

**ESPECIALIZAÇÃO EM SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO PARA A WEB**

**ANÁLISE DE FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DE  
ACESSO À INTERNET VIA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**Hermann Lang Neto**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2006**

# **ANÁLISE DE FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DE ACESSO À INTERNET VIA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

**por**

**Hermann Lang Neto**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Informática, Área de Concentração em Sistemas de Computação para Web, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Especialista em Informática**

**Orientadora: Prof. Iara Augustin**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2006**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Informática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Monografia de Especialização

**ANÁLISE DE FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DE ACESSO À  
INTERNET VIA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

elaborada por  
**Hermann Lang Neto**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Informática**

**COMISSAO EXAMINADORA:**

**Iara Augustin, Dra.**  
(Presidente/Orientadora)

**Roseclea Duarte Medina, Dra.**

**Nara Augustin Gehrke, Mestre.**

Santa Maria, 30 de janeiro de 2007.

## **RESUMO**

Monografia de Especialização  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ANÁLISE DE FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DE ACESSO À INTERNET VIA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

AUTOR: Hermann Lang Neto

ORIENTADORA: Iara Augustin

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de janeiro de 2007

Esse trabalho apresenta uma análise das tecnologias e de algumas ferramentas de conversão de conteúdo para acesso à Internet através de dispositivos móveis. Na primeira parte do trabalho, é exposta a evolução das tecnologias e dos protocolos de acesso à Internet móvel. A evolução da tecnologia de transmissão de dados fornece velocidades de acesso via dispositivos móveis comparáveis às disponíveis para computadores de mesa. Na segunda parte do trabalho, apresenta-se a análise de algumas ferramentas de conversão de conteúdo Web para melhor visualização em dispositivos móveis. Oito sites foram acessados através de um aparelho Palm Treo 650, utilizando diferentes ferramentas de conversão de conteúdo e avaliando os aspectos de volume do tráfego de dados, aparência e legibilidade dos resultados. Embora seja possível acessar a Web diretamente através do navegador padrão do dispositivo testado, o uso de ferramentas de conversão proporcionou diminuição das limitações e erros de apresentação do conteúdo, melhorando o aspecto e a legibilidade das páginas visitadas. Essas ferramentas proporcionaram redução no volume de dados transmitidos, resultando maior velocidade e possibilidade de redução do custo de acesso.

Palavras chave: dispositivos móveis; conversão de conteúdo; WAP; Internet móvel

## **ABSTRACT**

Monografia de Especialização  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ANÁLISE DE FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DE ACESSO À INTERNET VIA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

### **ANALYSIS OF TOOLS AND TECHNOLOGIES FOR INTERNET ACCESS USING MOBILE DEVICES**

AUTHOR: Hermann Lang Neto

ADVISOR: Iara Augustin

Date and Place: Santa Maria, January 30<sup>th</sup>, 2007

This work presents an analysis of the access technologies available and of some content conversion tools for Internet access using mobile devices. On the first part of this work the evolution of the protocols and technologies available for mobile access is presented. This evolution provides mobile data transfer rates comparable to those available for desktops. Analysis and comparison of some content conversion tools was performed in the second part of this work. Eight sites were accessed by a Palm Treo 650 smartphone, using different content conversion tools. The results were compared considering the amount of data transferred and visual presentation of the pages. Although it is possible to view web content directly from the standard browser available in the device, the use of conversion tools reduced limitations and errors, providing a better content display. The use of these tools also provided a reduction on the amount of data transfer, resulting in higher access speed and in the possibility of access cost reduction.

Key Words: mobile devices, content conversion, WAP; mobile Internet

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>1 TECNOLOGIAS DE INTERNET MÓVEL</b> .....	9
<b>1.1 Padrões de transmissão das redes de telefonia móvel em uso no Brasil</b> .....	9
1.1.1 Sistema de Telefonia Móvel Avançada (AMPS).....	9
1.1.2 Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA).....	10
1.1.3 Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM).....	10
1.1.4 Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA).....	13
<b>1.2 Protocolo de Aplicações Sem Fio (WAP)</b> .....	14
<b>2 ACESSO À INTERNET VIA DISPOSITIVO MÓVEL</b> .....	16
<b>2.1 Navegadores</b> .....	16
2.1.1 Blazer.....	16
<b>2.2 Conversores de conteúdo</b> .....	20
2.2.1 Google Mobile.....	20
2.2.2 MobileLeap.....	21
2.2.3 Skweezer.....	21
2.2.4 IYHY.....	23
2.2.5 Opera Mini.....	23
<b>2.3 Comparação</b> .....	24
<b>CONCLUSÕES</b> .....	29
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	30

## INTRODUÇÃO

Apesar de a tecnologia para acesso à Internet via dispositivos móveis existir há vários anos e de o serviço de acesso ter sido disponibilizado no Brasil em 2000, o uso de celulares para acesso à rede mundial de computadores ainda é restrito.

Nos últimos anos, tanto a Internet como a telefonia celular tem apresentado um rápido crescimento no país. Apesar desse crescimento, a penetração dessa tecnologia ainda é pequena. A grande maioria da população brasileira nunca teve acesso a computadores. Por outro lado, a base de telefones celulares aumentou abruptamente. Atualmente mais da metade da população possui um telefone celular, indicando um potencial de crescimento do uso desses equipamentos para acessar a Internet.

Porém, há várias limitações de uso do acesso móvel quando comparado ao acesso via computador pessoal (PC). Equipamentos e velocidade de conexão são dois fatores cujas limitações vêm diminuindo. Os primeiros aparelhos celulares podiam exibir apenas algumas linhas de texto, eram monocromáticos e a velocidade de transmissão de dados era baixa, em torno de 9,6 Kbps (kilobites por segundo). Atualmente há aparelhos com telas capazes de exibir várias linhas de texto, imagens coloridas com boa resolução e as operadoras de telefonia móvel fornecem serviços de transmissão de dados a partir de 144 Kbps, podendo alcançar 2,4 Mbps em algumas regiões.

Outra limitação é o formato da informação contida na Web. Para se adequar às limitações dos dispositivos móveis, os seus navegadores utilizam a linguagem de marcação *Wireless Markup Language* (WML), mais restrita que a usada nos navegadores de computadores pessoais. Essa limitação foi reduzida com a introdução do protocolo WAP 2.0, que utiliza a linguagem XHTML-MP (*eXtensible HyperText Markup Language Mobile Profile*).

Para eliminar essas diferenças, há duas alternativas. A primeira é a disponibilização pelos desenvolvedores dos sites de conteúdo nos dois formatos. A desvantagem dessa opção é o aumento no serviço de manutenção dos sites pois toda alteração teria que ser feita duas vezes. A segunda alternativa é a conversão automática de conteúdo por ferramentas, como filtros. Estas podem estar instaladas nos servidores dos sites, das operadoras de telefonia ou das prestadoras de serviço. Uma vantagem dessa solução é a de reduzir o esforço de produzir páginas projetadas especificamente para dispositivos móveis. O conteúdo já existente poderia ser visualizado nos navegadores (*browsers*) de dispositivos móveis.

