

Sistema de Información Geográfica para Web con informaciones espaciales (geográficas) de *output* y *input* para Expediciones.

D. Gorni⁽¹⁾, M. Giannotti⁽²⁾, P. Brito⁽²⁾, A. Knopik⁽³⁾, M. Rodrigues⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Alumno del Master en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Pontificia de Salamanca – campus Madrid - UPSAM (dgorni@yahoo.com.br).

⁽²⁾ Alumnas del Doctorado en Geoprocésamiento de la Universidad de São Paulo – POLI (mariana.giannotti@gmail.com y britopatricia@hotmail.com).

⁽³⁾ Alumna del Master en Geoprocésamiento de la Universidad de São Paulo – POLI (aleknopik@yahoo.com.br).

⁽⁴⁾ Profesor del Master en Geoprocésamiento y orientador de mestrandos y doctorandos de la Universidad de São Paulo – POLI (marcos_rodrigues@kretta.com.br).

RESUMEN

Este proyecto es un Sistema de Información Geográfica Web (SIGWeb) desarrollado utilizando estructura geográfica Open Source: servidor de mapas MapServer (Universidad de Minnesota - EEUU) y banco de datos objeto relacional PostgreSQL/PostGIS. Es un sistema donde se puede consultar diversas informaciones para auxiliar a planear una expedición o registrar una ya hecha, en una región del Brasil.

Palabras clave: sistema de información geográfica, software libre, MapServer UMN, PostgreSQL, PostGIS, banco de datos espacial, servidor de mapas.

ABSTRACT

This project is a Web Geographic Information System built on an Open Source geographic structure like MapServer (Minnesota University- EEUU) and PostgreSQL/PostGIS (object relational database management system). The study case is a web site for expeditions in a specific Brazilian region.

Key words: geographic information system, open source software, spatial database, PostgreSQL, PostGIS, MapServer UMN, map server.

INTRODUCCIÓN

Definiciones

- a) *Sistema de Información Cliente-Servidor*: basado en un modelo computacional donde el *Cliente* realiza peticiones de información, servicios, etc y el *Servidor* “contesta” al cliente lo que este desea. Generalmente el servidor accede a un banco de datos manipulando las informaciones contenidas en el mismo.
- b) *Sistema de Información Web*: es un sistema que sigue el modelo Cliente-Servidor donde cliente y servidor se conectan utilizando la red mundial de ordenadores. Estos pueden estar lejos uno del otro, conectados a través de Internet. Generalmente, el cliente es un *Browser* y el servidor un *WebServer*.

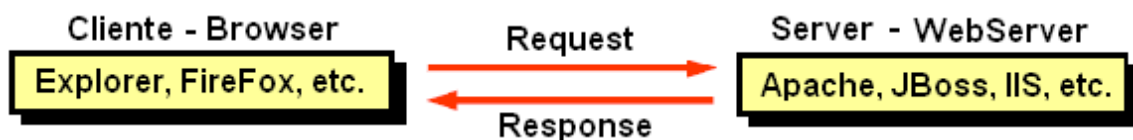


Figura 1: Estructura Sistema de Información Web (adaptada de ITC-Holanda)

- c) *Sistema de Información Geográfica (SIG)*: un SIG es, en pocas palabras, un sistema de información que manipula datos geográficos (o datos espaciales). Raia Junior (2000) cita un SIG como siendo la *terminología mucho aplicada a la tecnología computacional orientada geográficamente*. Otras definiciones encontradas: (1) *Sistemas automatizados usados para almacenar, analizar y manipular datos geográficos* (Câmara et al., 1996); (2) *Sistema basado en computador, que permite al usuario coleccionar, manipular y analizar datos georeferenciados* (Teixeira & Christofolletti, 1997); (3) *Conjunto de herramientas informáticas diseñadas para la adquisición, almacenamiento, análisis y representación de datos espaciales* (Ordóñez y Martínez, 2003).
- d) *Sistema de Información Geográfica Web (SIGWeb)*: un SIGWeb debe entenderse como un SIG accesible a través de Internet. Un SIGWeb es un Sistema de Información (SI) y como tal, generalmente está compuesto por algunos de los componentes básicos de un SI común, como por ejemplo: lenguaje de desarrollo y un banco de datos (BBDD). Pero la BBDD de un SIG debe ser capaz de manipular informaciones espaciales. Además, un mapa casi siempre está presente en los SIGWeb. Un buen SIGWeb debe tener la capacidad de generar los mapas dinámicamente conforme a las peticiones de los usuarios. Para ello, se hace necesario un servidor de mapas. Así, los componentes generalmente encontrados en un SIGWeb son:
 - Un Cliente – generalmente un browser de Internet;
 - Un Servidor Web. Ejemplos: Apache, JBoss, IIS, otros;
 - Una Lenguaje de Desarrollo que pueda ser interpretada por el WebServer (Java, ASP, PHP, otras);
 - Un Banco o Base de Datos Espacial;
 - Un Servidor de Mapas – para generar los mapas dinámicamente..

