

# Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental

Semestre 02

## **Sistemas de Informações Geográficas**

Autoria  
Vânia Soares de Carvalho  
Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa

Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
CEFET-PE

CEAD - Coordenação de Tecnologias Educacionais e Educação a Distância

2008

## Governo Federal

### **Presidente da República**

Luiz Inácio Lula da Silva

### **Ministro da Educação**

Fernando Haddad

### **Secretaria de Educação a Distância**

### **SEED**

Carlos Eduardo Bielschowsky

## CEFET-PE

## Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

### **Diretor Geral**

Sérgio Gaudêncio Portela de Melo

### **Direção de Ensino**

Maria Tereza Duarte Dutra

## Coordenação de Tecnologias Educacionais e Educação a Distância

### **Coordenação Geral**

Maria das Graças Costa Nery da Silva

### **Coordenação Suplente**

Joseana Maria Cardoso de Oliveira

### **Coordenação do Curso**

José Severino Bento

### **Coordenação Tutoria**

Ana Paula Silva da Silveira

### **Coordenação Pedagógica**

Iracema da Costa Pimentel

### **Revisão Lingüística**

Fátima Suassuna

### **Projeto Gráfico e**

### **Editoração Eletrônica**

Eliana Virgínia Vieira de Melo

Carlos José das Chagas Moura

### **Bolsistas - Diagramação**

Giselle Tereza Cunha de Araújo

Leila Priscila Nunes da Silva

Natan Lemos V. Kawashima

### **Bolsistas - Ilustração**

Diogo Ferreira Soares

Elton Flor da Silva

Luziana Maria Mandú



# Apresentação

O objetivo deste material instrucional é apresentar uma visão geral dos Sistemas de Informações Geográficas- SIG, de forma a despertar o interesse para o uso desta ferramenta como instrumento de trabalho para gestores ambientais.

Ele está dividido em doze capítulos-aula. A primeira parte, ou as seis primeiras aulas são compostas por conteúdos teóricos, onde são abordados conceitos básicos de Cartografia e temas ligados diretamente aos Sistemas de Informações Geográficas- SIG, como definição, histórico, objetivo, elementos que compõem um SIG, recursos necessários para sua implantação, tipos de dados utilizados, topologia e ligação entre banco de dados. Por fim na segunda parte, ou seis últimas aulas são apresentadas algumas aplicações, compreendendo atividades práticas com a utilização do software de domínio público chamado TerraView.

Vânia Soares de Carvalho  
Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa







# Sumário

Aula 01 .....	07	>>>
Aula 02 .....	17	>>>
Aula 03 .....	27	>>>
Aula 04 .....	39	>>>
Aula 05 .....	51	>>>
Aula 06 .....	63	>>>
Aula 07 .....	73	>>>
Aula 08 .....	83	>>>
Aula 09 .....	95	>>>
Aula 10 .....	105	>>>
Aula 11 .....	119	>>>
Aula 12 .....	131	>>>







# Conceitos Cartográficos para SIG

Compreender e utilizar mapas requer o conhecimento de alguns conceitos básicos de cartografia, como, por exemplo, escala, elipsóide, geóide, Datum, sistemas de coordenadas e sistema de projeções, de forma a garantir que as interpretações e as representações gráficas sejam fiéis à realidade geográfica.

As feições do mundo real (naturais ou artificiais) podem ser representadas graficamente em mapas analógicos ou digitais. Os mapas são chamados de analógicos, quando essas representações gráficas são expressas em papel e são chamadas de digitais quando são expressas de forma binária, capazes de serem utilizadas por computadores. Os mapas analógicos podem ser convertidos para digitais, ou seja, para formato raster ou matricial, como veremos no decorrer da disciplina.

## Escala

A escala é um artifício matemático para transformar distâncias reais da superfície da Terra em distâncias compatíveis com o tamanho de um determinado mapa. Em mapas, a escala indica quantas vezes a medida no seu tamanho real deve ser diminuída para que consiga ser representada numa folha de papel.

A escala é uma informação que deve estar presente em qualquer mapa e pode ser gráfica ou numérica. A escala numérica indica, no denominador, um número pelo qual deve ser multiplicada uma medida feita no mapa em papel para se obter quanto ela equivale na mesma unidade em tamanho real (Figura 1). A escala gráfica é a representação gráfica de várias distâncias do terreno sobre uma linha reta graduada, permitindo as transformações das distâncias gráficas em distâncias reais sem necessidade de cálculos (Figura 2).

$$1:25.000 \text{ ou } \frac{1}{25.000}$$

Figura 1. Escala numérica



Figura 2. Escala gráfica

Um dos mapas mais antigos conhecido foi confeccionado em argila cozida e encontrado nas ruínas da cidade de Gar-Sur (próxima ao atual Iraque). Provavelmente representa o rio Eufrates e montanhas adjacentes.



Mapa Babilônico (3.800 a 2.500 AC). Fonte: Oliveira, 1993

Em relação à escala, a seguinte fórmula é usada:

$$E=1/M = d/D$$

Onde:

M = módulo da escala

D = distância real

d = distância gráfica.

Quanto menor o denominador, maior a escala :

$$1:1.000 > 1:25.000$$

A escala 1:50.000 significa que uma unidade no mapa corresponde a 50.000 unidades no terreno, ou 1 cm no mapa corresponde a 50.000 cm (sempre na mesma unidade) no terreno.

Lembrando que a escala é adimensional, ou seja, não tem uma unidade de medida. Sendo assim, numa escala 1:50.000 ou 1/50.000, lê-se:

Escala de 1 para 50.000 e pronto! Sem unidades!!

### ERRO GRÁFICO (EG)

Ex. escala 1:25.000

$$EG = 25.000 \times 0,2 \text{ mm} = 5.000 \text{ mm} = 5 \text{ m}$$

isto significa que feições abaixo de 5m não podem ser visualizadas em escalas menores que 1:25.000.

Mapas em escalas grandes representam pequenas áreas da superfície terrestre, mas com informações detalhadas, permitindo que pequenas feições sejam visualizadas. Levantamentos detalhados (1:25.000) e plantas cadastrais (1:5.000) são considerados escalas grandes.

Mapas em escalas pequenas permitem a representação de extensas áreas, mas com menor nível de detalhamento, como, por exemplo, 1:250.000, 1:500.000, 1:5.000.000.

### Escalas para análises geográficas

Escala	Aplicações
até 1:25.000 (grande)	Plantas cadastrais (mapeamento urbano)
de 1:25.000 até 1:250.000 (média)	Cartas topográficas (cobertura vegetal)
menores que 1:250.000 (pequena)	Mapas e cartas gerais

Comparando duas escalas, por exemplo, a escala 1:100.000 com a escala 1:1.000.000 (fig.3 b e d), tem-se o seguinte: a escala 1:100.000 é maior que a escala 1:1.000.000, pois 1 dividido por 100.000 (0,00001) é maior que 1 dividido por 1.000.000 (0,000001).

Isto quer dizer que o nível de detalhamento representado do mapa na escala de 1:100.000 é maior que no mapa de 1:1.000.000 e, consequentemente, menor será a área de abrangência levantada neste mapa.

No mapa na escala de 1:1.000.000, o nível de detalhamento representado é menor, mas a área de abrangência levantada é maior.

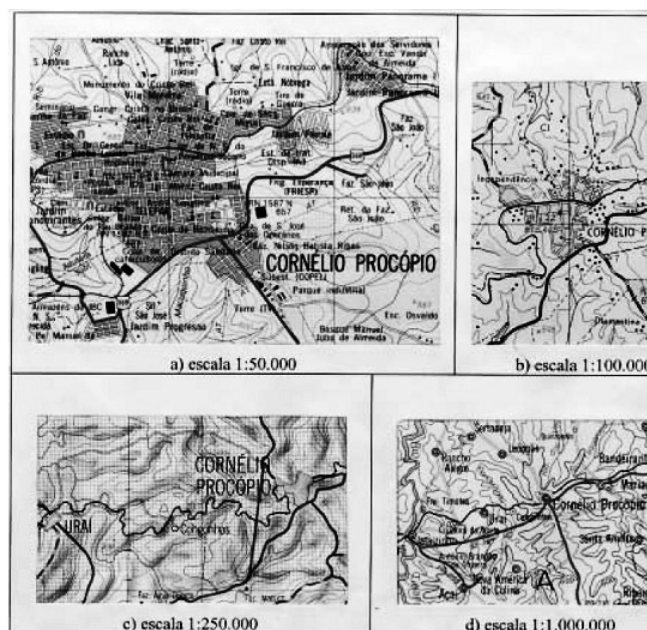


Figura 3. (a,b,c,d) Mesma localidade representada em escalas diferentes (Fonte: IBGE (1998))

Outro conceito importante ligado à escala é o de erro gráfico. Este representa o componente final de todos os erros cometidos durante o processo de construção de um mapa (erros de campo, de aerotriangulação, restituição, gravação e impressão). A precisão gráfica perceptível ao olho humano é de 0,2 mm e caracteriza o erro gráfico vinculado à escala de representação (Carvalho *et al.*, 2000).

## Forma da Terra

Sabe-se que a Terra não é perfeitamente redonda, apresentando a forma de um elipsóide irregular que recebe o nome de **geóide** (Figura 4). Este é definido como sendo o prolongamento do nível médio dos mares, supostamente em repouso, através dos continentes. É considerada a forma verdadeira da Terra.

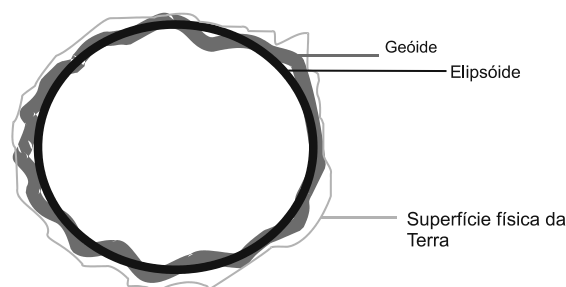


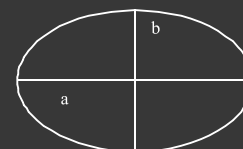
Figura 4. Representações da superfície de estudo da Terra

Como o geóide é uma superfície irregular, torna-se difícil realizar medições e levantamentos a partir do mesmo. Criou-se, então, uma superfície matematicamente bem definida, chamada elipsóide de revolução, de forma a facilitar os cálculos sobre o geóide (Figura 5).



Figura 5. Detalhe das representações da superfície terrestre

Como o geóide não é uniforme, cada país busca um elipsóide que tenha uma melhor correlação com o geóide da sua área. No Brasil, em 1979, foi adotado o **sistema SAD-69** (South American Datum-69) cujo elipsóide de referência é o da UGGI 67 (União Geodésica e Geofísica Internacional de 1967), com **Datum planimétrico ou horizontal em Chuá** (MG). Atualmente, esse sistema de referência está em processo de modificação, e, segundo o IBGE, a transição deverá ocorrer até 2014 para o novo sistema, o SIRGAS2000.

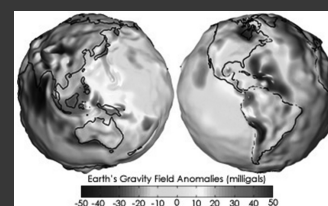


Elipsóide de revolução

onde :

a = semi-eixo maior

b = semi-eixo menor



Ondulação Geoidal

(imagem da GRACE - Gravity Recovery And Climate Experiment – da NASA).

Para áreas de até 50 km<sup>2</sup>, a diferença entre o elipsóide e o geóide não é perceptível, o que permite assumir a Terra como esférica em alguns casos.

No Brasil, até 1977, era utilizado o elipsóide de Hayford, com o datum planimétrico de Córrego Alegre (MG). Atualmente é utilizado o SAD 69, cujo datum planimétrico é o de Chuá (MG).

Antes de utilizar um mapa, é importante verificar com qual datum ele foi confeccionado, e efetuar as devidas transformações através de rotinas computacionais, pois a incompatibilidade de documentos com data diferentes pode gerar erros de até 80 metros, podendo comprometer um trabalho a depender dos objetivos e da escala em uso.

O sistema de referência utilizado internacionalmente pelo GPS é o WGS 84. Caso queira-se trabalhar com o elipsóide local, deve-se configurá-lo, por exemplo, para o SAD69.

Você sabia que a altitude dada pelo GPS é a altura elipsoidal? Para se obter a altura verdadeira ou ortométrica ( $H$ ), deve-se corrigi-la em função da ondulação do geóide do local.

Isto pode ser obtido colocando-se o GPS num ponto de altitude ( $H$ ) conhecida, ou seja, um ponto com RN (referência de nível) conhecido.

Esses pontos foram determinados através de nivelamentos geométricos feitos pelo serviço de cartografia do exército e pelo IBGE e estão disponíveis para uso público.



Referência de Nível (RN)

Datum é um ponto ou um plano de referência para os levantamentos verticais e horizontais. O datum planimétrico é o ponto numa região de melhor coincidência do elipsóide com o geóide.

O referencial altimétrico, ou **datum vertical** é estabelecido em relação ao nível médio dos mares e o Brasil utiliza o da baía de Imbituba, em Santa Catarina.

Outros conceitos importantes são em relação às altitudes ortométrica, elipsoidal e ondulação geoidal (Figura 6).

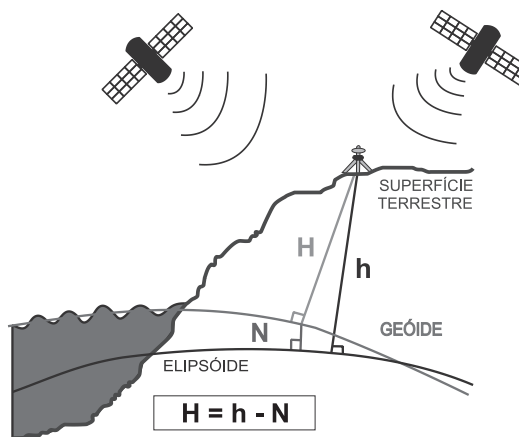


Figura 6. Esquema da altitude ortométrica, elipsoidal e ondulação geoidal (adaptado de Ferreira, 2007)

A altitude elipsoidal ( $h$ ) é a medida entre a superfície terrestre e o elipsóide. A ondulação geoidal ( $N$ ) é a medida do elipsóide ao geóide, e a altitude ortométrica ( $H$ ) ou real é a diferença entre  $h$  e  $N$ .

## Projeções Cartográficas

As projeções cartográficas são utilizadas para a representação da superfície terrestre num plano. Isto acarreta deformações lineares, angulares e superficiais, de forma isolada ou conjuntamente. Por isso, todo mapa apresenta distorções que dependem da natureza do sistema de projeção. A escolha por determinado tipo de projeção depende do objetivo do mapa, de forma a minimizar estas distorções e preservar características importantes ao estudo.

Existem diversas classificações para os sistemas de projeção. As mais utilizadas classificam-se quanto à superfície utilizada para desenvolvimento da esfera num plano e quanto às propriedades geométricas conservadas (Carvalho *et al.*, 2000). Quanto à superfície utilizada para desenvolvimento, classificam-se os grupos das projeções azimutais ou planas, as cônicas e as cilíndricas (fig.7).



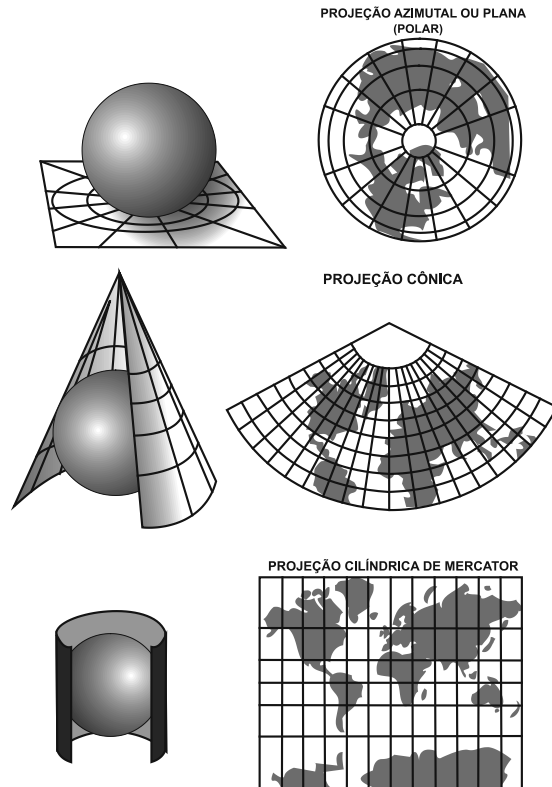


Figura 7. Classificação das projeções quanto à superfície de desenvolvimento

Quanto às propriedades geométricas, classificam-se em equivalentes, conformes e eqüidistantes.

As projeções **equivalentes** não deformam as áreas dentro de certos limites de extensão. São de interesse para a cartografia temática.

As projeções **conformes** ou ortomórficas não deformam ângulos e a forma de pequenas áreas. Um exemplo deste tipo de projeção é a Universal Transversa de Mercator ou UTM.

As projeções **eqüidistantes** não apresentam deformações lineares em uma ou algumas direções. São pouco utilizadas, pois não é interessante um mapa apresentar distâncias corretas em apenas uma direção.

## Sistema de Coordenadas

Através dos sistemas de coordenadas, é possível definir a posição de qualquer ponto sobre a superfície terrestre. Os sistemas mais empregados são o das coordenadas geográficas ou terrestres e o das coordenadas planas ou cartesianas.

Segundo Carvalho et al (2000), o Brasil utiliza o seguinte padrão de projeções:

- mapeamento sistemático:

1:25.000 a 1:250.000 – UTM

1:500.000 a 1:1.000.000 –  
Conforme Lambert

1:5.000.000 – Policônica  
MC = -54°

- Cartas náuticas - Mercator

Georreferenciar um ponto no espaço significa conhecer sua posição em relação a um sistema de coordenadas qualquer.

A rede geográfica divide a Terra de forma imaginária em planos horizontais, chamados paralelos, e planos verticais, chamados meridianos (Figura 8).

No caso dos paralelos, o plano central é o Equador, que separa os hemisférios norte e sul e é considerado a origem para a contagem das latitudes, ou seja, latitude zero. A latitude varia de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  N (norte, latitudes positivas) e de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  S (sul, latitudes negativas). O Brasil situa-se abaixo do Equador, logo, apresenta latitudes negativas, que podem ser representadas por um sinal negativo ou pela latitude seguida da letra S (Ex.:  $40^\circ$ S ou  $-40^\circ$ ).

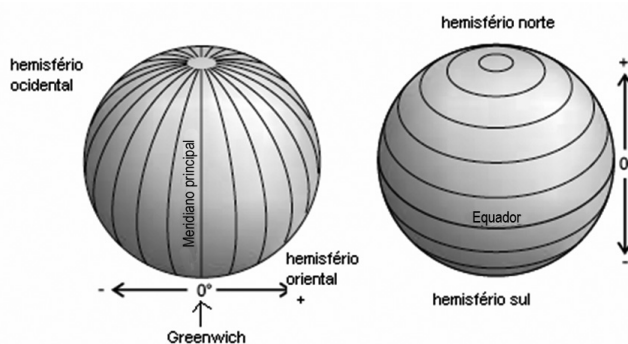


Figura 8. Meridianos e paralelos.

No caso dos meridianos, cada semicírculo vai de um pólo a outro, e seu complemento é chamado de antimeridiano. O meridiano inicial foi convençãoado em Greenwich, na Inglaterra, onde a longitude é zero e divide a Terra em hemisfério oriental e ocidental. A longitude varia de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  E (leste, longitudes positivas) e de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  W (oeste, longitudes negativas), por exemplo  $60^\circ$ W ou  $-60^\circ$ .

No sistema de coordenadas geográficas, a posição de um ponto é definida por um par de coordenadas (longitude e latitude). A longitude é a distância angular entre o ponto e o meridiano  $0^\circ$  (Greenwich), tendo como vértice o centro da Terra, e a latitude é a distância angular entre o ponto e o equador, tendo como vértice o centro da Terra (Figura 9).

O Brasil situa-se a oeste de Greenwich, portanto, possui longitudes negativas.



Meridiano de  
Greenwich

Fonte: wikipédia, 2008

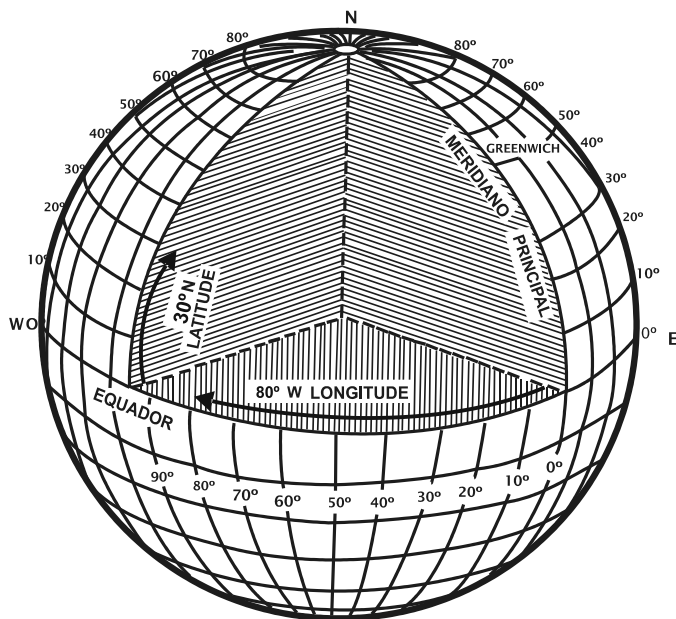


Figura 9. Latitude( $\phi$ ) e Longitude( $\lambda$ )

O sistema de coordenadas planas é baseado em um par de eixos perpendiculares em que a intersecção dos eixos representa a origem para a localização de qualquer ponto sobre o plano. A posição de um ponto é definida por um par de coordenadas ( $x,y$ ) que representa a projeção do ponto sobre os eixos. A medida no eixo horizontal está associada à longitude e a medida no eixo vertical, à latitude, o que torna possível, através de transformações matemáticas, a conversão entre os sistemas de coordenadas.

## Sistema de Coordenadas UTM - Universal Transversa de Mercator

Esse sistema possui a propriedade de conformidade, ou seja, mantém os ângulos e as formas, além da facilidade de medição das distâncias. Em 1955, foi adotado no Brasil para o mapeamento sistemático do país.

Nesse sistema, a Terra é dividida em 60 fusos de  $6^\circ$  de longitude, numerados a partir do antimeridiano de Greenwich ( $180^\circ$ ), seguindo para leste. Tem como limites as latitudes  $84^\circ\text{N}$  e  $80^\circ\text{S}$ , pois as deformações se acentuam muito próximo aos pólos. Cada fuso é dividido ao meio por um meridiano central, cujo valor é igual ao do limite inferior do fuso mais 3 graus.

A origem para a contagem das coordenadas se dá no cruzamento do Equador com o meridiano central de cada fuso (Fig.10) e é idêntica em todos os fusos, por isso é importante conhecer-se a numeração do fuso.



A nomenclatura adotada para as coordenadas UTM é um par de coordenadas E e N, onde N é utilizada para coordenadas norte-sul e equivale à latitude e E, para coordenadas leste-oeste, equivalendo à longitude.

O fuso é calculado através da seguinte equação:

$$\text{FUSO} = \text{Int} ((180 \pm \lambda)/6) + 1$$

Onde: int = n° inteiro

$\lambda$  = longitude (No Brasil, sempre negativa, pois está à esquerda de Greenwich)

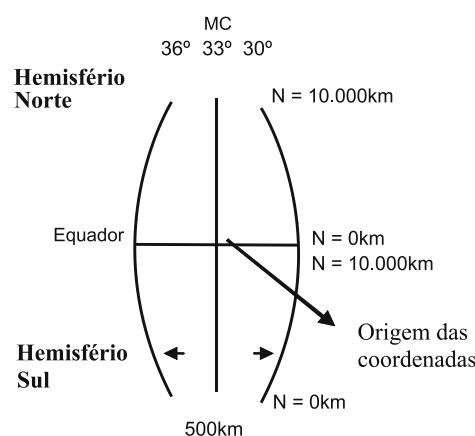


Figura 10. Contagem das coordenadas UTM

Deseja-se saber em qual fuso se encontra um ponto de longitude 46°W ?

Utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{FUSO} = \text{Int} ((180 \pm \lambda)/6) + 1$$

Procedendo-se aos devidos cálculos, tem-se:

$$\text{Fuso} = \text{Int} ((180 - 46)/6) + 1$$

$$\text{Fuso} = \text{Int}(22,33) + 1 = 22 + 1$$

$$\text{Fuso} = 23.$$

## Bibliografia Consultada

BARROS, G. L. .M. (1993). Navegar é fácil. Editora Edições Marítimas, RJ, 92p.

CARVALHO, M. S. (Coord.), PINA, M. F., SANTOS, S. M.. (2000). Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde. 1. ed. Brasília: OPAS/Ministério da Saúde. v.1. 124 p.

FERREIRA, M.E. (2007). Geoprocessamento e GPS. (LAPIG)/UFG. XIII Encontro de Biologia- Enbio(mini-curso). Goiás.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (1998). Noções Básicas de Cartografia. Rio de Janeiro. 127p.

OLIVEIRA, C. (1993). Dicionário cartográfico, 4ª ed. Rio de Janeiro, IBGE.

WIKIPÉDIA. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Latitude> acesso em 14/02/2008.





# Bases Cartográficas para SIG

Como veremos nas próximas aulas, os SIG trabalham com dados espaciais e não espaciais. Os dados espaciais caracterizam-se, principalmente, pelo atributo da localização geográfica. Esse atributo é obtido a partir das bases cartográficas.

A obtenção dessas bases envolve a coleta e seleção dos dados, a escolha da escala em função dos objetivos do trabalho e a adoção de um sistema de projeção e de referência adequados ao estudo.

Através dos SIG, os mapas, hoje, são importantes instrumentos de análise espacial em diversas áreas de interesse. Muitos desses mapas encontram-se ainda em formato analógico, sendo necessária sua conversão para o formato digital, quando, então, segundo Carvalho *et al.* (2000), devem ser observados os seguintes aspectos:

- » Precisão: a conversão para o formato digital aumenta as imprecisões existentes no mapa original. Um erro de 1 mm, na digitalização de um mapa na escala de 1: 100.000, implica num erro de 100 m, quando esta base é utilizada na escala de 1:10.000.
- » Atualização: deve-se avaliar a relação custo benefício no caso de mapas desatualizados, pois sua atualização envolve, além da questão financeira, o tempo.
- » Estabilidade: mapas em papel ou outros meios instáveis podem apresentar, com o tempo, distorções que influenciam no posicionamento das feições sobre os mesmos.
- » Manutenção: a conversão para o formato digital pode ser comprometida caso os mapas apresentem sujeiras, manchas, dobras ou marcas.

A obtenção de dados para SIG é um processo oneroso e que demanda tempo, por isso, deve ser verificada a possibilidade de uso das bases cartográficas já existentes.

A representação cartográfica pode ser feita por imagem (mosaico, fotocarta, ortofoto carta, ortofotomapa, foto-índice, carta imagem) e por traço (planta, carta e mapa).

De acordo com o IBGE(1998), o mosaico representa um conjunto de fotos de uma área, recortadas e montadas, de forma a parecer uma única foto. A fotocarta é um mosaico com correções nas fotos e tratamento planimétrico.

A ortofotocarta é uma fotografia aérea retificada, ou seja, fotografia em que se corrigem os erros, devido às variações do avião e às distorções do relevo. Apresenta curvas de nível, legenda, coordenadas e toponímia. Nas ortofotocartas, podem ser efetuadas medidas diretamente sobre as fotografias, como se fossem um mapa, já que as distorções presentes foram corrigidas. O ortofotomapa é o conjunto de várias ortofotocartas adjacentes de uma região.

Foto-índice é a montagem por superposição das fotografias, em geral em escala reduzida. Carta imagem é a imagem com coordenadas conhecidas, referenciada a partir de pontos identificáveis.

## Plantas

A planta é uma representação sobre um plano dos detalhes naturais e artificiais de uma porção restrita da superfície terrestre, em escala grande (Figura 1). Nessa representação, a curvatura da terra é desconsiderada. A escala grande permite identificar melhor os detalhes.

