

2174-PS

WEB CONTENT ADAPTATION TO MOBILE ACCESS DEVICES USING WURFL TO IDENTIFY THE CONTENT DELIVERY CONTEXT

Wagner Galdino de Carvalho (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, Brasil) - wagalwagal@gmail.com

Claudio Luiz Marte (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, Brasil) - claudio.marte@poli.usp.br

ABSTRACT

Web sites on the Internet can be accessed through a growing range of device categories, resulting in a variety of technologies for applications development and languages. This profusion of languages and technologies results in an additional difficulty for web sites developers to provide information and services to other devices beyond personal computers, despite the effort expended by entities such as the W3C (World Wide Web Consortium) to specify a common language for development to all devices. This effort has been insufficient to meet the need for a common language in order to develop websites to all device categories currently in use. That's the reason why developers who wants to create web sites for mobile devices need to establish strategies for treatment, in their applications, of requests coming from other devices than personal computers. The objective of this paper is to investigate the challenges of providing content to different access device categories and methods to identify the content delivery context, allowing developers to adapt content to be delivered to all those devices, applying these techniques on a website project dedicated to mobile devices.

Keywords: Mobile Computing; Websites; Content Delivery Context; WURFL (Wireless Universal Resource File)

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de sítios *Web* na *Internet* para disponibilização de informações e serviços diversos é uma prática cada vez mais utilizada por empresas privadas, entidades civis e governamentais, organizações diversas e milhões de indivíduos.

Atualmente os sítios *Web* na *Internet* podem ser acessados através de uma gama crescente de dispositivos como computadores pessoais, aparelhos

televisores, refrigeradores e outros eletrodomésticos, computadores de mão conhecidos como PDA's (*Personal Digital Assistant* – Assistente Pessoal Digital), aparelhos celulares, dispositivos móveis (portáteis ou embarcados), entre outros. Além disso, esses dispositivos podem ter seu conteúdo processado por sistemas de leitura de tela - desenvolvidos para pessoas com deficiência.

Essa variedade de dispositivos implica também numa diversidade de tecnologias de desenvolvimento de aplicações, específicas para cada categoria. Aparelhos celulares e PDA's mais antigos suportam, em seus programas navegadores conhecidos como *microbrowsers*, a linguagem de marcação WML (*Wireless Markup Language* – Linguagem de Marcação Sem Fio), de acordo com WAP FORUM (WAP FORUM, 2006), enquanto que seus equivalentes atuais suportam também um subconjunto da linguagem de marcação XHTML (*Extensible Hyper Text Markup Language* – Linguagem Extensível de Marcação de Hipertexto) conhecido como XHTML MP (*Mobile Profile* – Perfil Móvel), conforme OMA (*Open Mobile Alliance* – Aliança Móvel Aberta) (OMA, 2006 a).

Por outro lado, aparelhos celulares utilizados no Japão e alguns aparelhos mais recentes lançados na Europa suportam uma linguagem de marcação conhecida como CHTML (*Compact Hyper Text Markup Language* – Linguagem compacta de Marcação de Hipertexto). Os principais navegadores dos computadores pessoais atuais suportam as linguagens HTML (*Hyper Text Markup Language* – Linguagem de Marcação de Hipertexto), além do XHTML e do XML (*Extensible Markup Language* – Linguagem de Marcação Extensível), conforme W3C (*World Wide Web Consortium* – Consórcio da Rede Mundial) (W3C, 2006 a).

O problema dessa profusão de linguagens é a dificuldade encontrada pelos desenvolvedores de sítios *Web* na *Internet* em fornecer informações e serviços para outros dispositivos além dos computadores pessoais, seja pela necessidade de aprendizado de novas linguagens, seja pela necessidade de se portar um grande volume de aplicações existentes para outras linguagens.

Um grande esforço tem sido dispendido por entidades como o W3C no sentido de especificar uma linguagem de desenvolvimento comum para todos os dispositivos. O resultado disso é a capacidade dos dispositivos móveis mais recentes de suportarem um subconjunto da linguagem XHTML conhecido como XHTML MP (*Mobile Profile* – Perfil Móvel), baseado na linguagem XHTML Basic, criada por W3C (W3C, 2006 b).

Contudo, esse esforço tem se mostrado insuficiente para suprir a necessidade de uma linguagem comum para o desenvolvimento de sítios *Web* nas categorias de dispositivos em uso atualmente. Tal ocorrência se dá em virtude do fato de essa linguagem ser incompatível com *microbrowsers* de dispositivos que suportam apenas a linguagem WML, razão pela qual os desenvolvedores que se dispõem a criar sítios para dispositivos móveis precisam estabelecer estratégias para o tratamento, em suas aplicações, de requisições provenientes de outros dispositivos além dos computadores pessoais.

Este artigo visa investigar os desafios envolvidos no fornecimento de conteúdo e serviços para dispositivos de acesso móveis, assim como os principais métodos disponíveis para a identificação do contexto de entrega de conteúdo para navegadores web, de forma a procurar utilizar o máximo de recursos possíveis dos dispositivos de acesso, dentro do escopo das funcionalidades disponibilizadas por um protótipo em área selecionada.

A área focalizada no artigo em questão é a de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS (*Intelligent Transport Systems*)), como complemento ao desenvolvimento de um sistema de captura de informações on-line nos Centros de Controle Operacionais (CCOs) das Concessionárias de Rodovias Paulistas. Por meio deste artigo propõe-se um projeto de sítio web, denominado de Sistema de Informações ao Usuário de Rodovias (SIUR), voltado para dispositivos de acesso móveis, que considera o contexto de entrega de conteúdo e disponibiliza informações ao público em geral sobre eventos relevantes.

2 DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NO DESENVOLVIMENTO DE SÍTIOS WEB PARA ACESSO POR DISPOSITIVOS MÓVEIS

O desenvolvimento de sítios web para acesso por dispositivos móveis representa um grande desafio, pois os dispositivos móveis possuem diversas limitações quando comparados aos desktops ou laptops, conforme Passani (Passani, 2006 a):

- a. Telas reduzidas: ainda hoje, a média das telas dos dispositivos móveis permite de 20 a 25 caracteres por linha e de 4 a 5 linhas de texto visível;
- b. Dispositivos de entrada com capacidades limitadas: a maioria dos dispositivos móveis é de telefones com um teclado numérico. Usá-los para a digitação de texto é uma atividade que consome um tempo considerável quando comparados com os teclados de computadores pessoais do tipo QWERTY.
- c. Capacidade limitada de processador e memória: os *microbrowsers* são projetados para se adequarem a essas limitações de capacidades, pois os dispositivos foram construídos para permitir, primariamente, a comunicação de voz;
- d. Largura de banda limitada: os dispositivos móveis dispõem de uma largura de banda muito menor quando comparados com PCs conectados à *Internet* via redes cabeadas;
- e. Diferente percepção de valor pelos usuários: embora os dispositivos móveis não sejam tão eficientes no que diz respeito à navegação, existem pontos como: aplicações de telefonia, envio de mensagens e outras funções, em especial aquelas baseadas na localização geográfica do usuário, que são exemplos de características que são únicas para dispositivos móveis e os desenvolvedores devem ser encorajados a explorar essas possibilidades, que tipicamente não fazem parte do paradigma *Web*;
- f. Fragmentação do mercado de dispositivos: o desenvolvimento de sítios web para dispositivos móveis é dificultado porque existem diferentes dispositivos, com características diversas, tais como *hardware*, rede, variedade de formatos multimídia suportados e o comportamento dos programas navegadores;

Em face dos desafios apresentados é bastante comum, ao fornecer conteúdo para diversas categorias de dispositivos de acesso, haver a necessidade de variar a linguagem de marcação, formato e tamanhos de imagens, quantidade de cores e muitos outros atributos, de forma a se adequar às características do dispositivo em questão.

