

Open source web GIS Sistema de Informação Geográfica de Expedições

Daniel Gorni¹
Mariana Giannotti¹
Alessandra Knopik¹
Patricia Brito¹
Marcos Rodrigues¹

¹ Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Transportes
Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2, no. 83
CEP.: 05508-900 - Cidade Universitária
São Paulo - Brasil

dgorni@yahoo.com.br
mariana.giannotti@gmail.com
aleknopik@yahoo.com.br
britopatricia@hotmail.com
marcos_rodrigues@kretta.com.br

Abstract: This paper describes a Web Geographic Information System built on an Open Source structure like MapServer (Minnesota University and NASA map server) and PostgreSQL/PostGIS (object relational database management system). The study case is a web site for tracking where is possible: (1) to input and to export GPS data (*Gartrip* GPS standards) between the computer and GPS; (2) to view the big world Landsat scenes mosaic provided from a WMS connection directly from a NASA server; (3) have a look about rivers, highways, cities politic central and cities limits from São Paulo State; (4) to build your own track inputting points and lines with the pointer (mouse); (5) after you have finished, there is special tool to create kilometers points automatically each 1 kilometer (much useful for canoing); (6) naming your points and classify them following different colors; (7) export all of these data together to print and to bring with you in your next expedition; (8) upload maps or pictures about your expedition.

Palavras-chave: geographic information system, web system, spatial database, wms, wcs, wfs, w3c, ordbms, postgresql, postgis, mapserver, web server, java, jsp, apache, tomcat, asp, iis / sistema de informação geográfica, sistema web, banco de dados espacial, servidor de mapas, servidor web.

1- Definições

1.1- Sistema de Informação

Um Sistema de Informação (SI) é um programa de computador onde (geralmente) existem dados (ou informações) de entrada, processamento destes e dados de saída. É comum que um SI armazene dados. Um SI pode ser composto por um único computador ou por vários. Uma Linguagem de Programação é necessária para implementar um programa (ex: Java, ASP, etc.).

1.2- Sistema de Informação Cliente-Servidor

Um Sistema de Informação Cliente-Servidor é um modelo computacional em que há duas (ou mais) entidades trocando informações. Geralmente, essas entidades se encontram em locais distintos, e conseqüentemente em computadores distintos, sendo que um dos computadores é nomeado *Cliente*, e o outro, *Servidor*. O servidor tem a responsabilidade de “servir” o cliente com informações. A seqüência básica de ações é: o cliente envia uma requisição de serviço ao servidor, que por sua vez realiza um processamento prévio (se necessário) das informações e as envia ao cliente.

Portanto, o servidor normalmente realiza três tarefas básicas: armazenar, processar e enviar informações ao requisitante. O servidor pode se comunicar com outros computadores para obter outras informações ou mesmo para solicitar algum tipo de processamento.

O cliente geralmente não realiza processamento. Apenas envia pedidos ao servidor e interpreta as informações recebidas do mesmo (em sistemas para internet, é comum que o cliente realize algum processamento de dados, reduzindo assim o trabalho do servidor).



Figura 1 – Modelo Cliente-Servidor

1.2- Sistema de Informação Web (World Wide Web) - Baseado em HTTP e HTML

Um Sistema de Informação Web (WWW) segue o modelo Cliente-Servidor em redes TCP-IP utilizando protocolo de comunicação HTTP e linguagem de programação HTML (Hypertext Mark-up Language). Uma aplicação cliente (geralmente um *browser* como FireFox, Internet Explorer ou outro) envia uma requisição a um servidor para obter uma “página web”. Exemplo: se o usuário deseja visitar a página web do INPE, basta utilizar um browser e digitar a requisição *http://www.inpe.br*. O servidor responsável enviará ao cliente os dados solicitados. Então, o browser interpreta esses dados e exibe o resultado para o usuário. Neste caso, como o servidor provê páginas web, o chamamos *servidor web* (WebServer). Exemplos de web servers: Apache, Jboss, IIS, etc.

