways* simulam a sua em nome dos dispositivos móveis.

É uma boa estratégia tirar partido da *cache*. Através da sua utilização de modo eficiente, reduz-se a necessidade de recarregar a informação, reduzindo-se os custos de utilização, e aumentando o desempenho da aplicação.

Os dispositivos móveis são bastante limitados. Uma dessas limitações prende-se com os estilos e tamanhos de letras disponíveis; são muito poucos. Assim, é necessário garantir que o formato e os estilos pretendidos são suportados pelo dispositivo.

Para respeitar as boas práticas deve ainda ter-se atenção a alguns aspectos como por exemplo as entradas da aplicação.

- Deve ser evitada a introdução de texto livre sempre que possível, de modo a facilitar a navegação pela aplicação,
- O número de teclas que é utilizado para navegação, deve ser mantido num número mínimo e, sempre que seja possível, fornecer valores predefinidos à aplicação. Isso permite minimizar a utilização do teclado, ou de um dispositivo apontador, facilitando a interacção do utilizador com a aplicação.

Quando se desenvolvem aplicações para dispositivos móveis é necessário que os *links*, objectos e formulários sejam criados com uma ordem lógica, facilitando a navegação pela aplicação.

Todas as regras de boas práticas mencionadas ajudam no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis. Se forem tidas em conta todas as recomendações a aplicação desenvolvida será, certamente, correctamente visualizada por diferentes dispositivos, e estará de acordo com as regras do W3C.

3 Sistemas e tecnologias para o desenvolvimento de aplicações com visualização diferenciada por dispositivo

Antes de iniciar o desenvolvimento de uma aplicação destinada a múltiplos dispositivos, convém verificar alguns exemplos funcionais já existentes. Neste momento existem alguns sistemas que são simultaneamente compatíveis com um browser tradicional e com dispositivos móveis.

3.1 Sistemas com visualização diferenciada por dispositivo

O Google [6] disponibiliza alguns dos seus serviços para que possam ser acedidos por tais dispositivos. Actualmente estão disponíveis serviços como o motor de busca Google, o GMail (e-mail da Google), e ainda o Google Maps (Figura 1).

Figura 1:Aplicações Google para dispositivos móveis.

O sítio de vídeos actualmente mais popular no mundo, o YouTube (www.youtube.com), também tem disponível uma versão para dispositivos móveis onde se pode visualizar vídeos de uma maneira simples, sendo o modo de funcionamento muito semelhante ao da sua versão desktop (Figura 2). A Yahoo (www.yahoo.com) [8] também adaptou a sua aplicação para que fosse possível um acesso via dispositivo móvel por parte dos seus utilizadores (Figura 3).

Figura 2:Aplicação disponibilizada pelo YouTube para dispositivos móveis.

Figura 3:Aplicação disponibilizada pela Yahoo para dispositivos móveis.

Figura 4:Motor Geográfico português para dispositivos móveis.

Figura 5:Aplicação disponibilizada pelo jornal "A Bola" para dispositivos móveis.

Na categoria dos motores de busca, e em português, foi criado uma aplicação compatível com dispositivos móveis, a que deram o nome de Geotumba [7], como mostra a Figura 4. Na categoria de jornais de desporto, e ainda em português, como um

bom exemplo Jornal “A Bola” (www.abola.pt) [3], que tem disponível uma versão para *pda* (Figura 5). No entanto, e ao contrário das demais plataformas apresentadas, o acesso via disponível móvel não garante imediatamente uma correcta visualização. O utilizador é que tem de “informar” o sistema que pretende visualizar o conteúdo da aplicação num formato compatível com dispositivo móvel.

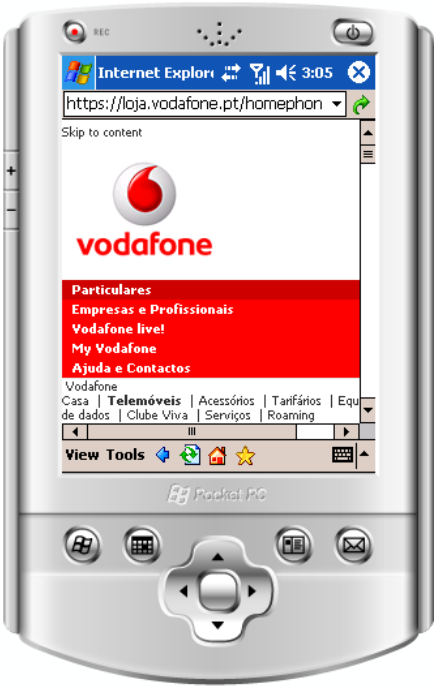

Figura 6: Aplicação da Vodafone para dispositivos móveis.

Figura 7: Aplicação do Hotmail para dispositivos móveis.

As operadoras móveis – um dos principais interessados no negócio da venda de dispositivos móveis e serviços a ele destinados – têm também uma versão da sua aplicação preparada para dispositivos móveis, que permitem aos seus clientes num simples acesso à aplicação aderir a campanhas e/ou cancelar adesão às mesmas. Apesar de ser um negócio preferencial para as operadoras de serviço móvel, e em Portugal, apenas a Vodafone apresenta um serviço diferenciado para dispositivos móveis e desktop, como é apresentado na Figura 6. As aplicações das restantes operadoras são iguais nos dois tipos de acesso (móvel e desktop).

É cada vez mais frequente a utilização de programas de troca de mensagens instantâneas. Esse serviço é também já vendido como serviço pelas operadoras móveis. Um dos serviços de mensagens instantâneas mais difundido em dispositivos móveis é o MSN Messenger [9], que actualmente dispõe de uma versão adaptada para estes

dispositivos. O MSN [9] tem também as suas aplicações preparadas para sejam visualizadas correctamente em dispositivos móveis como podemos ver pela Figura 7.

A variedade de sistemas disponível é grande e abarca várias áreas de negócio. O exemplo seguinte mostra a aplicação do W3C que se encontra disponível para uma visualização num dispositivo móvel, conforme pode ser visto na Figura 8.

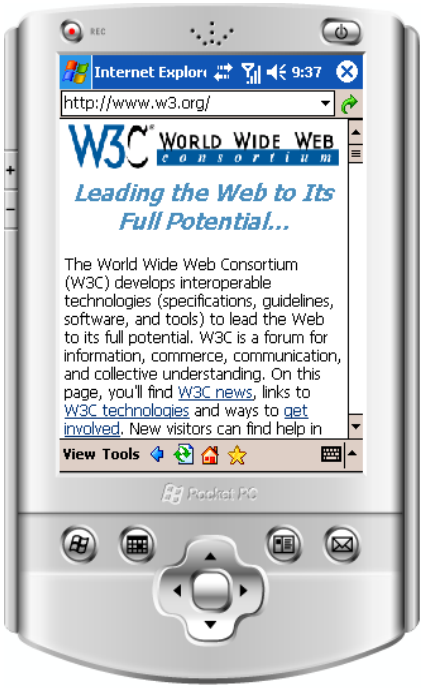

Figura 8: Aplicação W3C para dispositivos móveis.

3.2 Estado actual das aplicações destinadas a dispositivos móveis

Como balanço, e depois de explorados inúmeros exemplos, podemos afirmar que neste momento a esmagadora maioria das aplicações nacionais não estão preparadas para uma correcta visualização num dispositivo móvel e, das poucas actualmente disponíveis, apresentam uma aparência e navegabilidade muito confusas.

Figura 9:Aplicação disponibilizada pelo Sapo.

Figura 10: Aplicação disponibilizada pela TMN.

Figura 11:Aplicação do jornal de desporto Record.

Figura 12:Aplicação disponibilizada pelo aeiou.

Como as aplicações não estão preparadas para serem exploradas por esse tipo de dispositivos de apresentação, na maioria das vezes está a carregar informação desnecessariamente, como por exemplo fotografias de grande dimensão, que não acrescentam nenhuma funcionalidade e aumentam o custo do acesso aos conteúdos e um aumento do tempo de acesso à mesma informação podemos ver pelas Figuras 9, 10, 11 e 12.

Mesmo nas aplicações nacionais "adaptadas" para dispositivos, como é o caso de um sítio do Jornal desportivo "A Bola" que permite uma visualização correcta num dispositivo móvel, possui as suas limitações pois o utilizador, depois de visualizar a página inicial tem de "informar" que está a efectuar o acesso a partir de um dispositivo móvel. Esta abordagem não é a mais adequada, uma vez que, inicialmente, o dispositivo acede a informação que não está formatada para um dispositivo móvel.

Se compararmos o caso nacional com o que se passa com outras aplicações estrangeiras e que estão preparadas para acesso por dispositivos móveis a abordagem é, normalmente, diferente: o utilizador não tem de seleccionar a opção móvel, o próprio servidor encarrega-se de enviar ao cliente a aplicação correcta dependendo do dispositivo que acede. Dos exemplos apresentados destacamos o sítio o motor de busca Google (www.google.pt), e a aplicação da Yahoo (www.yahoo.com).