O processo de alterar o conteúdo, de forma a incrementar a experiência do usuário e fornecendo o mesmo de um modo sensível ao contexto é conhecido como Adaptação de Conteúdo. Tal adaptação pode ocorrer no cliente, no servidor ou em algum outro ponto da rede e baseia-se na análise do contexto de entrega do conteúdo, ou seja, um conjunto de atributos que caracterize as capacidades do mecanismo de acesso, as preferências do usuário e outros aspectos do contexto no qual a página *Web* deve ser entregue.

Existem várias abordagens para se definir o contexto de entrega, ou pelo menos alguns aspectos dele. De fato, a necessidade de se negociar qual versão de um documento deve ser entregue a um usuário foi reconhecida ainda nos primórdios da *Web*. A seguir, algumas abordagens, já em uso na *Web*, são revistas, conforme W3C (W3C, 2006 a):

a. Cabeçalhos HTTP (*Hipertext Transfer Protocol – Protocolo de Transferência de Hipertexto*): O HTTP é o alicerce mais comum das informações de entrega na *Web*. Ele define um número padrão de cabeçalhos ‘*Accept*’, que podem ser usados para determinar as capacidades de um dispositivo, ao fazer uma requisição, de um agente de usuário em particular, contra a informação que é entregue de um servidor de origem. Os cabeçalhos ‘*Accept*’ padrão do http 1.1 incluem:

- *Accept*: Tipos de mídia (MIME Types) aceitos pelo agente do usuário;
- *Accept-Charset*: Conjuntos de caracteres aceitos pelo agente do usuário;
- *Accept-Encoding*: Tipo de codificação preferencial do agente do usuário;
- *Accept-Language*: Linguagens naturais preferidas pelo usuário.

Além dos cabeçalhos ‘*Accept*’, o cabeçalho ‘*User-Agent*’ geralmente contém uma *string* que fornece dados sobre o agente do usuário. Esses dados incluem o nome do fabricante, o número de versão e um nome. Para os dispositivos móveis, ele geralmente inclui informação sobre o *hardware* do dispositivo e o navegador usado. Não há padrões que regulamentem como essa informação do agente de usuário é construída. Apesar disso, sofisticados algoritmos podem ser usados para tentar identificar o dispositivo e o programa navegador sendo usado. Um grande número de sistemas existentes usa essa identificação para acessar um repositório de informações sobre as capacidades do dispositivo e de seu navegador. A adaptação do conteúdo pode ser feita baseada no conhecimento dessas capacidades.

Apesar de serem os cabeçalhos HTTP o modo mais amplamente usado para identificar o contexto de entrega, eles são difíceis de serem estendidos e tem, particularmente nos caso dos cabeçalhos ‘*User-Agent*’, valores redigidos em forma livre, sendo difíceis de serem interpretados.

- b. CC/PP (*Composite Capabilities/Preferences Profile* - Capacidades de Composição/Perfis de Preferências): O W3C (W3C, 2006 a) especificou uma estrutura de dados e um vocabulário de amostra para perfis que possam transmitir informações do contexto de entrega. O CC/PP é baseado no RDF (*Resource Description Framework - Framework de Descrição de Recursos*). A estrutura CC/PP é independente de vocabulário e permite o uso de um ou mais vocabulários que podem ser descritos opcionalmente, utilizando um RDF *Schema*.

No vocabulário CC/PP identificadores (URIs – *Universal Resource Identifier* – Identificador Universal de Recursos) são usados para referenciar capacidades e preferências específicas:

- Os tipos de valores aos quais os atributos CC/PP podem se referir;
- Um apêndice descrevendo como introduzir novos vocabulários;
- Um apêndice que dá um exemplo de um vocabulário de um pequeno cliente, cobrindo capacidades de impressão e exibição;
- Um apêndice que provê uma pesquisa de trabalhos em curso, dos quais novos vocabulários podem se derivar.

Como o CC/PP é neutro com relação ao vocabulário, permite que diferentes vocabulários sejam desenvolvidos e implementados por comunidades envolvidas no desenvolvimento de aplicações, dispositivos e navegadores. Também permite a composição dinâmica do perfil de contexto de entrega, a partir de fragmentos de informações de capacidades distribuídas em múltiplos repositórios na *Web*.

O CC/PP é a abordagem preferencial do W3C para a comunicação de informações do contexto de entrega entre clientes, intermediários e servidores de origem. Ele é a base do UAProf (*User Agent Profile* – Perfil de Agente do Usuário), que é utilizado atualmente para expressar as capacidades de muitos dispositivos móveis. É requerido um trabalho adicional para especificar um protocolo para troca de perfis CC/PP e especificar também como um perfil deve ser processado e usado, em conjunto com outro mecanismo de adaptação de conteúdo.

- c. UAProf (User Agent Profile – Perfil do Agente do Usuário): A OMA (OMA, 2006 b) definiu o UAProf como uma implementação do CC/PP para terminais móveis compatíveis com o WAP (*Wireless Application Protocol* – Protocolo de Aplicação Sem Fio), provendo uma convergência das tecnologias das redes móveis.

O WAP 1.2.1 recomenda que o transporte da informação do UAProf sob a *Internet* seja feito utilizando o HTTPex (HTTP *Extension Framework* – Framework de extensão HTTP), o qual foi originalmente sugerido para o CC/PP. O WAP definiu o protocolo WSP (*Wireless Session Protocol* - Protocolo de Sessão Sem Fio), que inclui uma compressão codificada, utilizada entre o telefone e o *gateway* para a *Internet*. Devido à falta de implementações do HTTPex, o WAP 2.0 definiu em seu lugar uma extensão do HTTP 1.1 como um protocolo da Internet (W-HTTP – Wireless-HTTP – HTTP sem fio) que faz uso de cabeçalhos customizados.

A OMA também definiu um vocabulário UAProf, baseado no CC/PP, que inclui características de hardware e software, assim como características WAP do terminal móvel e da rede de transporte associada. A atualização do UAProf Versão 2.0 pela OMA também é baseada na última versão do RDF e do RDF Schema.

- d. WURFL (*Wireless Universal Resource File* – Arquivo Universal de Recursos Sem Fio): Segundo a OMA (OMA, 2006 c), o WURFL é um arquivo de configuração, em formato XML, que contém informações sobre cerca de 400 capacidades e funcionalidades de uma ampla gama de dispositivos móveis, aproximadamente 9000 dispositivos distintos atualmente. O objetivo principal do arquivo é coletar o máximo de informação disponível sobre todos os dispositivos que acessam páginas WAP.