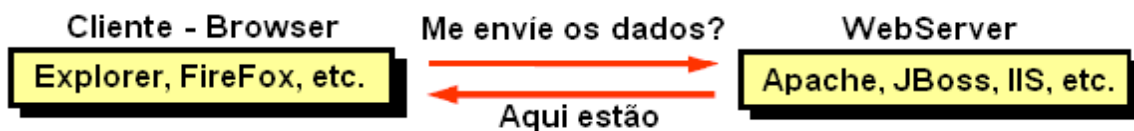


Figura 2 – Estrutura Sistema de Informação Web

1.3- Sistema de Informação Geográfica

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é, em poucas palavras, um sistema de informação que manipula dados geográficos (ou dados espaciais). Raia Junior (2000) cita um SIG como sendo a *terminologia freqüentemente aplicada à tecnologia computacional orientada geograficamente*. Outras definições encontradas: (1) *Sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos* (Câmara et al., 1996); (2) *Sistema baseado em computador, que permite ao usuário coletar, manusear e analisar dados georreferenciados* (Teixeira & Christofolletti, 1997); (3) *Conjunto de ferramentas informáticas desenhadas para a aquisição, armazenamento, análise e representação de dados espaciais* (Ordóñez y Martinez, 2003).

Informação Geográfica: As Ciências da Terra (Geologia, Geografia, Geodésia, Oceanografia, etc.), manipulam um grande volume de dados de origem e natureza diversas. Esses dados formam a denominada informação geográfica (ou espacial). Quando esses dados estão espacialmente localizados, dizemos que os dados estão *georreferenciados*. E dados georreferenciados são muito utilizados em SIG's.

Classificação: Romero (2006) classifica os SIG's segundo dois critérios: (1) complexidade e aplicação do SIG, e (2) modelo dos dados geográficos.

Em (1), Romero sub-classifica os SIG's em três:

- Visualizadores de dados: realizam análises básicas dos dados. Exemplo: ArcExplorer (ESRI), GeoMedia Viewer (Intergraph).
- Manipuladores de dados (*desktop GIS*): realizam análises avançadas dos dados. Exemplo: ArcMap (ESRI), Idrisi (Clark Labs), GeoMedia Professional (Intergraph).
- SIG's profissionais: alta capacidade de armazenamento, manipulação e disponibilização dos dados. Exemplo: serviços SIG na Web.

Em (2), Romero sub-classifica os SIG's em dois (bem conhecidos):

- SIG Modelo de Dados Raster: SIG com informações espaciais contínuas como imagens de satélite ou obtidas por aerofotogrametria.
- SIG Modelo de Dados Vetorial: SIG com informações espaciais como pontos, retas e polígonos.

É possível, em um mesmo SIG, termos tanto dados em modelo Raster quanto Vetorial.

Estrutura de um SIG: Por ser um SI, um SIG é composto pelos mesmos componentes básicos de um SI convencional: dados de entrada e saída, banco de dados (para armazenamento) e uma linguagem de programação. A grande diferença de um SIG em relação a um SI convencional é o **Banco de Dados (BD)**. O BD para um SIG também deve ser capaz de armazenar informações espaciais e realizar operações espaciais sobre essas informações, tais como: proximidade, distância, área, etc. Assim, um BD de um SIG é composto basicamente por duas componentes:

- **Componente Espacial:** que inclui a localização geográfica (referida a um sistema de coordenadas), as propriedades espaciais (próprias da entidade geográfica) e as relações espaciais, entre as distintas entidades.
- **Componente Temática:** são as informações das propriedades dos objetos representados.

SIG na Web: Um SIG pode ser estruturado para estar disponível na internet. Vamos chamar esse tipo de SIG como *Sistema de Informação Geográfica Web* (SIGWeb). Um bom exemplo de um SIGWeb é *GoogleEarth*: um programa de computador onde é possível visualizar praticamente toda a superfície do planeta Terra. Há quem diga que o *GoogleEarth* não é um SIG porque não realiza alguns tipos de operações espaciais. Mas como ele realiza *input* e *output* de dados espaciais, pode ser considerado um SIG.