3.3 Desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis: a tecnologia e arquitectura J2ME

Um dos principais problemas que se colocam no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis reside na escolha de qual a tecnologia a utilizar. O Java disponibiliza uma tecnologia para desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis o *Java 2 micro edition* (J2ME), que é uma plataforma que se caracteriza por:

- Ter uma óptima interface com o usuário;
- Um modelo de segurança robusto; e
- Um extenso suporte para aplicações de rede.

Esta plataforma é muito utilizada por fabricantes de dispositivos móveis, abrangendo uma grande variedade de dispositivos. Está dividida em 3 camadas: configurações, perfis, e API's. A divisão serve para separar as diferentes famílias de dispositivos móveis existentes.

A camada de configuração define quais os mínimos esperados do dispositivo, classificando-o por capacidade de memória e processamento. Entre as configurações disponíveis destacam-se a *Connected Device Configuration* (CDC) e a *Connected, Limited Device Configuration* (CLDC). A especificação CDC é semelhante aos sistemas Java disponíveis para desktop, destina-se a dispositivos que possuam alguns megabytes

de memória disponíveis. A CLDC consiste numa estrutura reduzida diferente dos sistemas para desktop, e um conjunto de classes mais apropriado para dispositivos móveis com limitações a nível de desempenho e de memória.

A camada dos perfis disponibiliza um conjunto de API's que complementam as configurações, fornecendo funcionalidades para um determinado tipo de dispositivo. São API's mais específicos do que as configurações, apesar de serem baseados nelas, adicionam API's para a interface com o utilizador. O perfil utilizado em dispositivos móveis é a *Mobile Information Device Profile* (MIDP), mas no entanto existem outros perfis disponíveis como o *Foundation Profile*, o *Personal Basis* e o *Personal Profile*.

A camada de APIs oferece um conjunto de funcionalidades adicionais específicas que não podem ser encontradas em todos os dispositivos de uma dada configuração ou perfil. As mais conhecidas são *Wireless Messaging API* (WMA), que permite às aplicações manipular mensagens SMS, e a *Mobile Media API* (MMAPI), que adicionam controlos de média aos programas Java nos dispositivos que o permitem.

Estas 3 camadas formam as ferramentas disponíveis para desenvolvimento de aplicações em classes de dispositivos.

4 Arquitectura a desenvolver

No mundo móvel uma das realidades incontornáveis é a diversidade dos dispositivos que os utilizadores podem utilizar para aceder à mais diversificada informação. Essa diversidade dificulta a criação de interfaces a disponibilizar ao utilizador e obriga que a concepção e desenvolvimento dos sistemas evoluam.

Neste contexto, as duas principais famílias de soluções que existem são:

- Soluções baseadas no browser, em linguagens de marcação – XForms [10], UIML[11], entre outras, onde existe um componente servidor, que entrega conteúdos aos dispositivos de uma forma mais ou menos adequada;
- Soluções baseadas no desenvolvimento de um conjunto de interfaces nativas que são fornecidas a famílias de dispositivos, conforme o mais apropriado.

Estas soluções apresentam ambas algumas desvantagens. A primeira solução é limitada no grau de adaptação uma vez que tende a ser orientada ao subconjunto de marcações viáveis para todos os dispositivos. Os *renders* nativos para linguagens de marcação têm a limitação de adaptar os conteúdos mais à tecnologia (Java[12], HTML[13]), do que ao dispositivo que está a ser utilizado. A segunda solução permite fornecer uma melhor adaptação, mas tem problemas de manutenção, desenvolvimento e, consequentemente custos.

4.1 Escolha da tecnologia a utilizar

No contexto apresentado, e tendo em conta que o principal objectivo é a construção de uma aplicação compatível com a visualização num dispositivo móvel, partindo de uma aplicação desktop já desenvolvida, e que tem uma estrutura que consiste em:

- Área de Menus:
    - Um menu acompanhado por um banner de imagens – no topo da aplicação;
    - Um menu lateral – na lateral esquerda;
- Uma área informativa onde se podem ver as notícias de destaque do dia - no centro da aplicação;

- Uma secção com publicidade institucional, e outra secção destinada a outras notícias – ambas do lado direito, conforme pode ser visto na Figura 13.

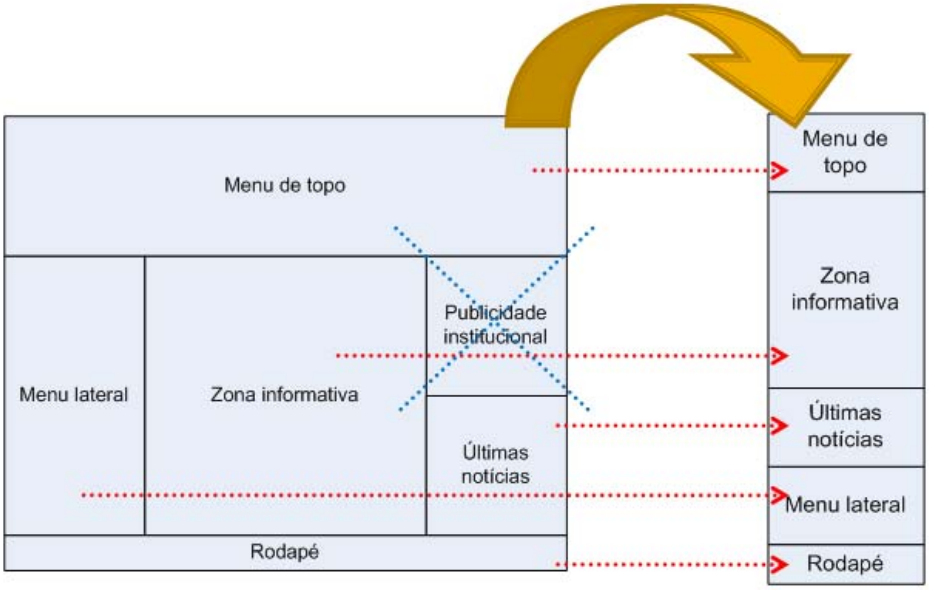

Figura 13: Distribuição das zonas informativas na aplicação desktop e móvel.

Como esta configuração desenhada para uma aplicação desktop não pode ser utilizada num dispositivo móvel; é necessário transformá-la e reorganizá-la numa configuração semelhante à mostrada a Figura 13.

Para se conseguir obter uma visualização correcta quando visualizada num browser normal (Figura 13) e obter simultaneamente uma visualização compatível com um dispositivo móvel é necessário, numa primeira fase, reestruturar a aplicação original de modo a que, em vez de ser utilizado um posicionamento dos objectos usando tabelas, se obtenha uma estrutura em tudo idêntica, mas utilizando um posicionamento exacto, e tirando partido também da sobreposição de diferentes camadas [14].

O facto de a aplicação original estar desenvolvida tendo como base a plataforma ASP.NET [15] facilita essa adaptação. Esta plataforma de desenvolvimento tem a possibilidade de distinguir qual o dispositivo do cliente à qual se destina a aplicação. Logo, uma aplicação desenvolvida sobre esta plataforma pode ser bem apresentada num browser de um computador normal, e num browser de um dispositivo móvel, desde que se tenha em conta qual o dispositivo cliente e se envie a versão correcta para o mesmo.

A aplicação deverá estar preparada para dois tipos de acesso, móvel e desktop. Dessa forma os estilos aplicados aos conteúdos no caso de a visualização ser efectuada por

browser de um computador normal não podem ser os mesmos dos estilos num dispositivo móvel, devido ao facto das limitações dos mesmos. Assim surge a importância de criar ficheiros independentes de estilos que são aplicados em função do acesso. Para a criação dos diferentes ficheiros foi utilizado CSS [17] (*Cascade StyleSheets*) que tem como funcionalidade descrever aplicar estilos a cada bloco de conteúdo da aplicação.

Uma vez que o cliente condiciona a forma como os conteúdos são apresentados, é necessário reconhecer, para cada pedido, qual o tipo de dispositivo que o está a efectuar. Depois de avaliado qual o tipo de dispositivo usado pelo cliente, aplicam-se *Media Types* [18] distintas. O dispositivo é definido através pela *Media Queries* [5].

Tal como o referido previamente, as *media types* permitem que se declare folhas de estilos (CSS) para diferentes tipos de acesso. Assim, podemos declarar um ficheiro de estilos para acesso móvel, e um outro ficheiro para acessos de um computador normal. O código necessário para tal operação pode ser visto Exemplo 4:

```
<link href="mobileCss.css" rel="stylesheet" type="text/css" media="handheld" />

<link href="screenCss.css" rel="stylesheet" type="text/css" media ="screen" />
```

Exemplo 4 - Utilização de CSS's com *media types* nas páginas da aplicação

No exemplo apresentado o ficheiro de estilos *mobileCss.css* é aplicado quando o dispositivo de acesso for *handheld*, ou seja um dispositivo móvel, no caso de o acesso ser efectuado por um browser normal é aplicado o ficheiro *screenCss.css*.

