

UNIDAD 3 – Producción y manejo de datos geográficos

FICHA TÉCNICA

Elaborado por:

Andressa Crystina Coutinho da Silva, CIH¹

Leidiane Mariani, CIH

Rafael H. de Aguiar González, CIH

Contribución de:

Aline Scarpetta, CIH

Cristiane Fracaro, CIH

Luis Thiago Lucio, ADEOP²

Luis Henrique Weiss de Carvalho, CIH

Revisado por:

Fabiano Costa de Almeida, ANA³

Daniel Assumpção Costa Ferreira, ANA

Foz do Iguaçu

Mayo/2012

1 Centro Internacional de Hidroinformática (CIH)

2 Agencia de Desarrollo Regional del Oeste de Paraná (ADEOP)

3 Agencia Nacional de Aguas (ANA)

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS.....	04
LISTA DE TABLAS.....	04
1 DATOS GEOGRÁFICOS: ¿QUÉ SON?.....	05
1.1 Modelo Vectorial.....	05
1.2 Modelo atributos – Datos alfanuméricos.....	09
1.3 Atributos de los datos espaciales.....	10
1.4 La producción y adquisición de datos geográficos: ¿Cómo hacer?	11
1.5 Adquisición de datos.....	11
1.6 Sistema de Posicionamiento Global – GPS.....	14
1.7 Tipos, formatos y fuente de datos.....	15
2 EL MANEJO DE DATOS GEOGRÁFICOS.....	17
2.1 Superposición de mapas.....	17
2.2 Definiciones.....	18
2.3 Finalidades y aplicaciones.....	19
2.4 CTM aplicado a la gestión de los recursos hídricos.....	22
2.5 Estructura de sistemas basados en el CTM.....	25
3 EJEMPLOS DE SISTEMAS BASADOS EN CTM.....	27
3. 1 Sistema de Monitoreo Participativo de Ríos.....	27
3.2 Sistema de Calidad del Plantío Directo en la Paja -SQPDP.....	27
3.3 Sistema de Informaciones Georreferenciadas de Energías Renovables – SIGER.....	28
3.4 Sistema Registro Nacional de Recolectores de Materiales Reciclables – CNCMR.....	29
3.5 Sistema de Informaciones Geográficas del Biogás.....	29
3.6 Sistema Gestor de Base de Datos Geográficos (WEB MAPS).....	30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Formatos geométricos utilizados en el SIG.
- Figura 2 - Representación esquemática de un modelo de datos raster (características de píxeles).
- Figura 3 - Diferencia modelo esquemático de datos raster y vectoriales.
- Figura 4 - Formato de mapas de superposición.
- Figura 5 - Escalas de observación de las diferentes Unidades de Planificación y Gestión.
- Figura 6 - Diagrama estructural CTM.
- Figura 7 - Free Software utilizado en el desarrollo de los sistemas de la marca comunitaria.
- Figura 8 - Sistema de Monitoreo Participativo de Ríos.
- Figura 9 - Sistema de Evaluación de la Calidad de labranza en la paja.
- Figura 10 - Sistema de información georeferenciada para la Energía Renovable.
- Figura 11 - Sistema de Registro Nacional de Materiales Reciclables.
- Figura 12 - Sistema de Información Geográfica de biogás.
- Figura 13 - Base de Datos Geográfica Integrada.

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1 - Aspectos técnicos del vector del modelo y datos raster.
- Tabla 2 - Representante de los tipos de datos, los formatos y las fuentes de adquisición.
- Tabla 3 - Características y aplicaciones catastrales.
- Tabla 4 - Matriz de responsabilidades de las cuencas hidrográficas de la unidad, definida funcionalmente.

1 DATOS GEOGRÁFICOS: ¿QUÉ SON?

Los modelos geométricos para la representación del componente gráfico en el ambiente digital son: vectorial o matricial (*raster*). Además de los modelos geométricos, se consideran sus atributos, o sea, informaciones alfanuméricas o descriptivas, como el tercer modelo de datos, aunque con la diferencia de estar necesariamente asociadas a un modelo geométrico.

Las operaciones de los SIGs, para ser eficientemente ejecutadas, requieren que las capas estén representadas en un determinado modelo. En general, estos sistemas soportan los tres modelos.

Los datos utilizados en un SIG, poseen una identificación propia, a saber.

1.1 Modelo Vectorial

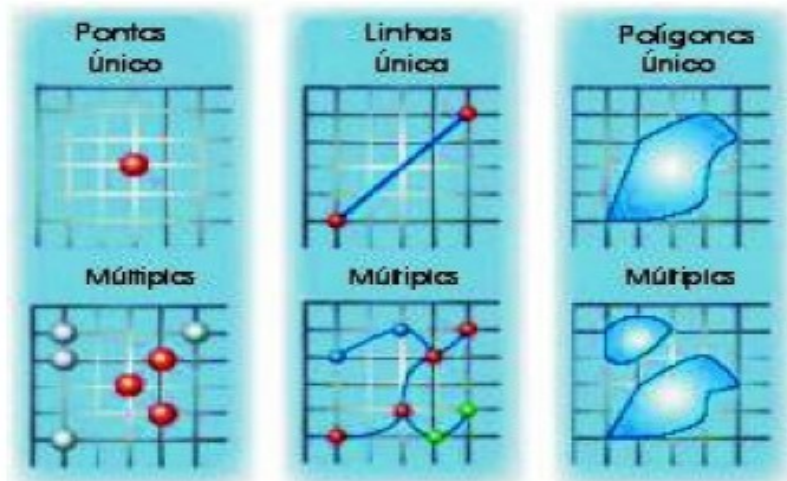
En la estructura vectorial, la localización y la característica geométrica del elemento son almacenadas y representadas por vértices definidos por un par de coordenadas.

Dependiendo de su forma y de la escala cartográfica, los elementos pueden ser expresados por las siguientes características geométricas:

- Puntos – representados por un vértice, o sea, por sólo un par de coordenadas, definiendo la localización de objetos que no presentan área ni largo. Ejemplos: hospital representado en una escala intermedia o ciudad en una escala pequeña, epicentro de un terremoto.
- Líneas poligonales o arcos – representados por, al menos, dos vértices conectados, generando polígonos abiertos que expresan elementos que poseen largo o extensión lineal. Ejemplos: carreteras, ríos.
- Polígonos - representados por, al menos, tres vértices conectados, el primero de ellos con coordenadas idénticas a las del último, generando de esta forma polígonos cerrados que definen elementos geográficos con área y perímetro. Ejemplos: límites político-administrativos (municipios, estados), clases de mapas

temáticos (uso y cobertura del suelo, pedología).

Figura 1 - Formatos geométricos utilizados en el SIG.



Fuente: INPE

Las características geométricas (punto, línea y polígono) utilizadas para la representación de los elementos, así como su estructura de almacenamiento, establecen las relaciones espaciales entre los elementos geográficos, o sea, relaciones existentes entre si y entre los otros elementos, denominadas topológicas (Burrough, 1998).