Na época do surgimento do WAP no Brasil, projetava-se que, em 2005, aproximadamente a metade dos usuários de telefonia móvel navegaria na Internet a partir de

seus aparelhos móveis. Criou-se uma grande expectativa em relação a essa modalidade de acesso, frustrada pelas limitações tecnológicas e de fornecimento de conteúdo. Porém, a utilização de ferramentas de conversão pode contribuir para a redução da limitação de conteúdo e tornar mais atraente o uso da Web em dispositivos móveis.

Este trabalho aprofunda o estudo dessas questões e está estruturado da seguinte forma: o capítulo 1 apresenta conceitos associados aos protocolos de comunicação móvel mais utilizados em aparelhos celulares; o capítulo 2 apresenta e compara alguns serviços de conversão de conteúdo para dispositivos móveis e, por fim, são destacadas as conclusões desse trabalho.

# 1 TECNOLOGIAS DE INTERNET MÓVEL

Em 2001 o Instituto de Pesquisa Yankee Group previa para 2005 a utilização da Internet via celular por mais da metade dos usuários (Oliveira, 2001).

De acordo com o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) (2005), em pesquisa realizada entre agosto e setembro de 2005, 67,76% da população nunca acessou a Internet e apenas 29,72% tinham utilizado um computador nos três meses anteriores à pesquisa. Ainda conforme a mesma pesquisa, 54,55% dos indivíduos entrevistados utilizavam telefone celular. Dessa população, 5,41% haviam usado o celular para acessar a Internet nos três meses anteriores. Já segundo a ANATEL (2006a), havia mais de 79 milhões de celulares em atividade no Brasil, em setembro de 2005. Então, a união dessas duas tecnologias, chamada Internet Móvel, é um conceito importante para a inclusão digital de grande parte da população.

A seguir serão descritos os padrões de transmissão bem como os protocolos de aplicação mais utilizados em aplicações de Internet Móvel.

## 1.1 Padrões de transmissão das redes de telefonia móvel em uso no Brasil

Há quatro tecnologias de telefonia sem fio em uso no Brasil: AMPS, TDMA, CDMA e GSM, detalhadas a seguir.

### 1.1.1 Sistema de Telefonia Móvel Avançada (AMPS)

Sistema de Telefonia Móvel Avançada (*Advanced Mobile Phone System* – AMPS) é um sistema analógico que não suporta transmissão de dados. O sistema AMPS utiliza o múltiplo acesso por divisão de frequência. A banda desse sistema é dividida em canais, onde cada canal consiste de um par de frequências para transmissão e recepção com 30 kHz de banda por canal. Uma vez alocados, os canais são usados continuamente pela base e pelo dispositivo móvel até o fim da chamada (Tude, 2003a).

A cobertura AMPS ainda é mantida no Brasil por força de contrato por algumas

operadoras mas está praticamente em desuso, com apenas 0,09% (SET/2006) do total de aparelhos no país, segundo a ANATEL (2006b).

### 1.1.2 Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA)

A tecnologia de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (*Time Division Multiple Access* – TDMA) mantém toda a estrutura de canalização do sistema AMPS mas permite que um canal seja compartilhado no tempo por vários usuários. De acordo com Santos (200-), cada canal de 30 kHz é compartilhado em três intervalos de tempo (*time slots*) comutados digitalmente e, em cada intervalo de tempo, o usuário tem acesso a todo o canal. Cada usuário transmite ou recebe a sua informação de forma não contínua dentro dos respectivos intervalos reservados para ele. Nos demais intervalos, outros usuários podem transmitir dentro do mesmo canal sem que as comunicações interfiram entre si. A técnica TDMA permite efetuar três conversações simultâneas usando o mesmo canal que permite apenas uma conversação pela técnica AMPS.

Por ser uma técnica de transmissão digital, Tude (2003a) informa que o TDMA permite oferecer vários serviços suplementares, tais como identificação do número chamador, chamada em espera, conferência e mensagens de texto (*Short Message Service* – SMS).

Segundo Ulbrich (2006) , O TDMA mantém compatibilidade plena com o sistema AMPS, permitindo sua substituição gradual. Entretanto, a migração do TDMA para a geração seguinte de sistemas celulares – 3G, que possibilita o oferecimento de serviços de dados com altas taxas de transmissão – exigiria investimentos comercialmente proibitivos. Por esse motivo, o TDMA está sendo substituído pelas tecnologias GSM e CDMA, contando com 12,47% (SET/2006) dos usuários no Brasil segundo a Anatel (2006b).

### 1.1.3 Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM)

Durante a década de 80, os sistemas de telefonia celular analógica tiveram um rápido crescimento na Europa. Entretanto, cada país desenvolveu o seu próprio padrão, o que não era desejável pois limitava o mercado para cada tipo de equipamento. Em 1982, a Conferência Européia de Correios e Telégrafos (*Conference of European Posts and Telegraphs* – CEPT)

criou um grupo de estudos chamado Grupo Móvel Especial (*Groupe Spécial Mobile* - GSM) com o objetivo de desenvolver um sistema móvel público que atendesse alguns critérios: boa qualidade de voz; baixo custo de serviços e de terminais; suporte para *roaming* internacional; capacidade para suportar terminais *handheld*; suporte para uma gama de novos serviços e facilidades; eficiência espectral e compatibilidade com ISDN. Em 1989, a responsabilidade sobre o GSM foi transferida para o Instituto Europeu de Padrões em Telecomunicação (*European Telecommunication Standards Institute* – ETSI) e, em 1990, foram publicadas as primeiras especificações. Os serviços comerciais iniciaram em 1991 e, a partir de então, o padrão GSM foi sendo adotado não somente na Europa mas em todo o mundo. Hoje a sigla GSM representa *Global System for Mobile Communications* (Sistema Global para Comunicação Móvel) (Scourias, 1997).

Tude (2003b) informa que o GSM utiliza um canal de 200 kHz com uma estrutura de quadro (frame) que é subdividido em oito intervalos de tempo por meio da técnica TDMA. Nenhum canal ou intervalo está reservado para alguma tarefa em particular. Os canais lógicos de voz, dados ou sinalização de controle são mapeados nestes intervalos de tempo. A eficiência de utilização do espectro de um sistema GSM é maior que a do AMPS e menor que um sistema TDMA. Em um canal de 30 kHz, o AMPS pode efetuar uma chamada telefônica e o TDMA três. Já o GSM tem capacidade para oito chamadas em um canal de 200 kHz. Nessa mesma faixa de frequência, é possível alocar aproximadamente 20 chamadas através do sistema TDMA.

Rodrigues (2000) afirma que, para não haver interferência, as mesmas faixas de frequência não podem ser usadas em estações de rádio-base adjacentes. As estações precisam estar separadas por uma distância suficiente para efetuarem o reuso de frequência com níveis de interferência aceitáveis. Segundo Tude (2003b), o GSM apresenta uma menor interferência entre canais e utiliza uma técnica de saltos de frequência (*frequency hopping*), onde cada quadro de dados é transmitido em uma faixa de frequência diferente. Isso permite uma melhor taxa de reuso de frequência, resultando melhor aproveitamento do espectro de frequências disponível e compensando o menor número de conexões por canal.