O WURFL é um projeto *Open-Source* (de código fonte aberto) onde as características básicas de um novo dispositivo, como o tamanho de tela e os tipos de mídia suportados, entre outros, são inicialmente coletadas de seu perfil UAProf e suas inconsistências são corrigidas manualmente. Na prática, o UAProf se torna o limite inferior da qualidade do WURFL.

O objetivo do WURFL é permitir aos desenvolvedores:

- Abstrair programaticamente as características de diferentes dispositivos;
- Evitar a necessidade de modificar aplicações a cada lançamento de um novo dispositivo móvel;
- Evitar a necessidade de rastrear o lançamento de novos dispositivos.

Passani (Passani, 2006 b) demonstra que o WURFL se baseia no conceito de famílias de dispositivos. Todos os dispositivos descendem de um dispositivo genérico, mas podem também descender de famílias mais especializadas. Como consequência, assim que um novo dispositivo é lançado, pode-se adicioná-lo seguramente ao WURFL, determinando que seja descendente de sua família genérica, permitindo que o dispositivo herde as características de sua família, mesmo antes de ser testado por alguém. Este mecanismo, conhecido como *'fall_back'*, permite aos desenvolvedores determinar as

características do dispositivo, a não ser certas funcionalidades que são diferentes para um dispositivo específico.

Naturalmente, o WURFL, por si só, não é suficiente para resolver todos os problemas no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis. É também necessário desenvolver maneiras eficientes de acessar os dados disponíveis no arquivo para que seja possível customizar dinamicamente as aplicações que o utilizam.

Atualmente existem recursos disponíveis para a utilização do WURFL em conjunto com diversas linguagens de programação, como JAVA, PHP, PERL, RUBY, PYTHON e DOT NET, além de ferramentas para uso em conjunto com C++ e XSLT.

No caso do JAVA, especificamente, foi desenvolvida uma API (*Application Programming Interface* – Interface para Programação de Aplicações) que implementa duas funções básicas:

- Dado uma *string* de um agente do usuário, retorna um identificador de um dispositivo WURFL;
- Dado um ID de dispositivo WURFL e o nome de uma capacidade, retorna um valor referente a essa capacidade.

O pacote com a API do WURFL também contém a *tag-lib* WALL. Com a *tag-lib* WALL os desenvolvedores podem criar códigos compatíveis com todas as categorias de dispositivos, incluindo-se aí os dispositivos compatíveis apenas com o WAP 1.x, utilizando somente uma marcação semelhante ao HTML.

Ao utilizar o banco de dados de capacidades dos dispositivos do WURFL, a *tag-lib* WALL pode detectar com transparência o que o dispositivo é capaz de fazer e se certificar de que a melhor marcação possível seja enviada a esse dispositivo. Neste caso, a capacidade do WURFL consultada para decidir qual marcação produzir é '*preferred_markup*'.

Em termos de adoção, o WURFL atualmente é mais popular do que as soluções baseadas puramente nos perfis UAProf, sendo reconhecido pelo W3C e recomendado pela OMA.

- e. Outras abordagens podem ser propostas para a identificação do contexto de entrega de conteúdo, mas estas não são muito utilizadas. Algumas delas, inclusive, não foram amplamente implementadas. Entre essas outras abordagens, podem-se citar:

- Negociação HTTP;
- Media Queries;

- SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language* – Linguagem de integração sincronizada multimídia);
- TCN (*Transparent Content Negotiation* – Negociação Transparente de Conteúdo);
- Conneg (*Content Negotiation* – Negociação de Conteúdo);
- Media Feature Sets;
- MPEG-21 (*Moving Picture Experts Group* - Grupo dos Entendidos em Imagens Móveis).

Dentre os métodos de identificação do contexto de entrega de conteúdo disponíveis e plenamente implementados, o WURFL foi escolhido para ser utilizado no desenvolvimento do protótipo em área selecionada, devido aos fatores a seguir:

- O WURFL é um método de identificação do contexto de entrega de conteúdo reconhecido pelo W3C e recomendado pela OMA;
- O WURFL atualmente é mais popular do que soluções baseadas puramente nos perfis UAProf;
- O WURFL utiliza-se do cabeçalho '*User-Agent*', disponível em toda requisição HTTP, para iniciar a identificação dos dispositivos de acesso;
- O CC/PP ainda carece da especificação de um protocolo para troca de perfis e da especificação de como um perfil deve ser processado e usado em conjunto de outros mecanismos de adaptação de conteúdo. O WURFL independe de um protocolo para troca de perfis e possui recursos para ser utilizado em conjunto com as principais tecnologias de desenvolvimento de aplicações;
- O UAProf, por se basear no CC/PP, sofre das mesmas carências mencionadas no item anterior e depende de um repositório externo de onde são recuperados os perfis e as soluções baseadas no UAProf; além disso, são proprietárias e de alto custo de aquisição;
- Os outros métodos de identificação do contexto de entrega de conteúdo ainda não foram totalmente implementados.

3. PROTÓTIPO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO AO USUÁRIO DE RODOVIAS (SIUR)

Segundo Dória (Dória, 2008 a), apesar dos investimentos feitos sistematicamente pelo poder público, a situação das rodovias paulistas até 1998 era insatisfatória e não acompanhava o crescimento do volume de tráfego. Dessa forma, as condições das rodovias se deterioraram, provocando um grande aumento nos custos de transporte e colocando em risco milhares de usuários.

Diante deste contexto, o Governo do Estado de São Paulo criou um mecanismo de concessões de rodovias com a “finalidade de reordenar a atuação do Estado, reservando à administração pública a concentração de esforços em áreas em que sua presença é indispensável, como educação, saúde e segurança pública”. (ARTESP, 2009)

Com as concessões, surgiu a necessidade de se criar um órgão que atuasse não apenas como fiscalizador, mas também como intermediário entre Estado, empresas privadas e usuários das rodovias. Assim, surgiu a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo – ARTESP, cujo principal papel é assegurar o cumprimento das normas que regulamentam os serviços públicos delegados e garantir a execução de contratos firmados entre o Estado e a iniciativa privada.

Segundo Doria (Dória, 2008 b), “no caso específico da ARTESP a regulamentação e fiscalização de quase 5,4 mil quilômetros de rodovias concedidas e das mais de 1,1 mil linhas do transporte intermunicipal de passageiros é um desafio diário...”. Atualmente, no cumprimento do seu papel, a Agência utiliza várias formas de atuação, tais como: verificações “in loco”, fiscalização por meio de agentes terceirizados, exigência de relatórios periódicos dos eventos ocorridos nas rodovias e da atuação da concessionária nestes eventos, entre outros. No entanto, essas formas de atuação retratam a situação da operação num certo momento ou um resumo do ocorrido e cabe à Agência responder, tanto ao público em geral quanto ao Poder Público, várias questões pontuais, muitas vezes de forma imediata.