Las relaciones espaciales son percibidas intuitivamente por el lector; al analizar un mapa, por ejemplo, los elementos que establecen fronteras con otros elementos son fácilmente identificados. Sin embargo, como los sistemas computacionales no son capaces de percibir estas relaciones, para el procesamiento de análisis espaciales en los SIGs, existe la necesidad de que ellas sean definidas explícitamente en los archivos digitales que almacenan las características geométricas de los elementos.

El modelo vectorial es representado por un archivo denominado **“SHAPEFILE”**. Los archivos *“Shapefile”* fueron creados a partir de un archivo compuesto (conjunto de archivos). Los SIGs pueden leer o escribir *shapefiles* y consisten en un archivo principal, un archivo indexador y un archivo que contiene la tabla de atributos.

Archivo *.shp: es el archivo principal que presenta la información geométrica (punto, línea o polígono). Es descrito también como una lista de vértices (par de coordenadas), que definen la localización espacial del elemento mapeado.

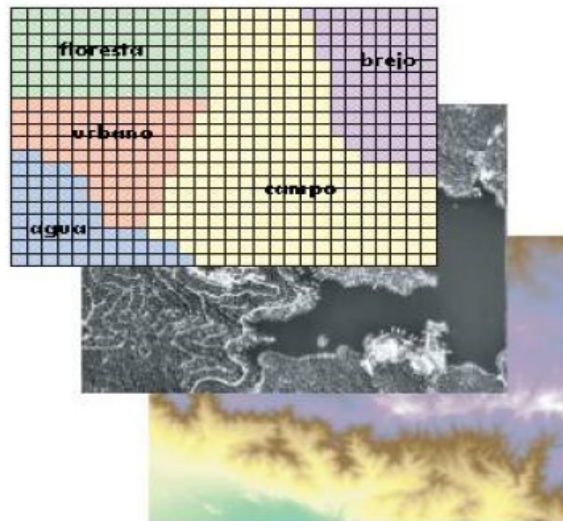
Archivo *.dbf: es el archivo que posee la tabla de atributos de todas las entidades geométricas existentes en el archivo “shp”. Es descrito como una tabla semejante a una planilla, conteniendo líneas y columnas.

Archivo *.shx: es el archivo indexador que crea la relación entre el archivo geométrico “shp” y la tabla de atributos “dbf”. Esto posibilita que la información geográfica (geometría + vértices) esté relacionada de manera que si se produce la exclusión de una línea en la tabla de atributos, automáticamente excluirá la información geográfica.

Consideraciones: la posibilidad de relación directa entre información geográfica y tabla de atributos es lo que diferencia de otros formatos de archivos, como por ejemplo los archivos provenientes de la plataforma CAD. Más informaciones acerca de este modelo de archivo pueden ser encontradas en la página web: (<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>).

Modelo matricial: en el modelo matricial, también denominado *raster*, el terreno es representado por una matriz $M(i, j)$, compuesta por i columnas y j líneas, que definen células, denominadas *píxeles* (*picture cell*), a cruzarse. Cada *píxel* presenta un valor referente al atributo, además de los valores que definen el número de la columna y el número de la línea, correspondiendo, cuando el archivo está georreferenciado, a las coordenadas x e y , respectivamente.

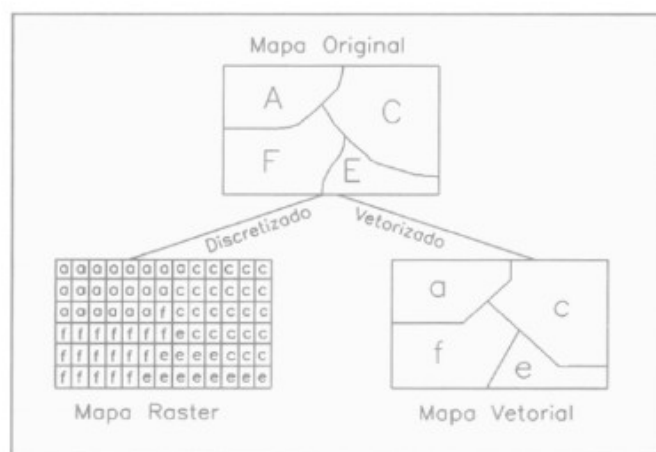
Figura 2 - Representación esquemática de un modelo de datos raster (posee píxel).



Fuente: INPE

El modelo *raster* es adecuado para almacenar y manipular imágenes de sensoriamiento remoto, de la superficie terrestre. Los atributos de los *píxeles* representan un valor proporcional a la energía electromagnética reflejada o emitida por la superficie terrestre. Los *rasters* son usualmente utilizados por imágenes satelitales, o imágenes adquiridas por fotografía aérea, y cualquier otra forma de imagen que sea definida mediante *píxeles*.

Figura 3 - Diferencia esquemática de modelo de datos raster y vectorial.



Fuente: Adaptado CIH

De acuerdo con el modelo Vectorial y *Raster*, la tabla abajo presenta algunos aspectos de uso de los dos modelos.

Tabla 1 - Aspectos técnicos de modelo de datos vectoriales y raster.

ASPECTOS	FORMATO VETORIAL	FORMATO RASTER
Relações espaciais entre objetos	Armazena informações sobre relacionamentos.	Relacionamentos espaciais devem ser inferidos.
Ligação com banco de dados	Facilita associar atributo a elementos gráficos.	Associa atributos apenas à classe do mapa.
Análise, simulação e modelagem	Representação indireta de fenômenos contínuos. Álgebra de mapas é limitada.	Representa melhor fenômenos com variação contínua no espaço. Simulação e modelagem mais fáceis.
Escala de trabalho	Adequado tanto a grandes quanto a pequenas escalas.	Mais adequado para pequenas escalas.
Algoritmos	Problemas com erro geométrico.	Processamento mais rápido e eficiente.
Armazenagem	Por coordenadas (mais eficiente).	Por matrizes.
Aplicações	Redes, Concessionarias de Água, Esgoto, Lixo, Energia, Telefonía, Transportes, etc.	Ambientais, Diagnóstico, Zoneamento, Planejamento, Gerenciamento, Manejo, Gestão Ambiental, etc.

Fuente: Adaptado CIH.

1.2 Modelo atributos – Datos alfanuméricos

En el ambiente de un SIG las entidades del mundo real pueden ser didácticamente descritas por atributos espaciales, temporales y temáticos. Los atributos espaciales guardan informaciones sobre localización, topología y geometría de las entidades. La *localización* es registrada en coordenadas geográficas, coordenadas de proyección o coordenadas rectangulares con un origen local. La topología contiene informaciones sobre vecindad, distancia; y la geometría contiene informaciones sobre área, perímetro y forma. La tecnología actual de Sistemas de Información Geográfica permite la generación de topología y geometría a partir de los datos de localización.