Desta forma estão identificados os dispositivos de acesso, mas, se por algum motivo o acesso for efectuado usando outro método que não móvel ou desktop, não é aplicado nenhum estilo aos conteúdos, uma vez que não há regra para esse caso.

Contudo, a aplicação de folhas de estilos não é suficiente; uma vez que a informação apresentada será a mais relevante para o dispositivo do utilizador. Como se pode ver das Figuras 9 e 10, alguns blocos serão mesmo omitidos, pelo que existe a necessidade de restringir do lado do servidor a informação referente aos blocos que serão omitidos. É possível através do ASP.NET[20][21][22] manipular blocos inteiros HTML [16], como podemos observar no Exemplo 5.

```
if((page.ScreenPixelsHeight > 320) && (page.ScreenPixelsWidth > 240))
{
    control[0].Visible = true;
    control[1].Visible = true;
    control[2].Visible = false;
    control[3].Visible = false;
    control[4].Visible = false;
    control[5].Visible = true;
    control[6].Visible = true;

}

else
{
    control[0].Visible = false;
    control[1].Visible = false;
    control[2].Visible = true;
    control[3].Visible = true;
    control[4].Visible = true;
    control[5].Visible = false;
    control[6].Visible = false;
}
```

Exemplo 5 - Reconhecimento do dispositivo de acesso e consequente bloqueio ou envio dos conteúdos.

Tendo estes pressupostos em mente, é então possível construir uma aplicação que seja simultaneamente compatível com dispositivos móveis ou com dispositivos desktop, ou seja, que apresente ao utilizador, de uma forma transparente, os conteúdos correctos dependendo do tipo de acesso que for efectuado.

Uma outra tecnologia importante no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis é a "emulação de dispositivos" [19][23]. Os emuladores permitem simular um ambiente real sem a necessidade de possuir um dispositivo físico e sem a necessidade de custos para os realizar. Deste modo é possível efectuar testes exaustivos de navegabilidade na aplicação desenvolvida de modo a reduzir o número de erros e falhas.

Combinando as ferramentas apresentadas e as tecnologias descritas podemos desenvolver aplicações capazes de ser visualizadas por diferentes dispositivos.

4.2 Testes iniciais

Antes de iniciar o desenvolvimento da aplicação é necessário efectuar uma instalação correcta do software na qual se vai construir e testar toda a aplicação. Os manuais e descrições dos processos de instalação desses softwares estão descritos nos Anexos I, II e III.

Antes de iniciar o desenvolvimento da nova aplicação multi-plataforma, as primeiras semanas de trabalho foram exclusivamente dedicadas à implementação de pequenas aplicações e ao estudo do comportamento destas em vários dispositivos. Estes pequenos passos são essenciais, pois permitem a familiarização com as ferramentas que serão utilizadas, bem como o descobrir do que melhor se adapta a estes dispositivos, e de como obter o aspecto final desejado.

Outra tarefa importante foi o trabalho desenvolvido na familiarização com os emuladores, visto ser necessário efectuar algumas configurações. Esse trabalho é também clarificado no Anexo III. Note-se que é com estes dispositivos com que se vai testar as aplicações desenvolvidas. Os emuladores representam uma réplica dos dispositivos reais.

Findo o período de adaptação foi iniciado o desenvolvimento da nova aplicação. O primeiro passo passou por transformar o modo de representação da informação. A aplicação a adaptar está desenvolvida em tendo por base para o *layout* das páginas um conjunto de tabelas de tamanho fixo, tal como o representado na Figura 13.

O aspecto da aplicação (www.ua.pt), quando visualizada num dispositivo móvel antes das alterações efectuadas é o representado na Figura 14.

Figura 14: Aparência da aplicação num dispositivo móvel antes de efectuar qualquer adaptação.

Como se pode observar, e devido ao facto de o layout ser controlado por uma tabela de dimensão fixas, a aparência não é apelativa nem tão pouco simples, uma vez que a aplicação é apresentada com o mesmo tamanho de quando é acedida por um browser de um computador normal. Assim, o utilizador tem de arrastar a aplicação em dois sentidos (para baixo, e para a direita). Devido ao tamanho exíguo do ecrã do dispositivo móvel, alguns conteúdos podem aparecer deslocados do seu sítio normal, tornando por isso uma visualização ainda mais confusa e muito pesada do ponto de vista da largura de banda necessária.

Para que o conteúdo pudesse ser melhor visualizado num dispositivo móvel, foi necessário substituir essa estrutura de organização e posicionamento da informação (tabular), por uma outra estrutura baseada em blocos delimitados por conjuntos de instruções * * e definir o posicionamento absoluto de cada um desses conjuntos. Após resolvida a questão da estrutura da aplicação e definidas as CSS's de modo a garantir uma correcta localização dos componentes na página, esta deve ter um aspecto idêntico à aplicação original, uma vez que para o utilizador é indiferente a estrutura, interessando apenas o aspecto. Deste modo, devemos obter uma aplicação com uma estrutura como mostra a Figura 13, que é exactamente igual á aplicação original, sendo apenas alterado o modo como foi construída.

Pela análise da Figura 15 verificamos que com apenas com esta modificação na organização da estrutura da informação na aplicação original já provoca uma ligeira alteração na forma como é visualizada por um dispositivo móvel. Embora não seja o aspecto final desejado, já existe algum melhoramento, uma vez que permite que a informação seja apresentada de acordo com o espaço disponível no ecrã do dispositivo que o acede.

Figura 15: Aparência da aplicação móvel, com apenas a substituição das tabelas, por estruturas de divs.

4.3 Desenvolvimento da nova aplicação multi-plataforma

Tal como foi referido, não basta alterar a forma de representação da informação e definir um conjunto de folhas de estilo controladas por *media queries*. Existe a necessidade de seleccionar o que apresentar aquando do pedido do utilizador e, no caso de um dispositivo móvel, seleccionar o que não apresentar. De notar, que o aspecto final desejado é idêntico ao apresentado na Figura 13, de maneira que existem alguns conteúdos que ainda não estão colocados devidamente.

Antes de se completar a aplicação, e de modo a ter um acesso correcto por um dispositivo móvel, é importante tomar algumas decisões, nomeadamente, restringir o acesso a conteúdos que não são pertinentes enviar ao cliente. No caso da aplicação a desenvolver, a estratégia seguida foi de repartir as responsabilidades entre o cliente e o servidor. A solução de colocar a responsabilidade só de um lado cliente ou só do lado servidor foi descartada, uma vez que:

- Se colocarmos a responsabilidade toda do lado do cliente, a informação tem de seguir até este e só no momento de apresentar é que este apresenta ou bloqueia os conteúdos. Esta solução é mais prática pois não precisa de qualquer trabalho do lado do servidor. Tem contudo o problema de ser mais cara, visto que a informação segue toda até ao cliente e num acesso móvel aumenta o custo e aumenta o tempo de acesso aos conteúdos.
- a solução de responsabilizar apenas o servidor pelo envio dos conteúdos correctos a cada acesso não é possível de implementar, uma vez que temos estruturas partilhadas pelos dois acessos, e no caso do acesso ser efectuado por diferentes dispositivos, a aparência dos conteúdos apresentados também são diferentes. Como o servidor não consegue diferenciar os estilos a aplicar, aplica sempre o mesmo.

Atendendo às limitações apresentadas, optou-se pela solução de repartir tarefas entre as duas entidades activas (cliente e servidor). Assim, o servidor fica responsável por bloquear os conteúdos que não são necessários para a apresentação em dispositivos móveis, como por exemplo: num acesso móvel o servidor não envia o banner de imagens, o menu de topo, o menu lateral e a publicidade institucional, poupando assim alguma largura de banda no acesso; o cliente, por seu turno, fica responsável por atribuir os estilos aos elementos apresentados no ecrã. Se o acesso for um acesso normal (via aplicação desktop) o servidor bloqueia os dois menus construídos para visualização num dispositivo móvel, e mais uma vez, o cliente encarrega-se de aplicar os estilos aos elementos da aplicação.

Utilizando a solução apresentada, a disposição dos conteúdos pela aplicação móvel é idêntica a apresentada na Figura 13.

Uma análise simplista à figura pode levar a pensar que apenas a ordem dos conteúdos será alterada. No entanto, esta alteração é estrutural; o menu topo da aplicação para a versão *desktop* é mais completo, alojando vários links e sendo controlado por uma função em *Javascript*. No caso da aplicação num dispositivo móvel tal não é possível, uma vez que o tamanho e resolução do ecrã não o permitem. Assim, os *links* dos menus na aplicação móvel vão dar acesso a outra página, sendo então apresentados os restantes links dentro do menu, existindo também links de acesso rápido como é o caso das páginas amarelas, mapa do sítio, contactos e pesquisas.

A *publicidade institucional* na versão móvel deixa de existir uma vez que se trata de informação que não acrescenta funcionalidade à aplicação, e consome uma grande quantidade de largura de banda, por se tratar de uma imagem com um tamanho elevado em comparação ao tamanho do dispositivo de acesso. Se a informação disponibilizada por essa imagem fosse uma mais-valia para a aplicação móvel, a solução seria passá-la por um servidor de imagens de modo a reduzir a sua qualidade e o seu tamanho, de modo a poder ser apresentada no dispositivo.