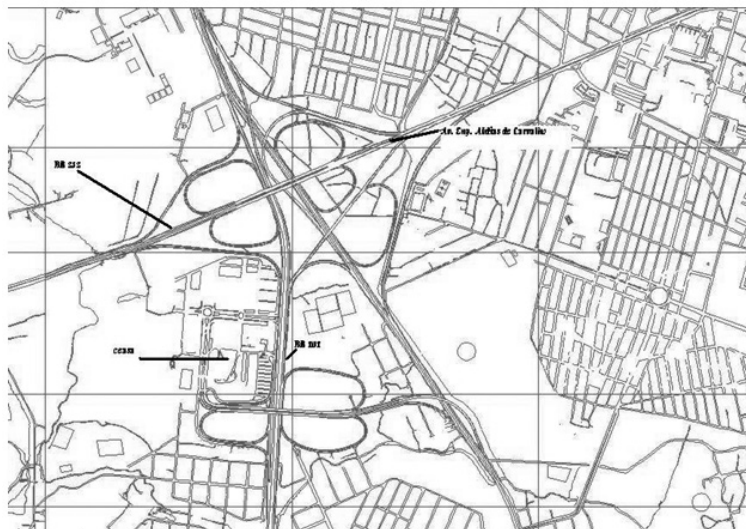


Figura 1. Parte da planta da cidade do Recife na escala 1:1000 (Unibase)

## Mapas

Mapa é uma representação no plano dos detalhes naturais e artificiais de uma porção da superfície terrestre, normalmente em escala pequena, delimitada por elementos físicos e político-administrativos, destinado a diversos fins, como temáticos, culturais ou ilustrativos.



Figura 2. Mapa político-administrativo da cidade de São José dos Campos, SP (Fonte: IGC, 2008)



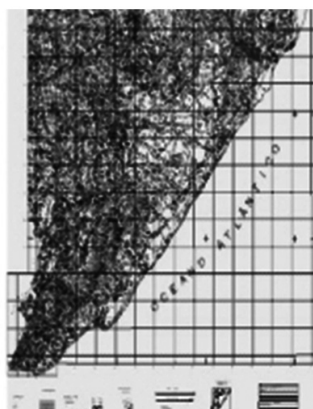
## Cartas

A carta é a representação no plano dos detalhes naturais e artificiais de uma porção da superfície terrestre, em escala média ou grande, destinada à localização precisa, às medições de direção, distâncias e áreas (Fig.3)

As cartas são documentos cartográficos mais detalhados que os mapas e de caráter geográfico mais científico (Timbó, 2001). Atendem a diversos fins, por exemplo:

As cartas planialtimétricas contêm informações dos acidentes naturais, artificiais e possibilitam a determinação das altitudes, pois apresentam as curvas hipsométricas ou curvas de nível.

As cartas cadastrais apresentam os limites, os usos e o parcelamento das propriedades. As cartas aeronáuticas apresentam as características de relevo, hidrografia, culturas, como também informações de navegação aérea. As cartas náuticas representam o relevo subaquático ou a batimetria, além de detalhes da faixa costeira, rios, canais e lagoas navegáveis. As cartas corográficas representam a descrição geográfica de um local (país, região, município). As cartas geográficas representam, de forma geral, os detalhes planialtimétricos, sem oferecer precisão (Silva, 2003).



**Carta  
Topográfica  
Digital**

Figura 3. Carta topográfica digital (Fonte: IBGE, 2008)



Mapa da região metropolitana do Recife.

## Carta do Mundo ao Milionésimo

A carta internacional do mundo ao milionésimo (CIM) representa a terra na projeção conforme Lambert, num esquema de articulações em escala de 1:1.000.000, abrangendo áreas de 4° de latitude por 6° de longitude, faixas que correspondem à divisão da terra em coordenadas UTM. A abrangência nacional da CIM correspondente ao território brasileiro totaliza 46 cartas.

Contém 60 fusos, numerados a partir do fuso 180°W-174°W de oeste para leste, cortados pelo Equador, a partir do qual são divididos em 21 zonas (nomeadas de A a Z), de 4° de latitude para o norte e para o sul (Fig.4).

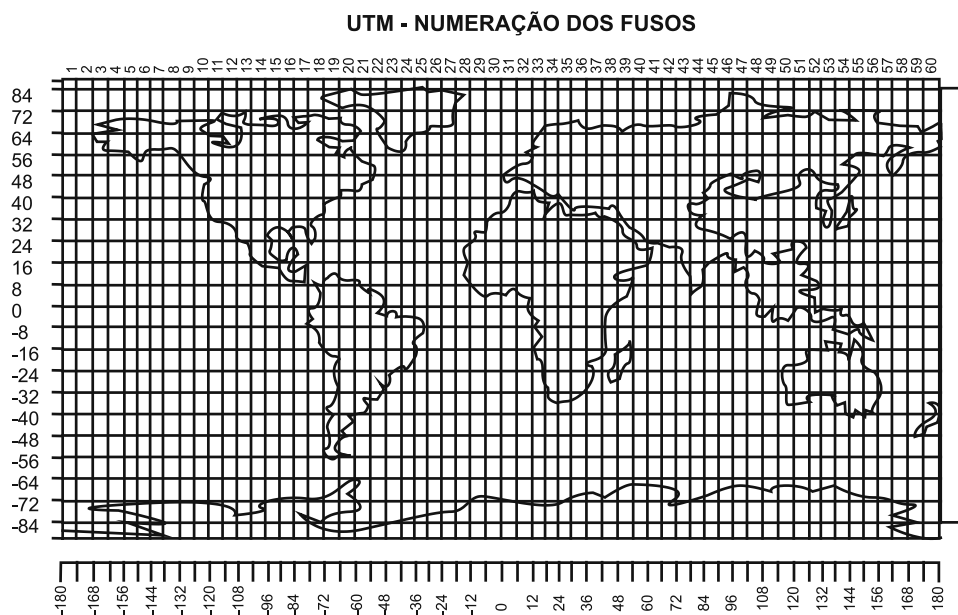


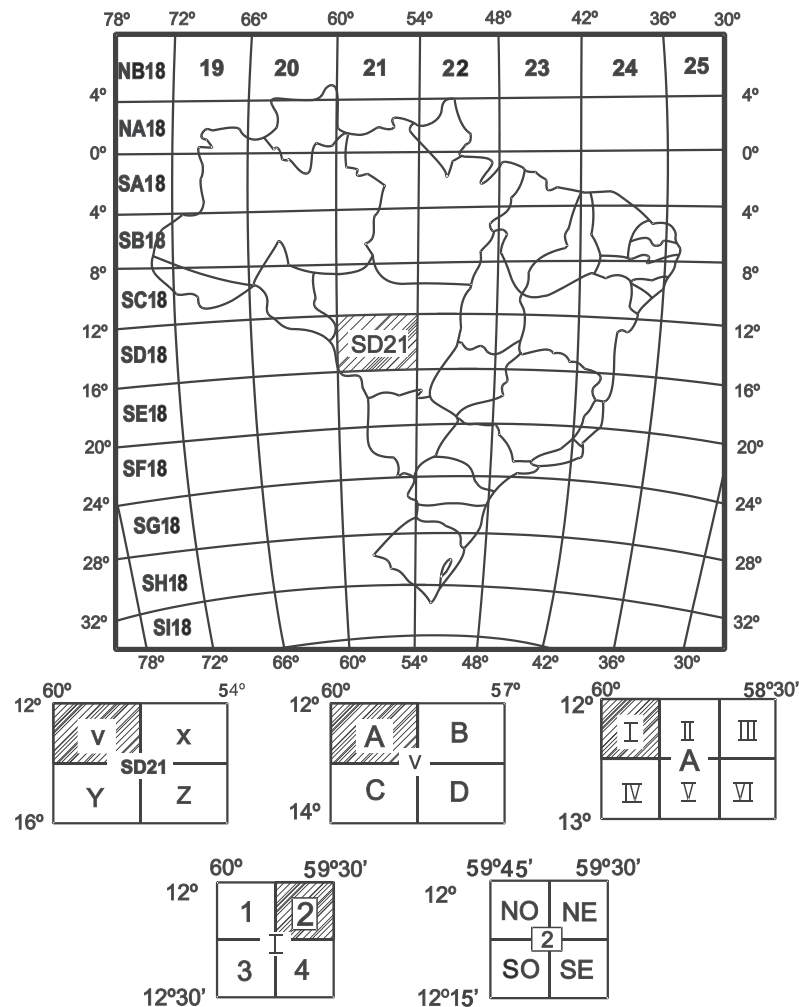
Figura 4. Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo

## Desdobramento das Folhas

No mapeamento sistemático, o desdobramento das folhas de 1:1000.000 em escalas maiores se dá até a escala de 1:25.000, da seguinte forma:

- a) Folha de 1:1.000.000 (4° por 6°) divide-se em 4 folhas de 1:500.000 (cada quadrante com as letras V, X, Y e Z).
- b) Folha de 1:500.000 (2° por 3°) divide-se em 4 folhas de 1:250.000 (cada quadrante com as letras A, B, C e D).
- c) Folha de 1:250.000 (1° por 1° 30') divide-se em 6 folhas de 1:100.000 (cada quadrante numerado com I, II, III, IV, V e VI).
- d) Folha de 1:100.000 (30' por 30') divide-se em 4 folhas de 1:50.000 (cada quadrante numerado com 1, 2, 3, 4).
- e) Folha de 1:50.000 (15' por 15') divide-se em 4 folhas de 1:25.000 (cada quadrante nomeado com NO, NE, SO, SE).

Para escalas maiores que 1:25.000 ainda não existem normas que regulamentem a nomenclatura nacional, entretanto alguns órgãos produtores de cartas adotam seu próprio sistema de articulação de folhas, o que dificulta a interligação de documentos de fontes diferentes (IBGE,1998). A figura 5 mostra o esquema da nomenclatura descrita acima.



de Folhas	ESCALA	NOMENCLATURA	MAPA ÍNDICE	Long.	Lat..
1	1: 1000.000	SD 21	29	6°	4°
4	1: 500.000	SD 21 - V	_____	3°	2°
4	1: 250.000	SD 21 - V - A	337	1° 30'	1°
6	1: 100.000	SD 21 - V - A - I	1862	30'	30'
4	1: 50.000	SD 21 - V - A - I - 2	1862 / 2	15'	15'
4	1: 25.000	SD 21 - V - A - I - 2 - SE	1862 / 2 - SE	7' 30'''	7' 30'''

Figura 5. Nomenclatura das cartas do mapeamento sistemático *Fonte: IBGE, 1998*

A nomenclatura na escala de 1:1000.000 da folha SD-21 da figura 5 significa que:

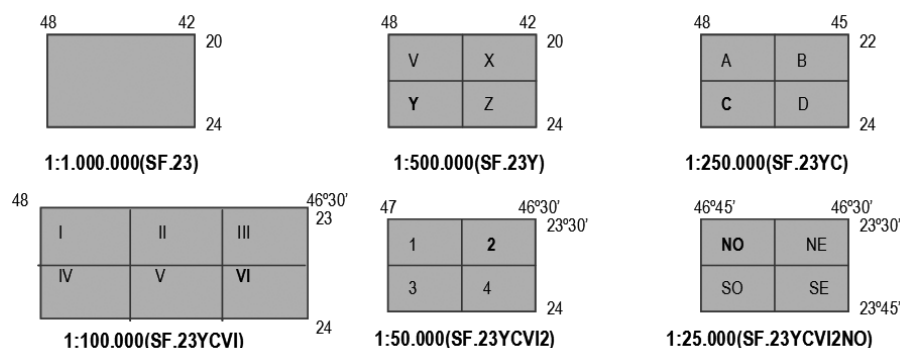
- » S = ela está no hemisfério sul;
- » D = está na zona entre 12° e 16° de latitude, ou na quarta zona abaixo do Equador;
- » 21 = fuso localizado entre as coordenadas 54° W e 60°W de longitude.

O conhecimento da nomenclatura auxilia na identificação da posição da área, em estudo, sobre a superfície terrestre e da escala em que a mesma está representada.

Vamos demonstrar um exemplo de articulação sistemática de mapas nacionais, supondo as seguintes coordenadas: Latitude ( $\varphi$ )= 23°35'00" S ; Longitude ( $\lambda$ ) =46°40'20" W

Como vimos na atividade 1, FUSO =  $\text{Int} ((180 \pm \lambda)/6) + 1$

Fuso=  $\text{Int} [(180-46)/6] + 1 = 23$



O Brasil está entre os fusos 18 e 25, abrangendo 8 fusos, com longitudes entre 30° W e 78°W (Figura 6). Municípios inclusos dentro de 2 fusos podem gerar problemas na localização exata de feições ou de sobreposição de mapas. Nesse caso, deve-se usar o bom senso para verificar se as informações podem ser transportadas para um só fuso ou se vai ser necessário trabalhar partes do mapa num fuso e, parte no outro. Um exemplo é Pernambuco, que está contido em 2 fusos, o 24 e o 25.

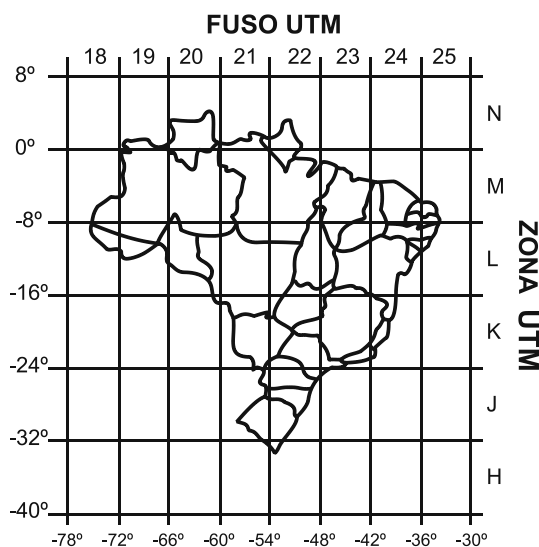


Figura 6. Fusos do Brasil

Conhecendo-se alguns conceitos de cartografia básica, é possível obter várias informações a partir de uma carta topográfica, como altitudes, coordenadas UTM, distâncias, direções, declividades, áreas, identificar divisores de águas, vales, delimitar bacias hidrográficas, etc. Atualmente, através da cartografia digital, utilizando-se softwares de geoprocessamento, é possível obter estas e outras informações de forma rápida e eficiente.

Para ilustrar um exemplo, vamos determinar as coordenadas UTM do ponto marcado em vermelho, na carta da Figura 7. Para acharmos a coordenada N, devemos identificar o valor da linha horizontal da quadrícula UTM imediatamente abaixo ( $N=9200000\text{m}$ ) ou acima ( $N=9204000\text{m}$ ) do ponto; medir com um escalímetro a distância entre essa linha e o ponto; transformar a distância gráfica em real, através da multiplicação pelo módulo da escala ( $100.000$ ); somar os dois valores, se escolhida a linha inferior ao ponto na quadrícula UTM, ou subtrair, caso tenha sido escolhida a linha superior ao ponto (caso do exemplo).

Para achar a coordenada E, devemos identificar o valor da linha vertical da quadrícula UTM imediatamente à esquerda ( $E=732000\text{ m}$ ) ou à direita ( $E=736000\text{ m}$ ) do ponto; medir com um escalímetro a distância entre essa linha e o ponto; transformar a distância gráfica em real, através da multiplicação pelo módulo da escala; somar os dois valores, se escolhida a linha à esquerda do ponto na quadrícula UTM (caso do exemplo), ou subtrair, caso tenha sido escolhida a linha à direita do ponto.

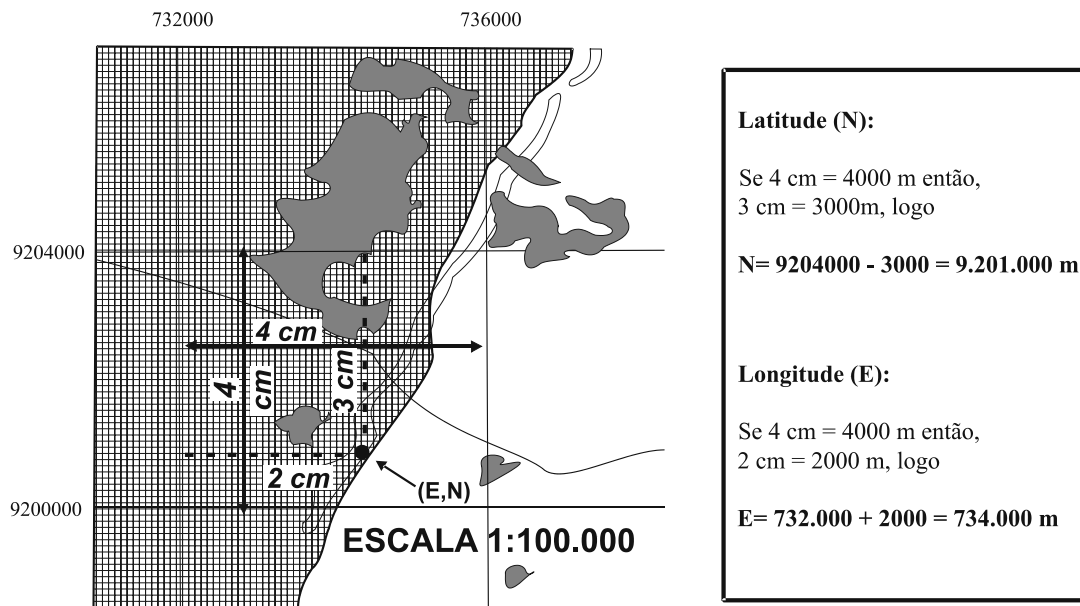


Figura 7. Carta topográfica.

Para obter comprimentos, basta medir o trecho desejado e multiplicar pelo módulo da escala. Pode-se, também, medir o trecho com um compasso ou régua e transportá-lo para cima da escala gráfica da carta e obter o comprimento, sem necessidade de cálculos.

A distância entre dois pontos, também, pode ser medida dessa forma ou através das coordenadas UTM, a partir da fórmula:

$$D = \sqrt{(E_2 - E_1)^2 + (N_2 - N_1)^2}$$

## Bibliografia Consultada

CARVALHO, M. S. (Coord.), PINA, M. F., SANTOS, S. M.. (2000). Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde. 1. ed. Brasília: OPAS/Ministério da Saúde. v.1.124 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (1998). Noções Básicas de Cartografia. Rio de Janeiro. 127p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2008). Disponível em <http://www.ibge.com.br/home/geociencias/cartogramas/ctd.html>, acesso em 28/02/2008.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC). 2008. Disponível em <http://www.igc.sp.gov.br/mapasRas.htm#spaulo>, acesso em 27/02/2008.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS. IPP. (1999). Disponível em [http://portalgeo.rio.rj.gov.br/ortofotos/ortof\\_new.htm](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/ortofotos/ortof_new.htm), acesso em 27/02/2008.

SILVA, A. B. (2003). Sistemas de Informações Georeferenciadas: Conceitos e Fundamentos. Campinas, SP. Editora Unicamp. 238 p.

TIMBÓ, M. A. (2001). Elementos de cartografia. Apostilha do curso de cartografia. UFMG







# Obtenção e Atualização de Dados Cartográficos Digitais para SIG

De acordo com Carvalho *et al* (2000), existem várias formas para obtenção e atualização das bases cartográficas. Entre elas, estão: levantamento de campo tradicional ou com GPS, sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens orbitais) e digitalização dos dados existentes em formato analógico.

O trabalho de campo é importante tanto na identificação de elementos nas áreas acrescidas, como para solucionar problemas de interpretação. Atualmente, tem-se utilizado bastante o GPS (Global Positioning System) nos levantamentos de campo, diminuindo o tempo de coleta de dados gasto neste processo.

29

## O sistema de Posicionamento Global (GPS)

O estudo da navegação por sinais de rádio emitidos por satélites teve origem em 1957, na Rússia, com o lançamento do satélite Sputnik 1.

Mais tarde, foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa americano o sistema de posicionamento global – NAVSTAR – GPS (Navigation System with Time and Ranging - Global Positioning System), inicialmente criado para uso militar e liberado para uso civil na década de 80, com restrições de precisão até 100 m. Em 2000, essas restrições, representadas pela degradação dos sinais emitidos pelos satélites, foram removidas e a precisão aumentou para aproximadamente 10 m, chegando a precisões subcentimétricas, dependendo do equipamento utilizado.

O sistema GPS consiste na rádio-navegação baseada em satélites para determinação do posicionamento contínuo de um alvo. A posição precisa do alvo é obtida mediante a medição de pseudo-distâncias do ponto até, pelo menos, 4 satélites. Essas pseudo-distâncias são calculadas em função do tempo em que o sinal de rádio, emitido pelo satélite, leva para chegar ao ponto. Conhecendo-se as coordenadas dos satélites num sistema de referência apropriado, é possível determinar as coordenadas da antena do usuário no mesmo sistema de referência (Fig.1).

Cada satélite pesa em torno de 1000 kg e tem 8 metros de comprimento, quando os painéis solares estão estendidos. São equipados com relógios atômicos de alta precisão e possuem uma vida útil, aproximadamente, de 10 anos. Transmitem ondas de rádio em duas frequências: frequência civil e frequência militar.

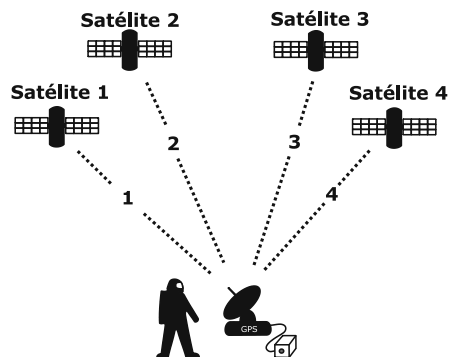


Figura 1. Princípio básico de funcionamento do GPS.

O funcionamento do GPS é baseado em três componentes: os segmentos espacial, de controle e receptor (Fig.2).

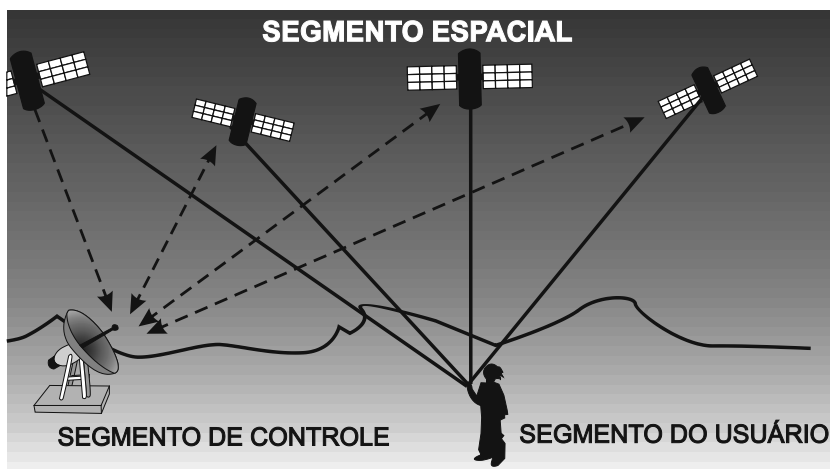


Figura 2. Segmentos do sistema GPS

O **segmento espacial** diz respeito à configuração e funcionamento dos satélites. Nesse segmento, são gerados e transmitidos os sinais GPS (códigos, portadoras e mensagens de navegação) (Fig.3).

São atualmente 24 satélites que se encontram a cerca de 20.000 km da Terra, em órbita circular com 6 planos orbitais ( cada um com 4 satélites) e inclinação de  $55^\circ$  em relação ao Equador. Possuem período orbital de 12 horas siderais, fazendo com que a posição de cada satélite se repita a cada dia, 4 minutos antes que a do dia anterior. Essa configuração permite que sempre estejam visíveis, no mínimo, 4 satélites, a qualquer hora e em qualquer lugar do planeta.



Receptor GPS  
Fonte: Trimble (2008).



Receptor GPS  
Fonte: Trimble (2008).

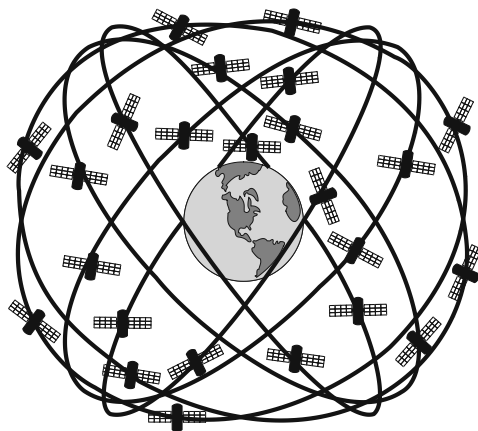


Figura 3. Segmento espacial

O **segmento de controle** diz respeito às estações que controlam e monitoram o segmento espacial, corrigindo órbitas e atualizando mensagens de navegação enviadas pelos satélites.

O **segmento receptor** representa os usuários do sistema e é composto pelos receptores GPS.

## Sinais dos satélites

Os satélites transmitem dois sinais de rádio, as portadoras L1 e L2.

- » L1 - na frequência 1,57 Giga Hertz, com onda de 19 cm;
- » L2 - na frequência 1,23 Giga Hertz, com onda de 24 cm.

Por segurança, essas portadoras são moduladas por códigos binários:

- » L1 - com dois ruídos pseudo randômicos, o código P e o C/A;
- » L2 - é modulada apenas com o código P

O código P pode ser encriptado para fins militares, sendo conhecido como código Y.

A maioria dos receptores para uso civil usam o código C/A.

Alguns erros na posição obtida pelo GPS, como os provocados pelos relógios dos satélites, ou decorrentes da refração ionosférica ou atmosférica, podem ser corrigidos através da técnica de correção diferencial, onde são usados, no mínimo, dois receptores. Um deles é colocado numa posição conhecida – posição base – e o(s) outro(s) na posição que se quer determinar – posição remota. Com os dados da posição conhecida, é possível determinar os erros contidos nos dados da(s) posição(ões) remotas, que são corrigidos. Essa correção pode ser feita em tempo real ou processada posteriormente.

Em Pernambuco, há uma RIBaC em Recife (UFPE) e outra em Petrolina (INCRA).



RIBaC da UFPE  
Fonte: INCRA(2008)

De acordo com Carvalho *et al* (2000), existem, atualmente, instituições, como IBGE, universidades, INCRA, que mantêm antenas de GPS fixas em locais de coordenadas conhecidas, capturando dados ininterruptamente (Fig.4). Essas estações desempenham o papel do ponto de coordenadas conhecidas, eliminando a necessidade de outro receptor em um ponto que, muitas vezes, oferece grandes dificuldades de acesso. A antena de uma dessas estações abrange uma área de até 500 km de raio, e algumas instituições disponibilizam esses dados, gratuitamente, pela internet.

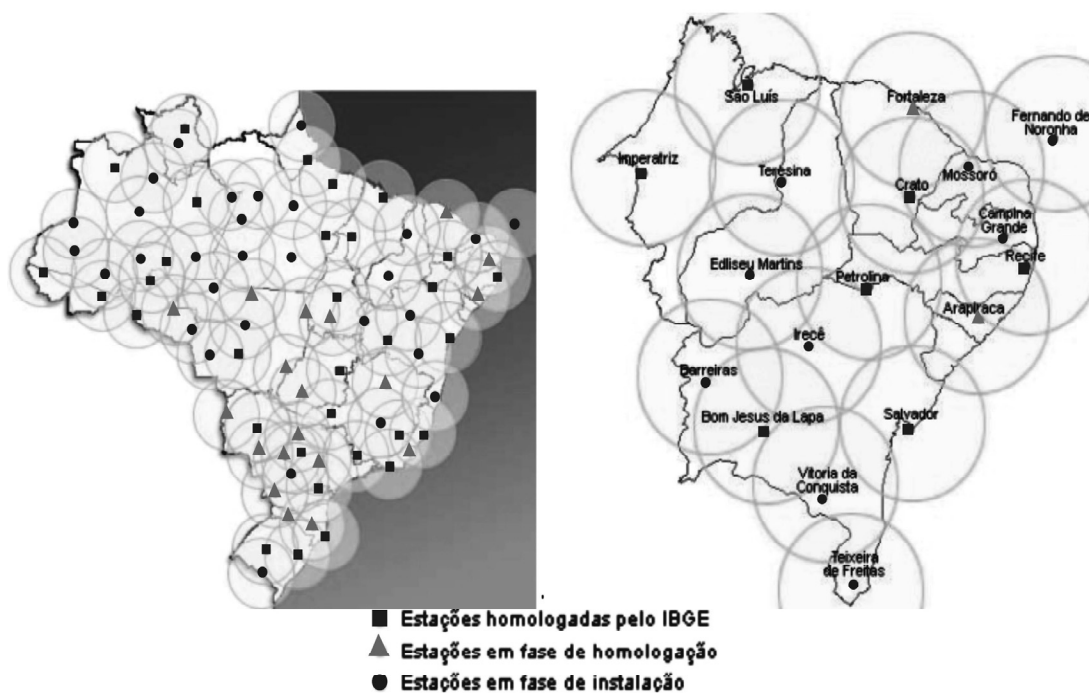


Figura 4. Rede Incra de bases comunitárias do GPS (RiBaC) (Fonte:INCRA,2008).

## Limitações

A recepção dos sinais pode ser prejudicada em função do alinhamento dos satélites (geometria) Fig.5, ou em função de locais que não possibilitem a recepção de, no mínimo, 4 satélites (grutas, cavernas, ambientes fechados, áreas com muitos edifícios, etc).