Los atributos temporales se refieren a la edad del objeto de estudio, y a la fecha o a la frecuencia de adquisición. Los atributos temáticos se refieren a otras propiedades de las entidades, que no son de localización ni temporales, tales como tipos de

rocas, índice pluviométrico anual, tipos de suelos, presencia de minerales, cantidad de personas que viven en una vivienda o cantidad de animales estabulados en una propiedad rural. Los atributos temporales y los temáticos son también conocidos como atributos alfanuméricos o atributos descriptivos.

Los atributos alfanuméricos además pueden ser subdivididos en dos tipos:

- Atributos de los datos espaciales;
- Atributos georreferenciados.

1.3 Atributos de los datos espaciales

Son los atributos que proporcionan informaciones descriptivas acerca de características de algún dato espacial. Están ligados a los elementos espaciales a través de identificadores comunes, normalmente llamados geocódigos, que se encuentran almacenados tanto en los registros alfanuméricos como en los espaciales.

Pueden suministrar informaciones cualitativas o cuantitativas asociadas a las características espaciales puntos, líneas o áreas representadas en la base de datos. Un ejemplo de característica de punto sería la localización de una propiedad rural, o sea el punto geográfico de la propiedad. Se puede tener un archivo de atributos alfanuméricos con informaciones de la actividad ejercida en la propiedad, cantidad de animales, nombre del propietario, etc.

En el caso de líneas, se tiene el ejemplo de red de abastecimiento de gas, que permitiría un archivo asociado con informaciones sobre el tipo de red, material, diámetro, estado de conservación, caudal; o el caso de una carretera, con informaciones acerca del número de carriles, condiciones del pavimento y número de accidentes en cada trecho.

1.4 La producción y adquisición de datos geográficos: ¿Cómo hacer?

Diversas estrategias de georreferenciamiento de datos pueden ser utilizadas. Sin embargo, todas dependen, fundamentalmente, de la calidad de los datos (informaciones demográficas actualizadas, mapas temáticos bien elaborados, registros hidrometeorológicos amplios, etc.), y de la confiabilidad de la base cartográfica existente.

Con estos dos requisitos atendidos, la forma más práctica de realizar el georreferenciamiento de las informaciones es localizarlas, por medio de las coordenadas geográficas, en las cartas de las respectivas regiones o municipios, usando los artificios gráficos que mejor las representen (colores, símbolos, sombreados, etc.).

Una segunda estrategia de georreferenciamiento es la asociación de estos datos a coordenadas geográficas recolectadas en campo, frecuentemente con el auxilio de equipamiento del tipo GPS - *Global Positioning System*. Así, se torna más práctica y eficiente la delimitación de las áreas o puntos. Desde esta perspectiva, se verifica por ejemplo que gran parte de los registros meteorológicos, hidrológicos y de calidad del agua posee campos de identificación por medio de coordenadas, lo que facilita la inclusión de estas informaciones en sistemas geográficos de información - SIGs.

Finalmente, la tercera estrategia de georreferenciamiento de datos es la construcción de unidades geográficas específicas, con el auxilio de técnicas de la cartografía digital. Este puede ser el caso de datos sobre cuencas hidrográficas específicas, tomándose como referencia los límites geográficos de las áreas de alcance de la cuenca.

1.5 Adquisición de datos

Los avances de la tecnología de computadoras y de satélites espaciales en las

últimas décadas facilitaron la adquisición de datos geográficos por parte de órganos gubernamentales y privados, generando con esto una masa muy grande de datos. Los SIGs poseen herramientas que permiten la integración, en una única base, de informaciones espaciales provenientes de datos cartográficos, datos censuales, registro urbano y rural, e imágenes satelitales.

Los datos ambientales son valores variables y territorializados. Son abundantes, diversificados, pasibles de ser posicionados y de extensión determinable. A partir de ellos es posible obtener conocimiento acerca de la realidad ambiental de un territorio.

Google Earth y Maps

(Materia obtenida por la revista de Tecnología Terra y la página *HowStuffWorks.com*)

La mayoría de nosotros viene usando uno u otro programa de mapeamiento on line ya hace algunos años. Son excelentes para las personas que se pierden cada vez que precisan ir a cualquier lugar a más de cinco kilómetros de casa, y divertidos para aquellos que les gusta saber dónde quedan las cosas.

Google Earth y *Google Maps* están hechos sobre la misma base: fotos obtenidas por satélites y aviones de empresas contratadas por *Google*, que toman fotos en alta resolución de todos los lugares posibles e imaginables.

Según Marcelo *Quintella*, gerente de productos de *Google* Brasil "Muchas veces estancieros, incorporadoras y gobiernos precisan imágenes satelitales actualizadas de ciertas regiones. Si ellos piden exclusividad, la imagen resulta más cara. De lo contrario, acabará en *Maps/Earth*".

Esto significa que cuando alguien compra una imagen satelital, ella probablemente será adquirida por *Google* para componer el mosaico de imágenes que existe en el aplicativo. La gran magia de *Google* en todo el proceso es organizar toda la información y publicarla en *Earth/Maps*.

Gestão Territorial para Recursos Hídricos com Software Livre de Código Aberto

"Nuestra gran tecnología es la presentación, con el zoom y la navegación por el mundo", comenta el gerente. "Las fotos ya llegan a Google ortorrectificadas, esto es, con la orientación correcta de norte y sur, coordenadas correctas y perpendiculares al suelo, y con la corrección de la distorsión del satélite. Tenemos que costurar las imágenes distintas y generar esta fachada de todo el globo", explica.

La presentación final de *Google Earth*, claro, es diferente de la realizada para *Maps*, que asume más bien una función de servicio de búsqueda de informaciones. La actualización de las imágenes satelitales y aviones usadas en los productos es efectuada una o dos veces por año, y depende mucho de la disponibilidad de las imágenes. En el caso del estanciero que desea ver la situación de sus tierras, por ejemplo, y que no pidió exclusividad, la imagen pasa automáticamente a *Google*. Y si existe algún lugar en el cual el satélite no captura las imágenes en alta resolución, *Earth* queda desactualizado.

El trabajo de organización de esta masa de imágenes provenientes de satélites y aviones cuenta con un complemento hecho por socios de contenido como *Wikipedia* o *Panoramio*, que muestran informaciones en nuevas capas de datos en el propio mapa (y es bien visible en *Google Earth*) o por el propio usuario de los productos, que puede crear sus capas y ofrecerlas para ser descargadas de la página de *Earth*.

Sin embargo, esta diferenciación entre material producido bajo contrato y generado por el usuario está por caer. *Quintella* explica que *Google* avalúa, a largo plazo, la remoción de esta diferencia. *"Lo que importa es ofrecer siempre lo mejor al usuario final"*, concluye.

Google Earth torna fotografías aéreas de cada centímetro del planeta fácilmente disponibles para cualquiera que tenga una computadora. Algunas personas expresaron su preocupación en cuanto a este hecho, por diversos motivos.