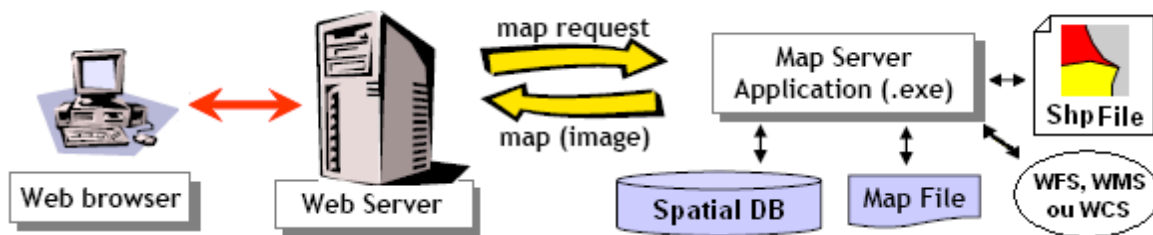


Figura 2: Estructura Sistema de Información Geográfica Web (adaptada de ITC-Holanda)

Tecnología Open Source

Con el avance de la red mundial de ordenadores – Internet – principalmente en cuanto a velocidad de navegación y acceso, hemos asistido al crecimiento de los *websites* y de los servicios ofrecidos a través de la web. Por detrás de todo esto, hemos asistido también a la explosión de tecnología, de modo que hoy hay una gran cantidad de opciones de tecnología web (*Open Source* o no). Además, *software* y *hardware* son cada día más potentes y accesibles.

Ha ocurrido también un avance en las tecnologías geo-espaciales, como por ejemplo: satélites y sensores, *softwares* de tratamiento de imágenes, bancos de datos espaciales, servidores de datos, *web services* (WMS, WFS, WCS), etc.

Efectivamente, hay grandes empresas que tienen como sus objetivos las geotecnologías (*ESRI*, *Intergraph*, *ERDAS*, ...). Pero también hay las tecnologías *Open Source* que suelen tener alta calidad y desempeño (y no se necesita pagar por ellas).

Las tecnologías *Open Source* utilizadas en este proyecto para desarrollar un SIGWeb han sido:

- **Banco de Datos Espacial PostgreSQL/PostGIS:** PostgreSQL es un Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales orientadas a Objetos (ORDBMS). PostGIS es una extensión que permite este ORDBMS manipular también datos espaciales. PostGIS añade al PostgreSQL una gran cantidad de funciones que operan directamente sobre los datos espaciales (ej: función de cálculo de distancias entre objetos).
- **Un servidor de mapas – MapServer (UMN - EEUU):** es un servidor de mapas que puede ser instalado sobre Linux/Unix, MacOSX o MS-Windows. MapServer tiene la capacidad de poderse conectar a diferentes estructuras de datos como por ejemplo: PostgreSQL/PostGIS, ORACLE, ArcSDE (ESRI), Shapefiles, Erdas, ECW, GeoTIFF, WMS, WFS, etc. MapServer puede generar salidas de mapa en los siguientes formatos: GIF, PNG, JPEG, TIFF, BMP e SVG. Y también puede ser el servidor de datos utilizando WMS.

El sistema operativo, servidor web y lenguaje de desarrollo utilizados en este proyecto fueron de Microsoft. Pero MapServer y PostgreSQL/PostGIS son fácilmente utilizados en estructuras Linux/Unix, Apache, PHP, JAVA, etc. Este mismo proyecto se encuentra en fase de migración al SO Linux, Apache y Java (J2EE).