De acordo com Tude (2003c, 2004b), durante uma conexão GSM padrão, é utilizado um intervalo de tempo para voz ou dados com taxas de até 9,6 kbits/s. Como o crescimento das aplicações de dados gerou a necessidade de transporte de dados a taxas maiores, outras tecnologias de transporte de dados foram desenvolvidas, tais como o Serviço de Rádio Genérico por Pacotes (*General Packet Radio Service* - GPRS), o Serviço Avançado de Dados para Evolução do GSM (*Enhanced Data rates for GSM Evolution* - EDGE) e o Sistema Universal para Telecomunicação Móvel (*Universal Mobile Telecommunications System* -

UMTS). Essas tecnologias transferem dados por comutação de pacotes, podendo efetuar conexões de dados sem a necessidade de estabelecer um circuito telefônico, o que permite a cobrança por utilização e não por tempo de conexão e faz com que o serviço esteja sempre disponível para o usuário.

No GPRS os pacotes de dados são enviados através de múltiplos intervalos de tempo, sem reserva de recursos. Os intervalos são alocados conforme a demanda dos pacotes enviados ou recebidos. A taxa de transporte de dados máxima obtida é de 26 a 40 kbits/s, podendo chegar na teoria a 171,2 kbits/s de *downlink* (fluxo de dados da célula para o dispositivo móvel). Sua implantação implica pequenas modificações na infra-estrutura instalada, facilitando a sua adoção pelos operadores de GSM.

Em seu tutorial, Tude (2004a) diz que a tecnologia EDGE foi desenvolvida para adicionar novas características na rede GSM, mantendo compatibilidade com a tecnologia GPRS e aumentando a capacidade de transmissão de dados. Uma alteração a ser destacada é a modulação do sistema, a qual possibilita utilizar um intervalo de tempo para transmitir a mesma informação que demanda três intervalos no GPRS. Teoricamente a taxa máxima de transmissão pode atingir 473,6 kbits/s em condições favoráveis de radiopropagação. Na prática os valores máximos alcançados pelas redes EDGE giram em torno de 384 kbits/s.

O Sistema Universal de Telecomunicação Móvel (*Universal Mobile Telecommunications System* - UMTS) é o termo adotado para designar o padrão de terceira geração estabelecido como evolução para operadoras de GSM. A partir de 2000, a responsabilidade sobre esse padrão passou a ser do 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project (3GPP), que é um esforço conjunto de várias organizações para definir um sistema celular global. Segundo Rysavy (2005), esse sistema utiliza como interface de rádio o Acesso Múltiplo por Divisão de Código em Banda Larga (*Wideband Code Division Multiple Access* – WCDMA). Como a técnica de transmissão não é mais a TDMA, a migração de GPRS/EDGE para UMTS envolve uma nova rede de rádio mas permite o uso do núcleo da rede GSM/GPRS. O UMTS utiliza canais de 5 MHz e os usuários acessam o canal ao mesmo tempo, porém usando códigos diferentes para separar as conexões. Nesse sistema é possível transferir dados e voz ao mesmo tempo. Na teoria, a taxa máxima de transmissão é superior a 2 Mbps mas depende do tamanho do canal alocado pela operadora, da capacidade do dispositivo móvel e do número de usuários ativos na rede. Na prática são obtidas taxas entre 220 e 320 kbits/s, com picos de 384 kbits/s.

Nas palavras de Rysavy (2005), o acesso em Pacote com Elo Descendente em Alta Velocidade (*High Speed Downlink Packet Access* - HSDPA) é uma otimização do UMTS que usa técnicas de aprimoramento semelhantes às aplicadas pelo EDGE sobre o GPRS. Esta

otimização possibilita uma taxa máxima teórica de 14 Mbits/s, com taxas entre 550 e 1100 kbits/s na prática para *downlink* e 384 kbits/s para *uplink* (fluxo de dados do dispositivo móvel para a célula).

As tecnologias em uso no Brasil para transmissão de dados usadas pelo GSM são a GPRS e a EDGE, com capacidades de transmissão de 115 e 384 Kbps, respectivamente (Oliveira, 2001). O sistema GSM predomina no país, com 61,24% (SET/2006) dos usuários, conforme dados da Anatel (2006b).

#### 1.1.4 Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA)

Conforme Santos (200-), no sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Código (*Code Division Multiple Access – CDMA*), os usuários podem transmitir simultaneamente na mesma frequência portadora, ao invés de separar os usuários por tempo como nos sistemas TDMA e GSM. A cada usuário é designado um código, fazendo com que as transmissões não se confundam. O receptor tem conhecimento do código usado, podendo assim decodificar apenas a informação do seu interlocutor.

Segundo Tude (2004c), a banda do CDMA é dividida em canais com um par de frequências de 1,25 MHz para transmissão e recepção. O CDMA utiliza a técnica de Espalhamento Espectral (*Spread Spectrum*), na qual o sinal de informação é codificado e modificado, executando o seu espalhamento no espectro de frequência do canal. Para os terminais que não possuem a chave de código, o sinal é considerado ruído. Quanto mais usuários utilizam o canal, maior o ruído, aumentando a interferência até um limiar onde não é mais possível decodificar os sinais.

A potência do sinal também afeta a interferência, motivando o desenvolvimento de um mecanismo de controle de potência nos terminais e nas estações de rádio-base. Esse controle de potência leva também à expansão e contração do raio de uma célula conforme o seu volume de tráfego. A setorização de células é usada para reduzir a interferência através do uso de antenas direcionais.

A eficiência de utilização do espectro, ou capacidade de um sistema CDMA, é superior à dos sistemas AMPS, TDMA e GSM. Um dos fatores que contribui para essa maior eficiência é a possibilidade de usar a mesma frequência em todas as estações de rádio-base.

A primeira especificação para transmissão de dados foi a cdmaOne, com taxa de transmissão máxima de 14,4 kbit/s. Segundo o CDMA Development Group (2006), na

especificação CDMA2000 1X implementada a partir de 2000, a capacidade máxima de transmissão de dados é de 153 kbit/s, apresentando uma média de 60-100 kbits/s em redes comerciais.

Em 2002 foi implementada a especificação CDMA2000 1xEV-DO Release 0 (*Evolution-Data Optimized*). Conforme Esteves e Swart (2004), esta tecnologia suporta somente a transmissão de dados por pacote, não podendo transmitir dados e voz ao mesmo tempo. Várias técnicas foram empregadas para otimizar a transmissão de dados, tais como controle adaptativo de taxas, vários tipos de modulação e codificação, redundância incremental e controle de erro de pacotes adaptativo. De acordo com o CDG (2006), essa tecnologia suporta taxas máximas de 2,4 Mbits/s no *downlink* e 153 kbits/s no *uplink*. Em redes comerciais, a taxa média varia de 300 a 700 kbits/s no *downlink* e de 70 a 90 kbits/s no *uplink*. Em 2006, foi lançada a CDMA2000 1xEV-DO Revision A com taxas máximas de 3,1 Mbits/s no *downlink* e 1,8 Mbits/s no *uplink*, obtendo taxas médias de 450-800 kbits/s no *downlink* e 300-400 kbits/s no *uplink*, podendo suportar aplicações mais sensíveis, tais como voz sobre IP (VoIP) e video-telefonia.