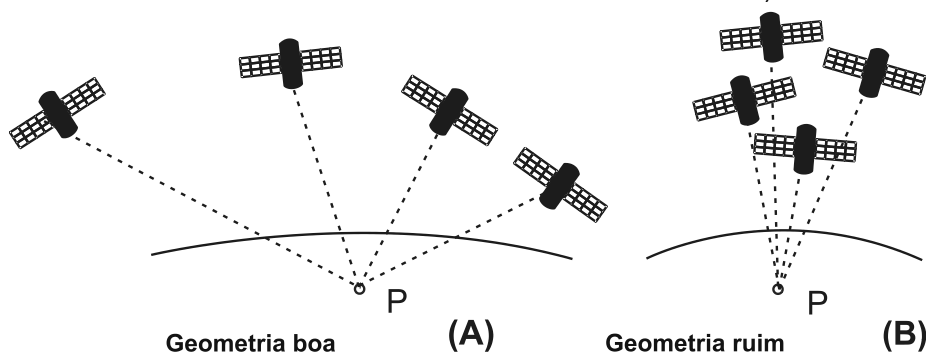


Figura 5. Geometria dos satélites: (a) boa (b) ruim).

## Aplicações

O levantamento das posições com GPS é utilizado, hoje, para diversos fins: navegação (marítima, aérea e terrestre), levantamentos geodésicos, agricultura de precisão, monitoramento de veículos, topografia e cadastro, GIS, demarcação de unidades de conservação, mapeamento da fauna, plano de manejo, mapeamento de recursos hídricos, demarcação de terras, etc.

## Sensoriamento Remoto (SR)

É a tecnologia que permite a obtenção de informações sobre objetos da superfície terrestre sem contato físico com os mesmos, através de sensores remotos orbitais (a bordo de satélites) ou não orbitais (câmeras fotográficas), que são levadas a bordo de aviões.

Tem como princípio a radiação eletromagnética, através da qual a informação é transmitida do objeto ao sensor. Qualquer material sobre a superfície terrestre tem a capacidade de absorver, emitir e refletir radiação eletromagnética. Devido às diferentes composições químicas e/ou propriedades físicas, diferentes alvos, como tipos de solo, água, tipos de vegetação, etc., respondem, de maneira própria e diferente, à radiação eletromagnética, caracterizando assinaturas espectrais que servem para identificá-los.

## O espectro eletromagnético e o sistema de sensores

O espectro eletromagnético é a distribuição da intensidade da radiação eletromagnética com relação ao seu comprimento de onda ou frequência. Como essa radiação se propaga à velocidade da luz, quanto menor seu comprimento de onda, maior sua frequência. A principal fonte de energia eletromagnética para os sensores é a energia solar.

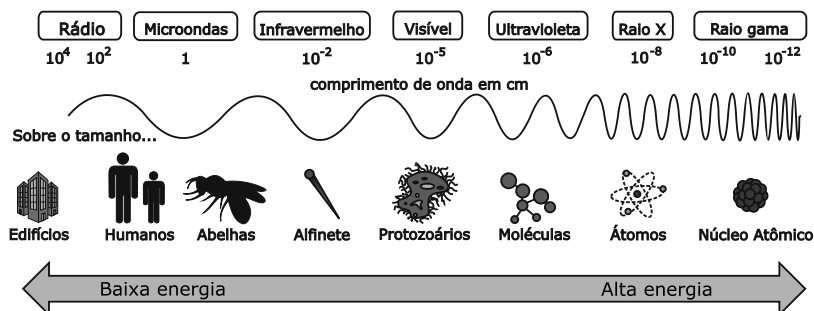


Figura 6. Esquema do espectro eletromagnético.

Fonte: [http://www.spitzer.caltech.edu/EPO/cosmic\\_classroom/cosmic\\_reference/emspec.html](http://www.spitzer.caltech.edu/EPO/cosmic_classroom/cosmic_reference/emspec.html). Acesso: 15/03/2008.

### VOCÊ SABIA?

Os satélites utilizados como sensores remotos são diferentes dos satélites do GPS.



Satélite CBERS  
Fonte: INPE(2008).



Lançamento do CBERS 2,  
em 21/10/2003.  
Fonte: INPE(2008).

O sistema de aquisição de informações via sensoriamento remoto envolve os sistemas sensores, que são equipamentos que focam e registram a radiação eletromagnética advinda do objeto, os sistemas de processamento de dados que convertem os dados brutos em informação, e os sistemas de análise que integram as informações obtidas por SR com outros tipos de informações.

O sistema de aquisição de informações via sensoriamento remoto envolve os sistemas sensores, que são equipamentos que focam e registram a radiação eletromagnética advinda do objeto, os sistemas de processamento de dados que convertem os dados brutos em informação, e os sistemas de análise que integram as informações obtidas por SR com outros tipos de informações.

Quando os sensores produzem sua própria energia, como, por exemplo, os radares, são chamados de ativos. Quando detectam a radiação solar refletida ou emitida pelos objetos da superfície, são chamados de passivos.

No site <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/texto/satelite.html> (16/03/08), podem ser vistos os principais satélites do mundo e suas características.

## Estrutura das imagens

As imagens obtidas por sensoriamento remoto são resultantes do processo de rastreamento ou escaneamento da superfície terrestre, originando uma imagem digital tipo matriz, com x linhas e y colunas, formando células ou pixels. Para um mesmo sensor, cada pixel representa uma área na superfície da terra com as mesmas dimensões, bem como um nível de cinza que indica o nível de energia eletromagnética medida pelo sensor.

De acordo com Crosta (1992), a resolução das imagens é classificada em:

A **resolução espacial** diz respeito à capacidade do sensor em “enxergar” objetos na superfície da terra. Quanto menor o objeto visto, maior a resolução espacial.

A **resolução espectral** é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura dos seus intervalos, maior a resolução espectral. Uma foto em preto e branco representa apenas uma banda espectral. A mesma foto colorida representa a visualização do objeto em três bandas espectrais (vermelha, azul e verde) que, superpostas, mostram o objeto em cores.

A resolução radiométrica é representada pelos níveis de cinza, coletados pelo sensor, para expressar os objetos. Quanto maior o número de níveis de cinza, maior a resolução radiométrica (fig.7).



Figura 7. (7a) resolução radiométrica de 1 bit ( 2 níveis de cinza);  
7(b) resolução radiométrica de 5 bits (32 níveis de cinza)

A **resolução temporal** diz respeito à repetição da observação do sensor numa mesma área da superfície terrestre, ou seja, de quanto em quanto tempo, ele passa imageando a mesma área.

No site <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/texto/sensor.html> (16/03/2008), podem ser vistos os principais sensores utilizados no mundo e suas respectivas resoluções.

## Aerofotogrametria

É o método ou técnica de sensoriamento remoto não orbital, que gera fotografias aéreas através das quais é possível a confecção de mapas com componentes planimétricos e altimétricos. É não orbital, porque os sensores utilizados não estão a bordo de satélites, mas de câmaras fotográficas. A área é coberta através de voo fotogramétrico, em faixas superpostas longitudinalmente e transversalmente, de forma a gerar modelos estereoscópicos obtidos pela superposição de duas fotos consecutivas.

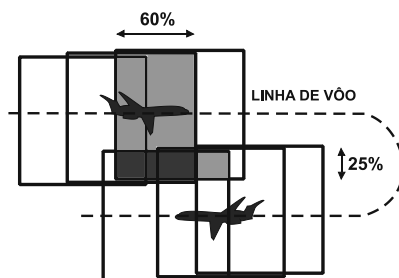


Figura 8. Recobrimento longitudinal e transversal às linhas de voo.

A restituição é a técnica utilizada para elaborar mapas a partir de fotografias aéreas e levantamentos de controle, transformando a imagem em arquivos vetoriais representativos, através de equipamentos chamados restituidores (Fig.9).



Figura 9. Arquivo de restituição

## Aplicações

As imagens de sensoriamento remoto são uma valiosa fonte de dados, praticamente, em todas as áreas, entretanto, na área ambiental, torna-se essencial em função de possibilitar o estudo da variabilidade espacial dos fenômenos, como, por exemplo: mapeamento do uso atual das terras, caracterização da vegetação, monitoramento de queimadas, zoneamento agro-ecológico, apoio à gestão de bacias hidrográficas, caracterização de habitats faunísticos, etc.

## Digitalização

Para se trabalhar com dados cartográficos nos softwares de SIG, é necessário que os mesmos estejam em formato digital. Isso pode ser obtido através da digitalização manual ou automática (rasterização).

A digitalização manual é feita através de mesas digitalizadoras e restituidores digitais , no caso de fotografias aéreas.A digitalização automática é feita através de scanners.

A escolha por um dos métodos leva em consideração fatores como a fonte de dados disponível, o tempo, o custo e os objetivos do trabalho.

O método da digitalização é demorado, pois significa redesenhar o mapa. É uma atividade que requer cuidados, principalmente, no fechamento de polígonos. Após a digitalização, é necessário um trabalho de edição e correção de erros que, geralmente, ocorrem nesta etapa.



## Bibliografia Consultada

CARVALHO, Marília Sa (Org.) ; PINA, Maria de Fátima de (Org.) ; SANTOS, Simone Maria dos (Org.) . (2000). Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde. 1. ed. Brasília: OPS/Ministério da Saúde. v.1.124 p.

CROSTA, A.P (1992). Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Unicamp, Campinas, SP. 165p.

HASENACK, H., CORDEIRO, J. L. P., WAZLAWIK, W. GPS, Orientação e noções de Cartografia. Curso de extensão. Notas de Aula. LABGEO. UFRS.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. (2008) <http://ribac.incra.gov.br/ribac/> Acesso: 17/03/2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. (2008) <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> Acesso: 15/03/2008.

TRIMBLE (2008). [http://www.santiagoecintra.com.br/scripts/lista\\_produto.asp?id={E95613E6-5699-11D4-B1E2-0050DABFB147}&tipo=2](http://www.santiagoecintra.com.br/scripts/lista_produto.asp?id={E95613E6-5699-11D4-B1E2-0050DABFB147}&tipo=2) acesso: 17/03/2008.







# Sistema de Informações Geográficas

## Introdução

Como parte importante na organização das sociedades, a observação e a representação gráfica de informações constituem um dos mais antigos instrumentos de planejamento. Desde os primórdios, o homem sente a necessidade de coletar informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas e de representá-las de forma que as tornem fáceis de serem visualizadas, retratando o que se tem no mundo real. Até recentemente, isso era feito através de documentos e mapas em papel. Hoje, com a crescente necessidade de monitoramento da superfície da Terra e das atividades desenvolvidas pelo homem, tornou-se possível armazenar e apresentar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento dos **Sistemas de Informações Geográficas - SIG**.

No Brasil, que possui uma grande extensão territorial e carência de informações adequadas de seus recursos naturais e seu território, o uso de SIG apresenta enorme potencial quando usado para ações de tomada de decisão sobre problemas urbanos, rurais ou ambientais.

## Definição

Existem diversas definições para os Sistemas de Informações Geográficas-SIG. Abaixo seguem algumas definições consagradas na literatura internacional.

“Conjunto de ferramentas para coleccionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos” (Burrough, 1986).

“Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados” (Aronoff, 1989).

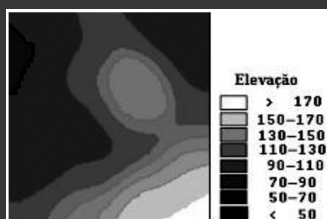
“União entre um sistema de banco de dados projetados para trabalhar com dados georreferenciados e um conjunto de operações que fornece capacidade analítica para trabalhar com tais dados” (Star & Estes, 1990).

Embora os SIG's sejam utilizados há vários anos no gerenciamento de recursos naturais, planejamento ambiental, agricultura, entre outros, apenas recentemente eles começaram a ser aplicados em uma grande quantidade de funções de negócio e gerenciamento, como logística, gerenciamento de infraestrutura, marketing, tomada de decisões e planejamento. Empresas como a Arby's, Burger King Opeyes, Red Lobster e outras, utilizam SIG para a sua análise de mercado, seleção e colocação de franchising, análise de sites e perfil demográfico. O McDonald's tem utilizado a tecnologia de sistemas geográficos há muitos anos e é reconhecido como a empresa líder neste mercado. Outras empresas são a Texaco e a Levi Strauss. As ferramentas incluídas nos SIG's, como sistemas de roteamento de veículos, envio de mercadorias, controle de produção e inventário, facilitam os gerentes a desenvolver táticas para redução de desperdícios, custos com pessoas e combustível, além de fornecer melhor qualidade de serviço. Exemplos de empresas que utilizam SIG em suas operações: a General Motors, LEGO e Coca-Cola.

Fonte: <http://www.ccuec.unicamp.br/revista/infotec/informacao/inf47.htm>

Um Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. Dados de relevo, informação geológica, levantamentos de profundidade do mar ou de um rio, informações meteorológicas e dados geofísicos e geoquímicos são exemplos típicos de fenômenos representados por um MNT

Fonte: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>



A figura acima mostra um MNT para dados de altitudes do terreno. Observe que cada cor, na figura, representa uma determinada faixa de elevações ou cotas do terreno. Para dá uma visão mais realista dessas elevações, alguns programas permitem sua visualização em 3D, ou seja, em três dimensões. Dessa forma, fica mais fácil perceber os desníveis dos diferentes pontos do terreno.

Cada uma dessas definições enfatiza um aspecto da tecnologia, já que esta se interliga com diversas outras através da tecnologia atualmente conhecida como geoprocessamento.

Geoprocessamento é um termo amplo, que engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais. Dentre essas tecnologias, destacam-se: o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global - GPS e os Sistemas de Informações Geográficas - SIG. SIG é uma das técnicas de geoprocessamento, a mais ampla delas, uma vez que pode englobar todas as demais, mas nem todo o geoprocessamento é um SIG (Carvalho et al., 2000).

Dentro dessa visão, é possível apontar as principais características de um SIG:

- » inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de diversas fontes, tais como dados cartográficos, imagens de satélite, modelo numérico do terreno - MNT, dados de censos, etc;
- » oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise para gerar novas informações;
- » consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Resumidamente, o SIG é considerado como uma ferramenta para ajudar na tomada de decisão e gerência de atributos que necessitam ser analisados espacialmente, ou seja, sempre que o **onde** aparece, dentre as questões e problemas a serem resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade de adoção de um SIG para facilitar a tomada de decisão.

## Histórico

### Evolução internacional

Nos anos 50, na Inglaterra e nos Estados Unidos, surgiram as primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais. Na época, devido à precariedade da informática e às especificidades das pesquisas (botânica, na Inglaterra, e de tráfego, nos

Estados Unidos), esses sistemas ainda não puderam ser classificados como “sistemas de informação”.

Na década de 60, surgiram, no Canadá, os primeiros Sistemas de Informações Geográficas, como parte integrante de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Esses sistemas eram muito difíceis de usar, pois exigiam monitores de alta resolução gráfica, os quais eram excessivamente caros e requeriam mão-de-obra altamente especializada. Não existiam soluções comerciais prontas para uso, exigindo que cada interessado desenvolvesse seus próprios programas, o que acarretava em muito tempo e dinheiro. Aliado a isso, deve-se acrescentar a pouca capacidade de armazenamento de dados e a baixa velocidade de processamento de informações.

Ao longo dos anos 70, os recursos de hardware foram sendo desenvolvidos, tornando-se mais acessíveis. É aí que surgem os primeiros sistemas comerciais e cria-se a expressão Geographic Information System (GIS). Também, nessa época, apareceram os primeiros sistemas comerciais de CAD (Computer Aided Design), melhorando em muito a produção de desenhos e plantas para a engenharia e servindo de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizada.

A década de 80 representa um marco para a tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica, pois inicia-se um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje. Até então limitados pelo alto custo do hardware e pela pouca quantidade de pesquisa científica sobre o tema, os SIG se beneficiaram muito pela massificação causada pelos avanços da área de microinformática e pelo estabelecimento de centros de estudos que tratam do assunto. A criação dos centros de pesquisa que formam o National Centre for Geographical Information and Analysis (NCGIA), em 1989, nos Estados Unidos, marca o estabelecimento do Geoprocessamento como disciplina científica independente.

Nos anos 80, com a grande popularização e barateamento das estações de trabalho gráficas, além do surgimento e evolução dos computadores pessoais e dos sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais, ocorreu uma grande difusão do uso dos SIG.

A incorporação de muitas funções de análise espacial proporcionou, também, a ampliação do universo de aplicações dessa nova tecnologia. Atualmente, observa-se uma grande penetração dos SIG nas organizações, alavancados pela necessidade de armazenamento e apresentação de informações georreferenciadas e incentivados pela diminuição dos custos com hardware e software e de mão-de-obra.

Um dos primeiros casos, onde a análise espacial, através de mapas, foi de extrema importância para a tomada de decisão, é o conhecido caso ocorrido em Londres, em 1854. Neste ano, a cidade sofria com uma grande epidemia de cólera e ainda não se conhecia sua forma de contaminação. Foi então que um médico chamado John Snow resolveu colocar, no mapa da cidade, a localização dos doentes de cólera e os poços de água que, naquele tempo, eram a fonte principal de água dos habitantes da cidade. Grande idéia! Desta forma, o médico conseguiu observar que a maioria dos casos estava concentrada em torno do poço da “Broad Street” e ordenou a lacração do mesmo, o que contribuiu e muito para debelar a epidemia. Este caso forneceu evidências para a hipótese levantada através das análises do mapa de que o cólera é transmitido por ingestão de água contaminada.

## Desenvolvimento no Brasil

No início dos anos 80, o esforço de divulgação e de formação de pessoal feito pelo professor Jorge Xavier da Silva, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, fez com que o Geoprocessamento fosse introduzido no Brasil. A vinda ao Brasil, em 1982, do Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG (Canadian Geographical Information System), incentivou o aparecimento de vários grupos interessados em desenvolver essa nova tecnologia, entre os quais pode-se citar:

Os programas de automação de tarefas cartográficas e visualização de dados, genericamente denominados CAD (Computer Aided Design), trazem grande contribuição à geração de mapas e permitem a manipulação dos elementos da representação cartográfica. Contudo, não devem ser confundidos com SIG, pois não possuem a capacidade de fazer análises espaciais.

- » UFRJ- O grupo de Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ, sob a orientação do professor Jorge Xavier, desenvolveu o SAGA (Sistema de Análise Geo-ambiental). O SAGA tem seu forte na análise geográfica e vem sendo utilizado com sucesso como veículo de estudos e pesquisas.
- » MaxiDATA- Antigos responsáveis pelo setor de informática da empresa de aerolevantamento - Aerosul - criaram, em meados dos anos 80, um sistema para automatização de processos cartográficos. Posteriormente, constituíram a empresa MaxiDATA e lançaram o MaxiCAD, software largamente utilizado no Brasil, principalmente em aplicações de mapeamento por computador. Mais recentemente, o produto DbMapa permitiu a junção de bancos de dados relacionais a arquivos gráficos MaxiCAD, produzindo uma solução para “desktop mapping”, para aplicações cadastrais.
- » CPqD/TELEBRÁS- O Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da TELEBRÁS iniciou, em 1990, o desenvolvimento do SAGRE (Sistema Automatizado de Gerência de Rede Externa), uma extensiva utilização de Geoprocessamento em telefonia.
- » INPE- Em 1984, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais estabeleceu um grupo específico para o desenvolvimento de tecnologia de SIG e sensoriamento remoto: a Divisão de Processamento de Imagens -DPI. Em 1984, a DPI desenvolveu o SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e o SGI (Sistema de Informações Geográficas), para ambiente PC/DOS e, em 1991, o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Geográficas), para ambientes UNIX e MS/Windows.

Muitos foram os trabalhos de Geoprocessamento desenvolvidos através dessas empresas. Vale ressaltar o da IMAGEM Sensoriamento Remoto que usou o SITIM/SGI para fazer o levantamento remanescente da Mata Atlântica Brasileira, a cartografia fito-ecológica de Fernando de Noronha, realizada pela EMBRAPA, entre outros. Para tanto, foram de extrema importância os exemplos dos trabalhos dos pioneiros dessa tecnologia no Brasil, os quais se tomam, até hoje, como referência.



## Objetivos

Os SIG foram estruturados para responder a determinados tipos de perguntas, que incluem questões sobre localização, padrões, tendências e condições.

Como antes os sistemas eram apenas para armazenagem e análise de dados via relatórios, tabelas e gráficos, algumas perguntas ficavam sem respostas, devido à inexistência de um sistema que integrasse dados descritivos a gráficos, por meio de sua localização espacial.

Segundo Câmara et al. (1996), as consultas em SIG são, geralmente, compostas ao longo de três eixos: **onde, o quê e quando**. Onde se refere às características espaciais, enquanto o quê se refere às características não espaciais ou descritivas. Cada consulta fixa, ao menos, um dos eixos e faz variar os dados ao longo dos outros dois.

Alguns exemplos de questões que podem ser respondidas por um SIG são apresentados abaixo:

- » Qual o número de analfabetos da cidade A?
- » Onde está localizado o hospital B?
- » Houve crescimento urbano nos últimos dois anos na cidade A?
- » Qual o melhor caminho para ir da cidade A até a cidade B, passando por C?
- » Quais são as delegacias localizadas num raio de 5 km do bairro A?
- » Qual seria o impacto da mudança, se alterássemos a vegetação original de uma área?

## Elementos que compõem um SIG

Segundo Carvalho *et al.* (2000), um projeto de SIG pode ser dividido nas seguintes etapas de implementação:

### Especificação do Problema

É de extrema importância a definição clara dos problemas que se esperam solucionar com o SIG, os motivos do desenvolvimento e que tipo de informações precisa ser gerado através do Sistema que se deseja implantar.

### Definição das Bases de Dados

A listagem do tipo de dado necessário para atender aos objetivos expostos e as formas de obtenção dos mesmos são passos primordiais na implementação do SIG. Nem sempre os dados secundários disponíveis se

Atualmente, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) - Monitoramento por Satélite disponibiliza, através do seu endereço eletrônico, imagens do relevo brasileiro (MNT). A base são os dados numéricos de relevo e da topografia do Brasil, obtidos pela nave espacial americana durante a missão conhecida como SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Para cada área de 90 metros por 90 metros do território nacional, dispõe-se de uma medida altimétrica precisa. Esse gigantesco arquivo de base foi recuperado e tratado matematicamente, através de modelos que permitem reconstituir o relevo do país, como nas cartas topográficas, só que de forma digital e homogênea. Do ponto de vista prático, graças aos métodos e procedimentos inéditos desenvolvidos pela EMBRAPA Monitoramento por Satélite, esta tecnologia apresenta diversos exemplos de aplicações para o desenvolvimento sustentável da agricultura e do país. Dentre eles, destacam-se: programas de manejo de bacias hidrográficas, eletrificação rural, conservação de solos, preservação de recursos florestais, cumprimento do código de florestal, gestão dos recursos hídricos, planejamento territorial, implantação de estradas rurais, melhoria da cartografia topográfica disponível (principalmente na Amazônia), zoneamento ecológico – econômico, monitoramento ambiental, etc.

Fonte: <http://www.relevobr.cnpembrapa.br/>

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE é uma excelente fonte de informações, tanto sócio-demográficas como cartográficas do país. Através do seu endereço eletrônico, o órgão disponibiliza arquivos digitais para download ([http://www.ibge.gov.br/servidor\\_arquivos\\_geo/](http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_geo/)) para uso em Sistemas de Informações Geográficas ou para simples visualização (formato do Acrobat Reader - PDF).

Neste *site*, também é possível a consulta a mapas no próprio endereço eletrônico, através do canal Mapas Interativos (<http://www.ibge.gov.br/mapas/> e <http://mapas.ibge.gov.br/geodesia2/viewer.htm>).

Os dois últimos endereços oferecem ao usuário a possibilidade de manipular informações espaciais, navegar sobre os mapas e consultar bancos de dados, podendo, assim, visualizar espacialmente as consultas realizadas.

adequam aos objetivos, sendo, muitas vezes, necessária a geração de novos dados, ampliando o custo e o tempo de execução do projeto.

### Especificação do Sistema

É necessário definir qual o equipamento e quais programas serão necessários para alcançar os objetivos. Deve-se definir um grupo responsável pelo desenvolvimento do projeto e programar como será realizado o treinamento da equipe. O sucesso na implementação de um SIG depende, em grande parte, não do programa ou do equipamento, mas sim das pessoas responsáveis pela sua implementação.

Após adquirido e instalado o sistema, e a equipe treinada, inicia-se a geração das bases de dados e iniciam-se os procedimentos de desenvolvimento do SIG.

### Aquisição de Dados

A aquisição de dados é, geralmente, uma das partes mais dispendiosas do processo e implementação de um SIG. Geralmente é uma das partes mais dispendiosas do processo de implementação de um SIG garantir a qualidade da coleta dos dados, ou seja, coletar dados suficientes (não havendo excesso, nem falta) para desenvolver as análises a que o sistema se propõe. No caso de uso de dados secundários, utilizar apenas aqueles que provêm de fontes seguras. É importante também pensar nos procedimentos de atualização desses dados.

### Pré-processamento dos Dados

Como os dados utilizados em SIG são oriundos de diversas fontes, em escalas diferentes, sistemas de projeção diferentes, necessitam de um pré-processamento, de maneira a torná-los compatíveis, ou seja, possíveis de serem utilizados no SIG.

### Análise dos Dados

Após a limpeza e compatibilização dos dados, é possível realizar as análises, através das quais os dados se tornam informações úteis.

### Gerenciamento dos Dados

O gerenciamento dos dados é uma etapa fundamental. Pois consiste em organizar a atualização das bases já existentes e a incorporação de novas bases e metodologias. À medida que as análises estão sendo realizadas, novos questionamentos são elaborados, sendo natural a necessidade de aprofundar as análises e ampliar o acesso a novas informações.

## Saídas Gráficas

Muitas vezes, a informação impressa é necessária e estas podem ser divulgadas de diversas formas de apresentação, como: mapas, relatórios, tabelas, etc.

## Avaliação dos Erros

É importante verificar os resultados das análises para ter certeza de que fazem sentido. Um computador executa tarefas, mas a análise crítica dos resultados, avaliando a coerência e a qualidade das informações, depende da equipe técnica.

## Fase Operacional

Pode-se considerar que se atingiu essa fase quando os usuários finais estão fazendo uso efetivo do SIG. A conversão de dados pode ainda não estar completa, mas já existem rotinas padronizadas de trabalho. É importante, também, determinar procedimentos que garantam a atualização do sistema, mantendo a satisfação das necessidades de informações.

## Tomada de Decisões

Quando os passos anteriores forem cumpridos, a informação gerada torna-se um importante instrumento de auxílio à tomada de decisão.

# Recursos Necessários para Estruturar um SIG

Assim como existem várias definições para SIG, os seus componentes também são assuntos de bastante discussão. A maioria dos autores cita como principais componentes de um SIG: recursos computacionais e banco de dados. Estes, geralmente, são mais mencionados que recursos humanos e instituição. Na prática, todos os elementos têm sua importância, pois nenhum SIG existe fora de um contexto organizacional, onde haja pessoas capacitadas a planejar e operar o sistema, assim como extrair dele informações úteis às atividades que desenvolvem.

## Recursos computacionais

Os recursos computacionais no tocante aos SIG estão avançando muito, graças ao crescimento tecnológico que vem acelerando o campo da informática. Os softwares estão deixando de ser complexos e tornando-se mais amigáveis, ou melhor, acessíveis ao usuário. Esta característica pode ser observada pela grande competitividade entre as empresas que comercializam software de SIG ou de CAD e pela necessidade de inserção da tecnologia SIG nos mais diversos ramos de atividades.

Existe uma grande variedade de fontes para aquisição de dados espaciais, e, de acordo com a forma de obtenção, podem ser divididos em dados primários e secundários. Os primários são aqueles que foram coletados diretamente pelo próprio indivíduo para o projeto em questão e são, geralmente, resultantes de levantamentos de campo. Dados secundários são informações já existentes que são utilizadas - tabuladas e analisadas - com o objetivo de complementar novas investigações. Tais dados podem ser coletados em diversas fontes e/ou publicações.

É importante fazer uma diferenciação entre dado e informação, já que muitas vezes são usados como sinônimos. Dados são observações que se fazem ao monitorar o mundo real. São coletados como fatos ou evidências, que podem ser processados para adquirirem significado e, dessa forma, tornarem-se informação. É mais fácil pensar em dados como uma coleção de números numa tabela. Para analisar e entender essa tabela, é necessário saber a que se refere e em que unidade de medida foram coletados e expressos os dados. A partir daí, segundo Harold (1972), citado em Alves *et al.* (2000), o que era dado passa a ser informação, pois possui significado e contexto adicionados.