1.4- Sistema de Informação Geográfica Web (SIGWeb)

Um SIGWeb é composto basicamente de 5 elementos:

- Um Cliente (um browser de internet como InternetExplorer, FireFox, outros).
- Um Servidor Web (IIS, Apache, outros).
- Uma Linguagem de Programação compatível com sistemas de informação web.
- Um Banco de Dados Espacial (para armazenar também informações espaciais).
- Um Servidor de Mapas (SM): Uma excelente característica de um SIGWeb é a capacidade de gerar mapas dinamicamente, a partir das necessidades do usuário. Para tanto, um SM é necessário. O SM é o elemento do SIGWeb que gera mapas a partir de uma requisição do Webserver, que por sua vez, recebeu uma requisição do cliente browser, que é a interface do usuário para utilizar um sistema web. Geralmente o Servidor de Mapas é uma *Common Gateway Interface* (CGI). Uma CGI é, basicamente, um programa que pode realizar procedimentos variados. Os servidores de mapas mais conhecidos são: ArcIMS (ESRI), GeoMediaWebMap (InterGraph), MapExtreme (MapInfo) e MapServer (UMN).

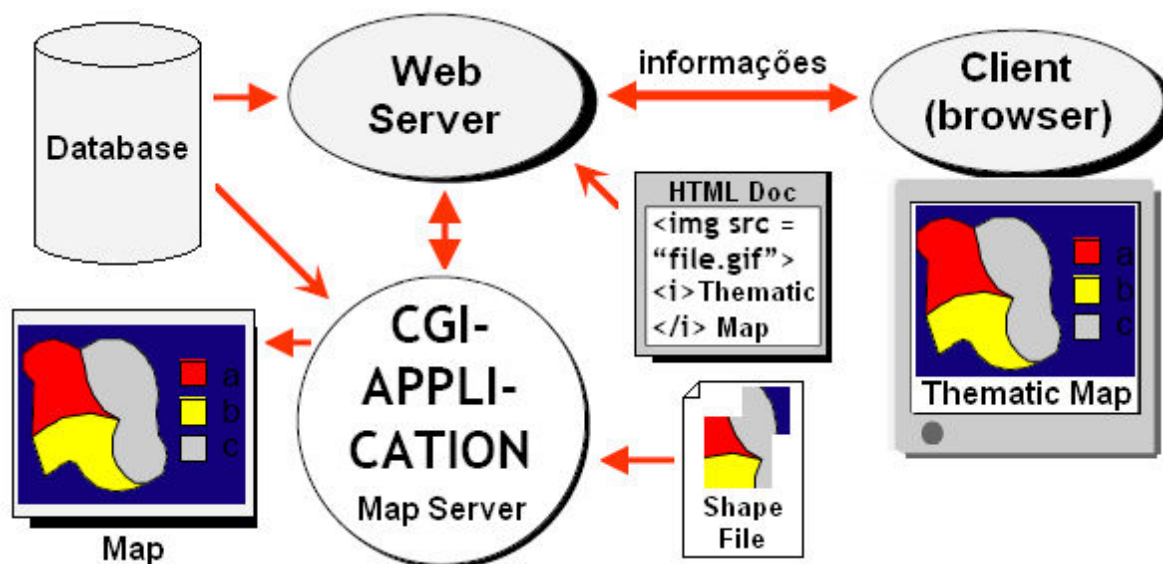


Figura 3 – Estrutura Sistema de Informação Geográfica Web com Servidor de Mapas

2- Open Source Web GIS

Agora que já conhecemos os cinco componentes base um SIGWeb de alta qualidade, vamos descrever um pouco cada um deles, lembrando que todos são gratuitos e em sua maioria, seguem a linha de padrão de desenvolvimento *open source* (código fonte do programa é “aberto”, de acesso público). Por serem gratuitos e de alta qualidade, é cada vez maior sua utilização por parte de grandes empresas e organizações.

2.1- Um Cliente – Navegador Web - FireFox

FireFox é um browser de internet gratuito que respeita as normas do *World Wide Web Consortiun* (W3C) e possui funcionalidades diversas e originais (que não serão citadas aqui).