As tecnologias para comunicação em uso no país são a CMDAone e CMDA2000 1X, com taxas de 9,6 e 144 Kbps, bem como a CDMA 1xEVDO Release 0 com taxas de até 2,4 Mbps (Vivo, 200-). Esse sistema conta com 26,21% (SET/2006) dos usuários, segunda a ANATEL (2006b).

## 1.2 Protocolo de Aplicações Sem Fio (WAP)

Mais do que um conjunto de protocolos, o **Wireless Application Protocol** (WAP) é uma arquitetura inteira com padrões definidos originalmente pelo WAPForum, consórcio que reunia as principais empresas da área de comunicações sem fio. Em 2003, o WAPForum associou-se à OMA (Open Mobile Alliance) juntamente com outros consórcios da área e deixou de existir como uma organização independente (OMA, 200-).

A primeira especificação (WAP 1.0) foi divulgada em 1998. Os componentes principais dessa arquitetura são o navegador no dispositivo móvel e o *WAP gateway*, normalmente localizado na operadora de telefonia móvel. Quando um dispositivo móvel solicita uma informação, esta é encaminhada ao *gateway* que estabelece a comunicação com o servidor Web, busca a informação e a devolve ao dispositivo. A presença de um *gateway* se faz necessária porque os dispositivos móveis utilizam um protocolo de transporte de dados

diferente do protocolo de transporte da Internet. Este foi desenvolvido a partir do protocolo da Web e alterado para atender às características específicas de uma rede sem fio, notadamente a presença de altas taxas de erros, maior latência e conexões intermitentes. Além disso, os dados são compactados e transmitidos em formato binário entre o *gateway* e o dispositivo móvel para reduzir o volume do tráfego da rede (Rysavy, 2000).

Os navegadores em dispositivos WAP utilizam a WML (*Wireless Markup Language* – Linguagem de Marcação Sem Fio), uma linguagem de marcação desenvolvida a partir das linguagens usadas pelos navegadores em computadores pessoais, XML (*Extensible Markup Language* – Linguagem de Marcação Extensível) e HTML (*HyperText Markup Language* – Linguagem de Marcação para Hipertexto). A WML foi otimizada para atender às limitações de tela, entrada de dados, capacidade de processamento e memória dos dispositivos móveis. Ela é baseada na metáfora de um baralho de cartas, na qual um documento é análogo a um baralho (*deck*) e a carta (*card*) a uma tela ou unidade de exibição. A unidade de transmissão entre o *gateway* e o dispositivo móvel é o baralho e a unidade de interação com o usuário é a carta (Oliveira, 2001).

Em 2001, o WAPForum divulgou as especificações para o protocolo WAP 2.0. Conforme o site da organização (WAPForum, 2002), além de manter total compatibilidade com as especificações da versão anterior, o WAP 2.0 acrescenta suporte para protocolos de comunicação padrão da Internet, tais como IP, TCP e HTTP. Como as tecnologias de redes sem fio passaram a fornecer suporte ao protocolo de pacotes IP, a especificação WAP 2.0 incorpora um perfil móvel do protocolo TCP para *links* sem fio que é compatível com o protocolo TCP utilizado na Internet. Nessa nova especificação, os navegadores utilizam a linguagem de marcação XHTML-MP (*eXtensible HyperText Markup Language Mobile Profile* - Linguagem de Marcação Hipertexto Extensível, Perfil Móvel) baseada na linguagem XHTML desenvolvida pelo W3C (*World Wide Web Consortium*) para substituir e incrementar a linguagem HTML. Essa especificação também apresenta suporte para folhas de estilo (*style sheets*), baseado no perfil móvel de CSS (*Cascading Style Sheets* – Folhas de Estilo em Cascata) do W3C.

Nessa versão do WAP, a presença de um *gateway* não é mais necessária para gerenciar a comunicação entre cliente móvel e servidor Web, visto que esta pode ser conduzida diretamente através do protocolo HTTP. Entretanto, a implementação de um *gateway* WAP possibilita o oferecimento de serviços adicionais, tais como localização, privacidade e serviços baseados em presença. Além de manter compatibilidade com as versões anteriores da especificação, o *gateway* é necessário para implementar a funcionalidade *Push*.

## 2 ACESSO À INTERNET VIA DISPOSITIVO MÓVEL

Embora o protocolo WAP possa transmitir para os dispositivos móveis qualquer conteúdo disponível da Internet, este deve ser codificado em uma linguagem compatível para que seja visualizado pelo navegador do dispositivo móvel. As páginas no servidor Web devem ser escritas nessas linguagens ou então o seu conteúdo pode ser convertido através de ferramentas que recebem uma página em HTML, retiram ou reduzem imagens e transformam o conteúdo em um formato que permita uma melhor visualização. Essas ferramentas também podem dividir uma página grande em várias páginas menores para acelerar o início da visualização no navegador do dispositivo móvel. O filtro para conversão pode estar instalado no próprio servidor das páginas ou no *gateway WAP* (Junior, 200-). Outra alternativa é o uso de ferramentas instaladas em servidores de terceiros fornecedores de serviços para essa conversão, como o *Google Mobile* (Ecker, 2005). Essas questões são analisadas nesse capítulo. Ressalta-se que para os testes de navegação foi utilizado um aparelho da Palm, modelo Treo 650.

### 2.1 Navegadores

Há uma grande quantidade de navegadores para dispositivos móveis. Nesta seção será apresentado apenas o navegador Blazer, que já vem pré-instalado no aparelho e que será utilizado em conjunto com os conversores de conteúdo listados na próxima seção.

Para exemplo de navegação, recorreu-se a página inicial do site do Terra ([www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)). As Figuras 1 e 2 apresentam o conteúdo da página acessado em um computador de mesa (*desktop*).

#### 2.1.1 Blazer

Blazer é o navegador padrão distribuído com o sistema operacional Palm. A versão instalada no Treo 650 é a 4.0. O site da Palm (200-) informa que o navegador é compatível com vários padrões da Internet, tais como HTML 4.01, xHTML 1.0, cHTML, WML 1.3, SSL

3.0, HTTP 1.1, JavaScript 1.5, CSS 1.0 and 2.0 (parcial), GIF, GIF animado, JPEG, PNG, BMP e Cookies.



Figura 1 – Página do site Terra ([www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)) visualizada com Firefox.

O navegador oferece dois modos de visualização de páginas da Web: otimizado e tela larga. No modo tela larga, o navegador tenta mostrar as páginas no mesmo formato em que elas seriam visualizadas em um computador de mesa. Para visualizar uma página, é necessário utilizar as barras de rolagem horizontal e vertical. No modo otimizado, o navegador tenta ajustar a disposição da página à largura da tela, minimizando a rolagem horizontal. As imagens são redimensionadas para caberem na tela.

Ao acessar uma página, o Blazer apresenta primeiro o texto, permitindo a leitura do conteúdo antes do carregamento total. O navegador não é compatível com Macromedia Flash. Não há filtragem, todo o conteúdo da página é baixado para o aparelho.