VISION GENERAL DEL SISTEMA

Objetivo

El objetivo de este proyecto es auxiliar la planificación de expediciones a sitios poco conocidos, sea para hacer *tracking*, *camping*, u otro tipo de expedición. El sistema tiene la capacidad de presentar los datos propios (cargados a partir de *shapefiles*) y también los datos que los usuarios añadirán. Todo esa información podrá ser exportada y impresa de forma fácil para que el usuario pueda llevarla en la expedición.

Área de Aplicación

El proyecto tiene como área de estudio la región brasileña del Estado de Sao Paulo. Es una región con 645 ciudades, 248.600 km² de área, 39.949.487 habitantes (2005) y una amplia red hidrográfica.

Datos disponibles

Datos del Sistema (los usuarios no pueden modificarlos):

Los datos vectoriales a los que cualquier usuario puede acceder son:

- Red de las carreteras pavimentadas y no pavimentadas (líneas);
- Red hidrográfica (líneas y polígonos);
- Límite del Estado de Sao Paulo (polígono);
- Límites de la región de cada ciudad (polígonos);
- Centros administrativos de cada ciudad (puntos);

Además, el sistema presenta un mosaico de todo el Planeta Tierra proveniente de imágenes *Landsat* proveídas directamente de los servidores de la NASA (EEUU) a través de un WMS.

Datos de los Usuarios (cada usuario puede cambiar solamente se es el dueño de la expedición):

- Informaciones vectoriales como puntos, líneas y polígonos;
- Fotos, mapas o croquis;
- Narrativas y datos de contacto;

ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

Estructura Básica

El sistema está compuesto básicamente por tres opciones:

- Registrar una Nueva Expedición;
- Consultar las Expediciones Registradas;
- Preparar los Datos para llevar (impresos o en formato digital).

Registrar una Nueva Expedición

Para que el usuario pueda registrar una nueva expedición, necesita acceder al sistema introduciendo un nombre de usuario y una palabra de paso. Si todavía no tiene un nombre de usuario en el sistema, puede registrarse rápidamente y utilizar sus nuevos datos enseguida.

Después que el sistema haya validado el usuario introducido, en la pantalla de presentación, es necesario que éste elija una ciudad o un río. En el momento de elegir cualquiera de los dos, el otro *combobox* modifica y adapta su contenido. Eso es debido a que una ciudad puede tener muchos ríos y un río (con el mismo nombre o no), puede pertenecer a más de una ciudad. El usuario no está obligado a elegir un río, pero sí una ciudad.

Inicie sua programação escolhendo:

Estado

Município [Voltar ao início](#)

Se souber o nome do Rio, escolha abaixo:

Rio [Voltar ao início](#)

Figura 3: Pantalla para elegir Ciudad y Río de interés

Cuando el usuario pincha en el botón “Ok”, el sistema presenta la pantalla principal de catastro (Figura 5) de la expedición, con el límite de la ciudad en color diferente y con el centro administrativo de la ciudad en el centro del mapa. Y si el usuario ha elegido un río, éste se mostrará de un color diferente al resto de la hidrografía.

En este punto, el sistema está listo para que el usuario empiece a añadir información o simplemente, visualizar los datos ya existentes.

Consultar las Expediciones Registradas

Para que el usuario visualice las expediciones registradas, no es necesario introducir un nombre de usuario en el sistema. Directamente, se muestra una pantalla con la lista de todas las expediciones registradas, y él escogerá si desea solamente visualizar, o editar la expedición que desea.

Si el usuario elige editar, necesitará facilitar e introducir sus datos para hacer acceder a sistema. Además, él solamente podrá editar sus propias expediciones.

Si elige visualizar, no necesitará introducir sus datos para acceder al sistema. Si le interesa la expedición como ya está definida, puede optar por exportar los datos que desea de la expedición seleccionada. Pero si él quiere basarse en la expedición hecha y realizar cambios en ella, deberá pinchar en un botón que crea una nueva expedición basada en la que él está visualizando en ese mismo momento. En este caso, el usuario necesitará introducir sus datos para acceder al sistema, y recibir una copia exacta de la expedición que estaba visualizando. Ahora la nueva expedición se asocia automáticamente a su perfil de usuario.