De outro lado, as concessionárias têm, no trecho sob sua responsabilidade, equipamentos ITS (*Intelligent Transport Systems* – Sistemas Inteligentes de Transporte) que fornecem informações tanto sobre dados específicos, como também dados de telemetria dos mesmos. O conjunto tecnológico inclui sensores de tráfego, painéis de mensagens variáveis, circuito fechado de TV, rede de rádio comunicação, estações meteorológicas, telefones de emergência, sistemas de fiscalização de velocidade e peso, além de equipamentos instalados em túneis (anemômetros, botoeiras manuais, entre outros) interligados por redes de fibra óptica ou sem fio (utilizando a infra-estrutura das empresas de telefonia celular).

Cada um destes equipamentos possui um sistema para armazenar e tratar suas informações. Eventualmente um mesmo sistema trata mais do que um equipamento. Com isso, cada concessionária possui vários sistemas que usualmente não estão integrados. Além disso, os sistemas são diferentes de concessionária para concessionária, e quando são do mesmo fornecedor, na maioria das vezes apresentam versões diferentes.

Essa realidade é a mesma que é observada por Huisken e Goedvolk (Huisken e Goedvolk, 2007) ao constatarem que os centros TMC (*Traffic Management Centers* – Centros de Gerenciamento de Tráfego) foram construídos com várias tecnologias separadas de controle de tráfego, cada qual composto de um sistema de coleta na via, às vezes utilizando uma rede de comunicação diferenciada (com protocolo especial), com dados armazenados numa base de informação e acessados por uma aplicação, ambas proprietárias.

Em função da existência desses equipamentos e visando atender a necessidade de obtenção de informações de forma imediata e atualizada, a ARTESP solicitou ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, que desde 2007 está desenvolvendo e implantando um sistema de apoio à fiscalização da operação das rodovias, que integra, de forma padronizada, informações *on-line* dos equipamentos ITS e dos mapas de eventos ocorridos nas rodovias (tais como: acidentes, ocorrências de pane mecânica ou elétrica ou solicitação de socorro mecânico, entre outros), gerando alarmes e alertas relativos à quebra de níveis de serviço ou situações adversas. Este sistema, denominado Módulo de ITS (MITS) permite que a Agência Reguladora fiscalize, à distância e de forma *on-line*, a operação das concessionárias, respondendo às questões formuladas pelo Poder Público, a qualquer momento, sem precisar acionar a concessionária e disponibilizar informações ao público em geral sobre eventos relevantes.

Para entender a magnitude do problema, cumpre lembrar que este sistema deve integrar informações vindas, numa primeira fase, de doze empresas concessionárias de rodovias, sendo que cada uma delas possui vários sistemas ITS e um sistema de mapa de eventos. Numa segunda fase, deverão ser integradas outras seis empresas concessionárias de rodovias, estando previstas mais empresas concessionárias, as quais deverão ser integradas em fases posteriores.

Em complementaridade ao MITS, conforme citado, é proposto nesse artigo um projeto de sítio web, denominado de Sistema de Informações ao Usuário de Rodovias (SIUR), voltado para dispositivos de acesso móveis, que considera o contexto de entrega de conteúdo e disponibiliza informações ao Público sobre eventos relevantes, de forma tal a contemplar a diversidade de características dos dispositivos de acesso.

O SIUR é um sistema computadorizado que fornece informações de interesse geral para usuários de rodovias e funcionários das empresas concessionárias. O sistema utiliza as informações fornecidas pelas concessionárias e dados coletados por sensores distribuídos nas rodovias. As informações fornecidas pelas concessionárias e pelos sensores são centralizadas e consolidadas no MITS, sendo posteriormente formatadas pelo SIUR para acesso através de diversas categorias de dispositivos. O sistema será administrado pela ARTESP e se pretende que seja utilizado tanto por funcionários da própria agência quanto pelo público em geral.

As regras básicas que regem o SIUR são as seguintes:

- Inicialmente as Concessionárias de Rodovias e seus respectivos sensores de tráfego são cadastrados. A partir dos sensores são colhidas

informações relativas ao volume de tráfego de motos, veículos de passeio e veículos comerciais - medidos por rodovia, sentido de faixa e pista, além da velocidade média auferida, nos pontos onde estes sensores estão instalados.

- As informações das concessionárias e os dados coletados pelos seus respectivos sensores serão enviados ao MITS em intervalos de tempo configuráveis.

O usuário final do sistema terá acesso aos dados fornecidos utilizando programas navegadores, instalados em seus computadores e em quiosques ou micro-navegadores instalados em dispositivos móveis, como: telefones celulares, PDAs ou outros dispositivos embarcados.

O escopo do protótipo do sistema proposto abrange o desenvolvimento da interface *Web* com o usuário detentor dos dados dos sensores de volume de tráfego, distribuídos nas rodovias monitoradas e centralizados no MITS, que é a fonte de dados principal do sistema. Este protótipo não abrange a transmissão dos dados coletados nos sensores distribuídos pelas rodovias monitoradas para o agente do MITS, presente no CCO das concessionárias de rodovias e no IPT.

A descrição das funcionalidades disponíveis no sistema e suas características são apresentadas abaixo:

- Ao ser acessado, o sistema deve fornecer ao usuário uma relação de rodovias monitoradas.
- Selecionando uma rodovia, o usuário recebe uma relação dos pontos monitorados na rodovia escolhida.
- Ao selecionar um ponto monitorado, a partir de um desktop/quiosque, o usuário recebe os dados coletados de todos os equipamentos instalados naquele ponto.
- Caso o usuário selecione um ponto monitorado a partir de um dispositivo móvel, receberá uma lista dos equipamentos disponíveis no ponto escolhido para, finalmente então, acessar os dados coletados em cada equipamento, individualmente.
- Os dados dos equipamentos são exibidos de forma textual para todos os dispositivos de acesso.
- Caso o navegador do dispositivo de acesso do usuário tenha suporte a imagens no formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group* - Grupo dos Entendidos em Fotografia), um gráfico será gerado nesse formato e enviado ao usuário, respeitando-se as dimensões suportadas pelo dispositivo.
- Os dados colhidos pelos sensores informam o volume de tráfego de motos, veículos de passeio e veículos comerciais - medidos por rodovia, sentido de faixa e pista, além da velocidade média auferida, nos pontos onde estes sensores estão instalados, por equipamento.

- O sistema final terá acesso aos dados armazenados no MITS, através de *Web Services*, desenvolvidos com a finalidade específica de fornecer as informações necessárias ao sistema.

O protótipo atende apenas aos dados coletados pelos sensores de tráfego distribuídos nas rodovias monitoradas, mas permite demonstrar com eficiência as técnicas de adaptação do conteúdo propostas no início deste trabalho. Outras informações provenientes das concessionárias, como o Mapa de Eventos - que informa os eventos relacionados a acidentes de trânsito ocorridos nos trechos concessionados, com certeza seriam de maior valor para serem distribuídos através de equipamentos móveis. Mas, na época que se iniciou o desenvolvimento desse artigo, somente estavam disponíveis no protótipo do MITS as informações relativas aos sensores de tráfego, daí serem estes os escolhidos. Contudo, conforme citado anteriormente, isso não minimiza o desenvolvimento feito neste artigo, pois o que se buscou demonstrar foi a viabilidade de se poderem disponibilizar informações, quaisquer que fossem as presentes no MITS, não somente para usuários com desktop, mas também para usuários com dispositivos móveis.