Em se tratando de recursos computacionais desenvolvidos no Brasil, o INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais desenvolveu o SPRING e o Terraview. O SPRING é um SIG com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. O TerraView é um visualizador de dados geográficos que também possui uma série de ferramentas de análise. São softwares de domínio público, portanto, disponíveis na internet (<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php>) e <http://www.dpi.inpe.br/terraview>)

No âmbito internacional, tem-se o tão conhecido ArcGIS e suas extensões da empresa americana ESRI- Environmental System Research Institute. O ArcGIS é uma família de softwares construídos com uma arquitetura comum que forma um completo SIG. Sua arquitetura permite uma série de extensões que aumentam a capacidade funcional do programa. É um software de custo elevado, mas de boa aceitação no mercado pela facilidade de manipulação de diversos tipos de dados. <http://www.esri.com/>

Quanto à configuração dos equipamentos necessários na implementação de um SIG, deve ser levado em consideração o volume dos dados, ou seja, o tamanho do SIG, a quantidade de usuários do sistema e a quantidade e complexidade de aplicações. Um SIG projetado para uma área pequena, com um pequeno banco de dados e para uso restrito de uma instituição, certamente exigirá para sua operação um determinado tipo de hardware que, com certeza, será diferente, caso modifique sua dimensão. Vale ressaltar que a disputa por mercado faz aumentar, nos computadores, a velocidade de processamento de informações e a capacidade de armazenamento de dados, o que só vem crescer no desempenho dos SIG.

### Banco de dados

É conhecido como o pilar crítico dos SIG, pois possuir um banco de dados não significa simplesmente colher e armazenar as informações, e, sim, mantê-las atualizadas para que possam representar o que realmente existe. Além disso, um banco de dados deve ser definido de acordo com a finalidade do projeto, isto é, aquilo que se deseja representar. Para isso, deve ser planejado e estruturado de maneira que não sejam acrescentados dados que não interessam e deixem de ser colocados outros importantes, pois colecionar dados desnecessários significa perda financeira para a instituição (Aronoff, 1989). Para tanto, pode-se recorrer à análise de outros SIG's, já em funcionamento, que sejam aplicados à mesma área de interesse, para que seja tomado como experiência. Outro ponto que é de extrema importância na implementação de um SIG é a segurança dos dados que irão formar o banco de dados, os quais devem provir de fontes seguras e confiáveis.

### Recursos humanos

Segundo Siebert (1997), as pessoas envolvidas nos projetos de desenvolvimento, implantação, operação e manutenção de SIG podem ser classificadas em quatro grupos:

- » Dirigentes
- » Técnicos da área fim
- » Técnico da atividade meio
- » Operadores

Como se pode observar, a implantação de um SIG requer, desde a sua concepção ao seu pleno funcionamento, pessoas capacitadas nas diversas áreas que o projeto abrange, assim como decisões políticas e administrativas dentro da instituição, para que ele possa acontecer. Como a tecnologia exige conhecimentos e habilidades em outras áreas, como informática e cartografia, além do conhecimento na área para a qual o SIG será desenvolvido, é importante que a equipe seja multidisciplinar, a fim de que o

sistema seja bem concebido e estruturado da melhor forma. Segundo Alves (2000), por meio do SIG, mapas e modelos simulados da realidade podem ser usados para auxiliar especialistas com diferentes formações a trocar idéias, comparar diferentes cenários e propor possíveis soluções.

### **Instituição**

Em geral, a tecnologia SIG atrai os profissionais pelo potencial de uso de suas aplicações e benefícios em cada área de atuação. Como os SIG se prestam às mais variadas áreas do conhecimento, é importante sensibilizar os dirigentes da possibilidade de integrar e compartilhar banco de dados geográficos comum aos diversos departamentos da instituição, como também a outros órgãos que necessitem de informações espaciais para o melhor desempenho de suas atividades. Assim, o SIG será encarado como uma ferramenta integradora de dados, favorecendo o desenvolvimento de ações intersetoriais.

## **Bibliografia Consultada:**

ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. e ANDRADE, H. (2000). Informe Agropecuário: Sistemas de Informação Geográfica na Avaliação de Impactos Ambientais Provenientes de Atividades Agropecuárias, Belo Horizonte, Janeiro/Fevereiro, v. 21, n. 202, pp. 99-109.

ARONOFF, S. (1989). Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL Publications, Ottawa, abril, pp. 31-43.

BURROUGH, P.A. 1986. Principles of geographical information systems. Oxford University Press, Oxford. 193 p.

CÂMARA, G. e MEDEIROS J. S. Geoprocessamento para Projetos Ambientais. INPE, São José dos Campos, SP, 1996. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/) . Acesso em: janeiro/2008.

CARVALHO, M., PINA, M. F. (Coord.), SANTOS, S. M (2000). "Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde", 1ª Ed. Brasília. OPAS/Ministério da Saúde. 124p.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 25 jan. 2008.

SIEBERT, U. (1997). Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica. Curso de Introdução ao Geoprocessamento, GIS Nordeste, Recife.

STAR, J.; J. ESTES, 1990. Geographic Information Systems: an introduction. Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA, 303 p.









# Tipos de Dados Utilizados em SIG

O termo **dado espacial** denota qualquer tipo de dado que descreve fenômenos nos quais esteja associada uma dimensão espacial. Por exemplo, as estruturas moleculares de um composto químico são dados espaciais. Os dados utilizados em SIG pertencem a uma classe particular de dados espaciais: os **dados geográficos** ou georreferenciados. Os termos denotam dados que descrevem fatos, objetos e fenômenos do globo terrestre associados a sua localização sobre a superfície terrestre, num certo instante ou período de tempo (Câmara e Medeiros *et al.*, 1996).

A base de dados dos SIG é uma coleção estruturada de dados digitais espaciais que, segundo Antenucci *et al.* (1992), citado em Carvalho *et al.* (2000), têm como característica básica o fato de serem compostos por duas componentes distintas:

- » Gráfica (mapas): descreve a localização, as feições geográficas e os relacionamentos espaciais entre as feições, ou seja, a descrição gráfica do objeto como simbolizado no mapa. Pode incluir coordenadas, códigos e símbolos que irão definir os elementos cartográficos específicos de um mapa; e
- » Não-gráfica ou alfanumérica (tabelas): descreve os fatos e fenômenos, sociais e naturais, representados no mapa; também chamada textual ou atributiva, representa as características, qualidades e relacionamentos de feições na representação cartográfica.

As componentes gráficas e não gráficas dos dados geográficos têm características distintas, por isso exigem técnicas particulares para se otimizar o seu gerenciamento. Em grande parte dos programas de SIG, as duas componentes ficam armazenadas em base de dados distinta, em que os dados gráficos são manuseados diretamente pelo programa de SIG e os não gráficos são gerenciados por Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD) convencionais.

## Características de Dados Gráficos

Os dados gráficos se caracterizam, marcadamente, por apresentar as quatro componentes (Antenucci *et al.*, 1992, apud Carvalho *et al.*, 2000) :

- » Posição geográfica – caracteriza a posição de um objeto em relação a um sistema de referência qualquer;
- » Atributos geométricos – têm a finalidade de descrever os objetos geometricamente;
- » Tempo – refere-se ao período ou época da ocorrência do fenômeno ou fato geográfico;

A Revista Eletrônica FatorGIS é uma excelente fonte para quem procura novidades, reportagens, artigos científicos, livros publicados, glossário de termos usados em geoprocessamento, entre outros. Basta acessar o endereço: <http://www.fatorgis.com.br/> e se cadastrar para se tornar usuário da revista.

Você, também, pode receber boletins eletrônicos com as novidades na área das geotecnologias.

É interessante ter acesso a glossários de termos utilizados na nossa disciplina. Para tal, sugiro acessar o site: <http://www.geominas.mg.gov.br/glossario/geogloss.html>. Além deste, o glossário da revista FatorGIS também é interessante!

Georreferenciar uma imagem ou um mapa significa tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência. A Lei Federal nº 10.267/01, entre outras alterações, criou o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) e determinou a obrigatoriedade de georreferenciamento ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) dos imóveis rurais, respeitando os prazos previstos. Essa Lei torna obrigatório o georreferenciamento do imóvel na escritura para alteração nas matrículas, como mudança de titularidade, remembramento, desmembramento, parcelamento, modificação de área e alterações relativas a aspectos ambientais. Para o registro do imóvel no Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), o proprietário precisa fazê-lo com planta georreferenciada, não pode ser por imagem de satélite, deve ser no campo com equipamento de precisão (GPS topográfico, Geodésico, etc.), com fixação de marcos, e somente empresas credenciadas podem fazer o serviço.

- » Relacionamentos espaciais ou topologia – referem-se à posição de um objeto em relação aos demais, que pode ser de: adjacência, conectividade, contingência e proximidade.

### Características dos Dados Não Gráficos

Antenucci *et al.* (1992), citado em Carvalho *et al.* (2000), diferenciam os tipos de dados não gráficos em duas categorias:

#### 1. Dados Atributivos

Os dados de atributos fornecem informações descritivas acerca das características das feições gráficas. Estão ligados aos elementos gráficos através de identificadores comuns, normalmente chamados de geocódigos, que estão armazenados tanto nos registros não-gráficos, como nos gráficos. Nesta classe, incluem-se os dados qualitativos e quantitativos que descrevem os pontos, as linhas ou os polígonos inseridos na base de dados. Por exemplo, um arquivo na base de dados gráficos que descreva uma rede de abastecimento de água tem um arquivo de atributos a ele associado que pode incluir o nome do sistema adutor, manancial de captação, diâmetro da rede, data de construção do sistema, dentre outras informações.

Na Figura 1, é possível verificar o relacionamento existente entre os dados gráficos e os dados atributivos.

Nome	Região	Quantidade	
Altinho	agreste	9	ALTINL
Amaraji	zona da mata	10	AMARV
Angelim	agreste	11	ANGEL
Araipina	sertão	12	ARAC
Araçoiaba	zona da mata	13	ARARI
Arcoverde	agreste	14	ARCOV
Belem do Sao Francis	sertão	15	BARRV
Barra Guabiraba	zona da mata	16	BARRI

Figura 1. Dado atributivo relacionado ao dado gráfico através de geocódigo.

Como mostrado na Figura 1, nas linhas de uma tabela estão contidos os dados atributivos, ou seja, todas as informações a respeito das feições gráficas.

As linhas são chamadas de registros e as colunas de campo, de tabela.

## 2. Dados Geograficamente Referenciados ou Alfanuméricos

Descrevem eventos ou fenômenos que ocorrem numa localização geográfica específica. Ao contrário dos atributos não gráficos, não descrevem as feições do mapa e, sim, descrevem eventos ou ações, como, por exemplo: óbitos, nascimentos ou dados ambientais, como precipitação, vento, insolação, que podem estar relacionados a localizações geográficas específicas, como domicílios, setores censitários, municípios, bacias hidrográficas, etc.

Dados georreferenciados são armazenados e gerenciados em arquivos separados e não diretamente associados às feições gráficas numa base de dados SIG. Contudo, esses registros contêm elementos que identificam a localização do evento ou fenômeno, ou seja, um par de coordenadas.

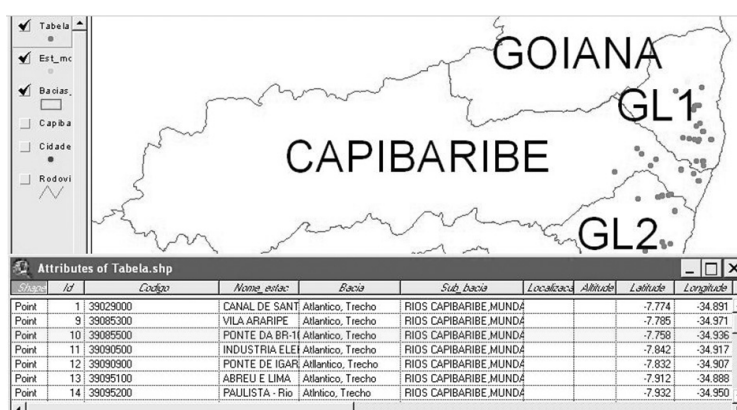


Figura 2. Relacionamento entre dado gráfico e não gráfico, através de coordenadas.

### Organização de Banco de Dados

A organização dos dados não gráficos é feita segundo as técnicas convencionais de bancos de dados. A grande maioria dos SIG utiliza o modelo relacional, em que a estruturação dos dados se dá através de tabelas, onde cada linha corresponde a uma ocorrência e cada coluna corresponde a um atributo da entidade.

Por outro lado, os dados gráficos são organizados em forma de planos de informações ou *layers*, ou seja, como uma série de camadas, cada uma contendo determinadas feições gráficas espacialmente relacionadas. Cada camada é um conjunto de feições homogêneas que estão relacionadas às outras, através de um sistema de coordenadas comum

O endereço do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE também é uma boa fonte de publicações na área de Geoprocessamento. Mais especificamente para SIG, tem-se à disposição para download o livro Anatomia dos Sistemas de Informações Geográficas. Através do endereço <http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>, você pode ter acesso ao livro que muito contribuirá para aprofundar os conceitos de SIG.

Outra fonte é o livro *Introdução à Ciência da Geoinformação*. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>

Você poderá fazer download dos dez capítulos que estão disponíveis. São eles: Conceitos Básicos da Ciência da Geoinformação, Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica, Modelagem de Dados Geográficos, Fundamentos Epistemológicos da Ciência da Geoinformação, Cartografia para Geoprocessamento, Modelagem Numérica de Terreno, Álgebra de Mapas, Inferência Geográfica e Suporte à decisão e GIS para Estudos Ambientais.

Na página do INPE, ainda podemos encontrar o livro *Geoprocessamento para Projetos Ambientais*. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/)

Conteúdo do livro: Apresentação, Introdução ao geoprocessamento, Modelagem de Dados em Geoprocessamento, Operações de Análise Espacial, Modelagem Numérica de Terreno, GeoEstatística: Fundamentos e Aplicações e Metodologias para Projetos Ambientais.

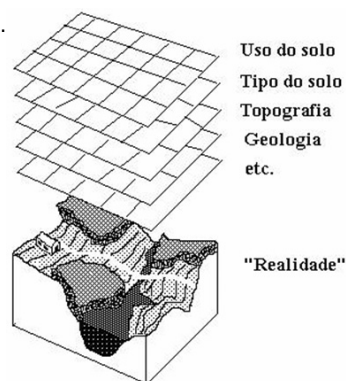


Figura 3. Dados gráficos organizados através de layers. (Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

## Ligação entre Banco de Dados

O método mais comum de se estabelecerem relacionamentos entre a base de dados gráficos e não-gráficos é através do armazenamento de códigos comuns, que identifiquem univocamente a entidade, e que recebem o nome de “chave primária” ou identificador. Esses indexadores são geocódigos capazes de relacionar os bancos de dados. Ao processo de geração de geocódigos dá-se o nome de geocodificação.

A ligação entre duas bases de dados também pode ser feita através da localização geográfica. Nesse caso, inclui-se um campo, nos registros da base de dados não gráfica, contendo o par de coordenadas que determina a localização exata do objeto, como mostrado na Figura 2.

Na Figura 4, é ilustrado um dos processos de conversão, por meio digital, de mapas em papel e dados tabulares, devidamente referenciados, que podem ser incorporados a uma base de dados em um SIG.

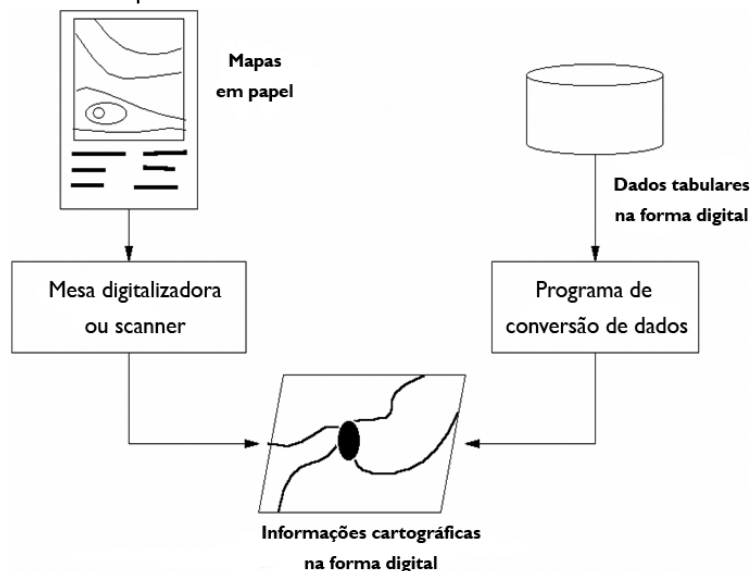


Figura 4 Integração entre dados gráficos e não gráficos. (Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

Na Figura 5, é mostrado o encadeamento entre sub-bacias (entidade geográfica com localização definida, representada por polígonos) e seus elementos descritivos (atributos, apresentados em tabelas) através dos números das sub-bacias.

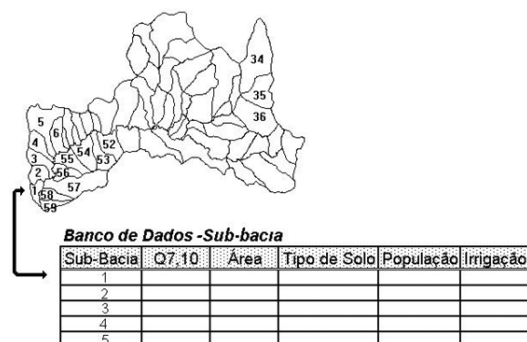


Figura 5. Ligação entre banco de dados gráficos e não gráficos, através de uma "chave primária". (Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

## Formato de Dados Gráficos- Matricial e Vetorial

Os dados gráficos se apresentam em dois tipos de estruturas: matricial (ou raster) e vetorial.

- » A estrutura matricial (raster) descreve o espaço geográfico na forma de uma matriz de células, a cada uma das quais é atribuído um valor. Exemplos: imagens de satélite, modelo numérico do terreno e mapas temáticos codificados na forma de uma malha quadriculada. Um dado matricial é composto por elementos denominados pixels ou células (Figura 6).

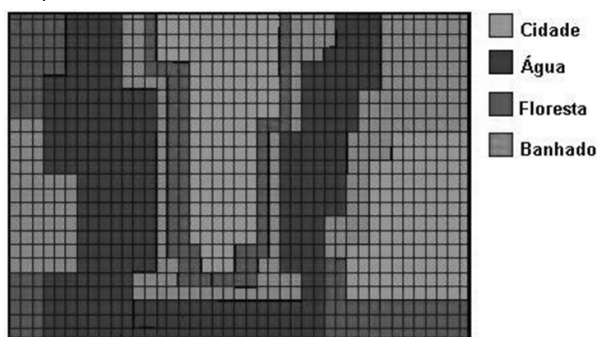


Figura 6. Estrutura matricial. (Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

- » A estrutura vetorial descreve objetos na forma de vetores (pontos, linhas e áreas), sendo associado a cada uma dessas entidades geométricas um conjunto de propriedades (atributos). Podem ser mapas de rede de drenagem, divisões de sub-bacias, divisão política de municípios, etc. (Figura 7).

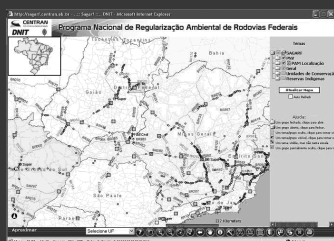
O livro, intitulado Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde, está disponível em: [http://www.geosaude.cict.fiocruz.br/Livro\\_cartog\\_SIG\\_sa%C3%BAde.pdf](http://www.geosaude.cict.fiocruz.br/Livro_cartog_SIG_sa%C3%BAde.pdf)

Esse livro trata de forma clara e objetiva os conceitos fundamentais para quem trabalha com SIG. Vale a pena ter na sua biblioteca!

Para mostrar como um SIG funciona na prática, fizemos a seleção de um que é usado pelo DNIT-Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes do Governo Federal. O Sistema conhecido por SAGARF-Sistema de Apoio à Gestão Ambiental Rodoviária Federal está disponível em: <http://sagarf.centran.eb.br/logon.asp>

Gostaríamos que todos acessassem o Sistema e seguissem alguns passos para que possamos dar noção, antes mesmo de iniciarmos a prática da disciplina.

Entrando no site, mantenha o usuário e senha exibidos na tela. Após isso, vá em Geoprocessamento e, depois, em Regularização Ambiental. A seguinte página será exibida:



Nessa página, selecione a UF Pernambuco. Veja à esquerda! Aparece a seguinte imagem:

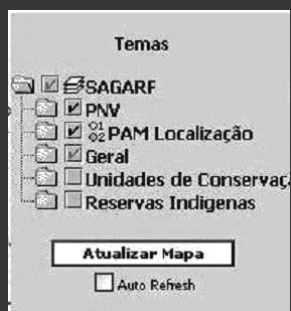


Figura 7. Estrutura vetorial. (Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

Nessa estrutura, as feições podem ser representadas por:

- » **Pontos:** localização de elementos no espaço por um par de coordenadas (x,y).
- » **Linhas:** Conjunto de, no mínimo, dois pontos. Pontos no início e fim de uma linha são chamados nós, e os pontos intermediários, vértices.
- » **Polígonos:** estabelecem a localização e a forma de objetos que possuem área. Reproduzem a topologia de adjacências, além da área, perímetro e forma.

Na Tabela 1, encontram-se, resumidamente, algumas características e exemplos da representação de feições na forma de ponto, linha e polígono.

Tabela 1- Características e exemplos de feições representadas pelo tipo de dado vetorial

Representação gráfica	Características	Exemplos
	Única coordenada. Sem área. Sem comprimento.	- Postes de iluminação. - Poço de visita de uma rede de coleta de esgoto. - Poço artesiano. - Estação de monitoramento da qualidade da água.
	Cadeia de coordenadas x, y. Sem área e com comprimento.	- Rodovias. - Rede hidrográfica. - Rede de drenagem de águas pluviais.
	Cadeia de coordenadas x, y, com mesmo ponto inicial e final.	- Tipos de solos. - Lotes. - Bacias hidrográficas. - Municípios.

A representação vetorial é mais precisa do que a matricial, reproduzindo qualquer elemento gráfico mediante uma das três formas básicas (pontos, linhas e áreas). Nesse caso, os pontos são similares a células, exceto pelo fato de não cobrirem áreas (Burrough, 1986), ao passo que linhas e polígonos se constituem num conjunto de coordenadas (x, y) interconectadas, cujo arranjo topológico, aliado a atributos descritivos, serve como um identificador de entidades espaciais.

A Figura 8 apresenta as duas estruturas de dados. Na figura, à esquerda, tem-se a representação vetorial e na outra, a matricial. Observa-se que, na primeira, as feições são mais precisamente representadas do que na segunda.

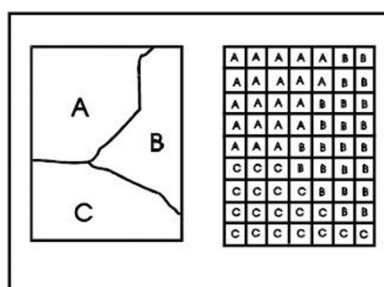


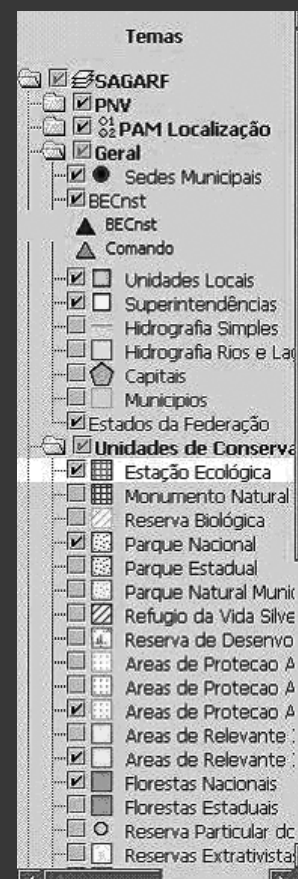
Figura 8. Representação vetorial e matricial em um mapa.  
(Fonte: Câmara e Medeiros, 1996.)

A Tabela 2 apresenta, resumidamente, as vantagens e desvantagens da estrutura matricial e vetorial.

Tabela 2- Comparações entre os modelos de dados

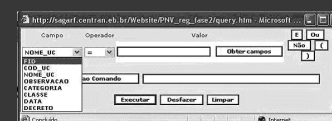
Modelo	Vantagem	Desvantagem
Matricial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplicidade de implantação das operações de superposição.</li> <li>- Representação mais adequada de fenômenos contínuos no espaço.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade de representação de relacionamentos topológicos.</li> <li>- Dificuldade na associação de atributos a feições.</li> <li>- Arquivos grandes.</li> </ul>
Vetorial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrutura compacta.</li> <li>- Eficiência na análise de relacionamentos espaciais.</li> <li>- Feições são representadas precisamente por pontos, linhas e polígonos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operações de superposição de níveis de informações mais complexas.</li> </ul>

Abra a pasta Geral, clicando na pasta ao lado desse nome. Clique na pasta Sedes Municipais e depois, em Unidades de Conservação e selecione a opção Estação Ecológica. A seguinte tela aparecerá:



Deixe uma camada ativa, por exemplo, Parque Nacional. Para deixar a camada ativa, é só clicar sobre ela. Na figura acima, a camada ativa é Estação Ecológica.

Na barra de ferramentas que aparece na parte inferior, escolha a opção Consultar e aparecerá a seguinte janela:



Faça consultas como desejar, escolhendo o campo, o operador e, em valor, clique, primeiro, em obter campos, para ver os campos disponíveis para consulta.

Neste caso, escolha a opção NOME\_UC em campo, sinal de igual, em operador e, após clicar em obter campos, escolha um parque nacional disponível. Por fim, clique em executar.

Confira o que aparece: o resultado da sua consulta a um banco de dados de Unidades de Conservação.

Aprenda mais com esse SIG, fazendo consultas ao banco de dados do DNIT, através deste Sistema de Informação Geográfica, denominado SAGARF.

Espero ter dado um exemplo prático de um SIG!!

## Modelos de Dados em SIG

No mundo real, encontram-se os fenômenos (dados geográficos) a serem representados nos mapas (tipos de solos, tipos de vegetação, lotes urbanos e rurais, municípios, etc.). Para tal é necessário que um modelo de dados seja especificado.

Um modelo de dados é um conjunto de ferramentas conceituais utilizado para descrever como a realidade geográfica será representada no sistema, ou seja, no computador. Informar ao sistema qual o modelo utilizado para representar um dado é aspecto fundamental no projeto de um SIG.

Diferentes modelos de dados podem ser incorporados em um projeto de SIG (Câmara e Medeiros, 1996):

**Mapas temáticos:** Mapas temáticos descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, como os mapas de pedologia e a aptidão agrícola de uma região. Esses dados, obtidos a partir de levantamento de campo, são inseridos no sistema por digitalização ou, de forma mais automatizada, a partir de classificação de imagens.

A Figura 9 mostra um exemplo de mapa de solo, inserido no SIG através de digitalização, a partir de Mapa de levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco, na escala de 1: 100.000 realizado pela EMBRAPA Solos.

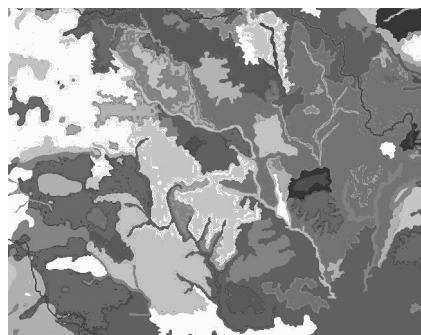


Figura 9. Exemplo de Mapa Temático.

**Mapas cadastrais:** Um mapa cadastral distingue-se de um mapa temático, pois cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Por exemplo, as bacias hidrográficas são elementos do espaço geográfico que possuem atributos (nome, área, densidade de drenagem, etc.) e que podem ter representações gráficas diferentes em mapas de escalas distintas. Os atributos estão armazenados num sistema gerenciador de banco de dados, conforme descrito anteriormente.



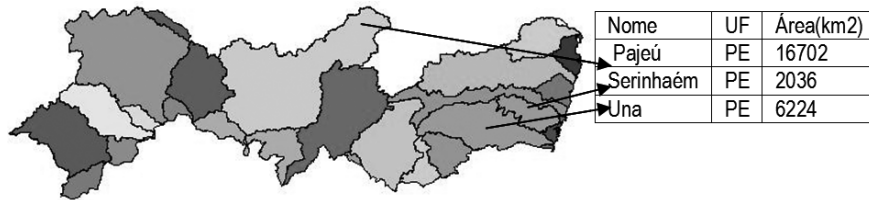


Figura 10. Exemplo de Mapa Cadastral (bacias hidrográficas pernambucanas).

**Redes:** Em Geoprocessamento, o conceito de “rede” denota as informações associadas a:

- » Serviços de utilidade pública, como água, luz e telefone;
- » Redes de drenagem (bacias hidrográficas);
- » Rodovias.

No caso de redes, cada objeto geográfico (e.g: cabo telefônico, transformador de rede elétrica, cano de água) possui uma localização geográfica exata e está sempre associado a atributos descritivos, presentes no banco de dados.