Para efectuar os procedimentos necessários, foram implementados ficheiros de estilos para diversos *media types* de forma a permitir uma correcta aplicação e representação da informação em função do dispositivo que acede à informação. Foi necessário desenvolver dois ficheiros distintos com estilos (ficheiros CSS) para aplicar em função do tipo de acesso: um para um acesso via dispositivo desktop, e outro para aplicar quando o acesso não for via dispositivo móvel.

O servidor por sua vez, tem acesso a informação relativa ao tipo de browser que efectua o pedido, analisa-o, e verifica se é um browser de um dispositivo móvel ou não móvel, bloqueando os conteúdos necessários para a visualização desktop ou bloqueando os conteúdos para o acesso móvel, respectivamente. Assim, os conteúdos indesejados são impedidos de chegar ao cliente.

Os menus da aplicação móvel (topo e do final da página) são construídos usando tabelas, e sempre com uma chave de acesso rápido (*accesskey*). Desde modo, com uma pequena selecção de uma tecla, o cliente é redireccionado para uma nova página à sua escolha, contendo estes menus os mesmos itens que a aplicação *desktop*.

Optou-se por esta abordagem uma vez que torna fácil a navegação pelos diferentes itens do menu, não sobrecarregando a aplicação com *links* e, mesmo do ponto de vista visual, permite distinguir os diferentes itens desse menu.

Esta solução não é a única possível: poderia ter sido utilizada outra solução, como por exemplo, a colocação dos elementos numa lista. Pensamos no entanto que a solução adoptada é mais eficiente pois é a que tira partido da totalidade do ecrã visível horizontalmente.

5 Resultados obtidos

Utilizando as tecnologias e estratégias descritas ao longo da dissertação, obteve-se uma aplicação única que é simultaneamente compatível para visualização em dispositivos distintos, ou seja, a mesma aplicação pode ser visualizada no browser de um computador normal, e no browser de um dispositivo móvel. Esta metodologia de desenvolvimento evita a construção de duas aplicações distintas para cada tipo de dispositivos pretendido.

Podemos ver na seguinte Figura 16 o aspecto da aplicação quando visualizada em dois dispositivos móveis distintos: num *pda* e num *SmartPhone*. A aplicação apresenta os conteúdos de forma a não ser necessário usar uma barra de navegação horizontal, melhorando assim a navegabilidade da mesma.

Podemos observar também que:

- o menu de topo é bem visível e de fácil navegação,
- a aplicação apresenta simultaneamente um menu de acesso rápido as sessões de Pesquisa, Mapa do sitio, contactos e de paginas amarelas

Isto permite que o utilizador, com apenas uma interacção, vá directamente à selecção pretendida.

Figura 16: Visualização da aplicação através de um dispositivo móvel.

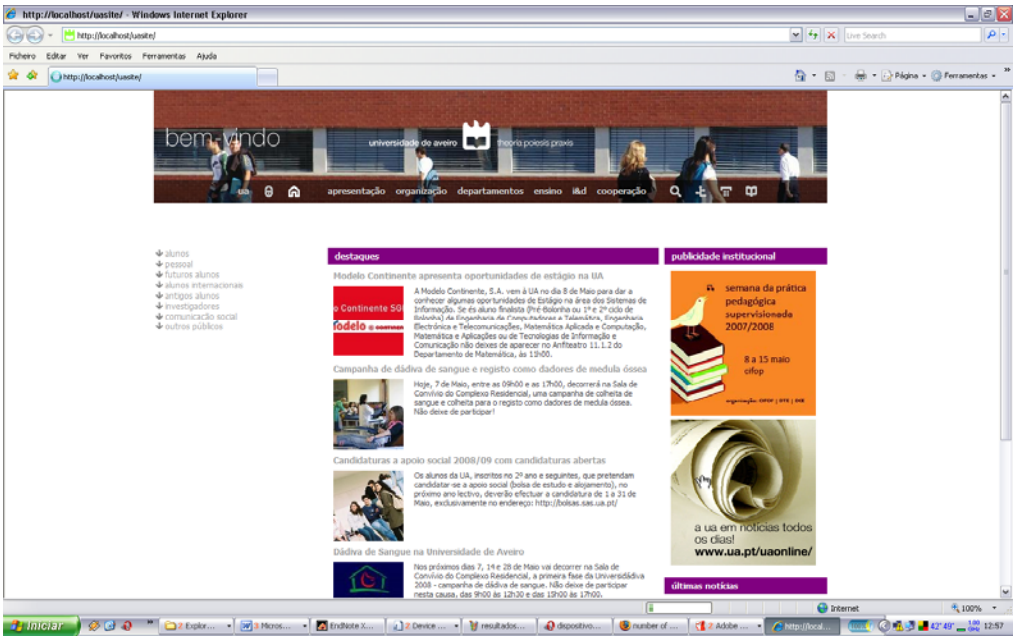

Figura 17:Aplicação visualizada a partir de um computador normal.

Observando agora as imagens representadas nas Figuras 16 e 17, poderíamos ser tentados a pensar que se tratam de aplicações distintas, uma vez que a aplicação que é apresentada no dispositivo móvel não apresenta o banner de topo com imagens. A ausência deste banner deve-se ao facto da informação apresentada pelo mesma não ser relevante e ao ocultar as imagens reduz-se o tamanho da aplicação.

A estratégia usada para apresentar os menus foi em forma de tabela, por ser mais simples de navegar, e oferecer também uma maior visibilidade por parte do utilizador.

Como foi referido anteriormente optou-se por ocultar da aplicação móvel a sessão da *publicidade institucional*, devido ao facto de ocupar demasiada largura de banda, aumentando o tempo e o custo do acesso à aplicação.

A sessão de *destaques* apresenta as notícias com maior relevância, optou-se por apresentar de forma a preencher a totalidade do ecrã sem recorrer a navegação horizontal, de modo a facilitar a sua visualização e tirando partido do tamanho máximo do ecrã dos dispositivos de acesso.

Nas Figuras 16 e 18 as imagens dos destaques não são visíveis pelo facto da aplicação estar a ser desenvolvida localmente e as imagens estarem a ser disponibilizadas pela base de dados do servidor da UA (http://uaonline.ua.pt). Como os emuladores estão configurados para executar aplicações locais e não têm acesso a Internet, estas não aparecem.

Figura 18:Visualização da zona de destaques na aplicação móvel.

A secção das *últimas notícias* que na aplicação *desktop* se encontra logo abaixo da *publicidade institucional* como mostra a Figura 19, passa na apresentação para dispositivos móveis a ser visualizada logo depois dos *destaques*. Assim, uma vez que a *publicidade institucional* deixa de existir, a informação passa a ser distribuída verticalmente pelo ecrã do dispositivo, permitindo ao utilizador aceder a qualquer informação disponibilizada com apenas uma navegação vertical.

Podemos ver pela Figura 19 o aspecto da sessão de *noticias* quando visualizada pelos diferentes dispositivos (*desktop*, *pda*, *smartphone*).

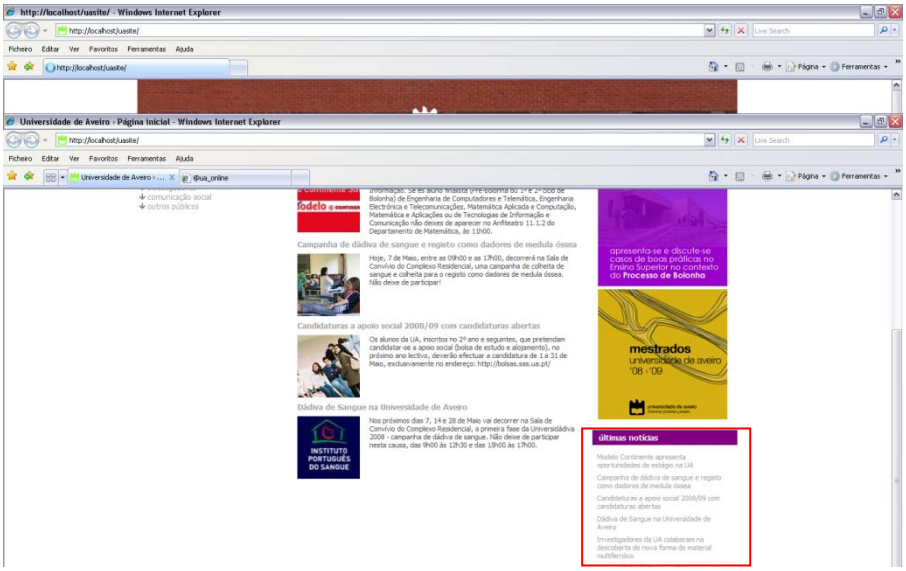

Figura 19: Visualização da secção de notícias num desktop, e num dispositivo móvel.

O *menu lateral* situado no lado esquerdo da aplicação quando visualizado por um browser de um computador normal, vai dar origem ao menu no final da página na aplicação móvel. Desta forma não é sobrecarregado o menu de topo, e tira-se partido da navegação vertical usada num dispositivo móvel.