W3C é uma organização internacional de internet responsável pelos padrões de desenvolvimento de sistemas para internet como quanto ao uso das linguagens HTML e XML. Isso é muito importante porque se cada browser web se comportar de modo diferente ao interpretar códigos HTML por exemplo, os SI's teriam que ser desenvolvidos

especificamente para um determinado browser. Ou ainda se poderia tentar fazer com que o SI mantivesse o mesmo comportamento desejado independente de qual navegador o cliente estivesse utilizando (isso já é utilizado hoje em dia principalmente quando se usa a linguagem *JavaScript*). Mas essa é uma tarefa praticamente impossível em grandes e complexos SI's. E quando possível, toma muito tempo de trabalho para resolver um problema de falta de padrão. Por seguir as normas do W3C e por ser gratuito, o uso do FireFox cresce a cada dia.

2.2- Um Servidor Web e de Aplicação – Apache/TomCat

Apache/TomCat é gratuito e open source. É resultado de um projeto corporativo do Grupo Apache e pode ser utilizado em distintas plataformas de Sistemas Operacionais como: Linux/Unix, Windows, Solaris, AIX, etc.

Apache é um servidor web e pode trabalhar isolado, ou seja, sem o TomCat. Mas não está habilitado para interpretar *servlets Java* por exemplo.

TomCat é um servidor de aplicação, um *contenedor de servlets*. É muito utilizado juntamente com Java e necessita trabalhar junto com o Apache, que é o servidor web.

2.3- Uma Linguagem de Programação Web – Java (JSP)

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos que não necessita licença de uso. Java pode ser utilizada em SI's web ou não web e possui uma grande variedade de classes, métodos (funcionalidades) e estruturas já prontas para serem utilizadas. Programas escritos em Java necessitam uma estrutura para poderem ser executados. Essa estrutura se chama Máquina Virtual Java (JVM), e também é totalmente gratuita.

Programas Java são de alta portabilidade porque a JVM pode ser instalada em diferentes sistemas operativos. Assim, as linhas de código de um programa Java não necessitam ser alteradas se o programa que estava instalado em um sistema operacional *Microsoft Windows*, agora será instalado em um *UNIX*.

A maioria dos SI's web necessitam acessar bancos de dados. A linguagem padrão da internet – HTML – não pode realizar esse acesso. Java pode. JSP é uma estrutura Java utilizada em SI's web que possui características de acesso a bancos de dados, dentre outras capacidades. Mas JSP necessita de um contenedor de servlets para trabalhar. Então “entra em cena” o Apache/TomCat. A combinação Java e Apache/TomCat é muito utilizada.

2.4- Um Banco de Dados Espacial – PostgreSQL/PostGIS

Existem diversos bancos de dados gratuitos. Mas a grande maioria não manipula dados espaciais. Um banco de dados para um SIG necessita capacidade de armazenamento de informações espaciais e também, capacidade de realizar operações espaciais com esses dados, como por exemplo: Proximidade – *Quais são as entidades com determinada característica que estão mais próximas de um ponto dado?*; Abrangência (Buffer) – *Qual é a área da região que podemos utilizar para agricultura distante cem metros até o leito deste rio dentro dos limites desta fazenda?* PostgreSQL/PostGIS é um banco de dados gratuito e open source com essas características.

PostgreSQL é um *Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto Relacional* (ORDBMS). Ele trabalha com objetos como pontos, linhas e polígonos, e possui suporte para instruções avançadas utilizando *Structure Query Language* (SQL), como triggers, consultas complexas, views, etc.

PostGIS é uma extensão do PostgreSQL que torna este apto a manipular dados espaciais. O PostGIS possui mais de trezentas funções diferentes para realizar diversas operações sobre os objetos que do ponto de vista do SIG são entidades geográficas.

Como os dados espaciais se encontram em suas respectivas projeções e o PostGIS possui suporte a elas, para manipular os dados, ele utiliza um código de padrão internacional chamado *Spatial Reference System Identifier* (SRID). Este código é armazenado em um campo de uma tabela e determina qual a projeção geográfica do dado. Assim, é possível trabalhar com dados em diferentes projeções sem necessidade de processamento prévio.

2.5- Um Servidor de Mapas – MapServer (UMN)

MapServer é um servidor de mapas gratuito e open-source desenvolvido pela Universidade de Minnesota (EUA) que hoje faz parte dos projetos da NASA.