Vea algunos números sobre *Google Earth* y *Google Maps*:

Todos los días, usuarios de los dos productos gastan cerca de 1 millón de horas

navegando a través de contenido geográfico;

Maps posee mapas detallados en más de 100 países;

Más de 20 millones de mapas fueron creados por usuarios;

Más de 150.000 páginas web activas usan la interfaz de programación - API de *Maps*;

Cerca de 10 millones de fotos de *Panoramio* (fotos de lugares) son visibles en *Maps* y en *Earth*;

Earth contó con 500 millones de activaciones hechas por usuarios y existe en 41 idiomas;

Las imágenes satelitales de *Earth* en alta resolución a menos de 1 metro cubren 30% de la superficie de la tierra y 50% de la población del mundo.

1.6 Sistema de Posicionamiento Global - GPS

Hasta poco tiempo atrás, los procesos de relevamiento de datos de campo para la adquisición de bases cartográficas se basaban en la utilización de medidas de ángulos y distancias terrestres para alcanzar sus objetivos. Una de las restricciones más severas era la necesidad de que exista visibilidad recíproca entre los puntos a ser medidos. Además de ello, los métodos clásicos casi siempre dividían las observaciones en un componente horizontal y otro vertical, acarreando discrepancia en los resultados, debido al trabajo en sistemas diferentes.

A partir de la aparición de los primeros satélites artificiales, los geodestas rápidamente descubrían las ventajas de utilizarlos como puntos espaciales geodésicos de referencia y ellos pasaron, inmediatamente, a ser utilizados en el establecimiento de redes geodésicas. El primer sistema satelital puesto a disposición del medio civil fue el sistema de satélites *TRANSIT*, disponible para tal desde 1967; y que permite la determinación de puntos con la precisión del orden de un decímetro.

Este sistema está siendo utilizado, principalmente, para la navegación, la prospección de recursos naturales y para el control de redes geodésicas. Esta situación cambió con la aparición, en 1973, del sistema *NAVSTAR / GPS- Navigation System Using Time and Ranging o Global Positioning System* -, que permite alcanzar mejores precisiones.

El sistema de posicionamiento Global – *GPS* fue proyectado y desarrollado por el Departamento de Defensa Americano. Las intenciones iniciales eran utilizarlo, principalmente, para la navegación con propósitos militares. Solamente con el descubrimiento de la gran precisión del sistema y con el aumento de la eficiencia de los receptores es que él pasó a ser también utilizado por la comunidad civil. El *GPS* se compone, actualmente, de 24 satélites, los cuales están distribuidos en 6 órbitas planas.

Cada plan posee una inclinación de 55° en relación al plano del Ecuador. Todos los satélites están a cerca de 20.200 Km. sobre la Tierra y completan una revolución entera, en torno a la Tierra, aproximadamente cada 11 horas y 58 minutos. La constelación actual de satélites *GPS* garantiza la denominada cobertura bidimensional, lo que significa que en todo instante y en cualquier lugar de la superficie terrestre, al menos cuatro satélites pueden ser observados.

1.7 Tipos, formatos y fuente de datos

En la tabla 2 se presenta una referencia en relación a fuente de datos. Se trata de un cuadro descriptivo de datos necesarios para proyectos básicos en el ámbito de las energías del biogás, así como de fuentes de instituciones que suministran estos datos en formato digital, por medio de registros y la descarga en sus sitios institucionales.

Gestão Territorial para Recursos Hídricos com Software Livre de Código Aberto

Tabla 2 - Representación de tipos de datos, formatos y fuentes de adquisición.

TIPO DE DADOS	NOME	DESCRIÇÃO	FONTE
Arquivos Shapefiles – Dados Vetoriais	Limites País	Polígonos político-administrativos, verificação de incidência de um fenômeno em um país, estado ou município	- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
	Limites Estados		- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
	Limite Municípios		- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
	Hidrografia Geral	Linhas com principais rios do País	- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - Agência Nacional de Águas - Secretaria de Meio Ambiente/Recursos Hídricos Estadual - Secretaria de Meio Ambiente/Recursos Hídricos Municipal - Órgãos competentes
	Hidrografia Detalhada	Linhas com rios em escala detalhada	- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - Agência Nacional de Águas - Secretaria de Meio Ambiente/Recursos Hídricos Estadual - Secretaria de Meio Ambiente/Recursos Hídricos Municipal - Órgãos competentes - Vetorização de rios em uma imagem de satélite
	Estradas Federais	Linhas de estradas Federais (BR)	- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - Agência Nacional de Transportes Terrestres
	Estradas Estaduais	Linhas de estradas Estaduais	- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - Agência Nacional de Transportes Terrestres
	Estradas Urbanas e Rurais	Linhas de estradas Urbanas e Rurais de um município, bacia hidrográfica ou área de interesse	- Base de Dados da COPEL para o Paraná - Compra de dados - Base de Dados Municipal - Vetorização de estradas em uma imagem de satélite
	Gasodutos Existentes	Linhas com os gasodutos existentes no país, bem como os gasodutos previstos de implantação	- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
	Gasodutos de Projeto	Linhas com os gasodutos necessários a um projeto, devem ser desenhadas ou vetorizadas com base em imagem de satélites e estradas existentes	- Vetorização com base em estradas no território analisado
	Pontos de Propriedades Rurais	Ponto de mapeamento de propriedades rurais ou propriedades de interesse	- Localização a campo - GPS - Localização em Imagens de Satélite / Google Earth
	Áreas de Interesse	Pontos, Linhas ou Polígonos de áreas de interesse que facilitem o mapeamento de propriedades. Ex: Comunidades, Igrejas, Indústrias, Cooperativas	- Localização a campo - GPS - Localização em Imagens de Satélite / Google Earth
	Planialtimétrico do Terreno	Linhas com cotas do terreno em relação ao nível do mar. São geralmente extraídas de Modelos Digitais do Terreno ou de Elevação. Podendo ser constituídas a campo	- Base de Dados da COPEL para o Paraná - Compra de dados - Derivação de Dados de MDE/MDT
	Limite de Bacias Hidrográficas	Polígonos ou linhas de delimitação de bacias hidrográficas	- Base de Dados das Otto Bacias – Agência Nacional de Águas
Arquivos Raster	Modelo Digital de Elevação – MDE	Imagem Raster com informações em cada pixel de cotas em relação ao nível do mar	- Modelo ASTER (http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/) - Modelo SRTM (http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/)
	Imagens de Satélite- Média Resolução – LANDSAT	Imagens de Satélite	- http://www.dgi.inpe.br/CDSR/
	Imagens de Satélite- Média Resolução – CBERS	Imagens de Satélite	- http://www.dgi.inpe.br/CDSR/
	Imagens de Satélite- Média Resolução – SPOT	Imagens de Satélite	- Compra de Imagens com empresa especializada
	Imagens de Satélite- Média Resolução – DIGITAL GLOBE	Imagens de Satélite	- Compra de Imagens com empresa especializada
	Imagens de Satélite - Google Earth	Utilização de imagens do Google Earth como base para projetos (sem precisão)	- Aplicativo Google Earth