A partir do escopo estabelecido acima foi definida a construção de 4 scripts JSP (*Java Server Pages* – Páginas de Servidor Java) para implementar as funcionalidades requeridas pelo sistema. Os scripts foram construídos utilizando-se a especificação Java Enterprise Edition (JavaEE) da tecnologia JAVA.

Os scripts desenvolvidos são detalhados a seguir, descrevendo-se as funcionalidades implementadas e a utilização da adaptação de conteúdo requerida.

A página inicial do protótipo foi implementada no script **index.jsp**, o qual é responsável pela exibição do menu inicial da aplicação, que relaciona as rodovias monitoradas pelo sistema.

As capacidades do dispositivo de acesso, mapeadas pelo WURFL e utilizadas no script, são relacionadas a seguir, descrevendo-se o papel executado na adaptação do conteúdo final gerado e enviado ao dispositivo de acesso do usuário:

- **is_wireless_device**: Capacidade que diferencia os dispositivos estáticos de acesso (PCs, Notebooks, Quiosques) dos dispositivos móveis de acesso (PDAs, Handhelds, Telefones celulares). Tal capacidade foi utilizada para fornecer um maior volume de dados sobre as rodovias monitoradas para os dispositivos de acesso estáticos. A capacidade em questão poderia ser utilizada também para redirecionar a requisição para aplicações específicas, desenvolvidas para os dispositivos estáticos e para os dispositivos móveis.
- **preferred_markup**: Capacidade que identifica a linguagem de marcação preferencial do dispositivo de acesso, utilizada para classificar os dispositivos móveis de acesso, de acordo com a linguagem de marcação que irá compor a resposta à requisição do usuário, isolando os dispositivos que suportam a linguagem WML 1.x, a linguagem WML 2.x e finalmente o CHTML.

- **resolution_width** e **colors**: A capacidade **resolution_width** determina a largura de tela do dispositivo, enquanto a capacidade **colors** determina o número de cores suportado. As duas capacidades são utilizadas em conjunto para identificar os dispositivos como PDAs, Handhelds e modelos recentes de aparelhos celulares como o IPHONE, segregando-os de outros modelos de dispositivos mais simples.

A figura 1 a seguir mostra o acesso ao script **index.jsp** feito a partir de um navegador instalado em um PC, e a partir de micro-navegadores disponíveis em dispositivos móveis que suportam as linguagens WML 1.x, WML 2.x e CHTML, respectivamente.

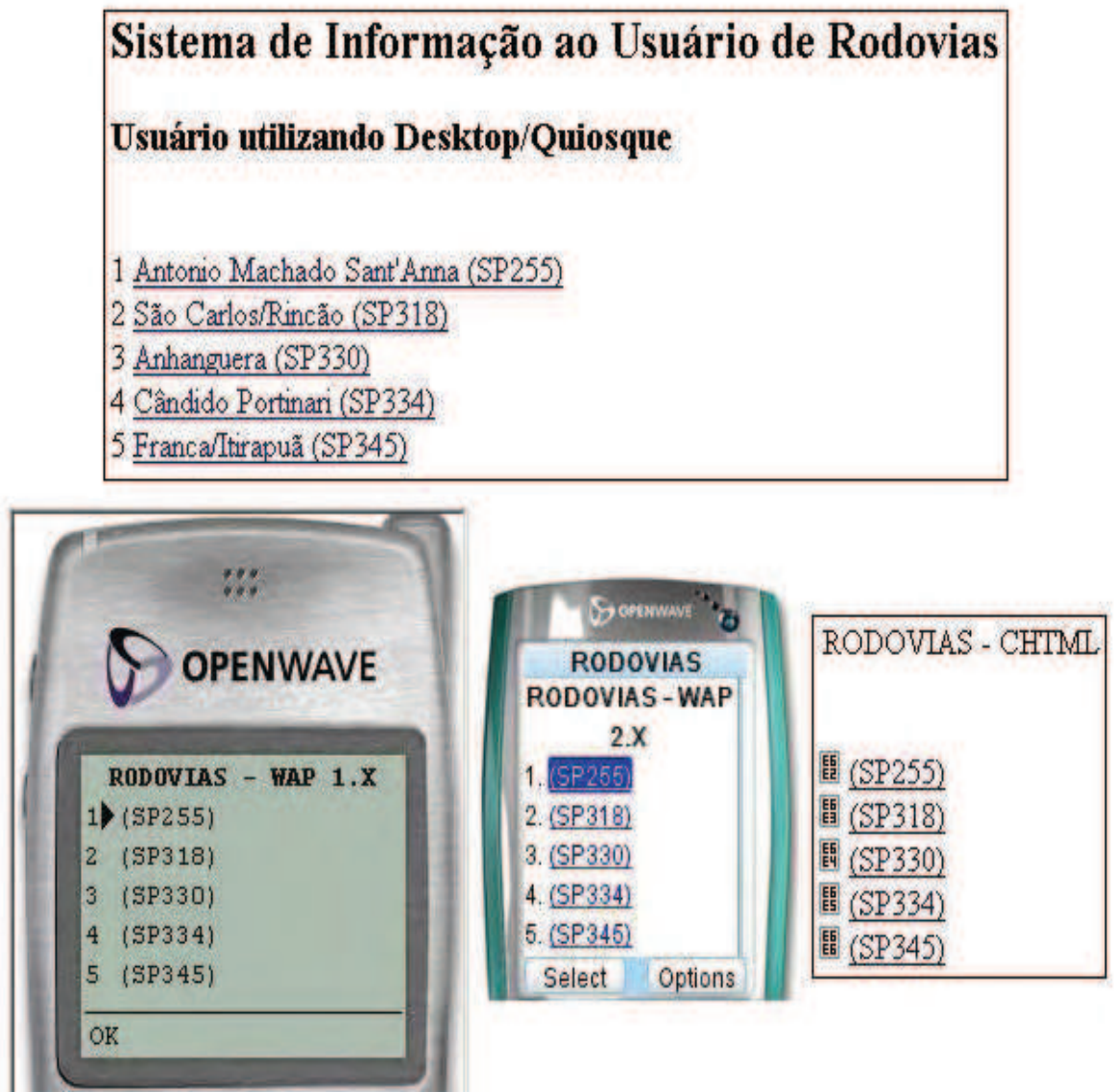


Figura 1 - Acesso ao script **index.jsp** a partir de navegadores com suporte às linguagens XHTML, WML 1.X, WML 2.X e CHTML, respectivamente

A página seguinte foi implementada no script **sensores.jsp**. Esse script é responsável pela exibição do menu que relaciona a localização dos sensores na rodovia selecionada na página inicial. Os sensores são identificados pelo quilômetro e sentido da rodovia em que estão instalados e cada um deles contém um link para a próxima página do protótipo.

A capacidade do dispositivo de acesso mapeada pelo WURFL, utilizada no script, é a capacidade **is_wireless_device**, que foi utilizada para diferenciar o volume de informações enviadas para os dispositivos de acesso móveis.

No final do script é disponibilizado um link para a página inicial do sítio, possibilitando assim a seleção de uma nova rodovia monitorada.