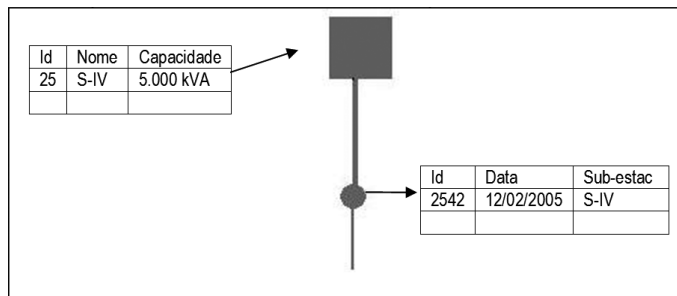


Figura 11. Elementos de rede.

**Imagens:** obtidas por satélites, fotografias aéreas ou “scanners” aerotransportados, as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (denominado “pixel”) tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente.



Figura 12. Exemplo de Imagem (Brasília).

A Figura 12 mostra uma imagem da cidade de Brasília, obtida através do satélite Landsat na banda 3.

**Modelo numérico do terreno:** o termo modelo numérico de terreno (ou MNT) é utilizado para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço.

Comumente associado à altimetria (curvas de nível), também pode ser utilizado para modelar grandezas geoquímicas, como o teor de minerais, ou propriedades do solo, como o teor de matéria orgânica, a acidez ou a condutividade elétrica.



Figura 13. Modelo Numérico do Terreno derivado de mapa topográfico.

## Bibliografia Consultada

CARVALHO, M., PINA, M. F. (Coord.), SANTOS, S. M (2000). "Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde", 1ª Ed. Brasília. OPAS/Ministério da Saúde. 124p.

CÂMARA, G. e MEDEIROS J. S. Geoprocessamento para Projetos Ambientais. INPE, São José dos Campos, SP, 1996. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/). Acesso em: Janeiro/2008.

CÂMARA, G., CASANOVA, M. A., HERMERLY, A. S., MAGALHÃES, G. C. e MEDEIROS, C. M. B. Anatomia de Sistema de informações Geográficas. INPE, São José dos Campos, SP, 1996. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>. Acesso em janeiro/2008.

DNIT- Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. SAGARF- Sistema de Apoio à Gestão Ambiental Rodoviária Federal. Disponível em: <HTTP://sagarf.centran.eb.br/logon.asp>. Acesso em: fevereiro/2008.

MENDES, C. A. B. e CIRILO, J. A.. (2001). Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação. Porto Alegre. ABRH. 536p.

SILVA, F. B. R. et al. (2001). Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária). CD-ROM.- (Embrapa Solos. Documentos; no. 35).





# Estrutura Topológica

A topologia é uma das propriedades mais úteis em muitos bancos de dados gráficos. Refere-se à posição de um objeto em relação aos demais e pode ser: **adjacência, conectividade, contingência, proximidade**.

É definida como a matemática da conexão ou adjacência de pontos, linhas ou áreas que determinam relações de espaço em um SIG.

Os dados estruturados de forma topológica determinam exatamente **como** e **onde** as linhas apontam e se conectam em um mapa por meio de nós (junções topológicas). A ordem das conexões define a forma de um arco ou polígono.

Os objetos são adjacentes quando compartilham limites, como, por exemplo, no caso de lotes de terreno ou casas vizinhas.

A relação de conectividade ocorre quando os objetos estão ligados uns aos outros. Por exemplo: acontece na rede rodoviária ou de drenagem.

A relação de contingência ocorre quando uma feição está incluída em outra. Exemplificando: um bairro contido num município, uma casa contida num lote do terreno.

A seguir é apresentado um exemplo que apresenta como as relações topológicas são representadas em um banco de dados. Isto envolve mais que uso da localização absoluta de pontos, linhas e áreas.

O primeiro passo é registrar a localização de todos os nós que são pontos iniciais ou finais de linhas, interseções de linhas ou limites.

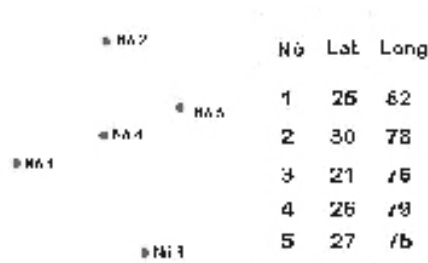


Figura 1. Localização de “nós” (pontos). (Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

Baseando-se nesses nós, são definidos arcos (linhas). Esses arcos são linhas orientadas que possuem pontos de início e finalização. O ponto de partida do arco é chamado “do nó” e o de destino, “para nó”. A orientação

Um outro exemplo prático para os iniciantes em SIG é baixar e instalar o Zane- Zoneamento Agroecológico do Nordeste. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias realizou o zoneamento, que consiste do Diagnóstico do Quadro Natural e Agro sócio-econômico da Região Nordeste do Brasil, cujo objetivo principal é subsidiar os órgãos de desenvolvimento na elaboração de propostas de intervenção no meio rural.

O documento é apresentado em Sistema de Informações Geográficas - SIG (ZANE DIGITAL) e permite a visualização e impressão de mapas, textos, planilhas, etc. e, o mais importante, possibilita a realização de pesquisas dos diversos temas abordados, seja na forma direta ou realizando as combinações que o “software” permite.

Vale a pena conferir!

Disponível em:

[http://www.uep.cnps.embrapa.br/zoneamentos\\_zane.php](http://www.uep.cnps.embrapa.br/zoneamentos_zane.php)

Da mesma forma, o ZAPE- Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco - empreendido pela Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária de Pernambuco, em convênio com a Embrapa Solos, é um outro bom exemplo de um SIG.

Ele está disponível em:

<http://www.uep.cnps.embrapa.br/zape/index.php?link=publicacao>

Como o software que iremos utilizar é o TerraView, vale a pena conferir o que temos disponível desse programa. Na página <http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>, você encontrará instruções para fazer o download desse programa. Além de ser gratuito, o TerraView é fácil de utilizar e oferece aos iniciantes em SIG seis aulas que mostram passo a passo como utilizar o programa.

de um determinado arco pode ser nomeada em qualquer direção, contanto que essa direção seja registrada e armazenada no banco de dados.

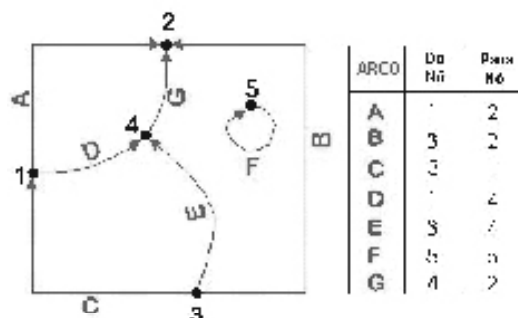


Figura 2. Organização espacial dos nós, formando arcos.  
(Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

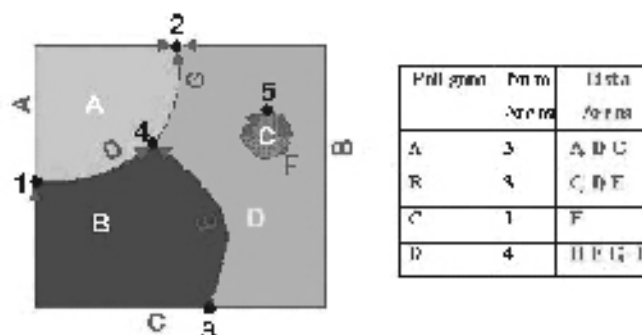


Figura 3. Organização espacial dos arcos, formando polígonos.  
(Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

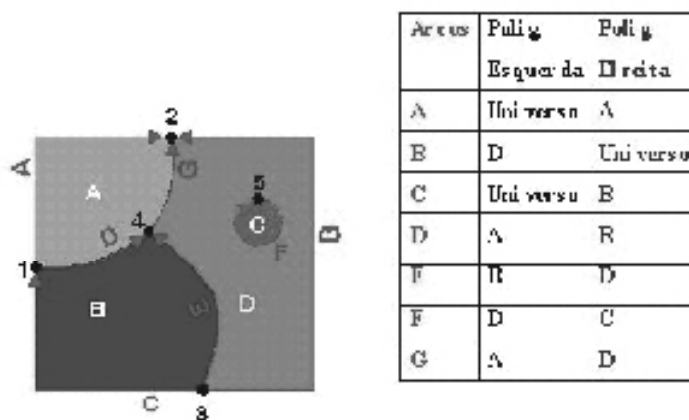

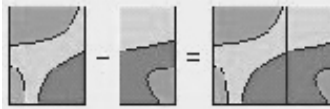
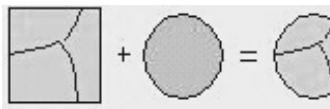
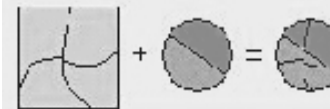
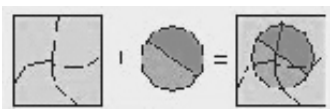


Figura 4. Organização da continuidade dos polígonos.  
(Fonte: Mendes e Cirilo, 2001.)

Também é necessário algum tipo de indicador que determine como se dá a conexão entre os diferentes vetores nos vários vértices. É isto o que significa a conectividade.

A Tabela 1 ilustra algumas das operações básicas que podem ser efetuadas em ambiente de SIG, utilizando-se estruturas vetoriais.

Tabela 1- Operações com atributos em estruturas vetoriais

Operações	Resultados
Agregação: esta operação agrega feições de um tema através do valor de um atributo especificado.	
Junção: esta operação une as feições de dois ou mais temas em um único mapa. O mapa resultante apresenta os atributos dos mapas de entrada. Para isso, é necessário que os temas de entrada apresentem os mesmos campos da tabela.	
Recorte: esta operação recorta um tema baseado em outro. Os atributos do tema de entrada que será recortado não serão alterados.	
Interseção: esta operação calcula a interseção de dois mapas e gera um novo mapa a partir das interseções efetuadas. O novo tema possui atributos dos dois temas de entrada.	
União: esta operação combina feições de temas de entrada e gera novo mapa que contém os atributos de ambos os temas.	

Fonte: Adaptado de Mendes e Cirilo, 2001.

Carvalho et al. (2000) apresentam um exemplo claro de análises espaciais usando topologia.

Nesse caso, o SIG é utilizado para que uma fábrica de produtos químicos selecione área destinada a depósito de lixo, tendo que atender a determinadas restrições.

A primeira restrição é que a área selecionada deverá estar num raio de 10 km em torno da fábrica, envolvendo a relação topológica de contingência.

A segunda restringe a área a locais que estejam no máximo 500 metros de uma estrada de acesso. Esta envolve, além da relação de contingência, a de conectividade.

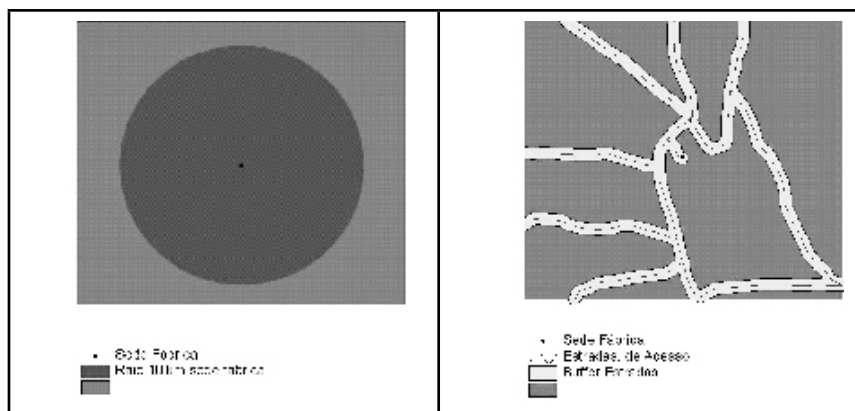


Figura 5- Restrições impostas à área a ser selecionada.

Fonte: Adaptada de Carvalho et al. , 2000.

Na terceira restrição, a imposição é que o local não poderá ser vizinho de áreas habitadas (relação de adjacência).

A quarta restrição diz que o local a ser selecionado deverá estar a mais de 1 km de rios que atravessem áreas urbanas vizinhas.

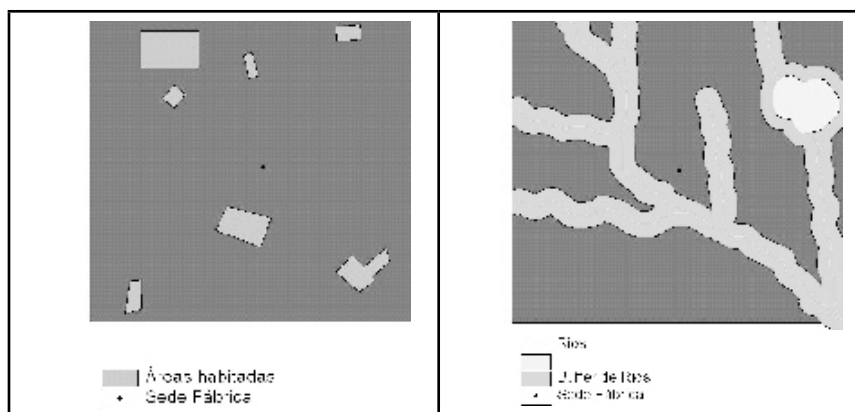


Figura 6- Restrições de vizinhança.

Fonte: Adaptada de Carvalho et al. , 2000.

Definidas as restrições, inicia-se o processo de superposição de informações e geração de novos níveis de informações.



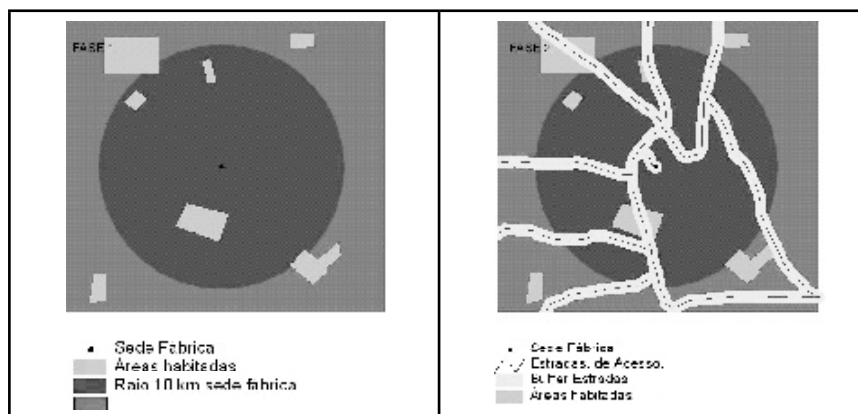


Figura 7- Operações de superposição.  
Fonte: Adaptada de Carvalho et al. , 2000.

Na Fase 1, o nível relativo à área da circunferência definida por um raio de 10 km em torno da sede da fábrica é superposta ao nível relativo às áreas povoadas (Figura 7).

O objetivo é excluir as áreas habitadas e o resultado dessa operação é o círculo escuro que representa as áreas candidatas ao depósito de lixo, excluindo-se os polígonos em tons claros.

Na Fase 2, o mapa resultante da Fase 1 é cruzado com o nível relativo ao buffer em torno das estradas de acesso (Figura 7). O objetivo, nessa fase, é selecionar as áreas que estão dentro do buffer, e o resultado são as áreas que foram selecionadas com as três restrições.

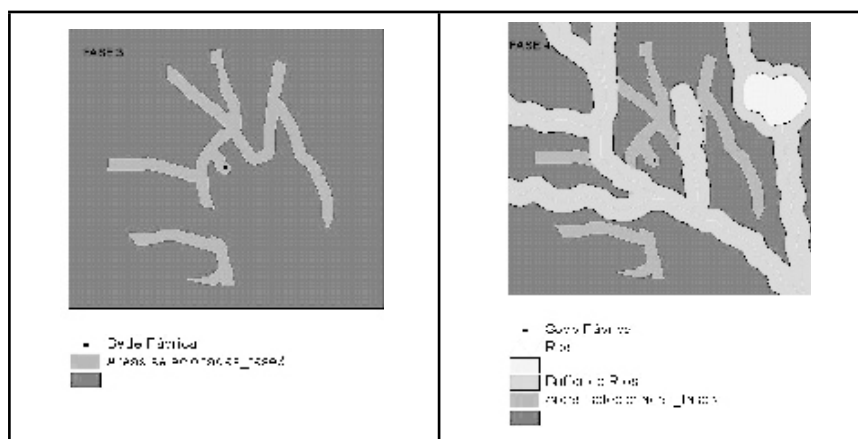


Figura 8- Seleção de áreas fora do buffer de rios.  
Fonte: Adaptada de Carvalho et al. , 2000.

Na Fase 3, tem-se o mapa resultante da superposição da Fase 2 e obtêm-se como resultado as áreas que se apresentam como candidatas ao depósito de lixo (Figura 8).

Na Fase 4, tem-se a superposição do mapa resultante da Fase 3 com o mapa de buffer de rios (Figura 8). O objetivo aqui é excluir as áreas dentro desse buffer, ou seja, que estão a menos de 1 km dos rios.



Figura 9- Resultado da análise espacial.  
Fonte: Adaptada de Carvalho et al. , 2000.

Na Fase 5, tem-se o mapa resultante da superposição da Fase 4 representando as áreas (em tons claros) que podem receber o depósito de lixo de acordo com todas as restrições impostas (Figura 9).

As análises poderiam continuar restringindo ainda mais a seleção das áreas. Por exemplo, poderia definir um tipo de solo menos propício à infiltração de líquidos provenientes da decomposição do lixo, exigindo que o depósito fosse construído em locais que apresentassem esse solo. Para tal, deveria ser obtido o layer ou nível de informação relativo ao tipo de solo para ser superposto aos outros mapas.

## Aplicações de SIG

Os SIG estão presentes em muitas instituições públicas e privadas, mostrando-se como excelente ferramenta de análise espacial.

Enumerar as diversas aplicações dos SIG não é fácil, pois toda e qualquer atividade que envolve a localização geográfica na sua análise poderá contar com o auxílio dessa tecnologia.

Segundo Davis et. al (1997), as funções de um SIG para prefeituras relacionam-se com o processamento e a análise dos fatos, atividades e objetos urbanos. O autor enumera algumas aplicações, classificando-as em três níveis: operacional, gerencial e estratégico. Como exemplo, segue a Tabela 2.

Tabela 2- Exemplos de funções típicas em SIG

Nível	Função
Operacional	Liberação de alvará de construção.
	Processos de aprovação de loteamentos.
	Processos de aprovação de desmembramento, remembramento e regularização de lotes,
	Regularização e projetos de vias públicas.
	Definição de valores tributários.
	Controle de equipamentos urbanos.
	Controle operacional do transporte coletivo municipal.
	Controle da manutenção da rede de pavimentação.
	Manutenção de parques e praças.
	Geração de plantas de valores.
	Prestação de informações diretamente aos cidadãos.
	Controle e fiscalização de lançamento de efluentes sanitários.
	Acompanhamento de obras públicas.
	Distribuição de alunos nas escolas municipais.
	Determinação de rotas para coleta de lixo.
	Licenciamento de uso de imóveis.
Gerencial	Registro e controle da poluição ambiental.
	Acompanhamento de endemias.
	Diretrizes para novos loteamentos.
	Administração de áreas de riscos diversos: geológicos, inundação, de saúde, etc.
	Controle de desnutrição.
	Análise de acesso da população aos equipamentos urbanos.
	Análise de acidentes de trânsito.
	Avaliação das diretrizes e normas para uso e ocupação do solo urbano.
Estratégico	Reestruturação do trânsito.
	Análise da evolução da ocupação urbana.
	Análise de aspectos demográficos.
	Estudos de uso do solo e eficiência do sistema viário.
	Planejamento de expansão de infra-estrutura urbana.
	Monitoramento do índice de qualidade de vida
	Atualização do plano diretor da cidade.

É notado que muitas atividades podem utilizar os SIG nos três níveis acima citados e que, quando somadas, evidenciam uma gestão municipal eficiente quanto aos serviços prestados à população.

Como exemplo de utilização de SIG na administração pública, pode-se citar o caso da Prefeitura Municipal de Votuporanga- SP, Vila Velha-ES, São José do Rio Preto- SP, entre outras.

Também como exemplo, pode-se citar o Projeto Paraná Cidade. Nesse projeto, alguns benefícios específicos com o uso de SIG em prefeituras foram identificados (Davis et al., 1997):

- » A digitalização da base cadastral fornece aos órgãos municipais uma base única e adequada para abranger os aspectos físicos, sociais e econômicos;
- » Proporciona facilidade para atualização dos dados;
- » Facilita o acesso dos usuários às informações de seu interesse;
- » Produção de mapas em papel, com o mesmo nível de atualização e confiabilidade da base digital, de qualquer área, em qualquer escala e com a combinação desejada de níveis de informação;
- » Dados podem ser facilmente combinados, possibilitando consultas de forma rápida. Essas consultas podem respaldar decisões e subsidiar projetos a serem desenvolvidos por entidades públicas e particulares;
- » Permite que os dados sejam rapidamente agregados segundo um critério espacial;
- » As tarefas da administração municipal que se baseiam no SIG terão um alto grau de automatização, resultando em maior rapidez, precisão e confiabilidade dos procedimentos;
- » Integra, pelo critério espacial, os dados gerados por cada setor, contribuindo para um aproveitamento maior dos mesmos. Agiliza o acesso aos dados produzidos em outros órgãos, evitando redundâncias.

## Bibliografia Consultada

CARVALHO, M., PINA (Coord.), M. F., SANTOS, S. M (2000). "Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde", 1ª Ed. Brasília. OPAS/Ministério da Saúde. 124p.

DAVIS, C., YUAÇA, F. e SIKORSKI, S. R.(1997). SIG em Prefeituras. In: Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica. Curitiba. Sagres. 178p

MENDES, C.A. B. e CIRILO, J. A.. (2001). Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação. Porto Alegre. ABRH. 536p.





# Apresentação do Programa TerraView

O **TerraView** é um produto nacional que foi desenvolvido pelos pesquisadores do INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos – SP, e possui domínio público, podendo ser adquirido pela Internet.

O **Terraview** é um aplicativo construído sobre a biblioteca de geoprocessamento **TerraLib**, tendo como um dos principais objetivos apresentar à comunidade um fácil visualizador de dados geográficos com recursos de consulta e análise de dados.

No TerraView, podem ser manipulados dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens), ambos armazenados em Sistema Gerenciador de Banco de Dados-SGBD.

Nos próximos itens, serão apresentadas etapas de como fazer um trabalho prático com o TerraView.

Não se pretende, aqui, explorar todos os recursos disponíveis neste software, e, sim, dar uma visão prática de um SIG e o quanto essa ferramenta pode ser útil nas atividades ou projetos que envolvam a componente espacial.

Os arquivos com os dados que serão trabalhados, ao longo desta e das próximas atividades, serão disponibilizados para download na plataforma Moodle, durante o curso.

## Download e Instalação do TerraView

O TerraView é um software gratuito e está disponível na internet através do endereço: <http://www.dpi.inpe.br/terraview/php/dow.php?body=Dow>

Para isso, é necessário colocar o seu e-mail onde é pedido, clicar em Download. Uma página com um formulário de cadastro aparecerá, o qual você deverá preencher com seus dados pessoais e enviar. Você será redirecionado para a página de download.

Você deverá escolher a opção desejada, conforme o sistema operacional de sua máquina e clicar sobre o ícone para fazer o Download do programa. Para Windows, clicar no ícone abaixo, apresentado na Figura 1.



Figura 1. Item para download do TerraView para Windows.

No momento do download, você deve optar por **Executar** para fazer a instalação do programa no seu computador.

## Iniciando no TerraView

O TerraView possui características peculiares e trabalha com alguns conceitos elementares. A seguir são definidos alguns conceitos utilizados no TerraView e, em seguida, mostrado o procedimento correspondente no programa.


**Banco de Dados** - o TerraView funciona baseado na existência de um banco de dados definido previamente. Os dados são armazenados de acordo com o modelo de dados proposto na TerraLib, uma biblioteca de funções utilizadas no TerraView. Um banco de dados TerraView/TerraLib pode armazenar tanto os dados descritivos (tabelas de atributos) quanto os dados geográficos (pontos, linhas, polígonos, grades ou imagem).

A cada sessão iniciada no TerraView manipula-se um banco de dados, portanto, o primeiro passo quando se inicia neste programa é a criação de um banco de dados ou a conexão a um criado anteriormente.

Abra o TerraView: **Iniciar – Todos os Programas – TerraView320- TerraView 3.2.0**

### 1. Criando um Banco de Dados

Neste item, criaremos um Banco de Dados chamado Aulas, onde serão armazenados os dados gráficos e não- gráficos trabalhados. Para isso, siga os seguintes passos:

1. Vá em **Arquivo - Banco de Dados...** ou no botão . A seguinte tela aparece (Figura 2).
2. Escolha, em **Operação**, a opção **Criar**.
3. Em **Tipo de Banco de Dados**, escolha **Access** e clique no botão **Diretório** para localizar onde o novo banco de dados será armazenado. Nesse caso, o usuário deve escolher o seguinte diretório: **C:/Curso\_SIG**.
4. Em **Nome do Banco de Dados**, coloque **Aulas** para o seu banco.
5. Clique no botão **Executar**.

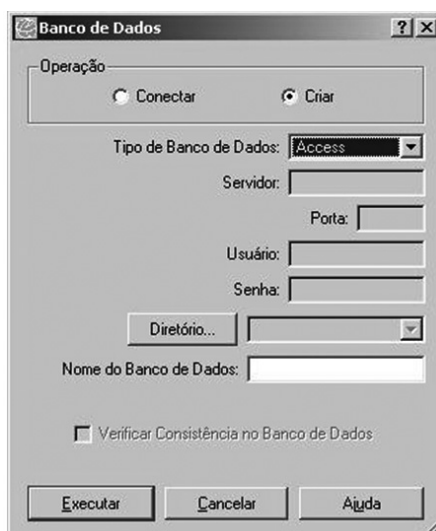



Figura 2. Tela de criação de banco de dados.

Pronto! O seu banco de dados **Aulas** já foi criado.



## 2. Conectando/Abrindo um Banco de Dados

Para conectar/abrir um banco de dados criado em uma sessão anterior do TerraView, o usuário deverá seguir os seguintes passos:

1. Vá em: Arquivo - Banco de Dados ou no botão . A seguinte tela aparece (Figura 3).
2. Em **Operação**, escolha a opção **Conectar**.
3. Em **Tipo de Banco de Dados**, escolha o tipo de banco que deseja conectar/ abrir (Access, SQL Server, etc.).
4. Em **Diretório**, indique em qual diretório está o seu Banco de Dados.
5. Em nome do **Banco de Dados**, selecione o banco que deseja conectar.
6. Clique no botão **Executar**.

Uma vez conectado, o banco está pronto para ser manipulado no TerraView. Vários bancos podem ser conectados no TerraView simultaneamente, mas somente um pode estar ativo de cada vez.

Um banco pode conter vários Planos de Informações-PI.



Figura 3. Tela de conexão a um banco de dados existente

**Plano de Informação** – como o próprio nome diz, é uma camada de dados que agrega informações geográficas (gráficas e não-gráficas), que estão localizadas numa mesma região geográfica. Como exemplos de planos de Informações, há mapas temáticos (mapa de solos, vegetação, uso da terra, etc.), mapas cadastrais (lotes, quadras, bairros, municípios, etc.) e, ainda, dados matriciais, como imagens de satélite, fotografia aérea, etc.

O Plano de Informação também é conhecido como *Layer* e pode ser importado ou criado dentro de um banco ativo.

### 3. Adicionando/ Importando Planos de Informações para um Banco de Dados

Nesta etapa, importaremos arquivos do tipo shapefile, formato de intercâmbio dos produtos ESRI. Shapefiles são formados por um conjunto de arquivos (observe a pasta C:/Curso\_SIG).


1. Vá em **Arquivo - Importar Dados** ou no botão . A seguinte tela aparece (Figura 4).



Figura 4. Tela de importação de dados

2. Em **Arquivo**, escolha **C:/Curso\_SIG/Bacias.shp**  
*Observação: para importar outro formato de arquivo, diferente de shapefile, deve-se escolher qual o tipo de arquivo a ser importado (.shp, .mif, .geo, .bma).*
3. Em **Projeção**, escolha **Projeção - LatLong** e, em **Datum**, **SAD69** e clique em **Executar**, conforme figura que segue (Figura 5).
4. Em **Nome do Plano**, aceite o que é proposto (**Bacias**).
5. Em **Ligação entre Tabelas de Atributos e Geometrias**, aceite o indicado.
6. Por fim, Clique em **Executar**. Das caixas de diálogo que aparecem, clique em **Sim**. A primeira indica que irá ser criada uma nova coluna na tabela do arquivo importado para ligar os atributos com a tabela de geometrias, e a segunda pergunta se quer adicionar os dados importados na Vista.