Rio	Município	Nome da Expedição	E-mail	Quero
CORREGO DAS CRUZES	ARARAQUARA	Exp Rio Azul de Pozuelo	a	Consultar Editar
	SAO PAULO	Expedicao do Amor	a	Consultar Editar
	SALES OLIVEIRA	Rio que late	a	Consultar Editar
RIO GUAREI	ANGATUBA	Cheiro de pontos	a	Consultar Editar

Figura 4: Pantalla con la lista de expediciones catastradas

Preparar los datos para llevar

Para obtener los datos, el usuario puede ir directamente al menú principal, y elegir la expedición y los datos de la misma que desea. Puede también dirigirse al menú para solamente consultar las expediciones registradas y entonces seleccionar la opción “llevar datos”. Después de registrar la nueva expedición (o haber editado una), puede exportar los datos.

Pantalla Principal



Figura 5: Pantalla principal de una expedición

En la Figura 5 vemos:

1. Menú con las otras dos opciones básicas del sistema y una opción para "Home";
2. Mapa del Estado de Sao Paulo como referencia a la localización;
3. Botones mediante los cuales se puede operar en el mapa: añadir/eliminar informaciones;
4. Links a otros websites que el usuario puede necesitar (ej: meteorología, GPS Gartrip, Carreteras, etc);
5. Botones a través de los cuales se puede operar sobre la expedición para añadir/eliminar información (Fotos, Mapas, Croquis, Narrativas, Puntos GPS);
6. Nombre de la ciudad y río seleccionados en la pantalla anterior;
7. Capas que el sistema presenta en el mapa;
8. Herramienta de Zoom In / Zoom Out;

9. Herramienta de localizador con la que se pueden introducir las coordenadas geográficas del sitio donde desea ir, y que el sistema “posiciona” el mapa en el punto deseado;
10. Botón que lleva a otra página del sistema para añadir las informaciones generales de la expedición.

Las Capas del Mapa

En la Figura 5, arriba y a la derecha están las 9 capas que hay en el mapa. Siguen más detalles de ellas, empezando por arriba:

1. Capa del río elegido por el usuario. Como hemos dicho, el río elegido tiene un color diferente de los otros ríos;
2. Límite de la ciudad elegida. Como también hemos dicho, el límite de la ciudad elegida se presenta de color diferente de las otras ciudades;
3. Segmentos de recta que el usuario puede añadir;
4. Puntos que el usuario puede añadir: en esta capa, vemos que hay una diferenciación entre 4 colores. Eso es porque los puntos que el usuario añade pueden ser clasificados en 4 diferentes tipos;
5. Límites de las ciudades;
6. Centros administrativos de las ciudades;
7. Ríos y bacías hidrográficas;
8. Carreteras pavimentadas o no (hay dos colores diferentes);
9. Mosaico de imágenes *Landsat* – accesibles desde un WMS de la NASA (modelo raster).

Las capas de número 1, 2, 5, 6, 7 y 8 son datos que él usuario no puede modificar y que fueron cargadas en el sistema a partir de *shapfiles* utilizando una herramienta de generación de *scripts* del banco de datos (*shp2pgsql*).

Las capas 3 y 4 son añadidas por el usuario, y éste puede hacer cualquier tipo de operación en ellas (borrar, añadir, unir puntos, etc).

Añadir Informaciones

En la Figura 5, las secciones 3, 5 y 10 son utilizadas para añadir información a la expedición. Sigue el análisis de cada una de las funcionalidades:

Región Número 3 – Añadir Informaciones Vectoriales

En esta región vemos ocho botones que son utilizados para diversas operaciones en el mapa. Cabe destacar que la herramienta seleccionada se muestra de color rojo en el marco del mapa. A continuación, algunas especificaciones y explicaciones de cada una de estas herramientas (empezando por arriba y en orden descendente):

1. **Añadir Puntos-Trayecto:** en este modo, cuando el usuario pincha en el mapa, se añade un punto. Cada vez que realiza un nuevo clic, se añaden nuevos puntos siempre conectándose al último punto introducido (es decir, se van añadiendo segmentos de recta);