A figura 2 abaixo ilustra o acesso ao script **sensores.jsp** feito a partir de um navegador instalado em um PC e a partir de micro-navegadores disponíveis em dispositivos móveis que suportam as linguagens WML 1.x, WML 2.x e CHTML, respectivamente.

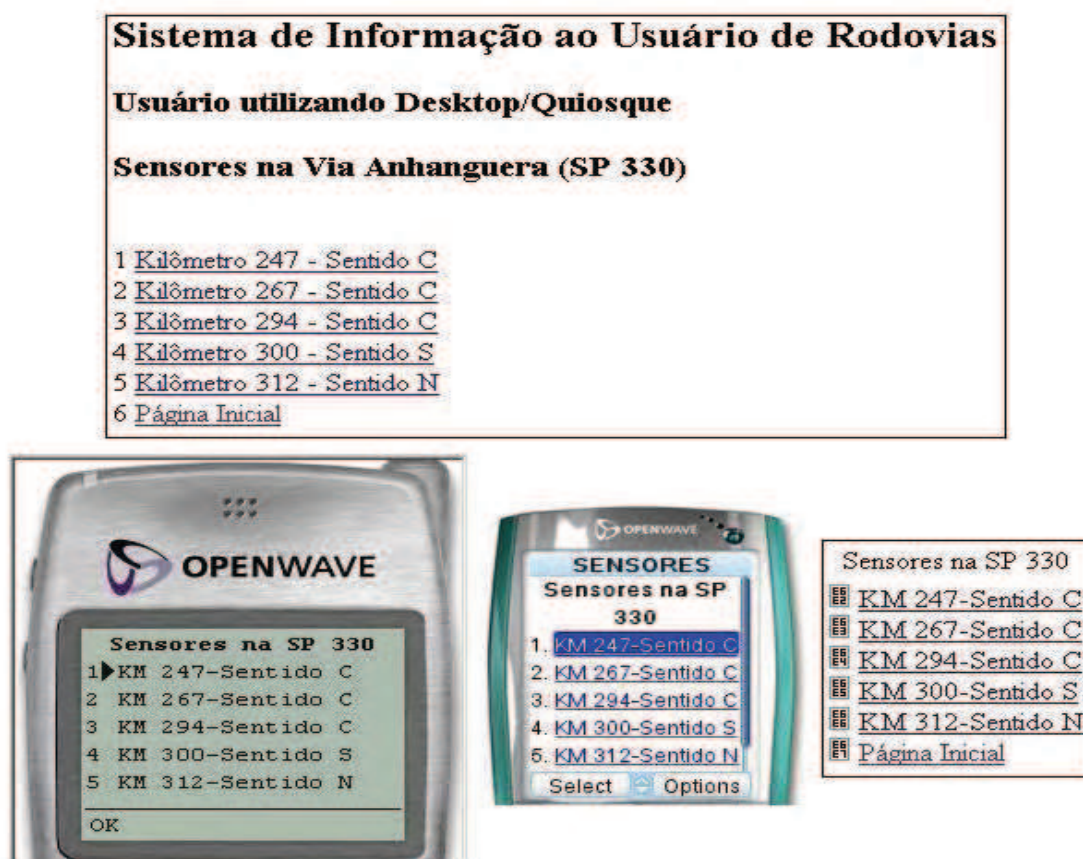


Figura 2 - Acesso ao script **sensores.jsp** a partir de navegadores com suporte às linguagens XHTML, WML 1.X, WML 2.X e CHTML, respectivamente.

O desenvolvimento do protótipo prossegue com a implementação da página seguinte, composta pelo script **dados Equipamentos.jsp**. O script implementa funcionalidades distintas para dispositivos de acesso móveis e estáticos.

Para dispositivos móveis o script gera um menu com os equipamentos disponíveis no ponto da rodovia selecionado pelo usuário. Para os dispositivos estáticos de acesso o script exibe os dados coletados por todos os equipamentos disponíveis no ponto da rodovia selecionado pelo usuário, organizados por equipamento, na forma textual e acompanhado de um gráfico demonstrativo, gerado dinamicamente, que consolida os dados coletados.

Os dados informados referem-se ao volume de tráfego de motos, veículos de passeio e veículos comerciais - medidos na rodovia, por sentido de faixa e pista, além da velocidade média auferida, de todos os equipamentos disponíveis no ponto selecionado.

A capacidade do dispositivo de acesso mapeada pelo WURFL e utilizada no script é, mais uma vez, a capacidade **is_wireless_device**, utilizada para encaminhar o fluxo de execução do script para a funcionalidade adequada, conforme já descrita.

No final do script são disponibilizados dois links: o primeiro encaminha o usuário para a página imediatamente anterior e o segundo link encaminha o usuário para a página inicial do sítio, possibilitando assim a seleção de uma nova rodovia monitorada.

A figura 3 seguinte ilustra o acesso ao script **dados_equipamentos.jsp** feito a partir de micro-navegadores disponíveis em dispositivos móveis que suportam as linguagens WML 1.x, WML 2.x e CHTML, respectivamente. Subseqüente, a figura 4 na próxima página mostra o acesso ao script **dados_equipamentos.jsp** a partir de navegador com suporte ao XHTML.

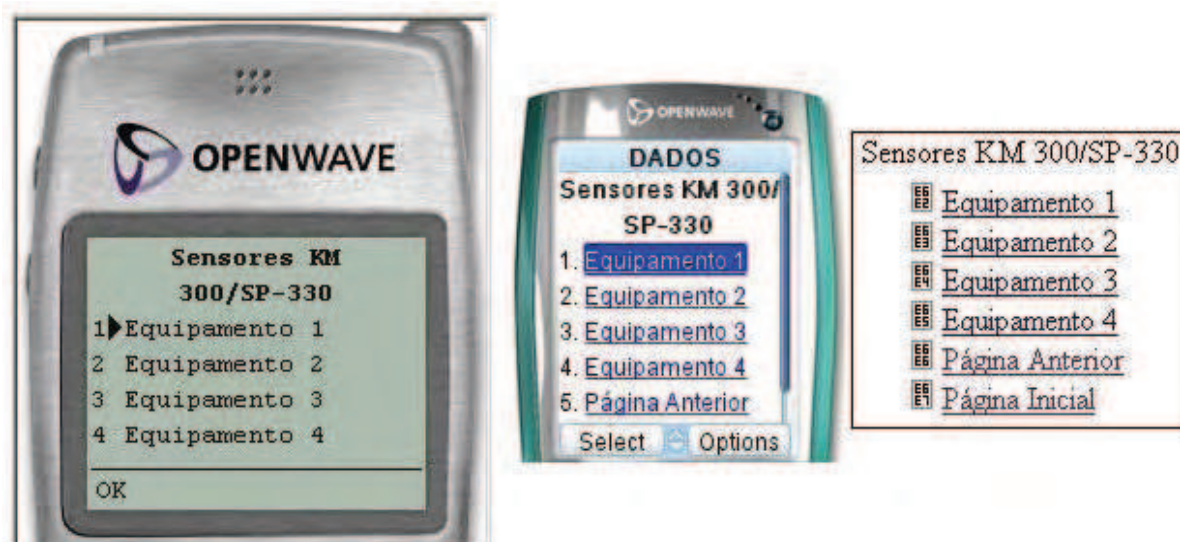


Figura 3 - Acesso ao script **dados_equipamentos.jsp** a partir de navegadores com suporte às linguagens WML 1.X, WML 2.X e CHTML, respectivamente.