Desta forma, um utilizador que pretenda aceder ao menu em causa faz uma navegação até ao final da aplicação e tem à sua disponibilidade os mesmos conteúdos apresentados na apresentação num *desktop*. Este procedimento pode ser visto na Figura 20.

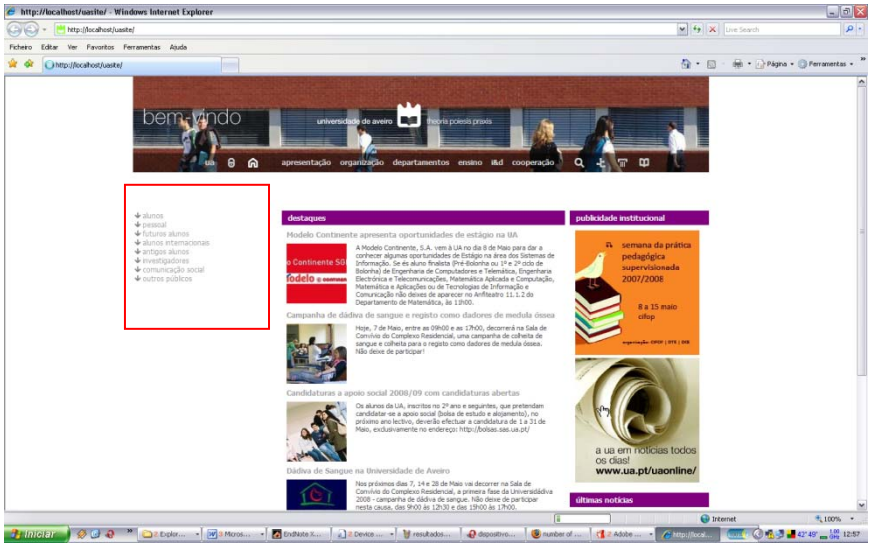

Figura 20: Visualização do menu lateral na aplicação desktop, e na aplicação móvel.

Na aplicação disponível para acesso desktop, quando se acede ao menu é disponibilizado todo o conteúdo desse menu de modo a que o utilizador aceda a informação que deseja.

A mesma estratégia foi adoptada para o acesso através de dispositivos móveis, mas não é disponibilizada a informação na mesma página, o utilizador acede ao menu pretendido e é reencaminhado para uma nova pagina com as opções do menu seleccionado.

A figura 21 mostra o acesso ao menu *Apresentação* por parte de um browser de um computador, e de um dispositivo móvel, sendo possível observar que os conteúdos são os mesmos, apenas difere na forma de apresentação.

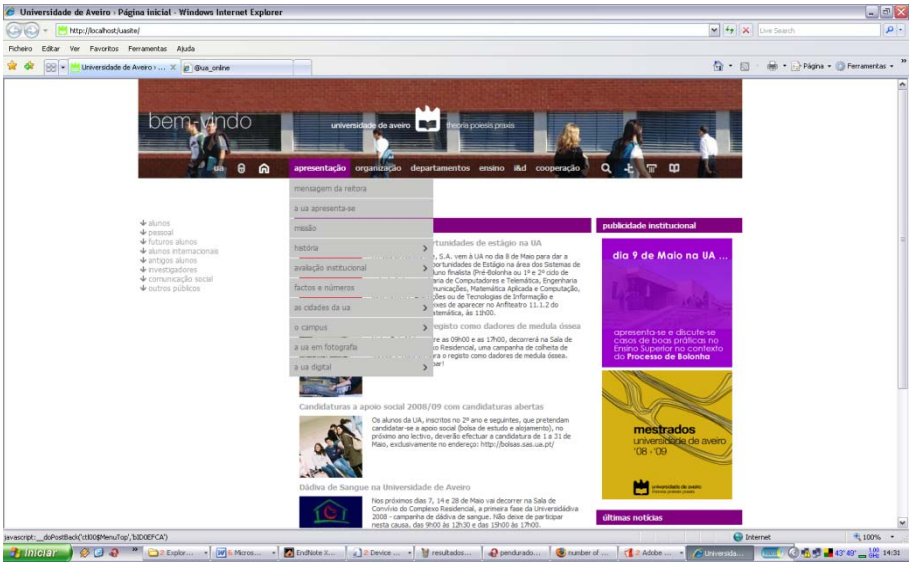

Figura 21: Acesso aos elementos dos menus nas duas versões (Desktop, móvel).

A visualização das sub-páginas da aplicação é idênticas em ambos os acessos (desktop ou dispositivo móvel), excepto a área que ocupam no ecrã, no caso da visualização num dispositivo móvel tira-se partido da totalidade do espaço disponível, para melhorar a visualização e compreensão dos conteúdos apresentados.

Podemos constatar que os conteúdos apresentados num dispositivo móvel são bem visíveis, e podem ser facilmente compreendidos pelos utilizadores. O utilizador tem sempre acesso ao menu para poder ir directamente para outra informação.

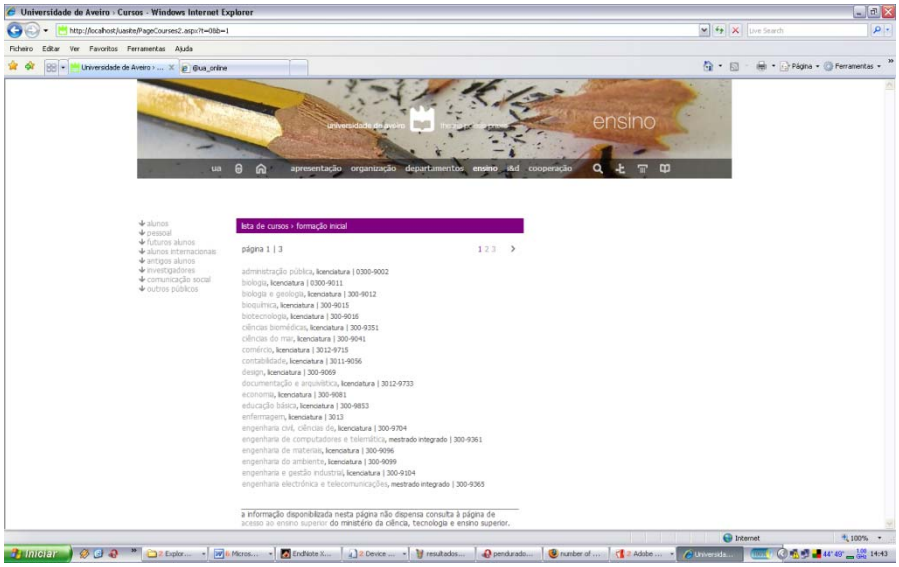

Figura 22: Visualização dos conteúdos nas duas situações possíveis (*desktop*, *móvel*).

O resultado final foi a construção de uma aplicação que em termos de design não é tão atractiva mas que em termos de funcionalidade é tão completa como a aplicação para computador: permite uma fácil navegabilidade por toda a aplicação e os conteúdos são bem visíveis e facilmente atingíveis.

6 Conclusão e trabalho futuro

6.1 Conclusão

Após a realização da presente dissertação, pode concluir-se que é possível adaptar, através de um processo relativamente simples, as aplicações já existentes de modo a poderem ser correctamente visualizadas e compreendidas em dispositivos móveis. Algumas cautelas têm de ser tomadas no entanto durante o processo de desenvolvimento, sendo a mais importante a necessidade de serem seguidas as normas de modo estrito de modo a simplificar a adaptação futura.

A adaptação da aplicação Web da Universidade de Aveiro revelou ser um desafio nada fácil, uma vez que não seguia os padrões recomendados pelo W3C de modo estrito, e ainda por, inicialmente, ter toda a informação estruturada em forma de tabelas. Dado que, tal como foi referido ao longo deste trabalho, os dispositivos móveis não lidam bem com essa estrutura, perceber e identificar uma forma alternativa de representação da informação foi, porventura, um dos maiores desafios. Uma vez ultrapassada a questão da organização e posicionamento dos elementos tal como recomendam as normas do W3C, a tarefa ficou dentro do tipificado para este tipo de desenvolvimento.

A falta de experiência com as tecnologias e metodologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho bem como a inexistência de muitas aplicações nacionais adaptadas para dispositivos móveis formam outros os factores que aumentaram a dificuldade do desenvolvimento do protótipo. Em Portugal ainda não se aposta muito em adaptar os conteúdos das aplicações para dispositivos móveis, deste modo a informação disponível sobre a matéria não é abundante. Com o disseminar dos dispositivos começa no entanto a haver uma consciencialização que este tipo de acesso à informação vai continuar, e tende a crescer. Há que ter em conta, que a Internet móvel é uma realidade, e como tal devemos pensar em fornecer aos utilizadores da tecnologia formas simples e práticas de navegação de modo a tornar a sua utilização o mais amigável possível com os dispositivos de acesso.