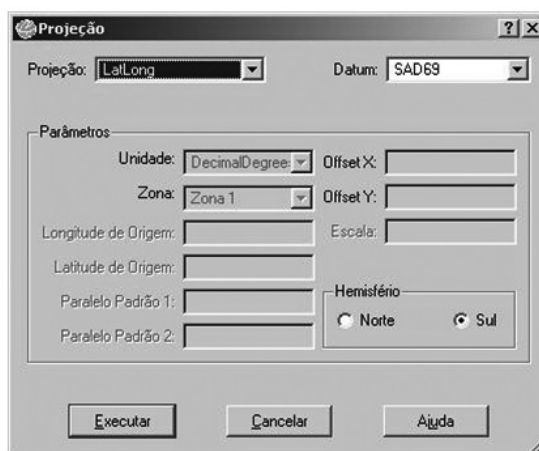





Figura 5. Tela de indicação de projeção e Datum do arquivo a ser importado.




A seguinte tela aparece(Figura 6). Uma importação irá gerar um novo Plano de Informação no banco de dados ativo.

Querendo visualizar melhor os dados gráficos apresentados na área de desenho, é só dar um zoom na figura apresentada.

Para isso, ative o ícone  (cursor de zoom) e, sobre a parte do desenho que deseja ampliar, clique e segure o mouse, arrastando até definir um retângulo.

Para visualizar esse zoom, é necessário que ative o botão  (desenhar) para que seja exibida a parte do mapa ampliada.

Querendo voltar a exibir o desenho todo, é só ativar o ícone  (recompor), para que o arquivo gráfico trabalhado ocupe toda a área de desenho.

Os botões  e  ampliam ou reduzem a área de desenho automaticamente, ou seja, sem a escolha de uma área específica(retângulo). O desenho é ampliado a partir do ponto clicado por um fator escolhido pelo usuário. Para definir o fator de ampliação/redução, ative o botão e clique com o botão direito na área de desenho e escolha uma entre as três opções mostradas. Para visualizar uma parte do desenho que não está sendo exibida no zoom efetuado, utilize o botão  (cursor de pan) que serve para mover o dado dentro da área de desenho.

Para isso, clique e mantenha pressionado o botão esquerdo num ponto da área de desenho; arraste o desenho para o ponto desejado. Fazendo isto, todo o desenho será arrastado.

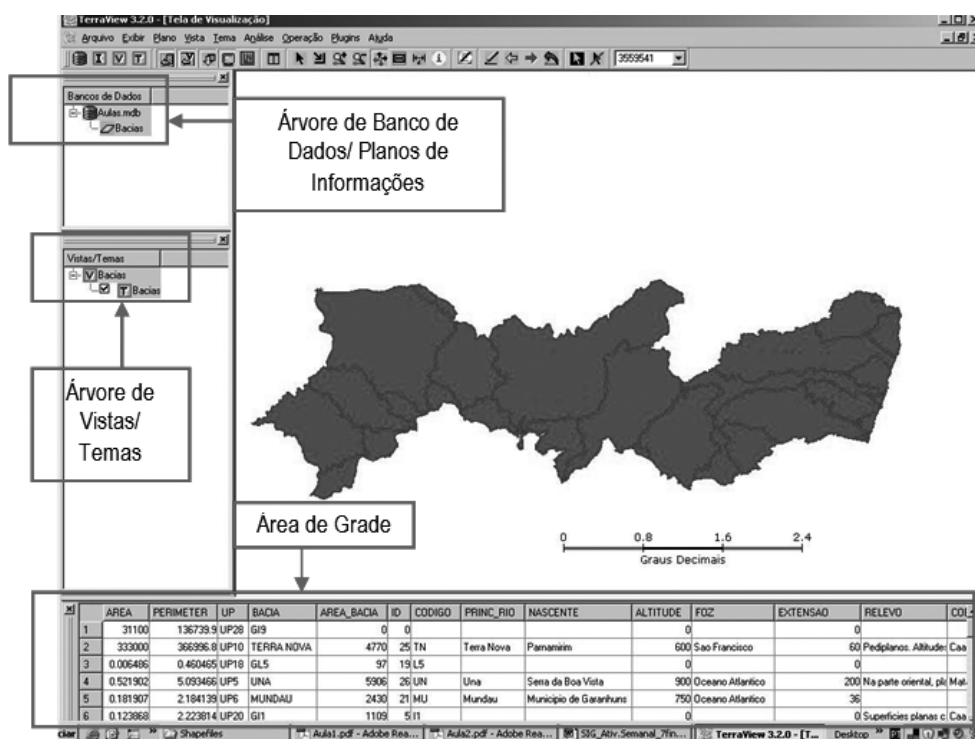


Figura 6. Tela do TerraView com dado importado.

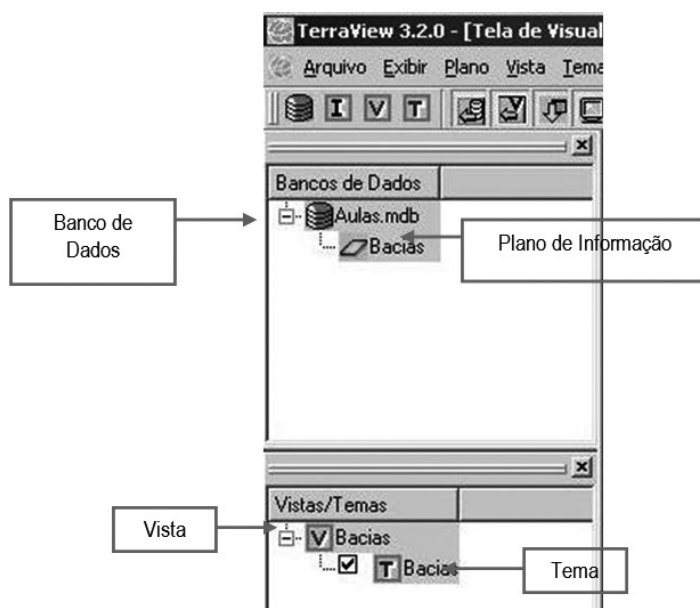


Figura 7. Zoom na tela de visualização de dados.

#### 4. Renomeando Plano de Informação, Vista ou Tema

Para renomear um PI, Vista ou Tema, é necessário que o mesmo esteja ativo, ou seja, realçado na cor azul.

Para ativar um desses itens, basta clicar sobre ele e, para renomeá-lo, clique novamente sobre o item com o **botão direito do mouse** e escolha a opção **Renomear**, como mostra a Figura 8.

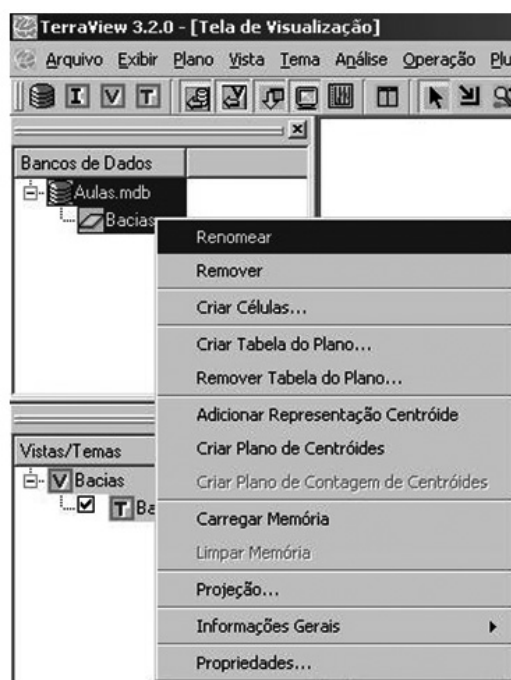


Figura 8. Tela que aparece ao se clicar com botão direito do mouse, sobre o plano de informação.

## Exercício

1- Como tarefa/atividade desta semana, importe os Planos de Informações **Municípios e Estado** que se encontram em **C:/Curso\_SIG**.

Siga os passos de 1 a 5 descritos no item **3- Adicionando/ Importando Dados para um Banco de Dados**.

Na primeira caixa de diálogo que aparece no momento da importação do plano(Figura 9), responda Sim.

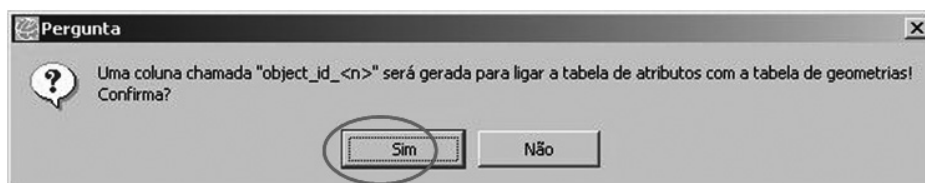


Figura 9 Caixa de diálogo quando na importação de um plano de informação.

Na segunda caixa de diálogo que aparece(Figura 10), responda Não para não adicionar os dados na Vista.

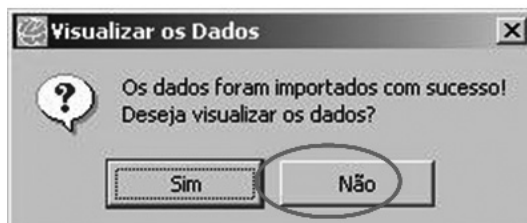


Figura 10. Caixa de diálogo que aparece na importação de um plano de informação.

2- Faça modificações no nome (Renomear) da Vista **Bacias** para **Pernambuco** e no Tema **Bacias** para **Bacias\_PE**, conforme descrito no item **4 (Renomeando Plano de Informação, Vista ou Tema)**. Seguindo como os passos anteriores, você terá a seguinte visualização de árvores de banco de dados/planos de informação e de Vistas/Temas (Figura 11):

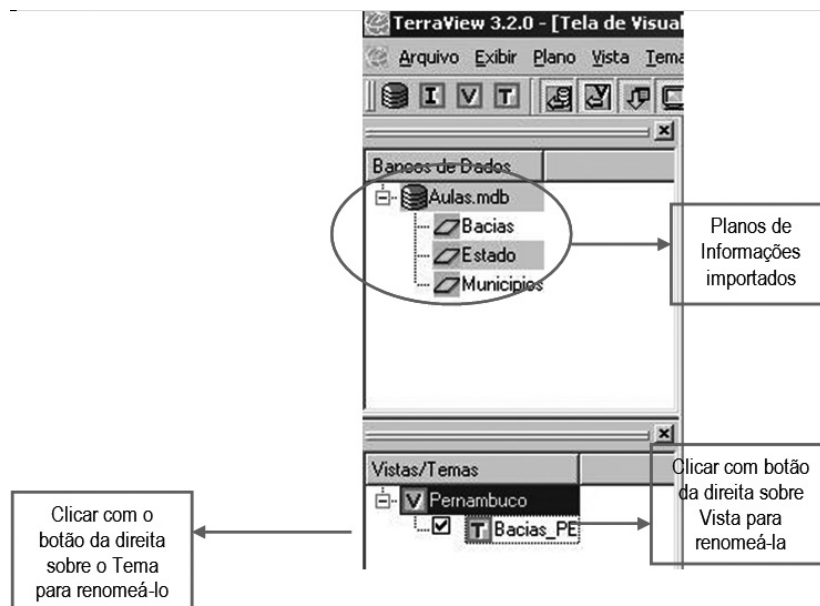


Figura 11. Zoom na tela de visualização nas árvores de banco de dados / planos de informação e de Vistas / Temas

Observe que, na tela de desenho, só aparece o tema Bacias\_PE, pois somente ele foi adicionado!







# Trabalhando no Programa TerraView

Na aula anterior, foram apresentados alguns passos para iniciar um trabalho no TerraView. Foi mostrado como criar o banco de dados, importar planos de informações e renomear Planos de Informações, Vistas e Temas. Nesta aula, adicionaremos temas a uma Vista, criaremos novos temas a partir de uma restrição e manipularemos Temas numa Vista.

## 1. Adicionando Temas a uma Vista

**Tema** – Um Tema pode consistir num subconjunto de objetos geográficos ou elementos de um Plano de Informação. Esse subconjunto pode conter todos os objetos de um Plano ou somente os objetos selecionados, conforme alguma restrição.

Um Tema sempre pertence a uma Vista que define a projeção na qual os temas são mostrados.

Temas são definidos para exibir o conteúdo de um PI que está no banco ativo.

**Vista** - Uma Vista serve para definir quais as informações dos diferentes Planos devem ser visualizados ou manipulados juntos. Como cada Plano pode ter uma projeção diferente, a Vista também determina em que projeção será feita essa manipulação conjunta.

Neste item, adicionaremos os temas **Municípios** e **Estado** numa Vista. Para isso, siga os seguintes passos:

1. Vá em **Tema – Adicionar** ou no botão **T**. A seguinte tela aparece(Figura 1):



Figura 1- Tela para adicionar um tema na Vista.

2. Em **Plano de Informação**, escolha **Estado** ou **Municípios** (para isso, clique sobre a seta preta marcada na Figura 1).

Observação: Esses dois Pls só estarão disponíveis para serem adicionados como Temas na Vista, se já tiverem sido importados para o Banco de Dados, conforme solicitado na atividade/ tarefa da aula anterior.

3. Em **Vista**, aceite o sugerido (só existe a Vista Pernambuco neste Banco, renomeada na atividade anterior).

4. Deixe a opção **Selecionar Todos os Objetos** ativa (conforme mostrado na Figura 1).

5. Em **Nome do Tema**, aceite como sugerido.

6. Por fim, clique em **Executar**.

Seguindo todos os passos, como descritos, você terá a seguinte árvore de Vistas/ Temas (Figura 2):

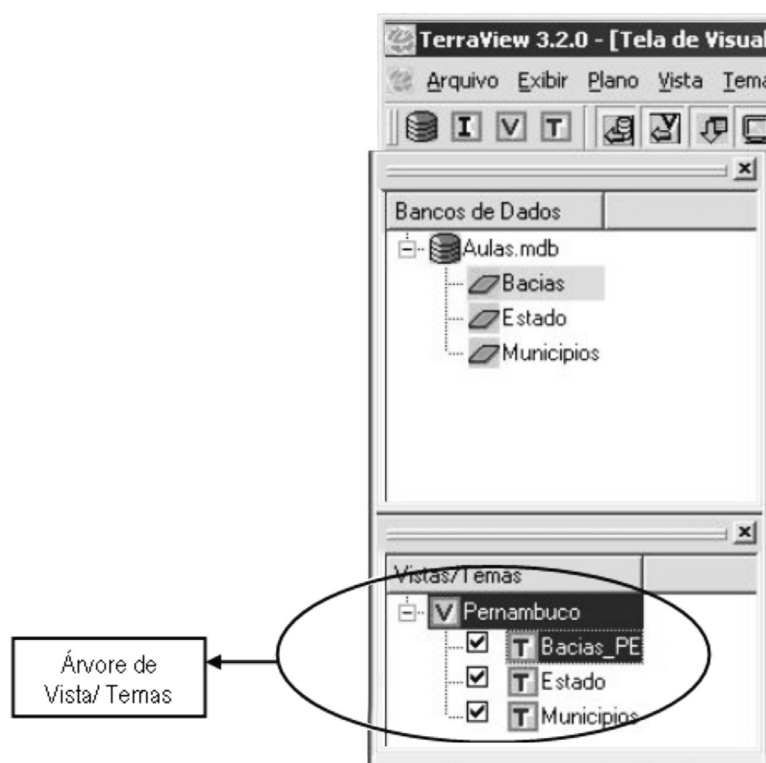



Figura 2- Visualização da árvore de Vista/Temas.

## 2. Manipulando Vista e Temas

Agora, você tem 3 temas na Vista Pernambuco(Bacias\_PE- renomeado na aula anterior, Estado e Municípios).

### 2.1 Tema Visível e Tema Ativo

- » Tema Visível: é apresentado na Área de Desenho ao se clicar em algum dos botões associados a ações de desenho (como o botão ). O Tema visível é representado pela marca ☒, ao lado de seu nome.
- » Tema Ativo: é o Tema corrente, ou seja, o Tema que será utilizado por alguma operação no TerraView. A Área de Grade mostra os atributos descritivos dos objetos do Tema ativo. Para tornar um Tema ativo, clique com o botão esquerdo sobre o seu nome e ele ficará destacado na cor azul.

A Área de Grade será exibida de acordo com o tema ativo. Troque o tema ativo e observe o que acontece.

### 2.2 Ordem dos Temas numa Vista

A ordem dos Temas na Vista e a seleção do Tema ativo controlam os dados mostrados na Área de Desenho.

Os Temas visíveis são desenhados na Vista na ordem de sua disposição na Árvore de Vistas/ Temas, ou seja, de baixo para cima, exceto o tema ativo que é sempre desenhado por último.

Para mostrarmos mais facilmente como se dá a ordem de apresentação de temas numa Vista, acrescente o Plano de Informação **Drenagem**, que está no diretório **C:/Curso\_SIG**, e, depois, adicione esse plano como novo tema, na Vista **Pernambuco**.

Na Figura 3, apresenta-se a ordem dos temas na Vista Pernambuco:

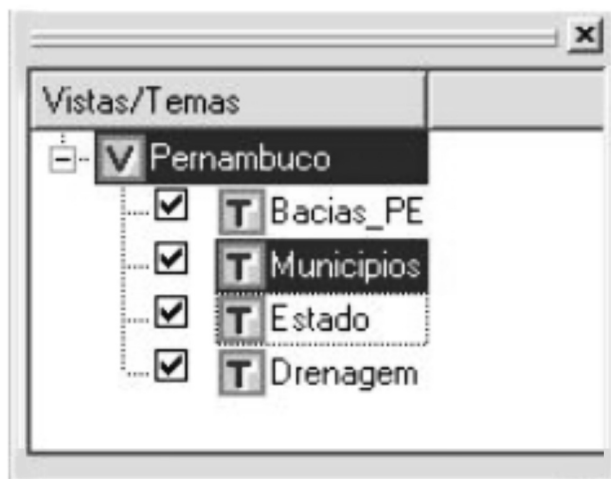


Figura 3- Árvore de Vistas/ Temas mostrando ordem dos temas na Vista Pernambuco.

Na Área de Desenho, os temas são desenhados na seguinte ordem:

1º tema a ser desenhado- tema **Drenagem**;

2º tema a ser desenhado- tema **Estado**;

3º tema a ser desenhado-tema **Bacias\_PE**.

E, por fim, como o tema **Municípios** está ativo(na cor azul), ele será o 4º tema a ser desenhado na tela(Figura 4).

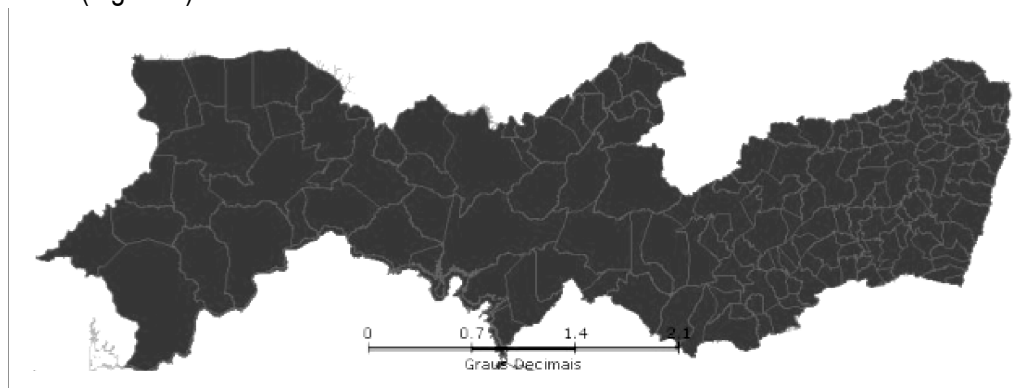



Figura 4- Tela de desenho mostrando a Vista Pernambuco.

É bom lembrar que, para visualizar as alterações feitas na ordem dos temas na Vista, é necessário clicar sobre o botão **Desenhar** . Também será alterado o que é visualizado na Área de Grade(tabela do tema ativo).

Modificando a ordem dos temas na Vista Pernambuco, como mostra a Figura 5:

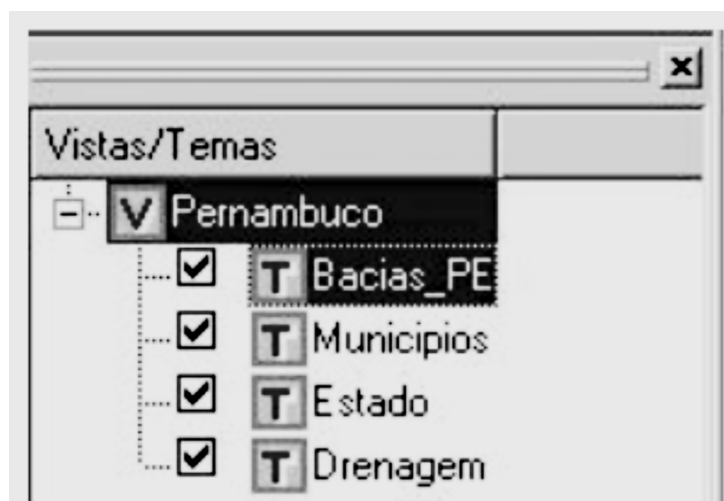


Figura 5- Árvore de Vistas/ Temas mostrando ordem dos temas na Vista Pernambuco.

Na Área de Desenho, os temas são desenhados na seguinte ordem:

- » 1º tema a ser desenhado- tema **Drenagem**;
- » 2º tema a ser desenhado- tema **Estado**;
- » 3º tema a ser desenhado- tema **Municípios**.

E, por fim, como o tema **Bacias\_PE** está ativo (na cor azul), ele será o 4º tema a ser desenhado na tela (Figura 6).

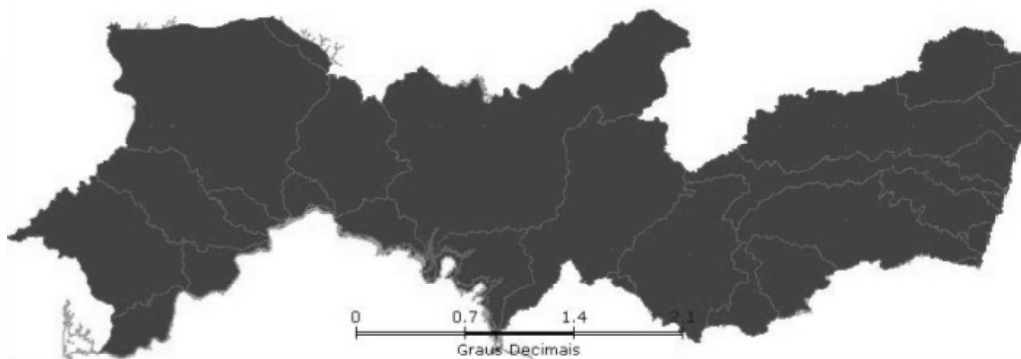


Figura 6- Tela de desenho mostrando a Vista Pernambuco.

A ordem de um Tema dentro da Vista pode ser alterada clicando-se sobre o seu nome e arrastando-o para uma nova posição, mantendo sempre o botão esquerdo pressionado.

A cada alteração clique no botão desenhar e observe as mudanças na Área de Desenho e na Área de Grade.

## 2.3 Visual de Temas numa Vista

Os Temas contêm informações sobre o visual gráfico dos dados geométricos. Por exemplo, você pode mostrar as bacias hidrográficas de Pernambuco em cores diferentes dos municípios.

Poderão ser alterados tanto temas do tipo polígonos, como também pontos ou linhas.

Para alterar o visual de um Tema, siga os seguintes passos:

- 1) Clique com o **botão direito do mouse**, sobre o nome do Tema (nesse caso, o Tema **Bacias\_PE**).
- 2) Escolha a opção **Visual - Default**. A seguinte tela aparecerá (Figura 7):

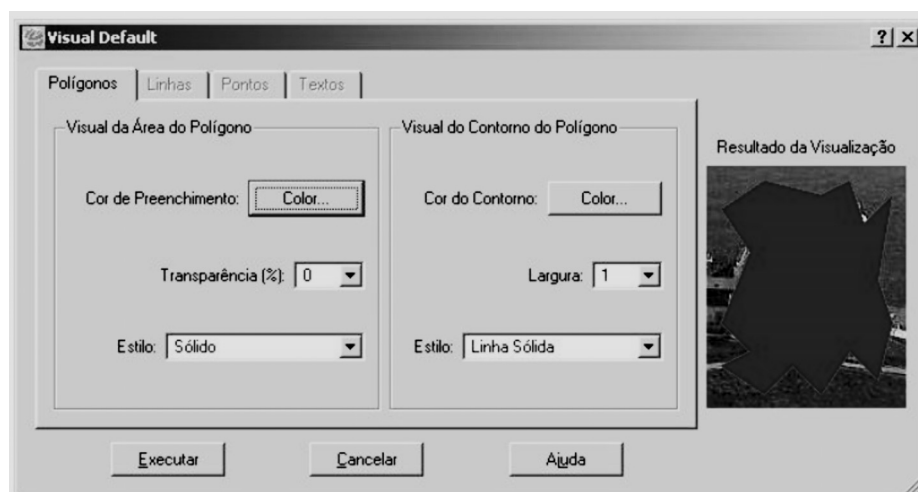


Figura 7- Tela para alteração do visual de apresentação de um tema.

Como o tema **Bacias\_PE** é apresentado apenas por polígonos, apenas os parâmetros associados aos polígonos ficam disponíveis para serem modificados.

- 3) Em **Visual de Área de Polígono**, selecione **Cor de Preenchimento** para selecionar a cor em que deseja apresentar o seu tema. Também modifique a **Transparência(%)**, colocando **100%**.
- 4) Em **Visual de Contorno do Polígono**, selecione a **Cor do Contorno**, a **Largura** e o **Estilo** da linha do contorno do tema.

Alterar o grau de transparência, no preenchimento de polígonos, é interessante, para permitir que um tema que está abaixo de outro seja visualizado.

A Figura 8 mostra os temas **Bacias\_PE** e **Municípios** com alterações no visual de apresentação.

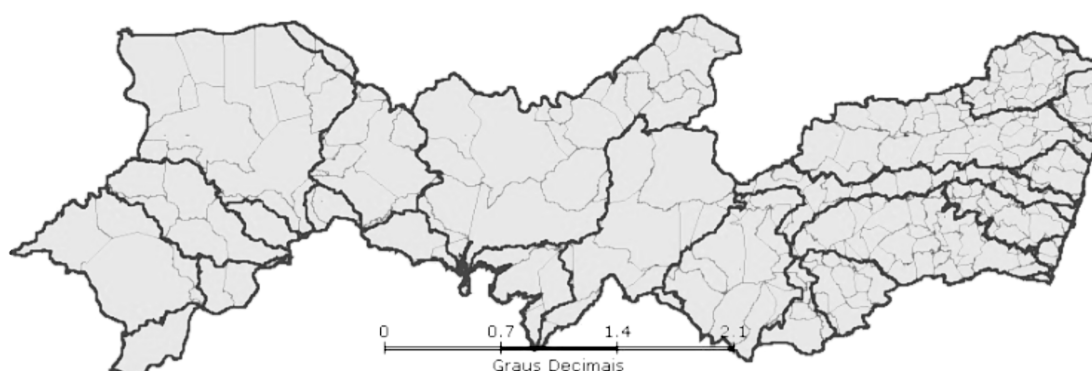


Figura 8- Área de desenho com os temas **Municípios** e **Bacias\_PE**, com alteração no visual de apresentação.

### 3. Criando Temas com Restrição

Os temas adicionados, até o momento, foram adicionados sem restrição, ou seja, todos os objetos do Plano de Informação fazem parte do Tema.

O TerraView permite que você crie Temas que contenham apenas um subconjunto dos objetos de um Plano de Informação. Por exemplo, um Tema que contenha apenas as bacias hidrográficas cuja área seja maior que 10.000 km<sup>2</sup>.

Para isso, siga os seguintes passos:

1. Vá em **Tema – Adicionar** ou no botão **T**. A seguinte tela aparece (Figura 9).
2. Em **Plano de Informação**, selecione o plano **Bacias** que contém os dados a serem representados no Tema.
3. Em **Vista**, aceite o que é sugerido: **Pernambuco**.
4. Desmarque a opção **Selecionar Todos os Objetos**. A seguinte tela aparece (Figura 9).
5. Em **Nome do Tema**, digite **Bacias\_grandes**.
6. Em **Atributo**, escolha **ÁREA\_BACIA**.
7. Em **Operadores**, escolha **>** (maior que).
8. Note que, ao selecionar o atributo e o operador, estes aparecem na área de construção do critério de seleção.
9. Na janela de formulação da restrição, digite **10000** (dez mil).
10. Por fim, clique em **Executar**.