Sistema de Informação ao Usuário de Rodovias
Usuário utilizando Desktop/Quiosque
Equipamentos no KMI 300 da Via Anhanguera (SP 330)

Equipamento 1

(Volume Médio/Volume Atual)

Código de Faixa: 1

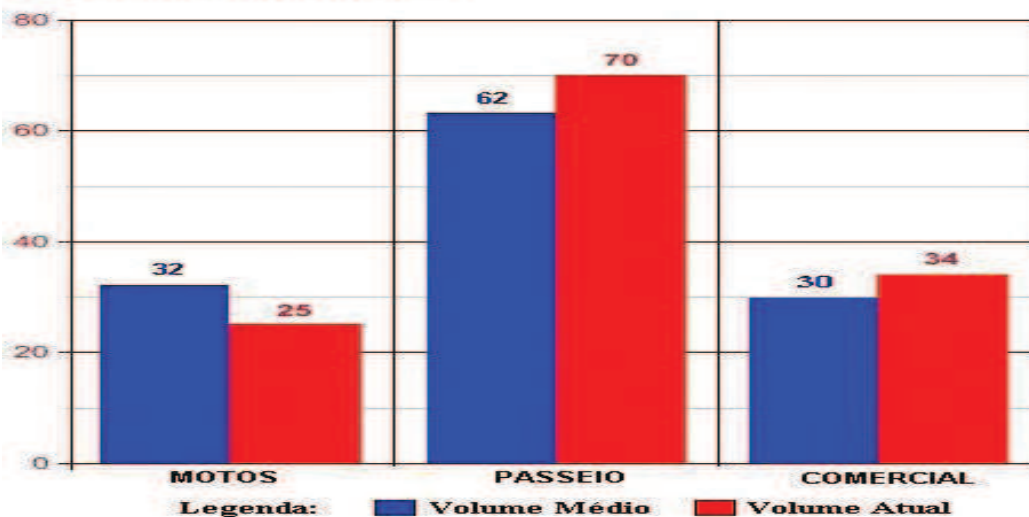
Código do Sentido: N

Quantidade de Motos: 32/25

Quantidade de Veículos de Passeio: 62/70

Quantidade de Veículos Comerciais: 30/34

Velocidade Média: 79/76 Km/h



Equipamento 2

(Volume Médio/Volume Atual)

Código de Faixa: 2

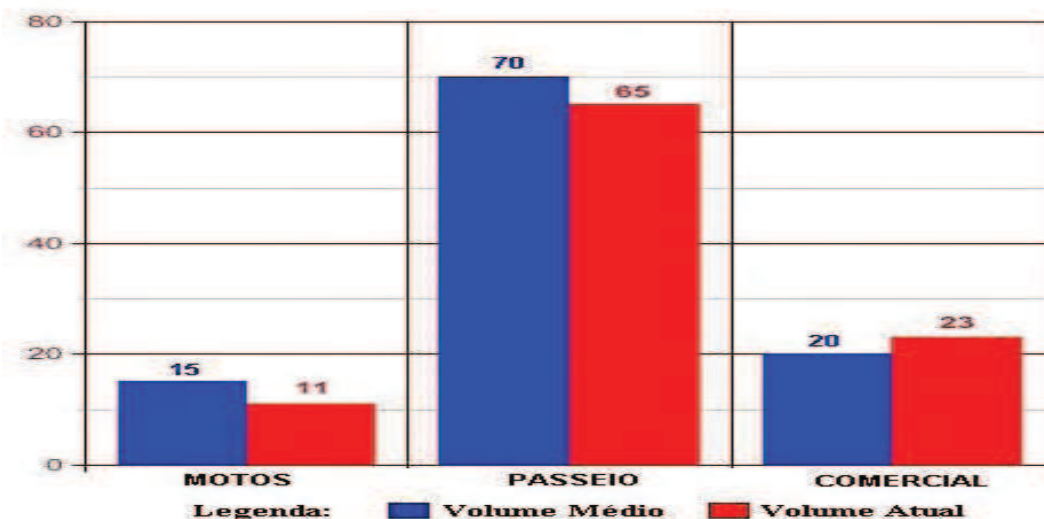
Código do Sentido: N

Quantidade de Motos: 15/11

Quantidade de Veículos de Passeio: 70/65

Quantidade de Veículos Comerciais: 20/23

Velocidade Média: 75/81 Km/h



[1 Página Anterior](#)

[2 Página Inicial](#)

Figura 4 - Acesso ao script dados_equipamentos.jsp a partir de navegadores com suporte a linguagem XHTML.

A página final do protótipo foi implementada no script **dados.jsp**, o qual é responsável pela exibição dos dados coletados pelo equipamento selecionado. Os dados são exibidos de forma textual para dispositivos de acesso que não suportam imagens no formato JPEG. Para os dispositivos que suportam o formato de imagem supra-citado os dados também são disponibilizados na forma de um gráfico, gerado dinamicamente, que consolida os dados coletados. Os dados informados referem-se ao volume de tráfego de motos, veículos de passeio e veículos comerciais - medidos por rodovia, sentido de faixa e pista, além da velocidade média auferida, no equipamento selecionado pelo usuário.

As capacidades do dispositivo de acesso mapeadas pelo WURFL utilizadas no script são relacionadas a seguir, descrevendo o papel executado na adaptação do conteúdo final gerado e enviado ao dispositivo de acesso do usuário:

- **resolution_width** e **jpg**: A capacidade **resolution_width** determina a largura de tela do dispositivo, enquanto a capacidade **jpg** determina o suporte do dispositivo ao formato de imagem JPEG. As duas capacidades são utilizadas em conjunto para fornecer os parâmetros para a geração do gráfico citado acima, caso o dispositivo de acesso tenha suporte ao formato de imagem supra-citado.

Concluindo, no final do script, são disponibilizados dois links: o primeiro encaminha o usuário para a página imediatamente anterior e o segundo encaminha o usuário para a página inicial do sítio, possibilitando assim a seleção de uma nova rodovia monitorada para o reinício do processo.

A figura 5 na página a seguir mostra o acesso ao script **dados.jsp** feito a partir de micro-navegadores disponíveis em dispositivos móveis que suportam as linguagens WML 1.x, WML 2.x e CHTML, respectivamente.