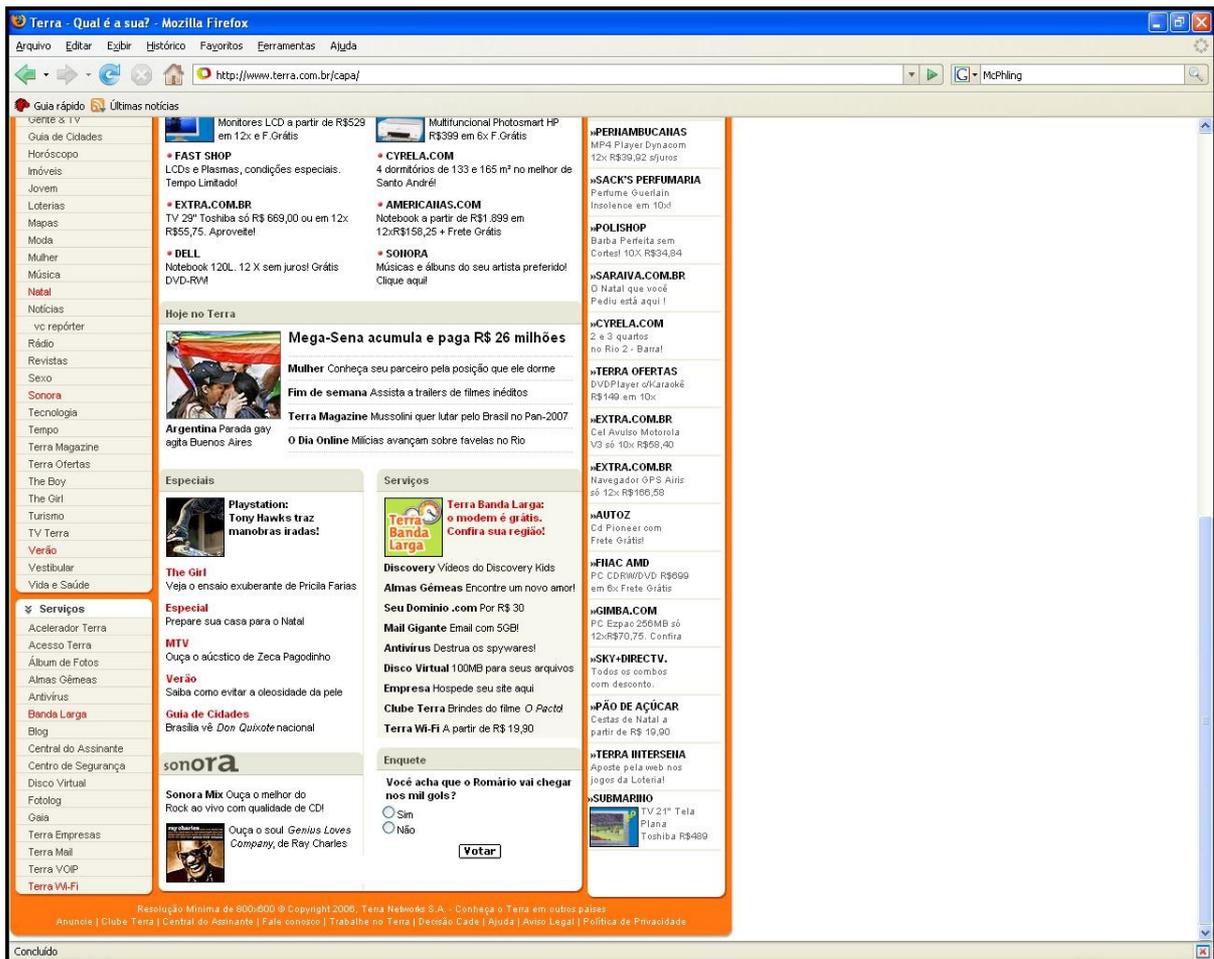


Figura 2 – Página do site Terra. ([www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)) visualizada pelo navegador Firefox

Um cache de 1 Mb é o padrão do navegador. Nessa configuração, parte da página é baixada novamente ao pressionar o botão voltar (*back*), gerando tráfego adicional e demora na navegação. O tamanho do cache pode ser aumentado nas opções do programa, entretanto deve ser levada em consideração a pouca memória disponível no equipamento.

A Figura 3 mostra as telas necessárias para visualizar a página inicial do site Terra ([www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)).



## 2.2 Conversores de conteúdo

Visualizar sites otimizados para desktops resulta na transmissão de páginas HTML e imagens que podem totalizar centenas de kilobytes. Geralmente não é dado uso para imagens de alta qualidade em um dispositivo móvel e páginas HTML tendem a ter espaços em branco, *scripts* e formatações inúteis para navegadores de dispositivos móveis. Dessa forma, torna-se útil um serviço que remova esses componentes e reformate todo conteúdo em uma coluna. Outra característica desejável nesse tipo de serviço é a compactação dos dados transmitidos. Páginas HTML são compostas normalmente por texto, portanto são passíveis de alta compressão, porém, segundo Menneisyys (2005), apesar de o protocolo HTML permitir essa compactação, poucos servidores Web retornam páginas compactadas para poupar processamento.

Os serviços de conversão de conteúdo atuam como intermediários (*proxies*) entre o cliente móvel e o servidor das páginas solicitadas. Eles recebem o endereço que o navegador deseja acessar, conectam-se ao servidor Web como se eles fossem o navegador cliente, recebem as páginas HTML e o conteúdo relacionado (imagens, p.ex.) solicitados e os encaminham para o navegador do dispositivo móvel. Antes de encaminhar a resposta para o navegador cliente, o *proxy* pode remover conteúdo desnecessário das páginas HTML e/ou compactá-las. O *proxy* pode também optar por redimensionar as imagens contidas nas páginas para poupar tráfego de dados.

A seguir serão analisados alguns serviços de conversão de conteúdo.

### 2.2.1 Google Mobile

O serviço de conversão do Google pode ser acessado de duas formas: através das páginas de busca desenvolvidas para dispositivos móveis ou inserindo o endereço desejado diretamente na página do serviço.

Há duas páginas de busca diferentes, conforme o formato desejado: WML (<http://www.google.com/wml>) ou XHTML (<http://www.google.com/xhtml>). Na página de busca em WML, pode-se escolher entre procurar na Web ou na Web Móvel. Se a opção for Web Móvel, o Google retorna apenas os resultados encontrados em páginas escritas na linguagem WML. Na opção de busca na Web, o serviço retorna todas os resultados

encontrados e, caso a página não tenha sido desenvolvida em WML, procura convertê-la para esse formato. Na página em XHTML, há a opção de listar resultados de busca por imagens, além das opções Web e Web Móvel. As páginas acessadas através dos links resultantes da busca são convertidas para o formato XHTML.

O acesso direto a uma página específica pode ser feito em <http://www.google.com/gwt/n>. Nessa página, há um campo para informar o endereço desejado e a página acessada é convertida para o formato XHTML ou WML, conforme o Google identifica o navegador que fez a solicitação. Além da possibilidade de escolher entre exibir imagens, não há outras opções de configuração de navegação.