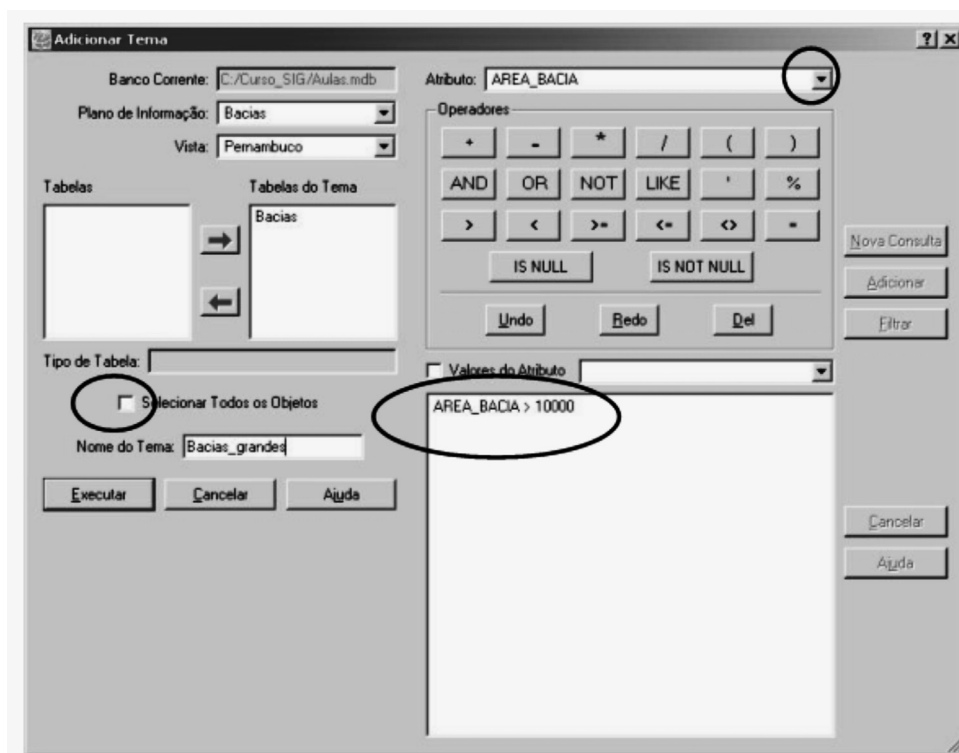


Figura 9- Tela para criação de Tema com restrição.

A Figura 10 apresenta a árvore de Vistas/ Temas com o novo tema criado, a partir da restrição de área imposta.

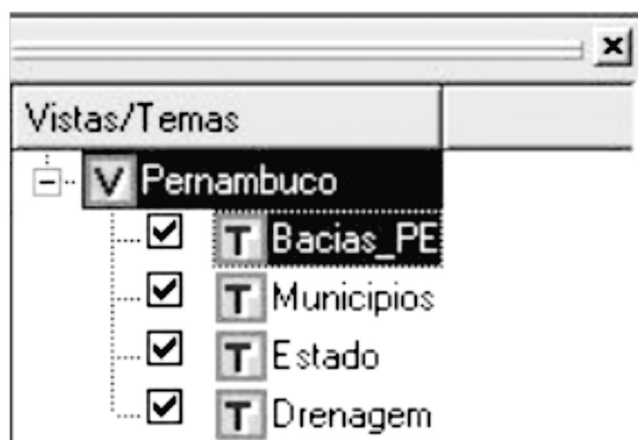


Figura 10- Árvores de Vistas/ Temas com o novo tema criado com a restrição de área.

A Figura 11 mostra a Área de Desenho com o novo tema, gerado a partir da restrição.

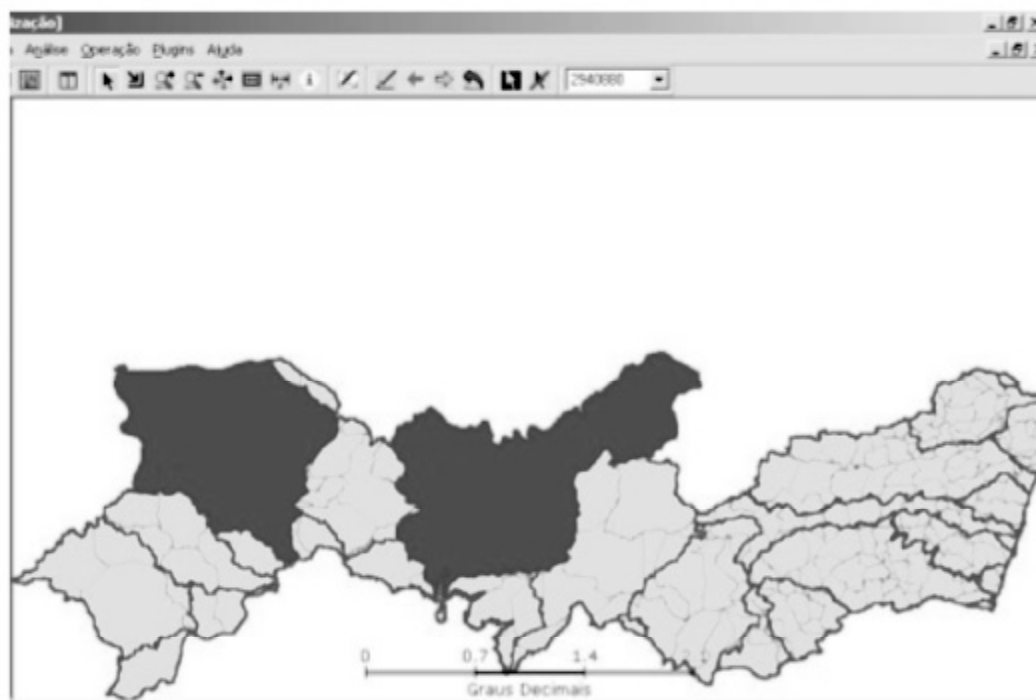


Figura 11- Área de Desenho para os temas visíveis.

O tema **Bacias\_grandes** foi criado, mas ainda não é um tema salvo em diretório. Para criar definitivamente esse tema, é necessário salvá-lo.



Para isso, siga os seguintes passos:

1. Clique com o **botão direito do mouse** sobre o nome do Tema (nesse caso, o Tema **Bacias\_grandes**).
2. Escolha a opção **Salvar Tema para Arquivo**. A seguinte tela aparece(Figura 12).
3. Em **Seleção de Objetos**, escolha **Coleção**.
4. Em **Formato**, escolha **Shapefile**.
5. Em **Saída- Arquivo**, indique o diretório **C:/Curso\_SIG**, onde será salvo o seu arquivo.  
Não esqueça de colocar um nome para este arquivo(sugestão: **Bacias\_grandes2**)

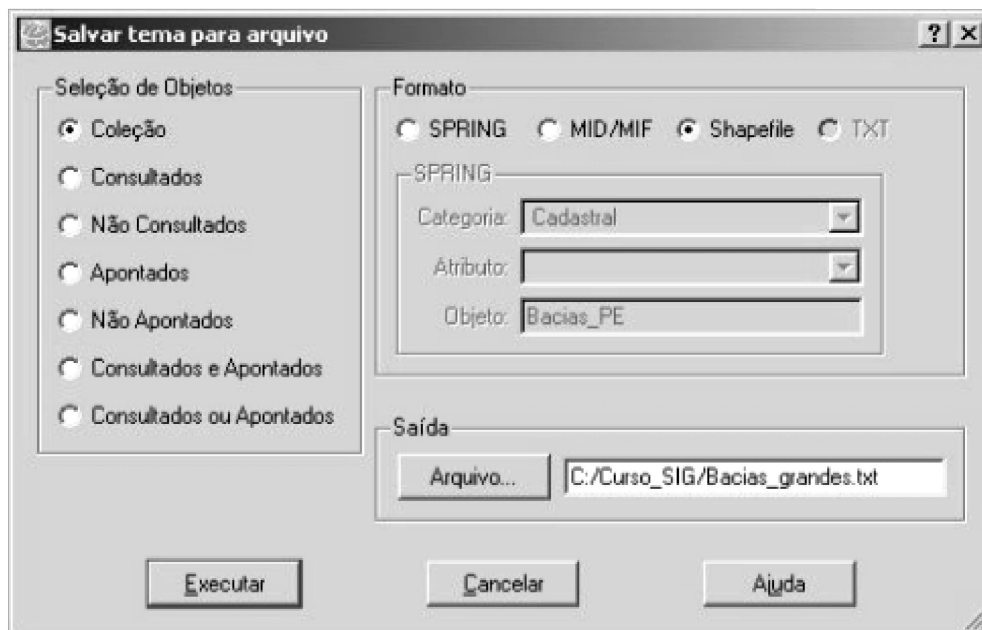


Figura 12- Tela para salvar um tema para arquivo.

6. Por fim, clique em **Executar**.

No Windows Explorer, verifique se o tema Bacias\_grandes foi salvo no diretório indicado.

## Exercício

1. Adicione o tema Barragens que está no diretório C:/Curso\_SIG, na Vista Pernambuco.
2. Altere a ordem de visualização de temas na Vista Pernambuco.
3. Altere o visual dos temas na Vista Pernambuco.
4. Adicione outros temas, a partir de restrições(Ex. Bacias\_pequenas, Municípios\_populosos, etc.).
5. Salve os temas criados, a partir de restrições em arquivo do tipo Shapefile.







# Trabalhando no Programa TerraView

Na aula anterior, vimos como adicionar temas numa Vista, criamos novos temas a partir de uma restrição e manipulamos Temas numa Vista. Nesta aula, veremos algumas ferramentas de análise de dados vetoriais para formulação de consultas sobre a base de dados não gráfica (atributos) e a base de dados gráfica (espacial).

## 1. Consulta por Atributo

Suponha que queremos saber quais são os municípios de Pernambuco que possuem IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) abaixo de 50%. Para isso, será necessário fazer uma consulta aos atributos do tema Municípios. Siga os seguintes passos:

1. Clique com o **botão direito do mouse** sobre o nome do Tema (nesse caso, escolha o Tema Municípios), que deve está ativo.
2. Escolha a opção **Consulta por Atributo**. A seguinte tela aparece (Figura 1).
3. Em **Atributo**, escolha **IDH91**.
4. Em **Operadores**, escolha **>** (maior que).  
Note que, ao selecionar o atributo e o operador, estes aparecem na área de construção do critério de seleção.
5. Deixe ativada a opção **Valores do Atributo** (conforme mostra a Figura 1), para exibir os valores disponíveis (neste caso, só serão apresentados os valores registrados na coluna IDH91 da tabela do tema), e escolha o valor **0.5**.
6. Clique em **Nova Consulta**, para aplicar o critério de consulta sobre todos os objetos do tema e observar o que foi selecionado.



Figura 1. Tela para realizar consulta por atributo.

Seguindo os passos mostrados anteriormente, a seguinte tela aparece (Figura 2):

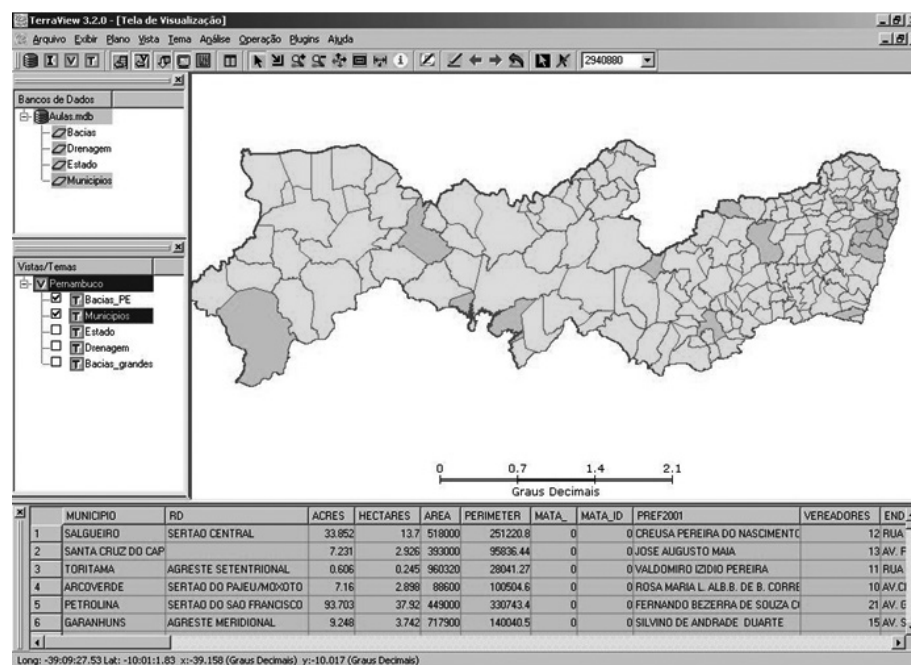


Figura 2- Tela mostrando área de desenho com os municípios selecionados pelo critério IDH91 >0.5.

Com o mouse sobre a tabela do tema, será exibida a quantidade de registros que foram selecionados através da expressão de restrição. Neste caso, foram selecionados 21 municípios.

Caso queira fazer uma consulta sobre objetos já selecionados, então clique sobre **Adicionar**. Para adicionar o novo critério de seleção, escreva a expressão de seleção na área destinada e, depois, clique em **Filtrar**, para ver o resultado na área de desenho.

## 2. Consulta Espacial sobre um Tema

A consulta espacial pode ser feita com base no relacionamento espacial entre objetos (pontos, linhas ou polígonos) de camadas diferentes ou de uma mesma camada.

Suponha que queremos saber quais municípios fazem divisas com Recife. Neste caso, devemos realizar uma consulta espacial. Siga os seguintes passos:

- » Com o tema **Municípios** ativo e visível, selecione o município de Recife, clicando sobre ele na área de desenho(Figura 3):

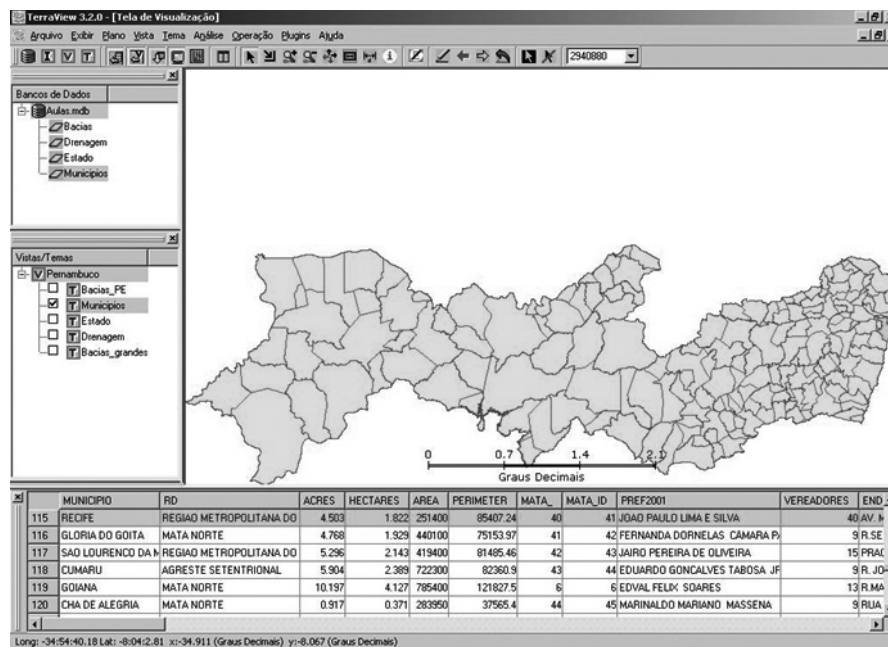



Figura 3- Seleção do município do Recife na área de desenho.

- » Clique com o botão direito do mouse (tema Municípios ativo) e escolha a opção **Consulta Espacial**.
- » Entre as opções disponíveis em **Relações Topológicas**, escolha a opção  (toca).
- » Clique em **Nova Consulta** e observe os resultados apresentados na área de desenho. Dê um zoom sobre os municípios selecionados.

A Figura 4 mostra o resultado com os municípios que fazem limite com o Recife.

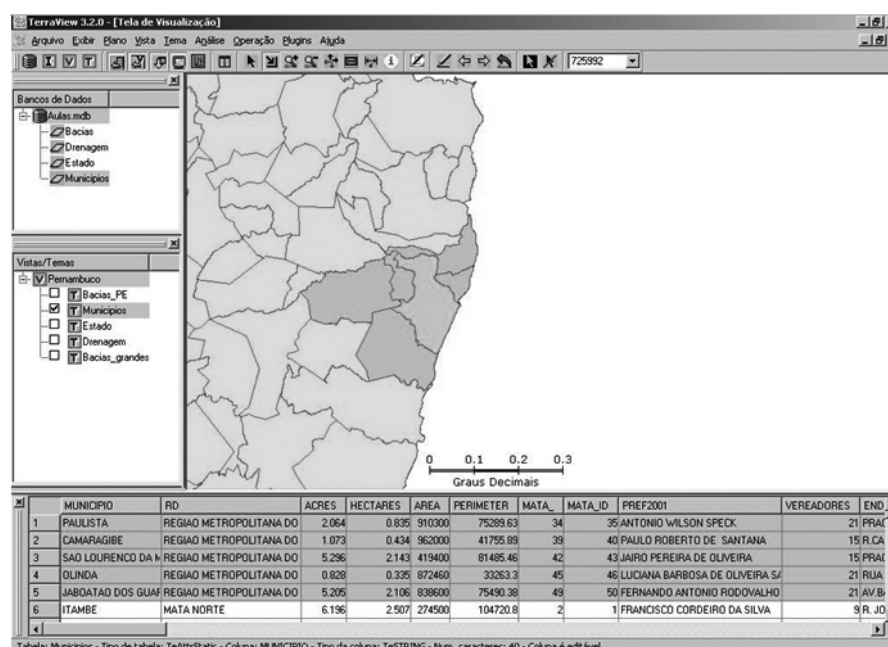



Figura 4. Tela mostrando municípios selecionados pelo critério de “Toca”. Na área de grade, são mostrados os objetos selecionados na tabela do tema.

### 3. Consulta Espacial Sobre Dois Temas

Suponha que queremos saber quais são as bacias que compõem o município do Recife, ou seja, polígonos de bacias hidrográficas que se sobrepõem ao polígono desse município. Siga os seguintes passos:

1. Com todos os temas da vista Pernambuco visíveis e o tema Municípios ativo(azul), escolha a opção **Consulta Espacial** (botão direito do mouse).
2. Na janela que aparece, clique em **Tema Visível** e selecione o tema **Bacias\_PE**, como mostrado na Figura 5.
3. Em **Relações Topológicas**, escolha o ícone  (sobreposição).
4. Clique em **Nova Consulta** e observe os resultados apresentados na área de desenho. Dê um zoom sobre a área em estudo.

Observe, após esta consulta espacial, que o tema Bacias\_PE passou a ser o tema ativo, apresentando, na área de grade, a tabela desse tema com as três bacias hidrográficas selecionadas (Figura 6).

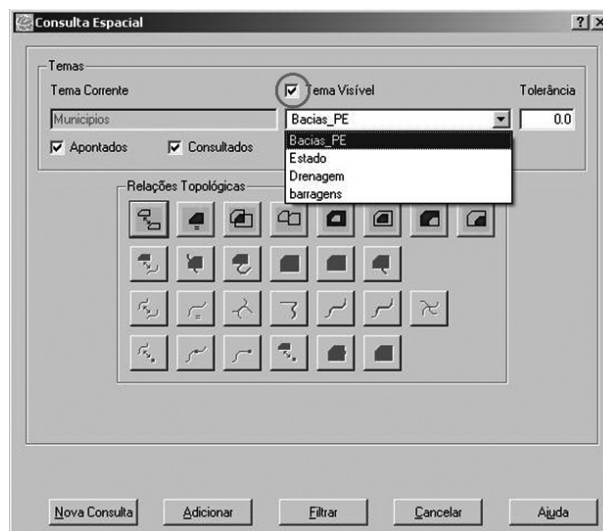


Figura 5. Janela de consulta espacial.



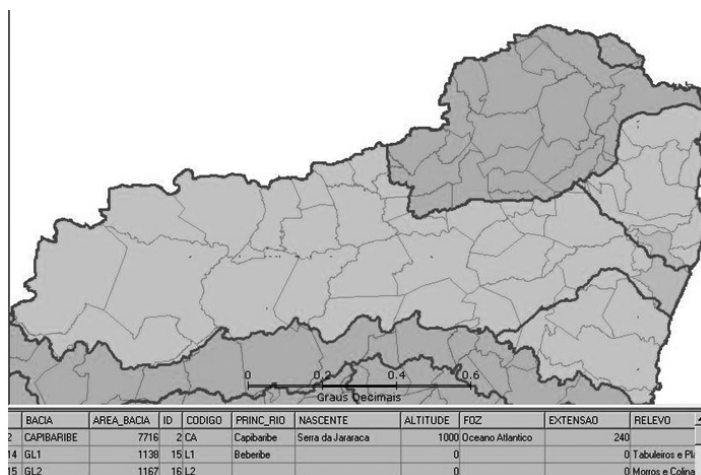


Figura 6. Zoom na área em estudo, apresentando as bacias selecionadas que sobrepõem o município do Recife.

## 4. Editando a Legenda de um Tema

Um tema permite que seus objetos sejam apresentados de forma agrupada na área de desenho. Suponha que queremos apresentar os municípios agrupados por níveis de mortalidade infantil. Para isso, siga os seguintes passos:

1. Com o tema **Municípios** ativo, clique com o botão direito do mouse e escolha a opção **Editar Legenda** (Figura 7).
2. Em **Parâmetros de Agrupamento**, escolha **Modo - Passos Iguais**, em **Atributo - MORTINFANT**, **Fatias - 5** e **Precisão - 2**. Clique em **Aplicar**.

Essas opções irão modificar a legenda do tema Municípios e, conseqüentemente, apresentá-lo de forma agrupada. Na área de desenho, os municípios serão apresentados em 5 grupos, divididos em faixas de valores iguais pelo campo mortalidade infantil. A precisão igual a dois significa que os intervalos de valores terão precisão de duas casas decimais.

Na parte inferior da janela, após aplicar os parâmetros de agrupamento, serão visualizados os intervalos, as cores atribuídas a eles, e, no campo **Contagem**, será apresentada a quantidade de valores de mortalidade infantil que se enquadra naquele determinado intervalo.

Nesse caso, na tabela do tema municípios, foram encontrados 19 valores de mortalidade infantil no intervalo de 0,000001 a 34,46.

3. Por fim, clique em **Executar**.

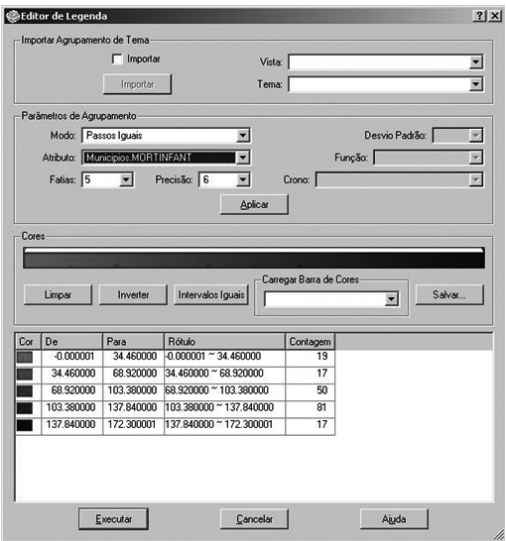


Figura 7. Janela que aparece ao selecionar a opção Editar Legenda.

A Figura 8 apresenta o tema Municípios agrupado segundo critérios definidos anteriormente.

Os municípios que estão em vermelho escuro são os que apresentaram maior índice de mortalidade infantil e vice-versa.

Querendo visualizar de forma inversa, ou seja, municípios com maior mortalidade infantil em vermelho mais claro, clique, antes de finalizar a tela de parâmetros de agrupamento, no botão **Inverter**.

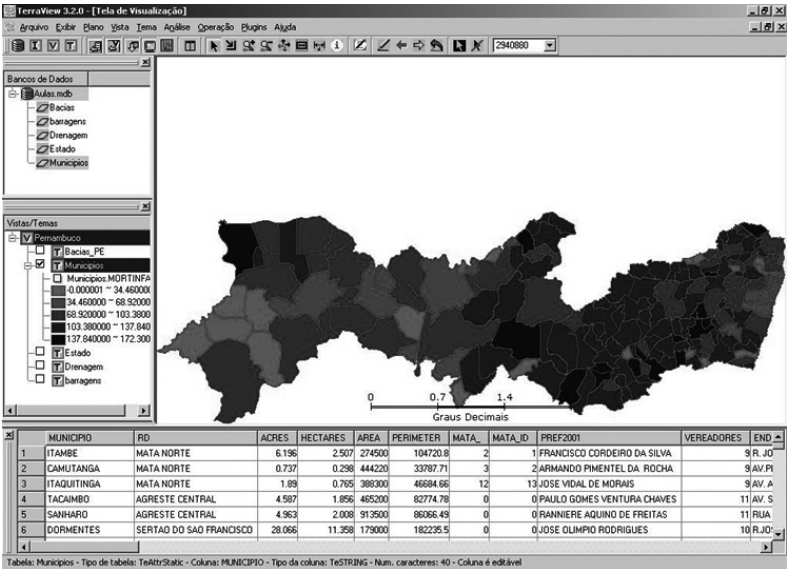


Figura 8. Tema Municípios apresentado de forma agrupada.

Para remover a legenda adicionada, clique com o botão direito do mouse sobre o tema que deseja remover sua legenda e escolha **Remover Legenda**. Na janela que aparece, confirme que quer remover a legenda.

## Exercício

1. Execute uma consulta por atributo com o tema Barragens.
2. Execute uma consulta espacial com o tema Municípios.
3. Execute outra consulta espacial com os temas Bacias\_PE e Municípios.
4. Modifique a legenda de três temas a sua escolha, cada um com parâmetros de agrupamento diferentes.





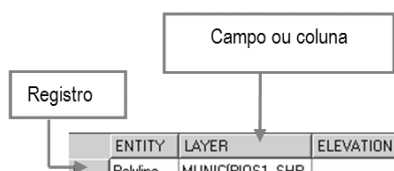


# Trabalhando com Tabelas no TerraView

Nas aulas anteriores, trabalhamos com os dados gráficos, ou seja, os objetos gráficos que são apresentados na Área de Desenho do programa TerraView.

Nesta aula, iremos trabalhar com os dados não-gráficos ou alfanuméricos, importando tabelas.

Tabelas são documentos que armazenam dados descritivos sobre as entidades geográficas ou objetos gráficos exibidos na Vista. São formadas por linhas que representam os registros com informações sobre os objetos gráficos. Cada registro possui um indicador “invisível”, chamado de Geocódigo, que o liga ou indexa-o a um objeto gráfico da Vista. Na 1ª linha, são nomeados os campos ou colunas, com diferentes informações ou atributos por coluna (Figura 1).



	ENTITY	LAYER	ELEVATION	THICKNESS	COLOR	NOME_	REGIDES	AREA_KM2
1	Polyline	MUNICIPIOS1_SHP	0	0	7	Inaja	agreste	1217.82
2	Polyline	MUNICIPIOS1_SHP	0	0	7	Calumbi	agreste	219.97
3	Polyline	MUNICIPIOS1_SHP	0	0	7	Carnaubeira Penh	sertao	1019.29
4	Polyline	MUNICIPIOS1_SHP	0	0	7	São Bento Una	agreste	731.32
5	Polyline	MUNICIPIOS1_SHP	0	0	7	Alagoinha	agreste	203.2
6	Polyline	MUNICIPIOS1_SHP	0	0	7	Agrestina	agreste	206.24

Figura 1. Exemplo de tabela com linhas e colunas.

Como já visto, as tabelas dos temas possuem um link com os objetos gráficos da vista, fazendo com que qualquer seleção feita na mesma apareça na tabela e vice-versa.

**Geocódigos** são indexadores que associam as Informações dos arquivos de atributos com os arquivos gráficos.

Deve-se estar atento aos **sistemas de projeções** dos arquivos a serem trabalhados. Todos devem estar no mesmo sistema, para que possam aparecer como layers no Plano de Informação, bem como permitir a manipulação de suas tabelas, superposição e aparecer na Vista.

## 1. Importando Tabelas

Vamos criar um plano de informação com objetos gráficos representados por pontos, a partir de arquivos tabulares simples, como DBF(arquivo de base de dados- *Data Base File*) e ASCII-CSV (arquivo texto de valores/ itens separados por vírgula).

Primeiro, crie um Banco de Dados chamado **Aulas\_2**. Para relembrar os passos para criação de banco de dados, consulte a aula 7, no item **1-Criando um Banco de Dados**.

Para lembrar como **renomear um PI**, veja a aula 7, no item **Renomeando Plano de Informação, Vista ou Tema**.

Agora, importe o Plano de Informação **Municípios\_rmr\_UTM** (ver aula 7, no item **3- Adicionando/ Importando Planos de Informações para um Banco de Dados**).

**Importante:** na importação deste PI, informe que a ligação dos atributos com a tabela de geometrias será pela coluna MUNÍCIPIO, e não automática, como fizemos no item 3 da aula 7 .