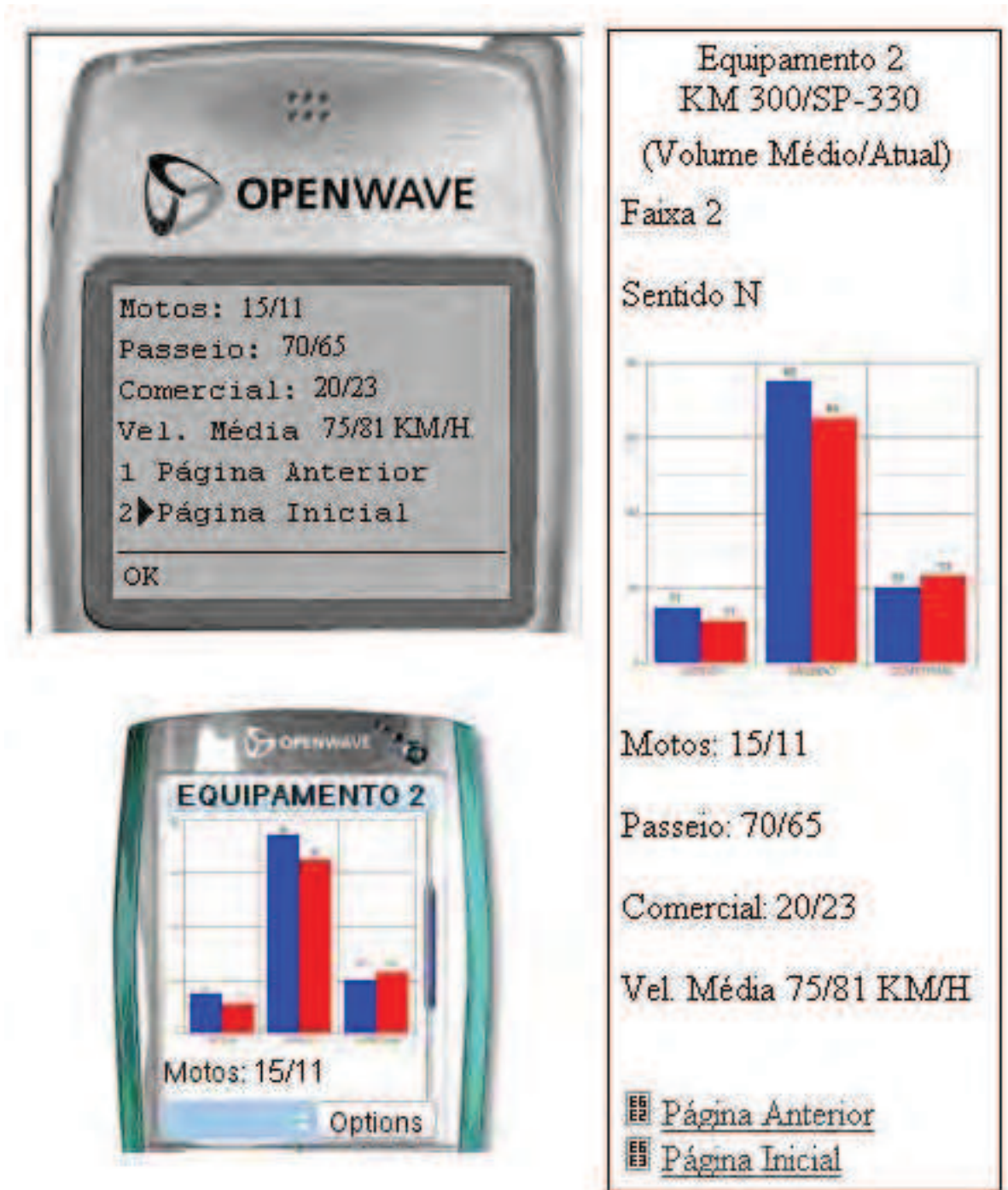


Figura 5 - Acesso ao script `dados.jsp` a partir de navegadores com suporte às linguagens WML 1.X, WML 2.X e CHTML, respectivamente.

4 CONCLUSÃO

Entre os objetivos estabelecidos inicialmente (seção 1), os seguintes resultados e conclusões podem ser destacados:

- Descreveram-se, na seção 2 deste artigo, os principais desafios envolvendo o fornecimento de conteúdo e serviços para outras categorias de dispositivos de acesso, além dos computadores pessoais, dando ênfase à adaptação de conteúdo requerida para o atendimento das requisições dos usuários móveis.
- Elaborou-se a descrição de uma estratégia para atendimento de requisições a sítios web originadas de dispositivos estáticos e móveis, conforme mostrada na seção 2, onde se justificou a opção do uso do WURFL frente a outros métodos conhecidos de identificação do contexto de entrega de conteúdo.
- O protótipo criado contemplou, com sucesso, as características de diferentes dispositivos de acesso, provendo conteúdo de forma a explorar o máximo de recursos disponíveis nos dispositivos, dentro do escopo das funcionalidades definidas pelo sistema, conforme demonstrado na seção 3.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARTESP. **Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo.** Disponível em:< http://www.artesp.sp.gov.br/servicos/concessoes/servicos_del_programa_concessoes.asp/> Acesso em: 30 dez. 2009.

BOOCH, GRADY; RUMBAUGH, JAMES; JACOBSON, IVAR. **UML - Guia do Usuário.** 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006. 500f.

DÓRIA, C. E. SAMPAIO. **10 Anos de Concessão.** Disponível em:< http://www.artesp.sp.gov.br/artigosDiretor/Artigo%205_10%20anos%20de%20concessao.pdf /> Acesso em: 28 dez. 2009.

DÓRIA, C. E. SAMPAIO. **Agências Reguladoras.** Disponível em:< [http://www.artesp.sp.gov.br/artigosDiretor/Artigo%208_Agências%20Reguladoras.pdf](http://www.artesp.sp.gov.br/artigosDiretor/Artigo%208_Agencias%20Reguladoras.pdf) /> Acesso em: 11 set. 2008.

HUISKEN, GIOVANNI; GOEDVOLK, HANS. **Towards Traffic Management Centres of the Future. 6th. European Congress and Exhibition on ITSS (Intelligent Transport Systems and Services).** Aalborg, DenMark, 2007.

PASSANI, LUCA (a). **Global Authoring Practices for the Mobile Web.** Disponível em:< <http://www.passani.it/gap/>> Acesso em: 17 set. 2006.

PASSANI, LUCA (b). **Welcome to the WURFL the Wireless Universal Resource File.** Disponível em:< <http://wurfl.sourceforge.net/>> Acesso em: 14 mai. 2009.

OPEN MOBILE ALLIANCE (a). **XHTML Mobile Profile.** Disponível em:< <http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wap/wap-277-xhtmlmp-20011029-a.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2006.

OPEN MOBILE ALLIANCE (b). **UAProf Archive.** Disponível em:< http://www.openmobilealliance.org/technical/release_program/uap_archive.aspx/> Acesso em: 01 fev. 2007.

OPEN MOBILE ALLIANCE (c). **Managing Device Diversity with WURFL/WALL.** Disponível em:< http://developer.openwave.com/dvl/tools_and_sdk/wurfl_and_wall/> Acesso em: 02 abr. 2008.

WAP FORUM. **WAP Forum Releases.** Disponível em:< <http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wap/wapindex.html>> Acesso em: 05 nov. 2006.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (a). **Delivery Context Overview for Device Independence.** Disponível em:< <http://www.w3.org/TR/di-dco/> > Acesso em: 05 nov. 2006.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (b). **W3C A to Z: XHTML.** Disponível em:< <http://www.w3.org/MarkUp/>> Acesso em: 17 set. 2006.