Como análise final, pode ser concluído que uma aplicação desenvolvida sobre as regras e formatos do W3C é facilmente transformada numa aplicação compatível com uma

visualização num dispositivo móvel, enquanto aplicações desenvolvidas sobre métodos menos convencionais se tornam mais difíceis de adaptar.

De uma maneira geral o objectivo de criar uma aplicação diferenciada para diferentes acessos (móvel e *desktop*) foi cumprido, sendo que o trabalho realizado originou uma aplicação que, apesar de ser a mesma, tem comportamentos distintos em dispositivos diversos.

6.2 Trabalho futuro

Como trabalho futuro e de modo a complementar a aplicação desenvolvida, deveria ser possível visualizar a aplicação noutras línguas para além do português. Deste modo a aplicação pode abranger um número maior de utilizadores.

Outro trabalho muito importante passa pela introdução de algum grafismo adaptado à aplicação para dispositivos móveis de modo a transforma-la mais atraente ao utilizador; note-se que apesar das transformações, todos os ícones permaneceram com as dimensões destinadas à aplicação *desktop*.

Outra funcionalidade que poderá vir a ser desenvolvida, é um auxiliar de navegação para utilizadores com limitações visuais, introduzindo na aplicação sons que permitam aos invisuais ou a pessoas com dificuldades de visão navegar pela aplicação de forma simples.

Num futuro próximo devem ser abordadas as potencialidades das tecnologias apresentadas para reconhecimento do dispositivo cliente nomeadamente das *media types*, pois parecem ser de extrema importância a quem desenvolve aplicações para dispositivos móveis.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. www.w3.org. *World Wide Web Consortium*. 2008 [cited 23 January 2008]; Available from: http://www.w3.org/.

2. www.wapforum.org. *WAP Forum*. 2004 [cited 15 February 2008]; Available from: http://www.wapforum.org/.

3. www.abola.pt. *abola.pt - «A BOLA on-line»*. 2008 [cited 3 March 2008]; Available from: http://www.abola.pt/.

4. www.w3.org. *Mobile Web Best Practices 1.0*. 2006 [cited 23 January 2008]; Available from: http://www.w3.org/TR/2006/PR-mobile-bp-20061102/.

5. www.w3.org. *Media Queries*. 2007 [cited 23 January 2008]; Available from: http://www.w3.org/TR/css3-mediaqueries/.

6. www.google.com. *Google Celular*. 2008 [cited 27 June 2008]; Available from: http://www.google.com/mobile/.

7. local.tumba.pt. *Geotumba - Temos Um Motor de Busca Geográfico Alternativo*. 2008 [cited 3 March 2008]; Available from: http://local.tumba.pt/tumba/.

8. mobile.yahoo.com. *Yahoo! Mobile. Introducing Yahoo! Go 3.0*. 2008 [cited 3 March 2008]; Available from: http://mobile.yahoo.com/.

9. info.mobile.msn.com. *MSN Mobile Web*. 2008 [cited 27 June 2008]; Available from: http://info.mobile.msn.com/en-us/mobileweb.aspx.

10. www.w3.org. *The Forms Working Group*. 2008 [cited 24 June 2008]; Available from: http://www.w3.org/MarkUp/Forms/.

11. www.uiml.org. *UIML.org*. 2008 [cited 26 February 2008]; Available from: http://www.uiml.org/.

12. java.sun.com. *Java Technology*. 2008 [cited 26 February 2008]; Available from: http://java.sun.com/.

13. www.w3schools.com. *HTML Tutorial*. 2008 [cited 13 February 2008]; Available from: http://www.w3schools.com/html/default.asp.

14. www.w3.org. *Visual formatting model*. 1998 [cited 24 May 2008]; Available from: http://www.w3.org/TR/REC-CSS2/visuren.html#display-prop.

15. www.asp.net. *The Official Microsoft ASP.NET Site*. 2008 [cited 13 February 2008]; Available from: http://www.asp.net/.

16. www.w3.org. *HTML 4.01 Specification*. 2000 [cited 24 May 2008]; Available from: http://www.w3.org/TR/html4/.

17. www.w3.org. *Cascading Style Sheets, Level 2*. 1998 [cited 20 February 2008]; Available from: http://www.w3.org/TR/1998/REC-CSS2-19980512/.

18. www.w3.org. *Media types*. 1998 [cited 4 May 2008]; Available from: http://www.w3.org/TR/REC-CSS2/media.html.

19. msdn.microsoft.com. *Device Debugging and Emulation in Visual Studio 2005*. 2008 [cited 26 May 2008]; Available from: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa454884.aspx.

20. Andy Wigley, Daniel Moth, Peter Foot, *Microsoft® Mobile Development Handbook*, Microsoft Press, ISBN: 0735623589, 2007

21. Andy Wigley, Peter Roxburgh, *Building Microsoft ASP.NET Applications for Mobile Devices, Second Edition*, Microsoft Press, ISBN: 073561914X, 2003

22. Roslyn Lutsch, Andre Boudousquie, Jeremy Geiger, *Programming ASP.NET Mobile Web Applications*, O'Reilly & Associates, ISBN: 0596003315, 2005

23. Hung Q. Nguyen, Bob Johnson, Michael Hackett, and Robert Johnson, Testing Applications on the Web: Test Planning for Mobile and Internet-Based Systems, Second Edition, Wiley, ISBN: 0471201006, 2003

Anexos

Anexo I – Instalação do Microsoft Visual Studio 2005

O Microsoft Visual Studio 2005 é a ferramenta de desenvolvimento utilizada para a criação / alteração da aplicação Web. A sua instalação é importante para se poder criar um servidor Web localmente, e assim poder testar a aplicação.

Para que a instalação seja bem sucedida, e seja criado um novo utilizador do sistema, é necessário ter a informação do disco no formato NTFS. Caso se o sistema de ficheiros local esteja no formato FAT32, a instalação será efectuada com sucesso mas no entanto não será criado qualquer novo utilizador.

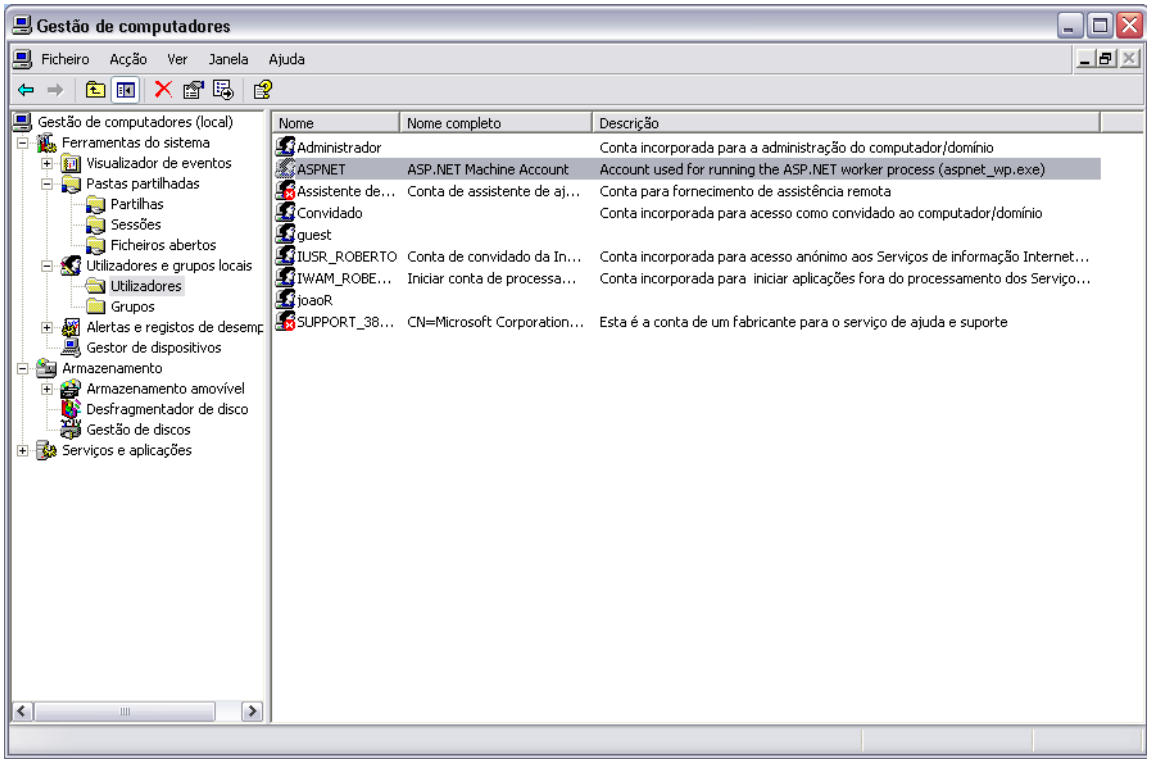

Figura 23- Vista do quadro de utilizadores do sistema depois de instalado o Visual Studio 2005

Após a instalação do software, devemos verificar se a instalação criou, de facto, o novo utilizador no sistema – ASPNET.

Para isso podemos consultar através do *Meu Computador*, com o botão direito do rato *Gerir*, e na pasta de utilizadores terá de ter um novo utilizador com o nome de ASPNET.