2. **Añadir Punto-Común:** en este modo cuando el usuario pincha en el mapa, un se añade un nuevo punto y si él continúa pinchando, los nuevos puntos no son conectados entre si.
3. **Borrar puntos:** en este modo, cuando el usuario pincha en el mapa, si él pincha cerca de un punto, este será eliminado. Hay un tratamiento de cercanía o tolerancia en el fichero de configuración del *MapServer* para que el usuario no necesite pinchar exactamente sobre el punto que desea borrar.
4. **Unir dos puntos:** en este modo, el usuario pincha en el mapa seleccionando un punto y después, pincha nuevamente seleccionando un segundo punto para que estos se conecten a través de un segmento. Aquí también se utiliza el valor de tolerancia en el fichero de configuración del *MapServer*.
5. **Dar nombre a los Puntos:** en este modo, el usuario puede añadir una etiqueta al punto y clasificarlo seleccionando una de las 3 posibilidades existentes (rojo, azul o amarillo). La de color blanco se reserva para los puntos marcos de *Km.*, que son generados por el sistema automáticamente;
6. **Borrar segmentos de recta:** en este modo, cuando el usuario pincha en el mapa, si él pincha cerca de un segmento de recta, este será borrado. Aquí también hay el tratamiento de cercanía en el fichero de configuración del *MapServer*. Pero en este caso, la proximidad es relativa a los segmentos de recta.
7. **Generar Marcos *Km.*:** en este modo, el usuario tiene que pinchar en un punto que sea el extremo de un segmento de recta (o una cadena de segmentos de recta). El sistema, automáticamente, calcula y añade puntos a cada 1 Km. en el segmento de recta;
8. **Modo "Browse":** es el modo utilizado para navegar sobre el mapa (por defecto).



Figura 6: detalle del mapa con los cuatro colores de puntos y segmentos de recta

Región Número 5 – Añadir otros tipos de información

En esta región vemos otros cinco botones que son utilizados para añadir nueva información a la expedición:

1. **Añadir Fotos:** se muestra la pantalla para subir fotos. Es posible también introducir las características de la foto;
2. **Añadir Mapas y Croquis:** se muestra la pantalla para subir fotos mapas y croquis. Es posible también introducir las características de los mismos;
3. **Añadir Narrativa:** se muestra un pantalla para la introducción de texto. Es un espacio en el cual los usuarios pueden informar sobre sus experiencias, expectativas y advertencias;
4. **Añadir Contactos:** se muestra la pantalla para añadir contactos importantes para la expedición;
5. **Añadir Puntos GPS:** Cuando el usuario pincha en este botón, se muestra una pantalla con información relativa a esta funcionalidad (ej: las coordenadas deben ser geográficas, el GPS debe ser Gartrip y el fichero de puntos exportado por el *software* del GPS debe contener “;” como separadores de valores). Esta funcionalidad realiza cuatro diferentes acciones:
 - A) Añadir puntos (coordenadas geográficas) en la expedición provenientes de un fichero exportado por un GPS;
 - B) Añadir puntos (coordenadas geográficas) en la expedición provenientes de una pantalla donde el usuario puede digitalizar la información de cada punto;
 - C) Realizar la exportación de los puntos para un fichero en formato compatible con el GPS Gartrip. De este modo, los puntos de la expedición pueden ser cargados en el GPS y llevados al campo;
 - D) Visualiza y posibilita la edición de los puntos existentes. También es posible borrar los puntos.

Para realizar la acción A), el usuario selecciona donde se encuentra el fichero exportado por su GPS y pincha en “Ok”:



Figura 7: Pantalla para buscar y cargar el fichero de puntos GPS Gartrip

Para realizar la acción B), el usuario introduce las coordenadas de los puntos y otras informaciones, y pincha en el botón para guardar el nuevo punto.

Para realizar la acción C), el usuario pincha en el botón correspondiente y después puede importar al GPS los puntos exportados;

Para realizar la acción D), C) y B), se utiliza la siguiente pantalla:

[Clique aqui para exportar o arquivo no formato Gartrip separado por \(;\)](#)

Tabela de Pontos:

<input type="checkbox"/>	Sigla	Nome	Latitude	Longitude	Altitude	Descrição	Edição
<input type="checkbox"/>	NGA<	CAPORA	22°42.959	49°34.218	-9999		Gravar!
<input type="checkbox"/>		EST1	22°43.933	49°27.683	0		Gravar!
<input type="checkbox"/>		EST3-1	22°52.403	49°58.387	0		Gravar!
<input type="checkbox"/>	UARD<	FAZ-ED	22°44.747	49°51.107	582		Gravar!
<input type="checkbox"/>	GRAND<	H-SALT	22°52.734	49°58.683	434		Gravar!
<input type="checkbox"/>	Z<	STACRU	22°54.066	49°37.692	0		Gravar!
<input type="checkbox"/>	15-6<	TURVO-	22°50.086	49°46.179	-9999		Gravar!