Ele pode ser instalado em sistemas operacionais Linux/Unix, Windows y Mac OS X. MapServer pode se conectar a diferentes estruturas de dados como por exemplo: PostgreSQL/PostGIS, ORACLE, ArcSDE, Shapefiles, Erdas, ECW, GeoTIFF, etc.

MapServer utiliza um módulo chamado *Proj4* (também open-source) para que possa realizar as transformações de dados em diferentes projeções *on-the-fly* (em tempo de execução). Ou seja, diferentes dados podem estar em distintas projeções que não se faz necessário um processamento prévio para “desenhar” em um mesmo mapa essas informações.

Os tipos de imagens de saída que o MapServer pode gerar são: GIF, PNG, JPEG, TIFF, BMP e SVG.

A configuração do MapServer é simples. Somente um arquivo (*MapFile*) é necessário para configurar as características do mapa a ser gerado e as conexões que deverão ser feitas para obter os dados. Essas conexões podem ser diretamente a *shape files*, a bancos de dados (locais ou remotos) utilizando uma linguagem de consulta estruturada (SQL) ou WCS/WMS/WFS (que são serviços abertos de informações web de *Coverage's*, *Map's* e *Feature's*, respectivamente).

MapServer é geralmente utilizado como uma CGI. Uma vez que é executada uma requisição, a CGI provê a informação. Mas ele pode também ser compilado como um módulo MapScript. Neste modo, MapServer é suportado para PHP, Pearl, Java y Python.

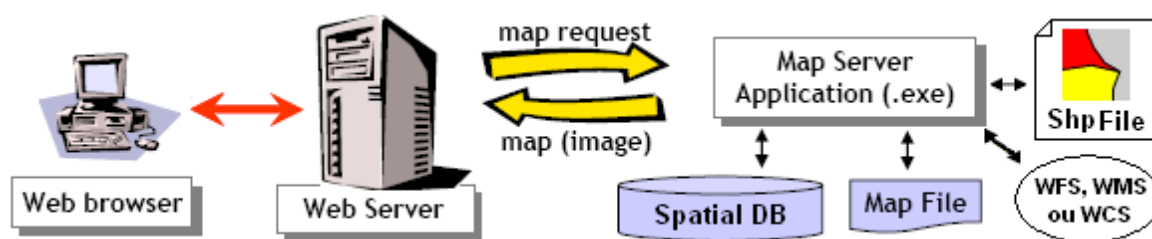


Figura 4 – Estrutura de fluxo de informações do MapServer

3- A Aplicação

O SIGWeb que apresentamos agora, foi desenvolvido em linguagem ASP com servidor web IIS. Foi utilizada essa tecnologia porque a implementação já havia sido iniciada com a mesma. ASP é gratuito, mas é melhor combinado com IIS. Para se ter o IIS basta um sistema operacional Windows. Essa mesma solução pode ser desenvolvida em Java e TomCat.

Objetivo: O objetivo do sistema é que se possa escolher qualquer cidade ou rio do estado de São Paulo para realizar uma expedição. Uma vez escolhidos (um ou ambos) o sistema irá apresentar o mapa (já centralizado no município e/ou rio selecionado) onde o usuário pode criar pontos clicando no mapa ou importando-os de seu GPS. Ele também pode planejar e desenhar trajetos conforme insere pontos com o mouse, ou conectar pontos já inseridos anteriormente. O usuário pode desenhar polígonos se desejar. Como há a possibilidade de

erros, todas as entidades que o usuário adiciona podem facilmente ser removidas. O sistema permite gerar automaticamente marcas a cada quilômetro (muito útil para canoing) de um trajeto desenhado. Há também a possibilidade de exportar os dados em formato de impressão para levá-los na expedição.