A Figura 4 mostra as telas necessárias para visualizar a página inicial do site do Terra. As telas estão ordenadas por coluna.

### 2.2.2 MobileLeap

MobileLeap é um site comercial que oferece um serviço gratuito de conversão através de um site de demonstração que pode ser acessado através do endereço <<http://mlvb.net>>. Na tela inicial, há um campo para digitação do endereço desejado. Se o texto introduzido nesse campo não for reconhecido como um endereço válido, o MobileLeap executa uma procura automática em sites de busca. É possível fazer diversas configurações no serviço, tais como qualidade de imagens com várias gradações de compressão, escolha do serviço de busca automática (Google, Ask Jeeves, Yahoo, MSN, AOL), detecção do conteúdo principal da página e aplicação ou não de folhas de estilo (*stylesheets* - CSS). O registro gratuito no site oferece a possibilidade de gravar as configurações efetuadas e os históricos de navegação e busca, além da persistência de *cookies* entre sessões. O acesso anônimo (sem registro) é sujeito a uma limitação na quantidade de requisições por sessão e por dia.

### 2.2.3 Skweezer

Skweezer é um serviço gratuito disponibilizado pela empresa Greenlight Wireless que pode ser acessado através do endereço <[www.skweezer.net](http://www.skweezer.net)>. Entretanto, o acesso anônimo (sem registro) sofre restrições de quantidade de requisições e de dados transferidos. Para

The figure displays 20 individual screenshots of the Terra website's mobile interface, organized in a 5x4 grid. Each screenshot is a view through the Blazer browser, showing the URL http://m.google.com/gwt/n?ou(Go) in the address bar. The content varies across the screenshots, representing different sections of the website:

- Row 1:**
  - Search page with a search bar and navigation links like 'E.. Rádio.. Horóscopo'.
  - 'Últimas Notícias' section with a list of news items.
  - Advertisement for 'FAST SHOP' featuring LCDs and Plasma TVs.
  - Advertisement for 'Veja o ensaio exuberante de Priscila Farias'.
- Row 2:**
  - News article titled 'F-1 Após amputar pernas, Zanardi volta às pistas' with a photo of the driver.
  - News article about an Australian surviving 3 weeks in a life raft.
  - Advertisement for 'SUBMARINO' multifunctional HP photosmart.
  - Advertisement for 'Sonora Mix' and 'Genius'.
- Row 3:**
  - News article about PT's political situation.
  - News article about a 'Bebê-sereia' (mermaid baby) in China.
  - Advertisement for 'Argentina Parada gay agita Buenos Aires'.
  - Search results page for 'www.terra.com.br' with a search bar and navigation options.
- Row 4:**
  - News article about São Paulo receiving the Cruzeiro trophy.
  - Advertisement for 'Mega-Sena acumula e paga R\$ 26 milhões'.
  - Advertisement for 'Bahia Convenção reúne ne freaks. Veja fotos'.
- Row 5:**
  - Advertisement for 'SUBMARINO' LCD monitors.
  - Advertisement for 'O Dia Online' reporting on favela militias.
  - 'Especiais' section featuring 'Playstation: Tony Hawks traz manobras iradas!' and 'The Girl'.

Figura 4 – Página do Terra ([www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)) convertida pelo Google (<http://www.google.com/gwt/n>) e visualizada pelo navegador Blazer

eliminar essas restrições é necessário efetuar o registro no site, que pode ser gratuito ou pago.

O registro pago oferece como vantagens suporte por *e-mail*, maior velocidade de *download* e a não inclusão de anúncios durante a navegação. As opções de configuração do serviço oferecidas são: escolha do idioma da interface; exibição de imagens, sem escolha de qualidade; execução ou aplicação de JavaScripts, objetos, plug-ins e folhas de estilo; e definição do mecanismo de busca automática (Google, Ask.com, Yahoo, MSN e LookSmart).

A tela inicial do serviço apresenta um campo para digitação do endereço desejado. Da mesma forma que o MobileLeap, se o texto digitado não for reconhecido como um endereço válido, o Skweezer executa uma pesquisa automática em sites de busca. Além do serviço de conversão de páginas, o Skweezer oferece a importação de endereços favoritos, acesso a contas de correio eletrônico e importação de contatos. De acordo com o site da empresa (2000-), é possível configurar um número ilimitado de contas de *e-mail* POP3 para checar e enviar mensagens. Esse serviço também utiliza a otimização de páginas fornecida pela empresa, redimensionando as mensagens e retirando os arquivos anexos. As mensagens originais não são removidas do servidor de correio eletrônico.

#### 2.2.4 IYHY

IYHY é um serviço gratuito de conversão de conteúdo disponível em <[www.iyhy.com](http://www.iyhy.com)>. A página possui um campo para digitação do endereço desejado e retorna o conteúdo do destino, removendo imagens e folhas de estilo. Não há opções de configuração nem de registro.

#### 2.2.5 Opera Mini

Conforme documentação obtida no site da empresa (Opera, 200-), Opera Mini é uma solução cliente/servidor baseada em Java (J2ME). O dispositivo precisa rodar somente um pequeno aplicativo cliente Java (50-100 kb). Quando uma página da Web é solicitada, ela é buscada por um servidor remoto onde roda o navegador Opera completo. Nesse servidor a página é reformatada utilizando uma tecnologia proprietária, a Renderização para Tela Pequena (*Small-Screen Rendering*), compactada e enviada para o dispositivo móvel. Nessa

solução não é necessário acessar primeiro a página do servidor *proxy*, basta inserir o endereço da página desejada já que a comunicação com o *proxy* é feita automaticamente pelo aplicativo cliente. Por ser escrita em Java, essa aplicação pode ser instalada em uma grande variedade de aparelhos celulares, PDAs e SmartPhones.

A Figura 5 mostra as telas necessárias para visualizar a página inicial do site do Terra. As telas estão ordenadas por coluna.

### 2.3 Comparação

Para realizar esta comparação, foram acessados oito sites diferentes: Terra, UOL, UFSM, Receita Federal, Yahoo, BrTurbo, Americanas e Globo. Os acessos foram efetuados através do navegador Opera em diferentes configurações de exibição de imagens e do navegador Blazer. Os serviços de conversão foram acessados através do navegador Blazer. As opções de navegação e o tamanho das páginas transferidas são apresentados no Quadro 1. O tamanho das páginas foi obtido a partir das ferramentas de informações dos navegadores. As opções de conversão obtiveram redução entre 50 e 70% nos dados transmitidos na exibição de páginas com imagens e acima de 90% sem exibição de imagens. Essa redução reflete perceptivelmente na velocidade de acesso às páginas. Outro ponto importante a considerar é a redução do custo de acesso, já que muitos planos de acesso oferecidos pelas operadoras de telefonia celular cobram por volume do tráfego de dados.