Para inserir um novo ponto, preencha os dados abaixo e clique no botão "Inserir" ao lado:

Sigla	Nome	Latitude	Longitude	Altitude	Descrição
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura 8: Pantalla para añadir, borrar, editar y exportar puntos GPS

Región Número 10 – Añadir información general

Dados Básicos da Expedição

[Home](#) | [Expedições cadastradas](#) | [Levar dados](#)

Localização UF: SP Município: ARARAQUARA		Nome da Expedição	
Rio: CORREGO DAS CRUZES	Especifique: <input type="text"/>	<input type="text"/>	
Status da expedição: <input checked="" type="radio"/> Programada <input type="radio"/> Realizada	Corredeiras? <input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	Portagens? <input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
Expedição Raiz: <input type="text"/>	Ponto de Pernoite? <input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	Data: Mês <input type="text" value="Jan"/> Ano <input type="text" value="2006"/>	
Nível do rio:			
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="button" value="É isso aí!"/>		<input type="button" value="Esqueça!"/>	
Depois de confirmar, você poderá editar e adicionar informações à sua Expedição pesquisando em Expedições Cadastradas			

Figura 9: Pantalla de informaciones generales de la expedición

En esta pantalla existe una información muy importante que es el Nombre de la Expedición. Este nombre, es la información básica cuando se presenta la lista de expediciones registradas. Visualizando este nombre, el usuario podrá identificar la expedición que desea.

Además, existen informaciones como fecha, nivel de dificultad, nivel del río en la ocasión, presencia de necesidad de cambio de río, etc.

En el campo "Expedición Madre", constará el nombre de la expedición sobre la que se ha basado la actual expedición (este valor no puede ser cambiado por el usuario. El sistema se encarga de almacenar esa información). Recordar que existe la posibilidad de, al consultar expediciones registradas, seleccionar una expedición existente para que ésta actúe de base. En este caso, el campo "Expedición Madre" se quedará con el nombre de la expedición base ("madre").

CONCLUSIONES

En este análisis del caso de Sistema de Información Geográfica, hemos visto no solamente visualización de datos, sino también funcionalidades de añadir datos en el mapa. La capa de datos *raster* WMS merece una atención especial. Este tipo de servicio está siendo más utilizado cada día. Y los *softwares* libres, están acompañando este avance convirtiéndose en buenas opciones comerciales y de investigación/desarrollo.

AGRADECIMENTOS

- SENAC – Centro de Geo-tecnología y Estudios Ambientales - Sao Paulo – Brasil.
- POLI – USP – Departamento de Geo-procesamiento - Sao Paulo – Brasil.
- Centro de Geotecnologia da Universidad de Siena – Italia.
- Department of GeoInformation Processing – ITC - Holanda
- UPSAM – Universidad Pontificia de Salamanca en Madrid - España

REFERENCIAS

- ◆ CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.S.; MAGALHAES, G.C.; MEDEIROS, C.M.B. (1996), *Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas*. Campinas, Unicamp.
- ◆ TEIXEIRA, A.L.A.; CHRISTOFOLETTI, A. (1997), *Sistemas de Informação Geográfica: dicionário ilustrado*. São Paulo, Hucitec.
- ◆ ORDÓÑEZ; MARTÍNEZ, A. (2003), *Sistemas de Información Geográfica - Aplicaciones prácticas con IDRISI32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales*. Editorial Ra-Ma.
- ◆ RAIÁ JUNIOR, A. A. (2000) *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.

- ◆ KÖBBEN, B.; LEMMENS, R. (2006) *Curso: Open Source Web GIS* – realizado en el Centro de Geotecnología da Universidad de Siena – Itália. Ministrado pelo instituto holandés ITC (<http://www.itc.nl>) - Department of GeoInformation Processing.
- ◆ MARCOS ROGRIGUES (2005/2006), *Notas de aula de la asignatura SIG Avanzado* - POLI – USP - LabGeo – Sao Paulo, Brasil.