Camadas: as camadas de dados vetoriais apresentadas no mapa foram inseridas no banco de dados PostgreSQL executando *scripts* de criação das tabelas e de inserção dos dados. Esses scripts foram criados por uma ferramenta (*shp2sql*) que lê arquivos shapefiles e os converte em scripts. As camadas vetoriais são: (1) limites municipais; (2) rios e bacias hidrográficas (as bacias são entidades poligonais); (3) estradas asfaltadas e não asfaltadas; (4) centros políticos de cada município (pontos); (5) elementos da expedição como pontos, retas e polígonos. A única, porém fenomenal, camada matricial do sistema é o mosaico do planeta Terra (de cenas LandSat) que a NASA provê em WMS (Web Map Services). Todas as camadas podem ser selecionadas para aparecer no mapa ou não. Na tela de exemplo abaixo não está selecionada a camada LandSat porque na resolução em que está a figura, se apresentássemos também o mosaico, não seria possível visualizar outras informações de maior importância.

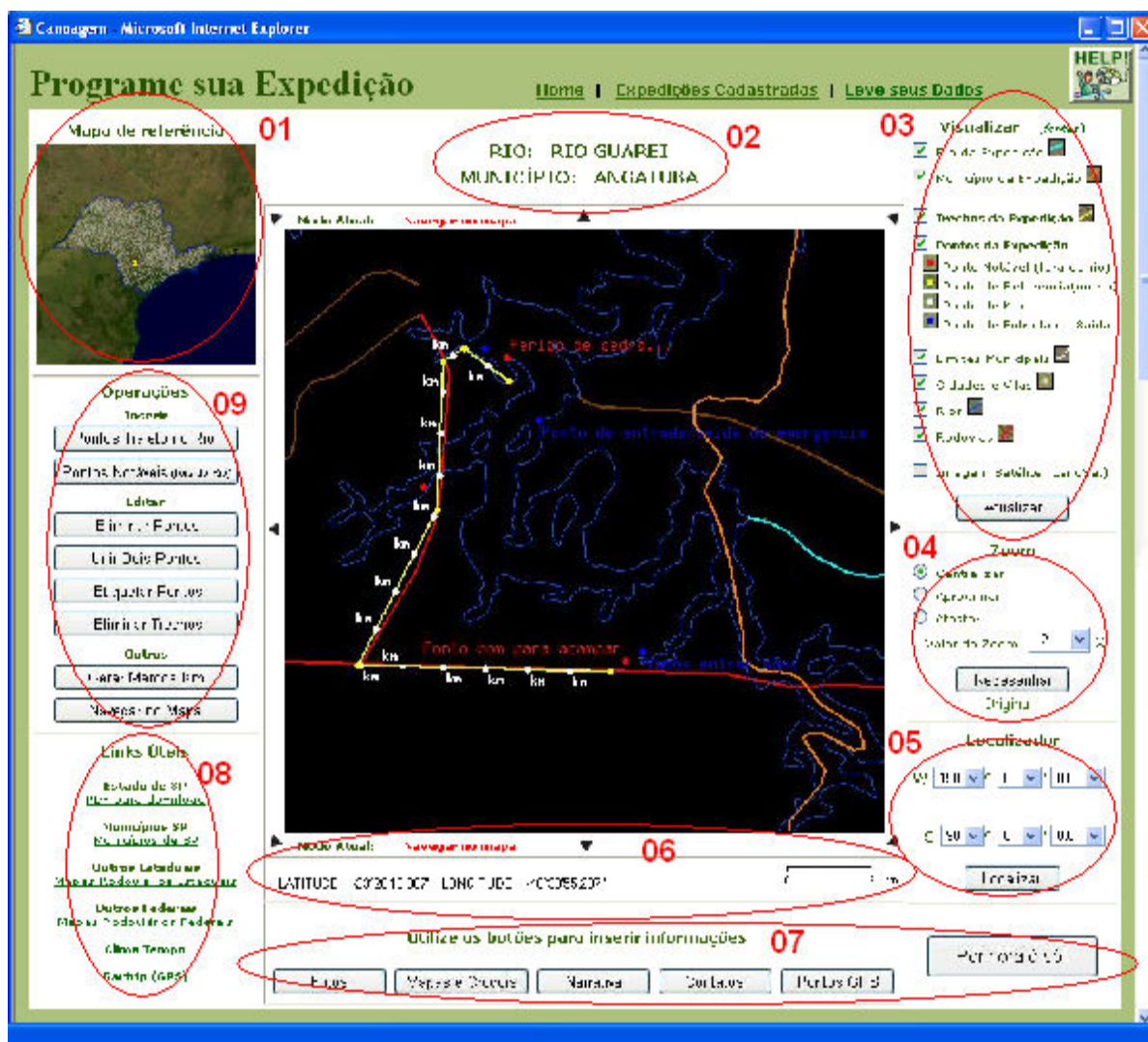


Figura 5 – Tela Principal do Sistema de Expedições (em baixa resolução)