Fuente: CIH, 2012

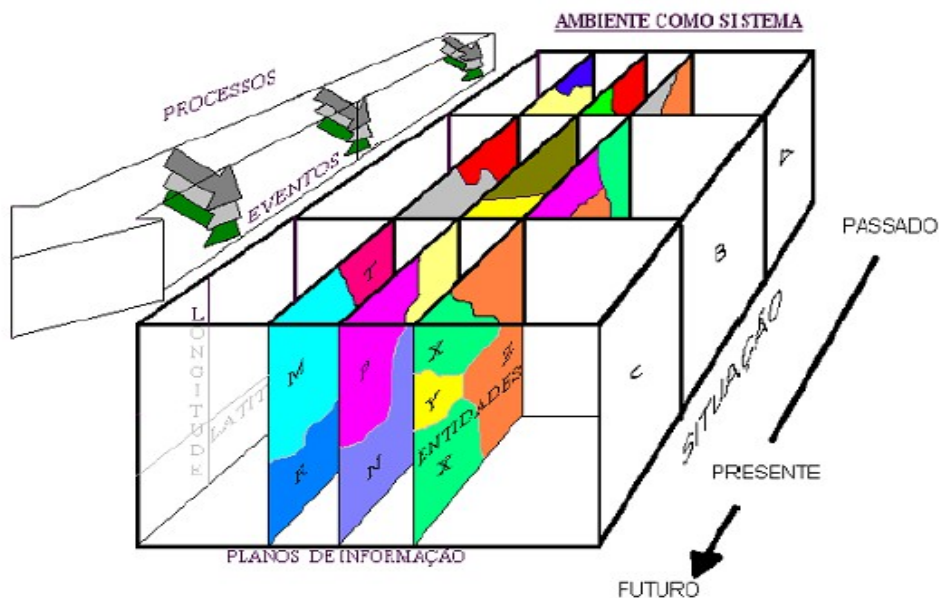
2 EL MANEJO DE DATOS GEOGRÁFICOS

2.1 Superposición de mapas

Según Ono (2005), un método eficiente para estudios ambientales es la superposición de mapas temáticos. Un mapa de calidad logra condensar diversas informaciones, en muchas situaciones y es más adecuado que tablas estadísticas, pareceres técnicos y otros productos necesarios para brindar soporte a decisiones gerenciales.

Ferraz y Vetorazzi (1998) utilizaron el método de superposición de mapas temáticos en la tentativa de asociar varios factores espaciales en un único tema. De acuerdo con Nascimento (2006) la superposición de mapas es un método tradicionalmente aplicado a los estudios de geociencias, debido a la complejidad y la dimensión de los procedimientos involucrados en estos estudios, siendo de fundamental importancia el uso del geoprocесamiento para automatizar las tareas repetitivas.

Figura 4 - Formato de superposición de mapas.



Fuente: Geoprocесamiento para análisis ambiental. LABGEO.

De acuerdo con la explicación del autor: el ambiente de la figura 94 es representado como un paralelepípedo segmentado en tres situaciones: A, B y C. Presenta

relaciones implícitas con sistemas geográficos de información, en la medida que contiene los conceptos de localización (líneas de latitud y longitud representadas en la cara izquierda de la situación C) y presenta la base de datos como compuesta por planos de información georreferenciados y relativos a cada situación ambiental.

En los planos de información están representadas las entidades que los componen. El ambiente es representado, como realmente puede ser hecho en el ámbito del geoprocusamiento, a través de una sucesión de situaciones ambientales (los cortes espacio-temporales ya referidos) que se proyectan, como subdivisiones del paralelepípedo, del pasado al presente y el futuro.

Registro de Datos Geográficos en Banco de Datos - Registro Técnico Multifinalitario.

2.2 Definiciones

LOCH et al (1984) definen el registro como un sistema de registro de un área de interés, el cual debe ser descriptivo, estandarizado, debiendo tener una base cartográfica bien definida. El segundo registro, *MELO* (1985), puede entenderse como un conjunto de conocimientos registrados de una determinada realidad, dispuestos de forma organizada y establecidos para un determinado fin.

El Registro Técnico Multifinalitario es una herramienta de gestión de gran versatilidad (*LOCH*, 1993) y que reúne características ideales para servir a programas de gestión con múltiples propósitos y con la necesidad de integración. Además de esto, se torna una herramienta versátil por posibilitar el acceso de usuarios de áreas diversas y, al mismo tiempo, la integración y el cruce de informaciones que anteriormente no podían ser integradas.

También conforme *MELO* (1985), el Registro Técnico Multifinalitario es la herramienta ideal para el planeamiento, por contener informaciones sectoriales sobre temas específicos, los cuales son interrelacionados, de modo que un solo dato tiene significado si estuviere posicionado en relación a la superficie terrestre global

del país o región. El contenido y las finalidades de los sistemas de registro se modifican durante el tiempo histórico y se diferencian de un país a otro.

Sin embargo, las necesidades actuales de gestión y de planeamiento en información verídica y actualizada sobre un determinado espacio hacen que, de una forma común, el Registro Técnico se defina como “*el registro oficial y sistemático del servicio público de un determinado territorio o jurisdicción de lotes y parcelas en forma: (a) gráfico (plano registral en la escala grande) y (b) descriptivo (número de parcela, propietario, área, uso actual, etc.)*”, utilizado como base para otros registros oficiales y particulares, así como para la recaudación de impuestos inmobiliarios y territoriales (GEODESIA-online, 2000). La definición anteriormente desglosada consta en la declaración sobre el Registro de la *Fédération Internationale des Géomètres* - FIG y es internacionalmente reconocida.

Con todas estas definiciones, es importante que se comprenda que el CTM es el registro de informaciones de una parcela o unidad, como una propiedad rural o un lote urbano, y de su localización geográfica, con aplicación para diversos fines. Estos fines van desde la cuestión legal, como la cobranza de impuestos, dependiendo de la precisión de los datos geográficos del registro, hasta cuestiones ambientales y sociales.

2.3 Finalidades y aplicaciones

De acuerdo con *ELSTNER* (1971) *apud* *LIMA & PHILIPS* (2000), el registro debe servir para múltiples fines, tales como:

- a) Base para la cobranza racional de impuestos;
- b) Garantizar la posesión de la propiedad;
- c) Base para una mejoría del registro de tierras;
- d) Reforma agraria;
- e) Base para proyectos de desarrollo: construcción de carreteras, proyectos de economía hidrográfica (riego, drenaje, plantas hidroeléctricas, aguas subterráneas,

etc.), planeamiento de nuevos poblados y el desarrollo urbano, base para la geografía regional y para el planeamiento en la remodelación de las propiedades (construcciones, calles, etc.);

f) Base para el mantenimiento actualizado de los mapas topográficos básicos y generales.

El autor *ALCÁZAR* (2007) presenta una tabla esquemática con características relacionadas con las aplicaciones del registro, demostrando cómo un registro puede tornarse multifinilar. Este esquema es presentado en la siguiente tabla.

Tabla 3 - Características y aplicaciones de registro.