Anexo II – Instalação do IIS (Internet Information Services)

Após a instalação do software de desenvolvimento, Microsoft Visual Studio 2005, é necessário instalar ou verificar se já está instalado o serviço de publicação Web dos sistemas operativos da Microsoft - *Internet Information Service* (IIS).

O IIS permite a publicação e gestão de um servidor internet – no caso do sistema operativo Windows XP – ou de vários servidores internet, no caso das versões de sistema operativo servidor.

Para aceder a instalação do IIS é necessário aceder ao menu iniciar → definições → adicionar ou remover programas. No menu no lado esquerdo, deve ser seleccionada a opção Adicionar/Remover componentes do Windows (Figura 24).

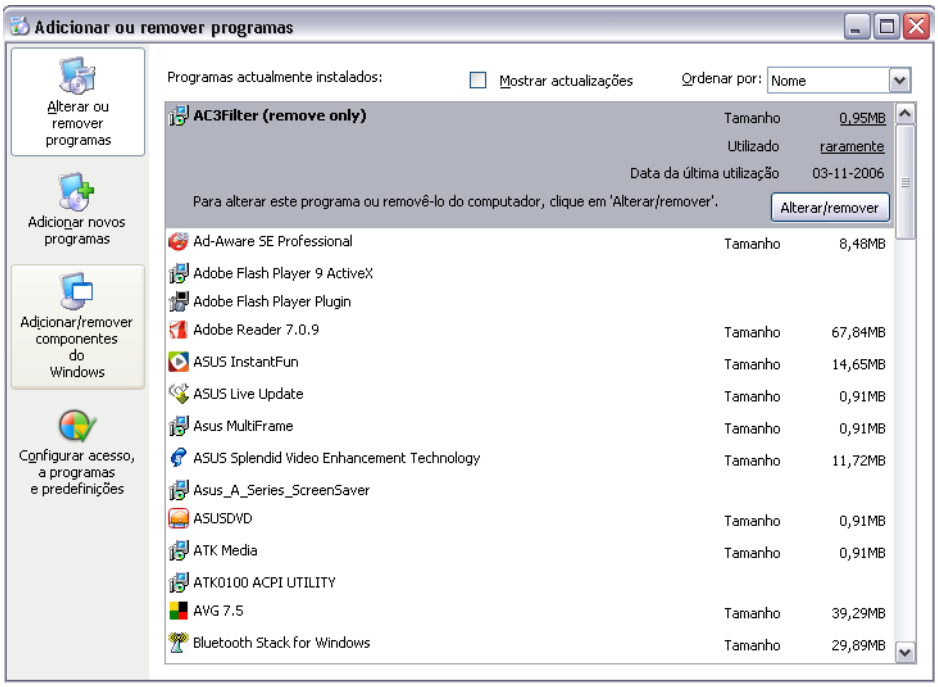

Figura 24 – Painel de instalação de novos componentes do sistema operativo

Após navegar até ao assistente de componentes do Windows para proceder a instalação do IIS deve ser seleccionada a opção Serviços de Informação Internet (IIS), conforme apresentado na Figura 25.

Figura 25 - Serviços de Informação Internet

Após terminar o processo de instalação do IIS devemos verificar se este foi instalado correctamente. Para tal, acede-se à área de Gestão do Computador (Meu computador → Gerir → Serviços e Aplicações), e verifica-se que existe um novo serviço com o nome IIS, conforme está representado na Figura 26.

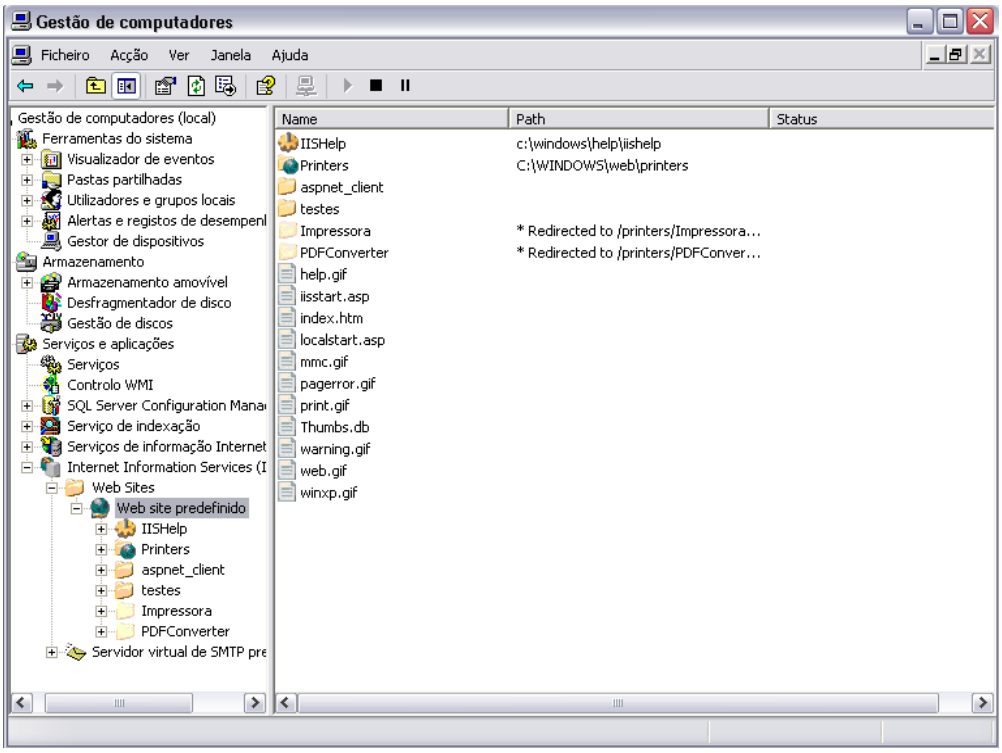

Figura 26 – Verificação da instalação do IIS

A instalação do IIS provocou também algumas alterações no sistema de ficheiros do computado. Podemos verificar que foi criada uma nova pasta na raiz do disco principal com o nome “inetpub”, conforma pode ser visto na Figura 27.

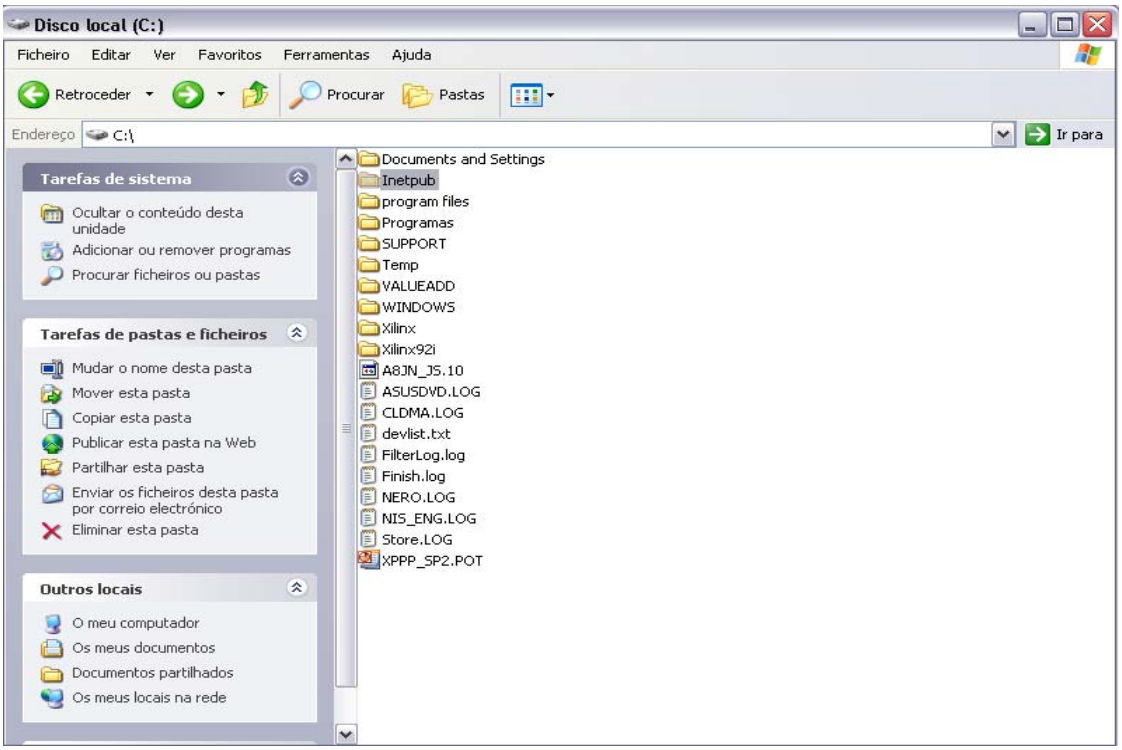

Figura 27 – Alterações no sistema de ficheiros – o directório inetpub.