Descrição da Figura 5 de 01 a 09: [01] localização do grande mapa em relação ao Estado de São Paulo; [02] nome do rio e/ou município previamente escolhido; [03] camadas de dados do sistema. Repare que a legenda da camada *Pontos da Expedição* possui uma

subdivisão (quatro tipos) para melhor classificação de cada ponto. O usuário pode alterar o tipo de cada ponto escolhendo um dos quatro possíveis. E quando realiza essa tarefa pode acrescentar descrições a cada ponto que irão aparecer no mapa gerado (são os ditos *labels*); [04] ferramenta de zoom – se escolhe a opção entre centralizar, aproximar ou afastar e o número de vezes de zoom que deseja; [05] ferramenta de localização – se escolhe qualquer coordenada latitude/longitude do planeta e o sistema se posiciona automaticamente no local; [06] coordenadas latitude/longitude geradas conforme se move o ponteiro do mouse sobre o mapa e escala do mesmo; [07] botões que permitem adicionar fotos, mapas, relatos, contatos e pontos GPS (também é possível exportar os pontos da expedição para o formato padrão *Gartrip*); [08] links úteis para o usuário como previsão do tempo, mapas, website do GPS *Gartrip*; [09] ferramentas de inserir e eliminar entidades, bem como etiquetar os pontos, gerar os marcos km e voltar ao modo “navegar no mapa”;

Outra funcionalidade interessante é a possibilidade de qualquer usuário cadastrado (para se cadastrar basta acessar uma tela do sistema e criar um nome de usuário e uma senha) poder visualizar as expedições de outros usuários. Mas somente o “dono” da expedição pode realizar alterações na mesma. Outros usuários podem sim, utilizar a expedição que lhe interessou como base para uma nova sua. Assim, o sistema cria uma cópia da expedição já existente do usuário X para o usuário Y, que pode então alterá-la sem problemas.

4- Conclusão

É possível com tecnologia open source e gratuita obter estrutura para um Sistema de Informação Geográfica Web de alta qualidade, desempenho e portabilidade. Exemplos de utilização da estrutura PostgreSQL/PostGIS e MapServer no Brasil são: Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Social e Banco do Brasil (Brasília).

Referências

Livros:

Câmara, G.; Casanova, M.A.; Hemerly, A.S.; Magalhães, G.C.; Medeiros, C.M.B. **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas**. Campinas, Unicamp, 1996.

Teixeira, A.L.A.; Chritofoletti, A. **Sistemas de Informação Geográfica: dicionário ilustrado**. São Paulo, Hucitec, 1997.

Ordóñez, Martínez, A.: **Sistemas de Información Geográfica - Aplicaciones prácticas con IDRISI32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales**. Editorial Ra-Ma, 2003

Tese:

Raia Júnior, A. A. **Acessibilidade e Mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil - Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

Curso:

Köbben, B.; Lemmens, R. **Open Source Web GIS** - realizado no Centro de Geotecnologia da Universidade de Siena – Itália. Ministrado pelo instituto holandês ITC (<http://www.itc.nl>) - Department of GeoInformation Processing, setembro/2006.

Notas de Aulas:

Romero, W.L. Disciplina **Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica** – Máster en Sistemas de Información Geográfica – Universidade Pontificia de Salamanca (campus de Madrid) – Espanha – outubro/2006.

Aguilar, S.R. Disciplina **Fundamentos de Programación de Comunicaciones** – Máster en Sistemas de Información Geográfica – Universidade Pontificia de Salamanca (campus de Madrid) – Espanha – setembro/2006.

Rodrigues, M. Disciplina **Geoprocessamento – Laboratório de Sistemas Aplicativos** – Mestrado POLI-USP – São Paulo - Brasil - outubro/2005.