Todas as opções testadas procuram dividir o conteúdo da página para apresentá-lo em uma única coluna e procedem de forma similar quanto à ordem de exposição das páginas. Primeiro é apresentado o menu que está no centro do topo da página. Em seguida, é mostrado o conteúdo situado à esquerda, normalmente menus. Na sequência, é mostrado o que está no centro da página e o que está à direita. Como geralmente o conteúdo principal está no centro da página, é preciso passar algumas telas até poder visualizá-lo. A ferramenta do Google possui um recurso que procura minimizar a rolagem vertical, identificando e agrupando menus. Esses são exibidos em uma única linha com um símbolo (um sinal de adição dentro de um círculo) à esquerda. A seção é expandida ao tocar no símbolo e pode voltar a ser exibida em uma única linha novamente. Apenas no site da Americanas, houve alteração dessa ordem, com o conteúdo central exibido por último.



Figura 5 – Página do Terra ([www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)) visualizada pelo navegador Opera Mini.

Navegador/site	1	2	3	4	5	6	7	8	Total**	Redução (%)***
Blazer	145	169	110	254	*	239	380	235	1277/1532	---
Opera (qualidade de imagem alta)	128	94	74	62	*	47	236	227	666/868	48/43
Opera	123	91	58	57	*	40	225	227	640/821	50/46
Opera (sem imagens)	6	10	4	6	*	4	5	5	30/40	98/97
Blazer/Google	47	47	18	43	44	30	184	74	378/443	70/71
Blazer/Google (sem imagens)	18	39	18	14	23	30	19	19	121/154	91/90
Blazer/Skweezer	61	74	30	94	188	60	326	125	679/770	47/50
Blazer/Skweezer (sem imagens)	20	38	15	15	35	21	25	27	126/161	90/89
Blazer + IYHY	*	42	*	27	*	22	26	36	153/NA	88/NA
Blazer + MobileLeap(redução imagem p/75%)	57	69	68	49	151	49	246	100	513/638	60/58
Blazer + MobileLeap(redução imagem p/15%)	43	64	52	36	91	45	161	60	366/461	71/70
Blazer + MobileLeap(sem imagens)	19	38	15	16	34	20	23	25	122/156	90/90

### Quadro 1 – Quantidade de dados transferida para visualizar páginas (em kb)

- Legenda:
- 1 - [www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)
  - 2 - [www.uol.com.br](http://www.uol.com.br)
  - 3 - [www.ufsm.br](http://www.ufsm.br)
  - 4 - [www.receita.fazenda.gov.br](http://www.receita.fazenda.gov.br)
  - 5 - [www.yahoo.com.br](http://www.yahoo.com.br)
  - 6 - [www.brturbo.com.br](http://www.brturbo.com.br)
  - 7 - [www.americanas.com.br](http://www.americanas.com.br)
  - 8 - [www.globo.com](http://www.globo.com)

\* Não foi possível acessar a página.

\*\* No primeiro resultado foram desconsideradas as colunas 1,3 e 5. Apenas a coluna 5 foi desconsiderada no segundo resultado.

\*\*\* Percentual de redução dos dados transmitidos em relação à visualização de páginas através do navegador Blazer.

Quanto à exibição de imagens, as ferramentas testadas permitem optar por exibir imagens ou não, com exceção do IYHY, que retorna somente o texto das páginas e do Blazer, que sempre exibe imagens. Google e Skweezer possuem somente a opção de exibir imagens ou não, sendo automático o tratamento das imagens. Por outro lado, Opera e MobileLeap possuem alguns recursos adicionais que resultam melhor visualização das imagens. No Opera há duas opções: exibir imagens (*Load Images*) e exibir imagens com qualidade mais alta (*Higher image quality*). Quando apenas a primeira opção é selecionada, algumas imagens são apresentadas em tamanho muito pequeno, dificultando a compreensão/leitura de seu conteúdo. Já o MobileLeap permite escolher entre seis graus de compressão de imagens ou apenas seu redimensionamento, sem compressão. As diferentes configurações de imagens afetam o total de dados transmitidos.

Houve diferenças entre as ferramentas em relação à capacidade de exibir o conteúdo das páginas. Blazer, Opera e IYHY não exibiram a página do site do Yahoo. O servidor desse site retornou uma mensagem informando que somente os navegadores Internet Explorer, Firefox e Safari são suportados. O serviço IYHY apresentou problemas com redirecionamento de endereços no site do Terra e da UFSM, impossibilitando seu acesso. Blazer e MobileLeap também tiveram problemas com o redirecionamento do site da UFSM mas a página resultante do primeiro acesso exibiu um *link* que permitiu o acesso. Por não ter opção de exibição de imagens, IYHY não pôde exibir o texto alternativo de alguns elementos gráficos, como o menu de escolha de departamentos do site das Americanas. MobileLeap e Skweezer deixaram de exibir dois quadros do final da página de Yahoo. Com exceção do MobileLeap e do Google, nenhuma solução exibiu texto contido em elementos *iframe*. Nenhuma das soluções testadas apresentou suporte para exibição de conteúdo desenvolvido em MacroMedia Flash.

Quanto à apresentação do conteúdo exibido, Opera apresentou o melhor resultado. O conteúdo foi apresentado de forma mais clara e organizada que as outras alternativas testadas, com boa aplicação de folhas de estilo, redimensionamento de imagens, fontes e quebras de linha. Google, MobileLeap e Skweezer apresentaram performances semelhantes. As três soluções exibiram de forma clara as páginas testadas, mesmo sem aplicar as folhas de estilo. Entretanto, em alguns casos, houve problemas na identificação de quebras de linha que resultaram agrupamento e desalinhamento de texto, prejudicando a legibilidade de tabelas, calendários e listas de links. Além disso, o serviço Skweezer não conseguiu exibir de forma correta boa parte dos caracteres acentuados. A ferramenta IYHY apresentou visualização menos legível que as outras alternativas devido a uma maior quantidade de problemas com as quebras de linha. O navegador Blazer exibiu as páginas testadas com razoável qualidade,

apresentando alguns problemas com quebras de linha. Houve também erros de repetição de imagens, sobreposição de conteúdo e dimensionamento de fontes que dificultaram a navegação pelos sites.

Skweezer é a única solução que oferece um serviço de acesso a correio eletrônico via POP3. Apesar de ser possível acessar *webmail* (IMAP) através das outras soluções testadas, a visualização pelo Skweezer é muito superior, considerando os aspectos de clareza e rapidez de acesso.

## CONCLUSÕES

O conteúdo da Internet que não foi desenvolvido especialmente para dispositivos móveis está mais acessível devido à evolução da capacidade de processamento, memória e tela desses dispositivos, bem como à evolução do protocolo WAP, especialmente nos aspectos de compatibilidade com o protocolo TCP/IP e suporte a XHTML e CSS. Essa acessibilidade também é influenciada pela evolução das tecnologias de transmissão de dados, com taxas equivalentes a uma conexão ADSL e suporte a transmissão de pacotes de dados.

A utilização de ferramentas para conversão de conteúdo é necessária e muito útil tanto por proporcionar melhor legibilidade e rapidez de acesso ao conteúdo da Web como pela redução do volume de tráfego, que resulta menor custo de acesso. Não há uma solução única que atenda todas as necessidades de acesso à Internet. Opera, MobileLeap e Google apresentaram bons resultados mas possuem recursos diferentes, alternando-se como melhor alternativa conforme o site visitado. Skweezer também pode ser considerado uma alternativa, especialmente pelo recurso de acesso a correio eletrônico, bastante útil para dispositivos que não tenham recursos suficientes para instalação de um programa específico para tanto.