Dentro da pasta inetpub existem ainda uma série de pastas. A mais importante para quem está a desenvolver aplicações Web é a pasta “wwwroot”. É nesta pasta que as aplicações devem ser colocadas de modo a poderem ser acedidas pelos browsers que acedam ao servidor instalado nesta máquina.

Anexo III – Configuração dos Emuladores

A Microsoft Visual Studio 2005 tem incorporado um emulador de *Pocket PC* e um emulador de *Smartphone*. Estes emuladores, além de serem ferramentas relativamente simples de utilizar, dão-nos uma ideia de como a aplicação final se vai comportar neste tipo de dispositivos. Para ter acesso ao menu com os dispositivos disponíveis para emular, escolhemos no menu *Tools* → *Connect to Device* do Microsoft Visual Studio, conforme mostrado na Figura 28.

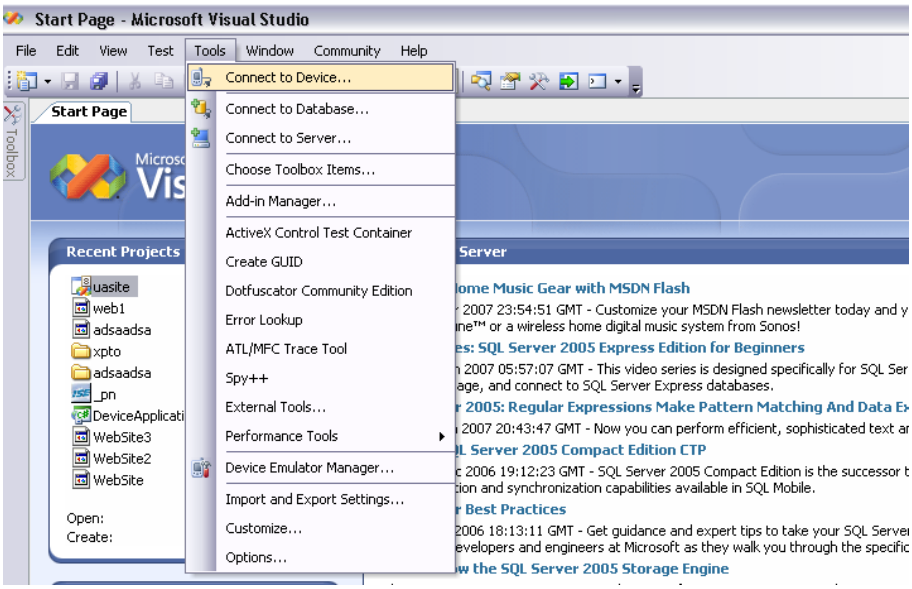

Figura 28 – Acesso a lista de dispositivos emuladores instalados.

É-nos então disponibilizada uma lista com os vários dispositivos possíveis para emulação, conforme o representado na Figura 29. Basta-nos escolher o que necessitamos para o que estamos a desenvolver.

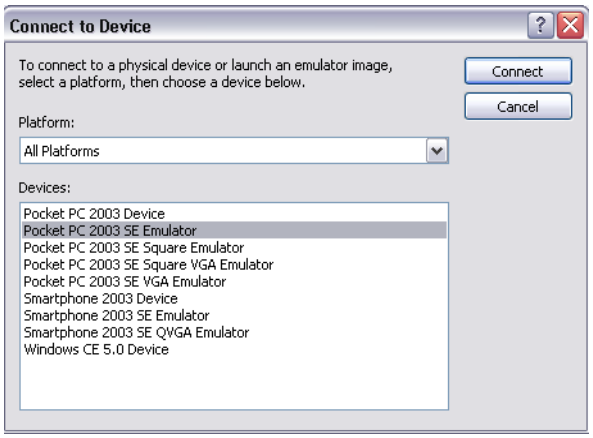

Figura 29 – Lista de dispositivos emuladores instalados.

A partir deste momento estão instalados todos os softwares e dispositivos necessários ao desenvolvimento do projecto. Ainda falta, contudo, um pormenor muito importante: os dispositivos móveis instalados têm acesso á Internet, mas não têm acesso às aplicações que estão no computador local. É por isso necessário configurá-los de modo a poderem aceder, também, a aplicações instaladas no computador local.

Antes de configurarmos os dispositivos móveis, devemos criar no computador local uma nova ligação de rede (*Locais da rede* → *propriedades* → *nova ligação*). Será a partir dessa ligação que os dispositivos móveis terão acesso às aplicações locais, tal como representado na Figura 30.

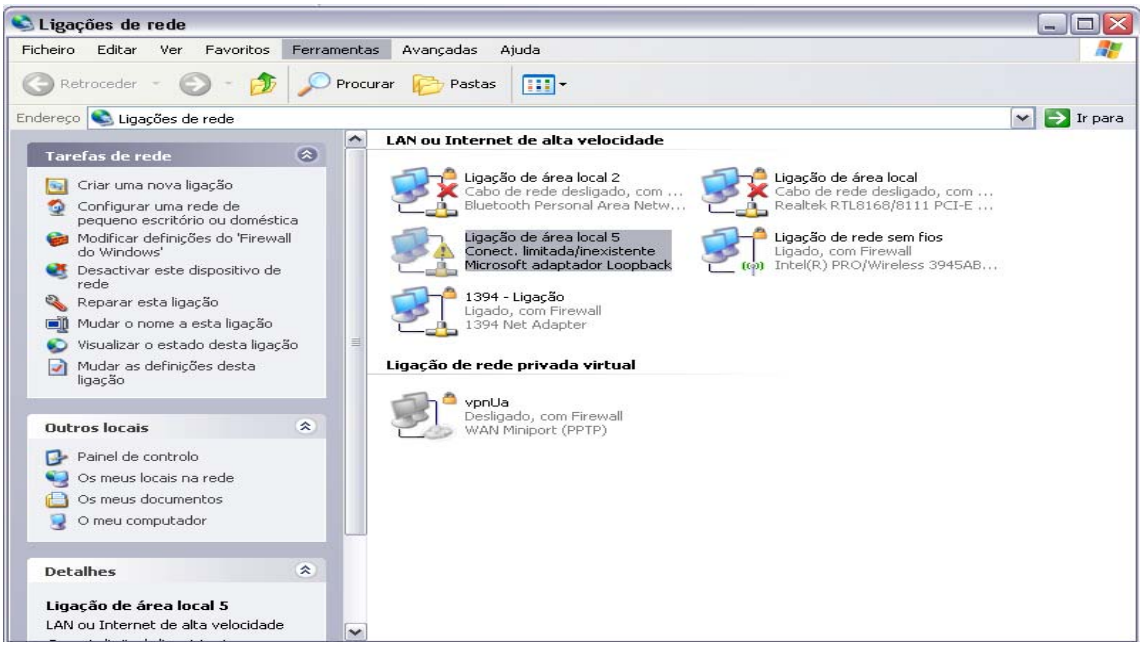

Figura 30 – Criação de uma nova rede para os dispositivos móveis.

É aqui importante salientar que, para esta nova ligação de rede, devemos desactivar a firewall do Windows; caso contrário não funcionará correctamente.

Na parte do dispositivo emulador é necessário efectuar uma pequena alteração nas configurações da rede (file → configure → network), e alterar a forma como o dispositivo acede ao exterior, colocando como nos mostra a Figura 31.

As configurações apresentadas em cima são validas para qualquer emulador de dispositivos disponibilizados pela Microsoft que estejamos a trabalhar.

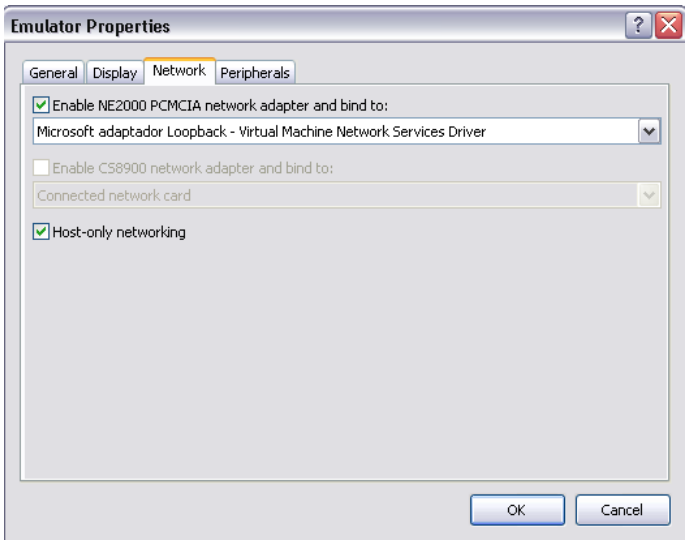

Figura 31- Alteração da configuração de um dispositivo emulador.

Depois de concluído este processo encontram-se todos os dispositivos devidamente configurados e prontos a serem utilizados. Assim, para aceder a uma aplicação que esteja desenvolvida no nosso computador local, basta no browser do dispositivo móvel, escrever o IP que foi atribuído à nova ligação. O resultado será o representado na Figura 32

Figura 32- Acesso a uma página Web através de um dispositivo móvel.