INFORMACIÓN	APLICACIONES/USOS				
Representación gráfica	Cartografía multiusuario	Estimación de las bases tributables	Fiscalización inmobiliaria y territorial	Garantía de los derechos sobre el bien	Ordenamiento territorial integral
Estimación de superficies		Estudios estadísticos		Seguridad jurídica	Toma de decisiones que afecten el territorio
Valoración económica					
Título de registro					
Propietario					Registro Multifinilar
Información ambiental, social, urbanística, etc					

Fuente: *ALCÁZAR*, 2007

En la tabla es posible observar que el registro se torna multifinalitario cuando agrega informaciones ambientales, sociales y urbanísticas, entre otras. Con ello, se torna posible el ordenamiento territorial integral y la toma de decisiones que afecten el territorio. Como estas posibilidades están encuadradas en las necesidades que el planeamiento de proyectos de energías renovables y biogás tiene, se constata la importancia de la aplicación del CTM como herramienta para estos proyectos.

De esta forma, pueden ser relacionadas para un Registro funciones de tributación, de retratación de la ocupación territorial, de complemento del Sistema de Registro de Títulos, de fiscalización de la función social de la propiedad, de base para el ordenamiento del planeamiento territorial (rural y urbano) y para cuestiones ambientales. Según una definición de la FIG – Federación Internacional de Agrimensores, citada por *Erba*, se debe tener en cuenta que además de los objetivos de fiscalización y regularización de la tierra, la aplicación del CTM en las políticas de administración territorial debe tener como objetivo:

“[...] mejorar el uso de los recursos territoriales para apoyar el rápido crecimiento de la población, promover incentivos para el desarrollo, incluyendo la provisión de habitaciones e infraestructura básica, proteger el ambiente natural contra la degradación, y brindar acceso equitativo y eficiente a los beneficios económicos de la tierra y de los mercados de bienes inmuebles”.

Además de ello, cita como requisitos previos: *“brindar acceso efectivo a la información sobre la tierra, como vía esencial para identificar problemas y sus prioridades; formular e implementar políticas territoriales y planes estratégicos para resolver estos problemas; apoyar el planeamiento territorial y las actividades de desarrollo económico; e implementar un sistema equitativo y eficiente de impuestos sobre la propiedad.”*

Los objetivos citados por el FIG de *“mejorar el uso de los recursos territoriales para apoyar el rápido crecimiento de la población”* y *“promover incentivos para el desarrollo”* atiende a la aplicación del CTM propuesta en este contenido, o sea, la utilización como herramienta en la gestión de proyectos de energías renovables – biogás. Proyectos de energías renovables que estén integrados a la realidad de la

región en que están siendo implantados pueden realmente actuar para la mejoría del nivel de vida de la población, con generación de ingreso y mejoría de la condición ambiental de la región.

La multifinalidad del registro tiene como principal finalidad optimizar el uso de los recursos empleados, utilizando una misma base para varios fines. Esto también posibilita el desarrollo de una región, por reducir gastos innecesarios de dinero público o privado en acciones repetidas.

En la práctica, no siempre será posible encontrar bases comunes que sean utilizadas para diferentes fines, pero esto no puede dejar de ser un objetivo. Aunque no perfectamente, siempre es posible compartir bases e iniciar la construcción de un CTM para una región o municipio en el largo plazo. Lo importante es que el CTM sea utilizado como un concepto óptimo a ser aplicado, y que dentro de las posibilidades de cada institución exista un planeamiento para la implantación del mismo.

2.4 CTM aplicado a la gestión de los recursos hídricos

Conforme fue detallado anteriormente, el CTM recibe diferentes capas de informaciones, georreferenciadas o alfanuméricas, concernientes a los aspectos de la producción, ambientales y socioeconómicos, maximizando así sus usos potenciales. Asimismo, el CTM unifica las propiedades en una nueva dimensión, la de la cuenca hidrográfica como espacio y del agua como eslabón de ligación, con una visión implícitamente multidisciplinaria, sistémica y holística.

Al tratar sobre la propiedad, el CTM enfoca la unidad de origen de eventuales problemas y de toma de decisión relacionada con los problemas y soluciones. Al agregar estas unidades individuales en una cuenca hidrográfica, genera una unidad que facilita el planeamiento y la ejecución de actividades necesarias para la gestión sustentable del espacio físico.

Considerando que el CTM es una herramienta que puede ser utilizada para múltiples fines, a partir de este momento él será aplicado como una herramienta de auxilio a la gestión ambiental de cuencas hidrográficas, ya que administra informaciones, tales como número, tamaño y localización de los inmuebles, mapa de uso del suelo, mapa de cobertura vegetal, mapa hidrográfico, mapa de áreas degradadas y mapas de las áreas de preservación permanente, entre otras, que constituyen un programa de manejo ambiental de la cuenca. Además, como herramienta capaz de proporcionar un zoneamiento de cuencas hidrográficas que integre las diversas escalas de observación de las Unidades de Planeamiento y Manejo de un Plano de Cuenca Hidrográfica (Figura 5), el CTM refleja la situación corriente de uso del agua en la determinada cuenca hidrográfica permitiendo articular una matriz de responsabilidades en el ámbito de la gestión integrada de los recursos.

Con el auxilio del CTM, el movimiento investigativo de un territorio de cuenca se da en las siguientes direcciones:

Figura 5 - Escalas de observación de las diferentes unidades de planeamiento y manejo.



Fuente: Adaptado Roloff (2008, p. 11).

De la escala menor a la mayor: ofreciendo al investigador todas las facilidades de planeamiento proporcionadas por un Sistema de Informaciones Geográficas convencional, que redundan en la reducción de los costos de la investigación.

De la escala mayor a la menor: la obtención de informaciones reales sobre la

situación ambiental del territorio investigado, con base en los aspectos ambientales identificados en las propiedades localizadas en el territorio, pudiendo a través del “mosaicado” de las diversas situaciones/diagnósticos de las propiedades vecinas, obtener la situación del estado real en que se encuentra el territorio de la cuenca.

Al integrar y articular las informaciones del registro de usuarios de los recursos hídricos de la cuenca (Tabla 4), o sea de los propietarios a una gama de otras informaciones, son generados informes y mapas que pueden ser visitados, compartidos y utilizados por los varios niveles de responsabilidades involucrados en la gestión de la cuenca. Con esto el CTM también asume un importante papel en ambientes de crecientes conflictos sociales, en la medida en que posibilita explicitar formas de ocupación de las tierras en cuanto al uso actual y futuro en relación al planeamiento sustentable, considerando la actividad antrópica, el movimiento de las poblaciones y los aspectos legales.

Tabla 4 - Matriz de responsabilidades de las unidades de cuencas hidrográficas, definidas funcionalmente.

ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS RELACIONADOS
Edificações	
Aspectos locacionais: localização das pocilgas, aviários e leiterias	Ocupação inadequada de APP e reserva legal
Escorrimento superficial e infiltração de chuvas	Poluição de águas e solos
Uso e manejo das terras	
Terraços mal dimensionados	Voçorocas, assoreamento dos rios
Estradas mal localizadas	Trafegabilidade deficiente
Baixa cobertura do solo, compactação e sobre utilização das terras	Redução na produtividade
Erosão entre sulcos, perda de nutrientes e transporte de agrotóxicos para os rios	Eutrofização dos rios e lagos; Mortalidade dos seres aquáticos.
Sistemas e equipamentos deficientes	
Sistema hidráulico	
Sistema de alimentação	Poluição das águas e solos
Sistema de esgotamento de dejetos	
Manejo zootécnico	
Operações de manejo e tratamento	Poluição de águas e solos Proliferação de vetores Geração de maus odores
Manejo e tratamento de dejetos, mortalidades e resíduos sólidos	
Operações de manejo e tratamento	Poluição de águas e solos Proliferação de vetores Geração de maus odores

Fuente: Adaptado *Roloff* (2008, p.12)

En la definición de parcela y en la de objeto territorial, aparecen destacados el límite y la localización de la propiedad o inmueble como elementos de base para la investigación territorial a través del Registro, pero también se admite que los límites,

objetos de registros, pueden ser de entes culturales concebidos por la razón de quien interpreta un documento o los hechos materiales existentes en el territorio.

Ante la posibilidad de articular las diferentes escalas de planeamiento y manejo basadas en la realidad, el Registro permite cierta flexibilidad en términos de la exactitud de los datos geográficos en relación a las mediciones de límites de las propiedades. Aún con relevamientos realizados según criterios profesionales, pueden resultar mediciones menos exactas debido a la precariedad de las informaciones territoriales disponibles en una determinada región investigada. Con ello, el uso de receptores de GPS de menor (de navegación) es una opción aceptable para reducir los costos del relevamiento.

2.5 Estructura de sistemas basados en el CTM

Los sistemas presentados en este capítulo están relacionados con los sistemas ya desarrollados por el Centro Internacional de Hidroinformática - CIH, en el cual utiliza este concepto de modo aplicado, considerando la integración de tecnologías para el registro, la manipulación e interpretación de datos diversos, como es ejemplificado en el diagrama esquemático abajo:

Figura 6 - Diagrama estructural CTM.



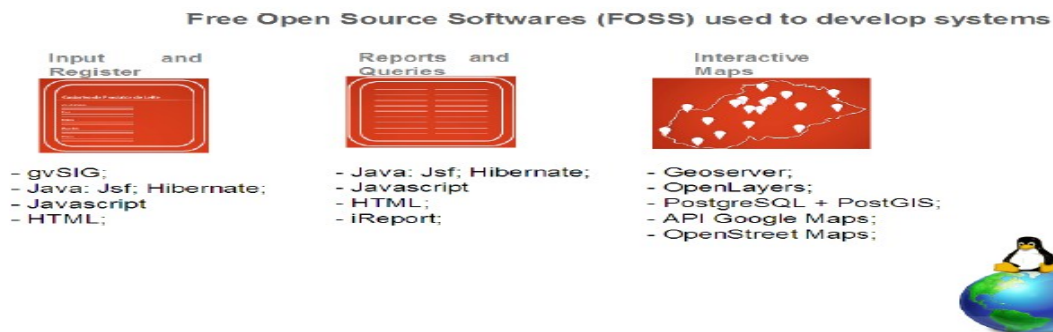
Fuente: Bley, Cícero 2006

El diagrama demuestra los procesos definidos del CTM, estandarizados en:

- Datos de entrada;
- Tecnología de información;
- Salidas en formas de informes y mapas;

Es importante resaltar que las tecnologías utilizadas en el desarrollo de los sistemas basados en el CTM representados en este curso, son todos *Softwares Libres*, y por tanto sin costo de adquisición, la figura abajo presenta el nombre de las tecnologías para cada módulo del sistema, dividido en: Registro; Consultas e Informes y Visualización Geográfica:]

Figura 7 - *Softwares Libres* utilizados en el desarrollo de los sistemas CTM.



Fuente: CIH, 2012.

3 EJEMPLOS DE SISTEMAS BASADOS EN CTM

3.1 Sistema de Monitoreo Participativo de Ríos

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar una metodología de evaluación integrada de la calidad del agua de ríos utilizando bioindicadores (macroinvertebrados bentónicos). En él, el agua de los ríos es monitoreada por personas de las microcuencas y de los municipios que se suman voluntariamente al proyecto con el fin de diagnosticar la calidad del agua de aquel río.

Para ello, el proyecto cuenta con una herramienta de tecnología de la información – Sistema de Monitoreo Participativo de Ríos – que posibilita el registro de los datos de monitoreo de ríos generados por las comunidades participantes y la libre visualización geográfica, apoyando la motivación de las personas para la mejoría de la condición ambiental de la región.

Figura 8 - Sistema de Monitoreo Participativo de Ríos.



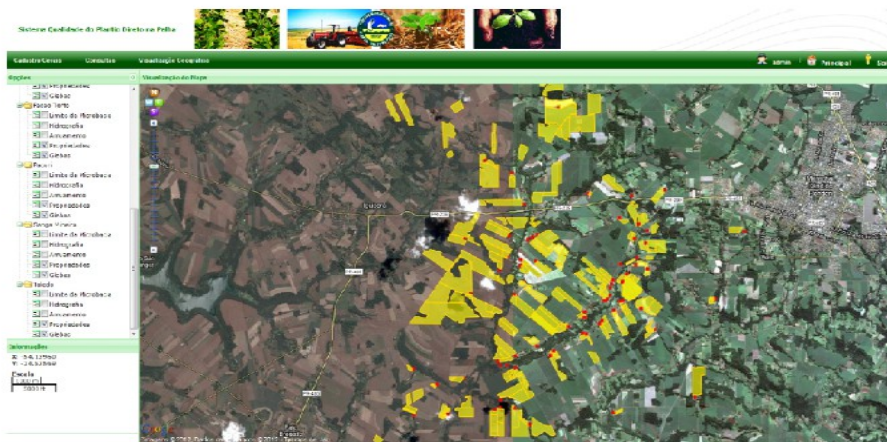
Fuente: CIH, 2012.

3.2 Sistema de Calidad del Plantío Directo en la Paja -SQPDP

El proyecto Sistema de Calidad del Plantío Directo en la Paja constituye una tecnología que permite la gestión de la calidad del plantío directo en la paja, una técnica de conservación de suelos. Este sistema posibilita el registro, el cálculo de indicadores y la visualización geográfica de informaciones y parámetros de las propiedades, clasificándolas en relación a la calidad del plantío directo practicado.

La posibilidad de visualizar los datos de manera geográfica presenta una nueva forma de identificar la calidad del plantío directo en la paja en un espacio geográfico.

Figura 9 - Sistema de Evaluación de la Calidad del Plantío Directo en la Paja.



Fuente: CIH, 2012.