Apenas uma pequena parte desse tema foi abordada nesse trabalho, visto que o assunto é extenso e complexo. Há possibilidade de trabalhos futuros explorando outros sistemas operacionais, como Symbian e Windows Mobile, outros dispositivos móveis, especialmente aparelhos celulares, bem como outros navegadores e serviços de otimização. Há lugar também para a análise de adequação de sites ao acesso por qualquer tipo de dispositivo, conforme as especificações contidas no Manual de Boas Práticas para Web Móvel, elaborado pelo W3C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL. **SMP - Controle de Acessos do Serviço Móvel Pessoal - [SIS versão 2.1.57]**. 2006a. Disponível em: <[http://sistemas.anatel.gov.br/smp/administracao/consulta/acompanhamento\\_estacoes/tela.asp?CodTopico=2440&CodArea=31&CodTemplate=413&CodMenuServico=43](http://sistemas.anatel.gov.br/smp/administracao/consulta/acompanhamento_estacoes/tela.asp?CodTopico=2440&CodArea=31&CodTemplate=413&CodMenuServico=43)>. Acesso em 27 jun. 2006.

ANATEL. **Dados Relevantes do Serviço Móvel Pessoal**. 2006b. Disponível em: <[http://www.anatel.gov.br/comunicacao\\_movel/smc/dados\\_relevantes\\_smc\\_smp.pdf](http://www.anatel.gov.br/comunicacao_movel/smc/dados_relevantes_smc_smp.pdf)>. Acesso em 02 nov. 2006.

CDG - CDMA Development Group. **CDMA Technology**. [2006]. Disponível em: <<http://www.cdg.org/technology/index.asp>>. Acesso em 30 nov. 2006.

CGI.br. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação - TIC DOMICÍLIOS**. [2005]. Disponível em <<http://www.nic.br/indicadores/usuarios/index-ipsos.htm>>. Acesso em 27 jun. 2006.

ECKER, C. Google Mobile Search: friend or foe?. 2005. Disponível em: <<http://arstechnica.com/news.ars/post/20050313-4696.html>>. Acesso em 30 jun. 2006.

ESTEVES, E.; SWART, H. **Cdma2000 1xEV-DO: Tecnologia, Serviços e Mercado**. 2004. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialcdma2000/default.asp>>. Acesso em 15 nov. 2006.

Greenlight Wireless. [2000-]. Disponível em: <[www.greenlightwireless.net](http://www.greenlightwireless.net)>. Acesso em 30 nov. 2006.

JUNIOR, G. F. S. **WAP – Wireless Application Protocol**. Monografia (Curso em Tecnologia de Processamento de Dados). [200-]. Disponível em: <[http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/givanildo\\_wap/wap\\_00.html](http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/givanildo_wap/wap_00.html)>. Acesso em 25 jun. 2006.

MENNEISYYS. **Reducing Internet Bandwidth usage on the Pocket PC**. 2005. Disponível em: <<http://www.pocketpcthoughts.com/forums/viewtopic.php?p=360414>>. Acesso em 30 nov. 2006.

OLIVEIRA, A et al. **A Tecnologia WAP no Brasil**. 2001. 92f. Trabalho Acadêmico (Administração de Empresas com Habilitação em Análise de Sistemas) – Universidade Paulista, São Paulo, 2001. Disponível em: <[http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/tcc\\_wap/tcc\\_wap.zip](http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/tcc_wap/tcc_wap.zip)>. Acesso em 26 jun. 2006.

OPEN MOBILE ALLIANCE. [200-]Disponível em: <<http://www.openmobilealliance.org>>. Acesso em 29 jun. 2006.

Opera Mini. [200-]. Disponível em: <<http://www.opera.com/products/mobile/brochures/OperaMini.pdf>>. Acesso em 27 nov. 2006.

Palm. **Blazer 4.0 Web Browser**. [200-]. Disponível em: <<http://www.palm.com/us/products/smartphones/treo650/blazer.epi>>. Acesso em 26 nov. 2006.

RODRIGUES, M. E. C. **Telefonia Celular**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <[http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/marcio\\_rodrigues/tel\\_01.html](http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/marcio_rodrigues/tel_01.html)>. Acesso em 15 nov. 2006.

RYSAVY, P. **WAP: Untangling the wireless standard**. 2000. Disponível em: <<http://www.rysavvy.com/Articles/WAP/wap.html>>. Acesso em 29 jun. 2006.

RYSAVY, P. **Data Capabilities: GPRS to HSPDA and Beyond**. 2005. Disponível em: <[http://www.3gamericas.org/pdfs/rysavvy\\_data-hspda-beyond\\_sept2005.pdf](http://www.3gamericas.org/pdfs/rysavvy_data-hspda-beyond_sept2005.pdf)>. Acesso em 14 nov. 2006.

SANTOS, M. **Sistema Móvel Celular**. [200-]. Disponível em: <[http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/msantos/smc\\_00.html](http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/msantos/smc_00.html)>. Acesso em 28 jun. 2006.

Scourias, J. **Overview of the Global System for Mobile Communications**. 1997. Disponível em: <<https://styx.uwaterloo.ca/~jscouria/GSM/gsmreport.html#1>>. Acesso em 02 nov. 2006.

Tude, E. **Tutorial AMPS/TDMA**. 2003a. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtdma/default.asp>>. Acesso em 02 nov. 2006.

Tude, E. **Tutorial GSM**. 2003b. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgsm/default.asp>>. Acesso em 02 nov. 2006.

Tude, E. **Tutorial GPRS**. 2003c. Disponível em:  
<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgprs/default.asp>>. Acesso em 02 nov. 2006.

Tude, E. **Tutorial EDGE**. 2004a. Disponível em:  
<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialegde/default.asp>>. Acesso em 02 nov. 2006.

Tude, E. **Tutorial UMTS**. 2004b. Disponível em:  
<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwcdma/default.asp>>. Acesso em 02 nov. 2006.

Tude, E. **Tutorial CDMA**. 2004c. Disponível em:  
<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialcdma/default.asp>>. Acesso em 02 nov. 2006.

Ulbrich, H.J.G. **Formação e Ocupação de Bandas para Telefonia Celular**. 2006.  
Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialbandcel/Default.asp>>. Acesso em 10 nov. 2006.

VIVO. **Serviços**. [200-]. Disponível em:  
<[http://www.vivo.com.br/portal/servicos\\_empresas.php](http://www.vivo.com.br/portal/servicos_empresas.php)>. Acesso em 29 jun. 2006.

WAP FORUM. **Wireless Application Protocol WAP 2.0 Technical White Paper**. 2002.  
Disponível em: <[http://www.wapforum.org/what/WAPWhite\\_Paper1.pdf](http://www.wapforum.org/what/WAPWhite_Paper1.pdf)>. Acesso em 30 nov. 2006