3.3 Sistema de Informaciones Georreferenciadas de Energías Renovables - SIGER

El proyecto Sistema de Informaciones de Energías Renovables para América Latina y el Caribe es una tecnología que permite ampliar la base de informaciones energéticas de la Organización Latinoamericana del Desarrollo Energético - OLADE referente a los países de América Latina y el Caribe. El sistema proporciona la visualización de estas informaciones de cada país, georreferenciada por medio de mapas interactivos.

Figura 10 - Sistema de Informaciones Georreferenciadas de Energías Renovables.

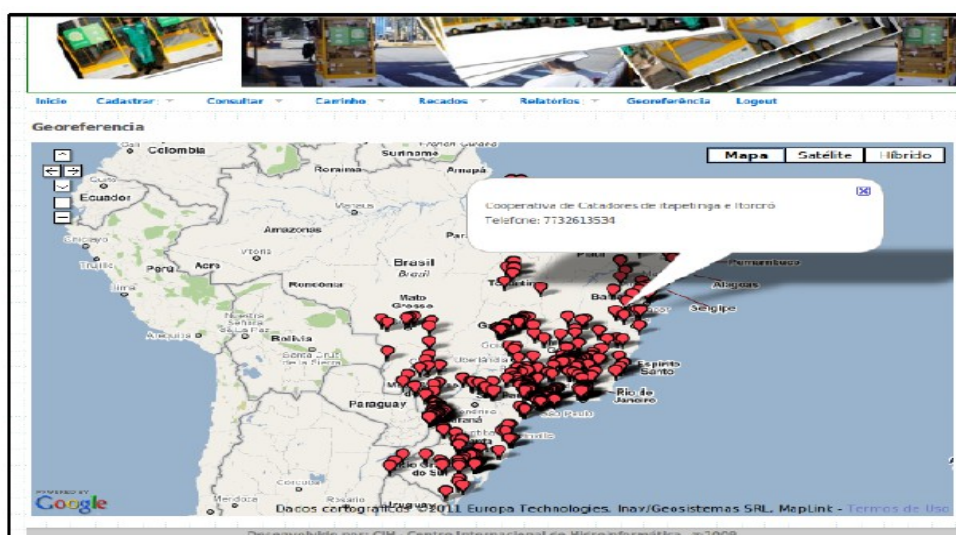


Fuente: CIH, 2012.

3.4 Sistema Registro Nacional de Recolectores de Materiales Reciclables - CNCMR

El proyecto Sistema de Registro Nacional de Recolectores de Materiales Reciclables es una tecnología que posibilita el registro de las organizaciones del Movimiento Nacional de los Recolectores de Materiales Reciclables - MNCR, sus comisiones, comités y bases de recolección, sus recolectores y carritos eléctricos utilizados para la recolección. El sistema cuenta además con una herramienta de visualización geográfica de la localización de las bases, lo que permite perfeccionar el proceso de recolección y la organización del movimiento.

Figura 11: Sistema de Registro Nacional de los Recolectores de Materiales Reciclables.



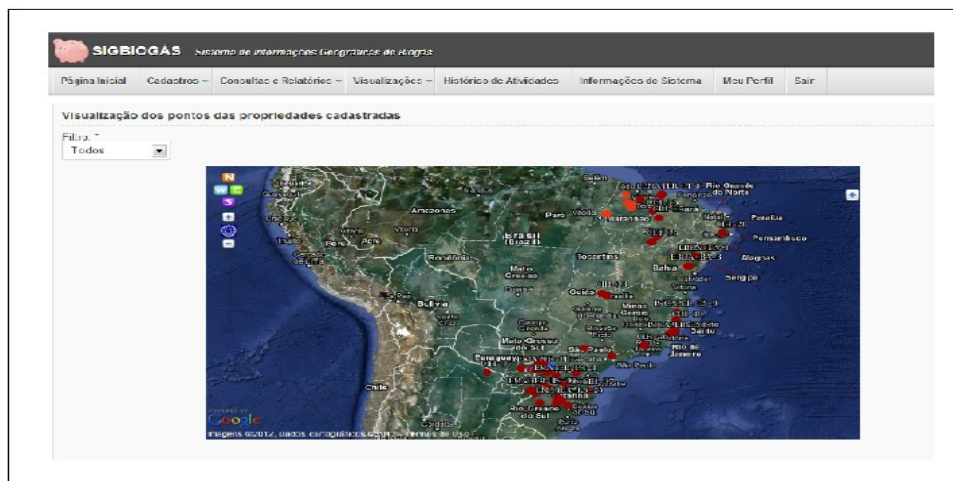
Fuente: CIH, 2012.

3.5 Sistema de Informaciones Geográficas del Biogás

El Sistema de Informaciones Geográficas del Biogás es una tecnología que permite el registro y la localización de propiedades rurales con el objetivo de analizar el potencial de generación del biogás a partir de los desechos de la producción de porcinos y vacunos de leche. Además de esto, permite la consulta de los datos registrados por medio de mapas e informes, posibilitando el planeamiento de

proyectos de utilización del biogás para la generación de energía.

Figura 12: Sistema de Informaciones Geográficas del Biogás.

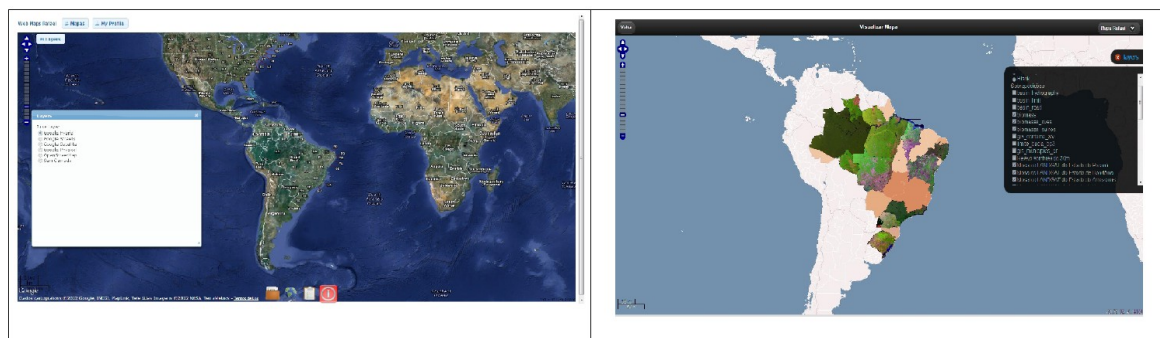


Fuente: CIH, 2012.

3.6 Sistema Gestor de Base de Datos Geográficos (WEB MAPS)

El proyecto *WEB MAPS* es una tecnología que posibilita la visualización geográfica de informaciones de diversas fuentes, considerando interfaz web con varias escalas de análisis. Este sistema tiene por objeto posibilitar la localización de diversas informaciones por medio de mapas interactivos, integrando datos de diferentes servidores y presentando todos los datos de manera conjunta. El usuario puede crear su propio mapa, con datos de otros servidores, (EMBRAPA, ANA, MMA, NASA, entre otros) y compartir el mapa con otros usuarios.

Figura 13 - Sistema Integrado de Base de Datos Geográficos.



Fuente: CIH, 2012.