A Figura 2 mostra a janela que aparecerá ao se criar o banco de dados e importar o PI para o banco.

Observe que esse Plano de Informação(PI) importado para o Banco de Dados Aulas\_2 está em coordenadas UTM e Datum SAD69.

Renomeie essa Vista, que foi criada com o nome Municípios\_rmr\_UTM, para **Região Metropolitana**. Nessa Vista serão adicionados os demais temas desta atividade.

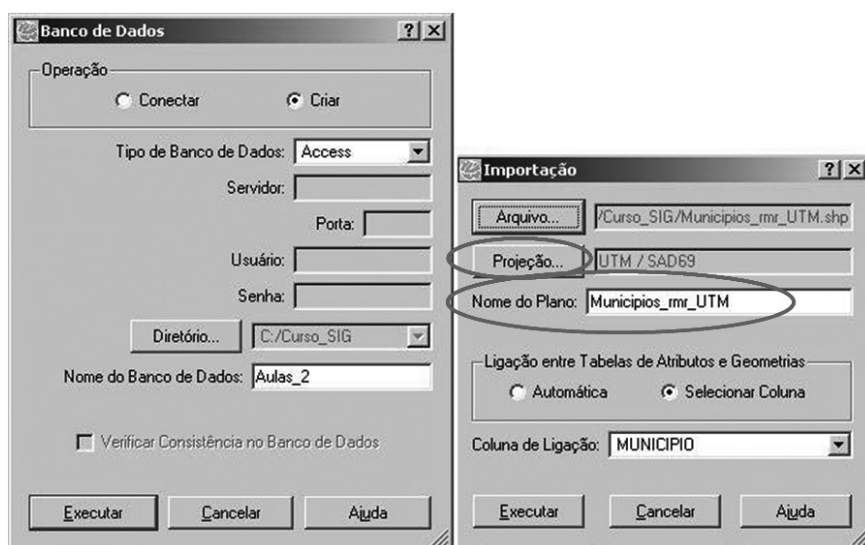


Figura 2. Criando o Banco de Dados Aulas\_2 e importando PI Municípios\_rmr\_UTM.

Seguindo todos os procedimentos, como solicitado, aparecerá a tela da Figura 3



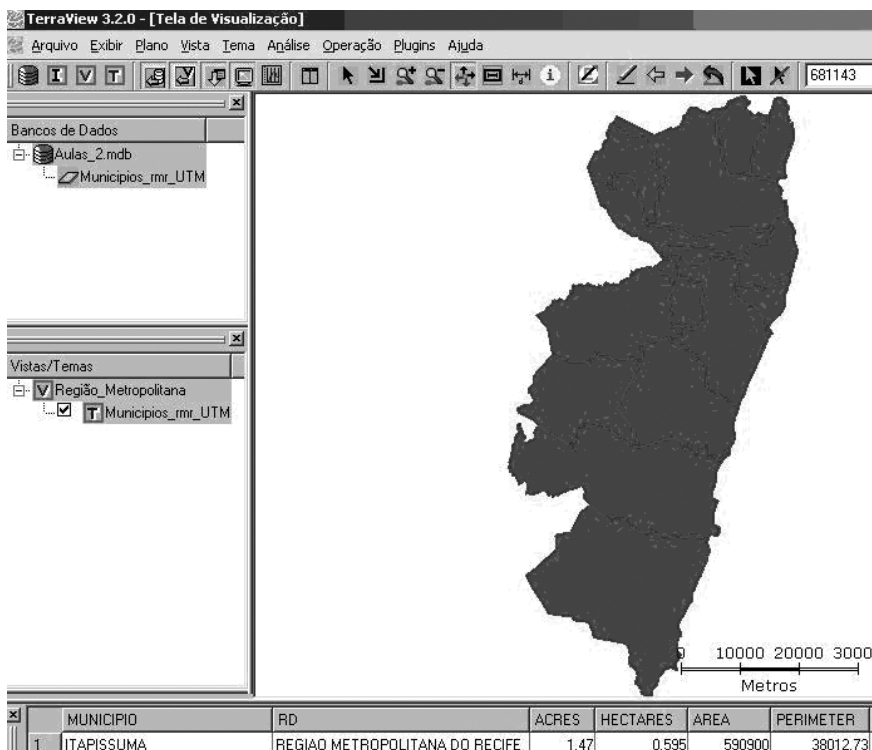


Figura 3. Área de Desenho com a Vista Região\_Metropolitana e o Plano de Informação Municípios\_rmr\_UTM.

## 1.1 Importando Tabelas com Extensão DBF

Após criado o banco de dados **Aulas\_2** e importado o PI Municípios\_rmr\_UTM que iremos trabalhar, agora iremos importar uma tabela. Inicialmente, importaremos uma com extensão DBF. Para isso, siga os seguintes passos:

1. Vá em **Arquivo- Importar Tabela de Pontos**. A seguinte tela aparecerá (Figura 4).
2. Em **Arquivo**, escolha **C:\Curso\_SIG\Poços\_tubulares**.
3. Em **Informação do Plano**, aceite o indicado **Poços\_tubulares**.
4. Em **Projeção**, indique **Projeção - UTM, Datum- SAD69, Parâmetros - Fuso - 25 e Hemisfério - Sul**. Quanto aos outros campos, alguns ficam em branco e outros são preenchidos automaticamente. Clique em **Executar**.
5. Em **Tipo de Ligação**, escolha **Automático**. Neste item, será definido como será feita a ligação entre os atributos e a geometria dos objetos, podendo ser **Automático**, quando é criada uma nova coluna com valores seqüenciais para identificar os objetos, e **Coluna**, quando permite que se escolha uma das colunas existentes para identificar os objetos. Essa coluna não deve conter valores repetidos, portanto, deve-se escolher uma coluna que tenha essa característica.

No caso de tabelas DBF, as definições de colunas não podem ser alteradas.

6. Em **Amostra da Tabela**, seleciona-se com um clique o campo/coluna da tabela do tema, e, ao ser selecionado, por sua vez, suas características (nome, tipo e tipo de texto) aparecerão na caixa de **Definição das Colunas**.
7. Em **Informação da Geometria**, devem ser respondidas quais colunas correspondem às coordenadas X e Y. Nesse caso, informe **Coord. Y – UTM\_NORTE** e **Coord. X – UTM\_LESTE**.
8. Em **Informação da Tabela de Atributos**, aceite o indicado.
9. Por fim, clique em **Executar**. Responda **Não** à visualização dos dados, pois vamos criar o tema Poços\_tubulares na Vista Região\_Metropolitana. Caso responda sim, o Plano de Informação Poços\_tubulares será adicionado ao banco como uma nova Vista, que terá o mesmo nome do PI.

Agora, criaremos o tema com os poços tubulares da Região Metropolitana do Recife. Para isso, siga os seguintes passos:

1. Vá em **Tema – Adicionar** ou no botão **T**.
2. Em **Plano de Informação**, selecione **Poços\_tubulares** e, na Vista, aceite, como sugerido, Região\_Metropolitana. Deixe marcada a opção selecionar todos os objetos. Clique em **Executar**. Será mostrada uma tela como na Figura 5.

**Importar Tabela de Pontos**

Informação da Tabela

Arquivo... C:/Curso\_SIG/Pocos\_tubulares.dbf

Informação do Plano

Nome: Pocos\_tubulares

Projecção... UTM / SAD69

Tipo de Ligação: Automático | Coluna EXECUTOR

Amostra da Tabela

	EXECUTOR	REFER_NCIA	N_PROCESSO	SITUACAO	INTERESSAD	BAIR
1	CISAGRO	4967/88			Governo do Estado	Imbir
2					José S. da S. Filho	São
3		070.104			Imir de Massena	Do

Definição das Colunas

Nome: EXECUTOR

Tipo: Texto | Inteiro | Data | Real

Tipo texto: Num. Caracteres: 22

Tipo Data/Hora: Formato da Data: Separador da Data: / Ind. AM-PM

Formato do Tempo: Separador do Tempo:

Aplicar

Informação da Geometria

Coord. Y: UTM\_NORTE

Coord. X: UTM\_LESTE

Informação da Tabela de Atributos

Tipo: Estático | Evento

Tempo Final:

Tempo Inicial:

Executar Cancelar Ajuda

Figura 4. Tela de importação de tabela de pontos.

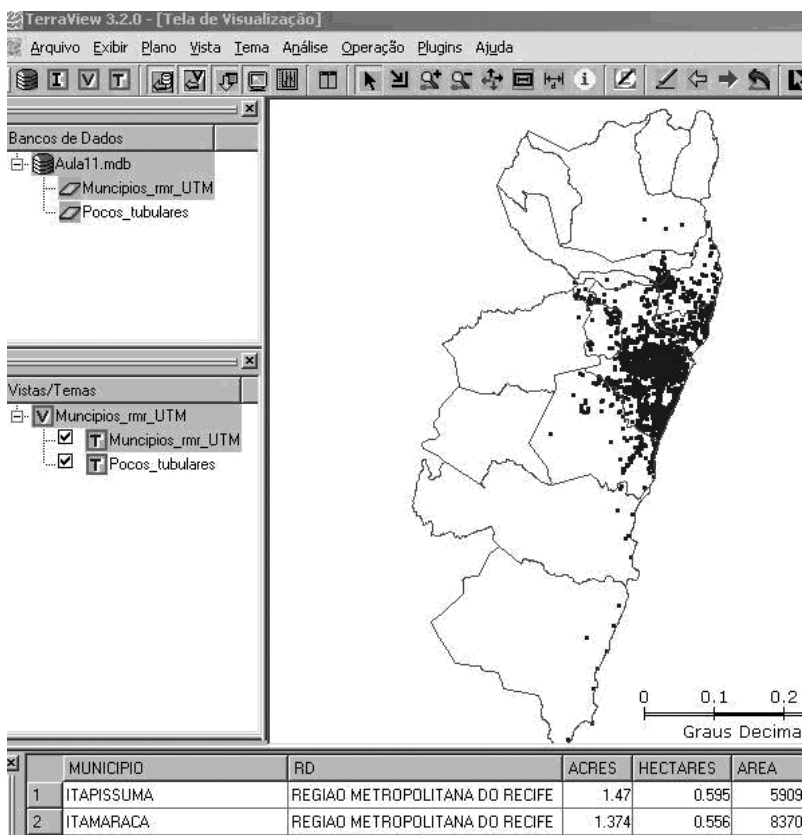


Figura 5. Representação na vista do tema inserido a partir de tabela de pontos.

## 1.2 Importando Tabelas com Extensão ASC II – CSV

O procedimento é semelhante ao anterior, repetindo-se os passos de 2 a 4, com o arquivo Lixões.csv. Em Arquivos do Tipo, escolha ASC II – CSV. Será apresentada uma tela, como mostra a Figura 6.



Figura 6. Tela apresentada para escolha do arquivo CSV.

Para importar a tabela, siga os seguintes passos:

1. Na caixa de diálogo que aparece, em **Entre com Caracter Separador**, defina como **Vírgula**. Nesse caso, a 1ª linha é cabeçalho das colunas, então responda **Sim** a esta pergunta.
2. Em **Tipo de Ligação**, marque **Coluna** e escolha **ID**. A seguinte tela aparecerá (Figura 7).

Atenção às configurações regionais! Caso não apareça, nessa etapa, a **vírgula como caracter separador**, é necessário alterar as configurações regionais do computador.

**Importar Tabela de Pontos**

Informação da Tabela  
Arquivo... C:/Curso\_SIG/Lixoes.csv

Informação do Plano  
Nome: Lixoes  
Projeção... UTM / SAD69  
Tipo de Ligação: 2  
Automático Coluna ID

Amostra da Tabela

	A_D	N2	NOME	ZLONGITUDE	ZLATITUDE
1	1 D		1 NINO	290810	9131470
2	10 D		2 INHAMÃ	291190	9127055
3	100 A		3 TADAÍADA	294012	9110777

Definição das Colunas 3  
Nome: ZLATITUDE  
Tipo: Texto Inteiro Data Real  
Tipo texto: Num. Caracteres: 100  
Tipo Data/Hora: Formato da Data: Separador da Data: / Ind. AM:PM  
Formato do Tempo: Separador do Tempo: :  
Aplicar


Informação da Geometria 4  
Coord. Y: ZLATITUDE  
Coord. X: ZLONGITUDE

Informação da Tabela de Atributos 5  
Tipo: Estático Evento  
Tempo Final:   
Tempo Inicial:   
Executar Cancelar Ajuda

Figura 7. Tela de importação de tabela CSV.

3. Em **Definição das Colunas**, como não é tabela DBF, é possível defini-las (colocando o cursor sobre cada uma, ou, pelo menos, sobre as que contiverem os valores das coordenadas, ZLatitude e ZLongitude), e, em **Tipo**, defina **Real**. Clique em **Aplicar**.
4. Em **Informação da Geometria**, coloque para **Coord. Y - ZLatitude** e em **Coord.X - ZLongitude**.
5. Em **Informação da Tabela de Atributos**, aceite o indicado. Por fim, clique em **Executar**.
6. Uma caixa de diálogo aparecerá perguntando se deseja visualizar os dados importados. Responda **Não**.

Agora, criaremos o tema com os Lixões da Região Metropolitana do Recife. Para isso, siga os seguintes passos:

1. Vá em **Tema – Adicionar** ou no botão .
2. Em **Plano de Informação**, selecione **Lixões** e, na Vista, aceite como sugerido Região Metropolitana. Deixe marcada a opção selecionar todos os objetos. Clique em **Executar**.

## Exercícios

Faça modificações no visual do tema **Lixões**. Para fazer essas alterações, consulte a aula 8, no item **2.3 - Visual de Temas numa Vista**. Seguindo todos os procedimentos enumerados anteriormente, será mostrada a seguinte tela (Figura 8).

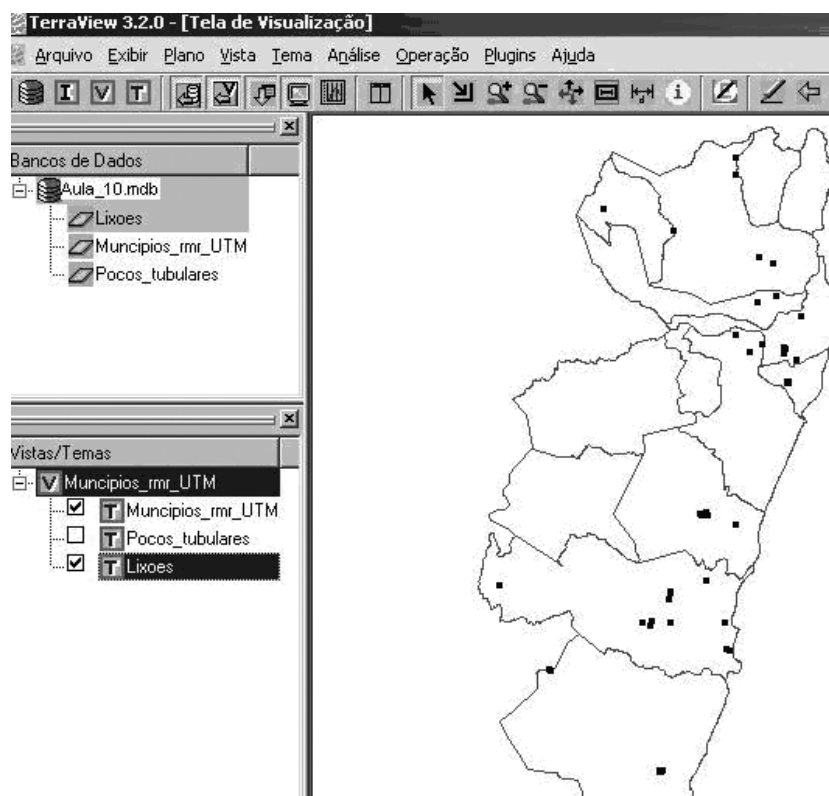


Figura 8. Tela de visualização do tema lixões, inserido através de tabela CSV.

## 1.3 Importando Tabelas de Atributos

Agora, veremos como importar uma tabela apenas com atributos descritivos para um Plano de Informação já existente (com objetos gráficos e uma tabela de atributos), ou seja, como acrescentar uma tabela de atributos a uma tabela já existente. Para isso é necessário que haja um campo em comum.

Existem dois tipos de tabelas de atributos: **estática e externa**. Na estática, cada registro de uma das tabelas se refere a um único objeto gráfico da outra tabela, e essa informação não varia no tempo. A tabela externa não está associada a objetos gráficos de um plano de informação já existente. Elas podem ser ligadas a um ou mais temas em que exista um atributo comum.

### 1.3.1 Importando Tabela de Atributos Estática

Usaremos a tabela **Capitais\_rmr\_UTM**, que possui o nome do município como campo em comum com o tema municípios.

Vá em **Importar Tabela**. Aparecerá a tela mostrada na Figura 9. Siga os seguintes passos:

1. Em **Arquivo**, importe a tabela **Capitais\_rmr\_UTM**.
2. Em **Tabela de Destino**, no item **Tipo**, escolha tipo **Estático**. Em **Plano**, defina **Municípios\_rmr\_UTM**, que serão o plano de informações a que a tabela estática será associada. Em **Ligações de Geometrias**, defina **MUNICÍPIO**, que é a coluna que contém atributos em comum. Em **Nome** (da tabela de destino), aceite como sugerido **Capitais\_rmr\_UTM**.
3. Em **Amostra da Tabela**, clique sobre o campo/coluna **MUNICÍPIO** para que esta possa ser selecionada no item **Definições de Colunas**. Observe que as características (nome, tipo e tipo de texto) são automaticamente preenchidas.

Observe, também, que os dados e as características do campo/coluna não podem ser alteradas por se tratar de uma tabela DBF. Clique em **Executar**.

**Importar Tabela**

Fonte: Arquivo... C:/Curso\_SIG/capitais\_rmr\_utm.dbf Tabela: [v]

Tabela de Destino: Tipo: Estático Plano: Municípios\_rmr\_UTM  
Ligação de geometrias: MUNICÍPIO Nome: capitais\_rmr\_utm

Parâmetros Temporais: Tempo Inicial: [v] Tempo Final: [v] Identificador Único: -- criar --

Amostra da Tabela:

	NOENTIDADE	MUNICÍPIO	POP1997	MESOREGIA	MICROREGIA
1	1	ABREU E LIMA	80828.00	METROPOLITANA	RECIFE
2	12	ARACOIABA	12061.00	METROPOLITANA	ITAMARACA
3	31	CABO DE SANTO A	140764.00	METROPOLITANA	SUAPE
4	37	CAMARAGIBE	111119.00	METROPOLITANA	RECIFE
5	74	IGARASSU	72990.00	METROPOLITANA	ITAMARACA

Definição das Colunas: Nome: NOENTIDADE Tipo: Texto [v] Inteiro [v] Data [v] Real [v]

Tipo texto: Num. Caracteres: [v] Tipo Data/Hora: Formato da Data: [v] Separador da Data: / Ind. AM-PM [v] Formato do Tempo: [v] Separador do Tempo: [v] [v]

Aplicar



Figura 9. Interface da importação de tabela de atributos estática.

A tabela foi importada para a Vista **Região Metropolitana**, e o Tema **Municípios\_rmr\_UTM**, agora, possui 2 tabelas de dados descritivos: uma que está atrelada ao tema **Municípios\_rmr\_UTM** e a outra, importada neste item.

Clique com o botão direito do mouse sobre o tema **Municípios\_rmr\_UTM** e escolha **Selecionar Tabelas do Tema**. A seguinte tela aparecerá (Figura 10).



Figura 10. Interface da seleção de tabelas do tema.

Através das setas  e  dessa janela, pode-se selecionar qual (ou quais) tabela(s) fará(ão) parte do tema. Ou seja, o tema **Municípios\_rmr\_UTM** poderá conter a tabela de atributos do próprio tema e a tabela estática importada. Nesse caso, a tabela **Capitais\_rmr\_UTM**. Quando se opta pelas duas tabelas visíveis e existe coincidência no nome dos atributos, na Área de Grade, será exibida apenas uma tabela, sendo esta a união das duas (tabela do tema e a tabela DBF importada), com o campo em comum sendo mostrado de qual tabela faz parte.

IDENTIFIC	capitais_rmr_utm.MUNICIPIO
1	ABREU E LIMA
12	ARACDIABA
31	CABO DE SANTO AGOSTINHO
37	CAMARAGIBE

Figura 11. Área de grade após a importação de tabela estática.

O Terraview também permite importar tabelas de atributos estáticas do tipo ASCII-CSV. O procedimento é o mesmo das tabelas DBF, a diferença é que no campo **Definição das Colunas** devem ser informados quais os tipos de colunas, assim como foi descrito no item 1.2.

### 1.3.2 Importando Tabela de Atributos Externa

Tabelas externas não estão associadas a objetos gráficos já existentes num plano de informação. Elas possuem apenas atributos descritivos e não possuem atributos geométricos ou espaciais.

Usaremos a tabela externa **Municípios\_alunos.dbf**, como exemplo. Ela contém os municípios da região metropolitana onde moravam alguns alunos do CEFET-PE, durante o ano de 1998.

A importação segue os mesmos passos descritos no item anterior. Entretanto, no campo **Tabela de Destino... tipo** →, defina **Externa** e, em **Chave Primária**, deixe que o programa crie uma chave automaticamente. Para os demais campos não há alteração. Clique em **Executar** (Figura 12).

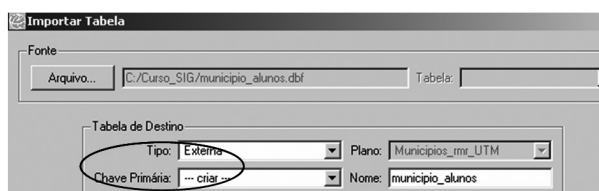


Figura 12. Interface de importação de tabela externa.

Após a importação, esta tabela poderá ser ligada a um ou mais temas com os quais tenha algum atributo em comum.

### 1.3.2.1 Conectando Tabelas Externas

Para conectar uma tabela externa a um tema, clique com o botão direito do mouse sobre o tema e escolha a opção **Conectar Tabela Externa**. Aparecerá a interface mostrada na figura 13.

Nesse caso, há apenas uma tabela: **municípios\_alunos**. Caso houvesse mais tabelas externas, apareceriam para seleção nesse campo.

Observe quais os atributos da tabela externa e quais os atributos da tabela estática do tema na área da grade (no caso, o tema Municípios\_rmr\_utm). O campo que contém atributos em comum é o de MUNICÍPIO. É através dele que será feita a conexão entre as tabelas.

Marque a coluna **MUNICÍPIO A** na tabela externa e, com o botão esquerdo do mouse pressionado, arraste e solte sobre a coluna **MUNICÍPIO** do tema na área da grade (Fig 14).



Figura 13. Interface da conexão de tabela externa.



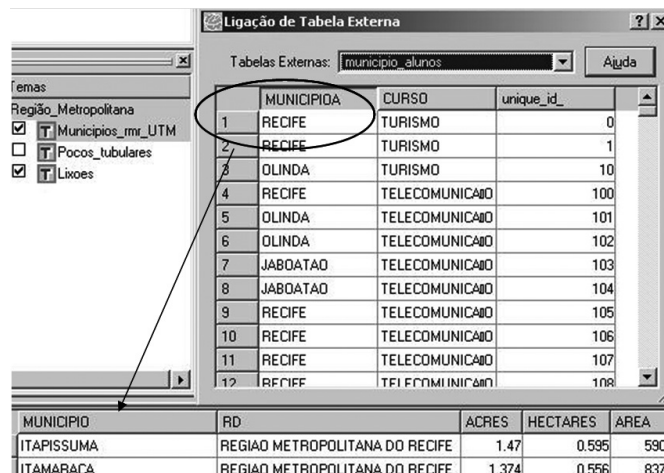


Figura 14. Interface da escolha da tabela externa para conexão.

A tabela do tema ficará como mostra a figura 15. Alguns municípios onde não moram alunos ficarão com o campo da tabela externa em branco, como Itapissuma, Araçoiaba e Moreno. Essa tabela é um tipo de relacionamento 0:N, ou seja, cada município pode estar ligado a 0 ou mais registros da tabela externa. Ex.: no município do Recife (atributo que pertence à tabela que receberá a importação dos dados da tabela externa), pode morar nenhum ou mais de um aluno (dados da tabela externa).

NTAREA	FEIRALVIRE	object_id_1	MUNICIPIOA
1759.4	SABADO	12	IPOJUICA
4007.6	SABADO	13	
1874.7	SABADO	2	IGARASSU
1874.7	SABADO	2	IGARASSU

Figura 15. Resultado da ligação de tabela externa.

Marque alguns registros na área de grade e veja o que ocorre na vista.

### 1.3.2.2 Desconectando Tabelas Externas

Para desconectar uma tabela externa, basta marcar qualquer coluna da tabela externa e clicar à direita do mouse. Na interface aberta, escolha desconectar tabela externa (Figura 16).



Figura 16. Desconectando tabela externa.







# Trabalhando com Tabelas e Imagem no TerraView

Nesta aula, iremos continuar trabalhando com tabelas. Vimos, na aula passada, como importar tabelas com extensão DBF, ASCII-CSV e de atributos (estática e externa). Agora, veremos manipulação de colunas e linhas da Área de Grade, inclusão de mídias e importação de dados matriciais.

## 1. Manipulando a Área de Grade

Antes de iniciar a atividade, crie o banco de dados **Aula\_11** e insira um plano de informação **Município.shp** que encontra-se no diretório de trabalho: **C:/Curso\_SIG**. Vamos trabalhar, nesse momento, com os mapas em coordenadas geográficas e não mais em UTM.

Nesse tópico, iremos ver as possibilidades de manipular as tabelas dos temas através de dois menus de funcionalidades: um disponível, ao se clicar com o botão direito do mouse sobre o nome de qualquer coluna da tabela (Figura 1a), e outro, ao se clicar sobre os valores de uma coluna (Figura 1b).

Vamos trabalhar apenas algumas opções, pois a maioria é auto-explicativa.

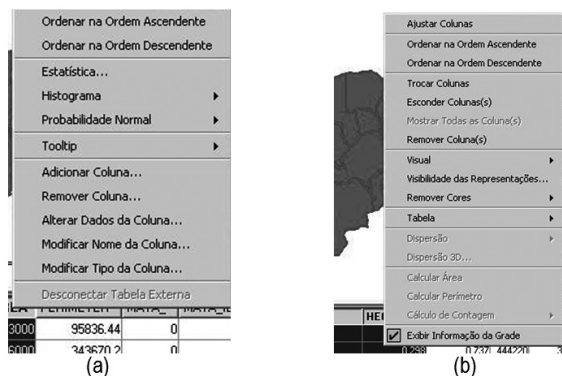


Figura 1. (a) Interface do menu sobre o nome da coluna e (b) sobre os valores das colunas.

### 1.1 Trabalhando com o Menu do Nome da Coluna

As opções do menu da Figura 1a referem-se a, apenas, uma única coluna. O primeiro e segundo itens desse menu são apenas para fazer ordenamento crescente e decrescente dos dados de uma coluna.

O item **Estatística** fornece estatísticas básicas sobre um campo numérico (Fig 2):

- a) Podem ser obtidas de todos os objetos, dos objetos consultados ou dos apontados.
- b) Podem ser agrupadas de acordo com o valor de um outro atributo ou de acordo com o agrupamento de um tema quando este existir.
- c) Podem ser salvas em arquivo texto para serem usadas fora do programa Terraview.

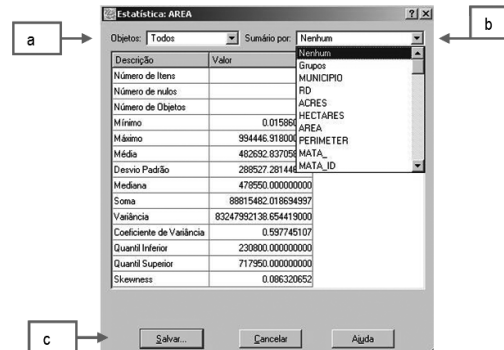


Figura 2. Estatísticas da coluna.

**Histograma e probabilidade normal:** estão disponíveis apenas para atributos numéricos. Permitem a criação de um histograma mostrando como a distribuição dos valores da coluna se aproxima de uma curva de probabilidade normal.

**Tooltip:** permite mostrar o valor da coluna escolhida sobre o desenho na vista, quando se passa o mouse em cima do objeto gráfico. Clique com o botão direito do mouse sobre a coluna HECTARES, na área de grade, e será mostrada a tela da Figura 3.



Figura 3. Passos para o Tooltip de coluna.

Escolha **Tooltip**→**All**. Agora, passe o mouse sobre qualquer objeto na Vista e observe que aparece o valor do campo HECTARES sobre ele (Figura 4). Para desabilitar essa função, clique novamente à direita com o mouse sobre o nome da coluna escolhida e, depois, em **Tooltip**→**Hide**.

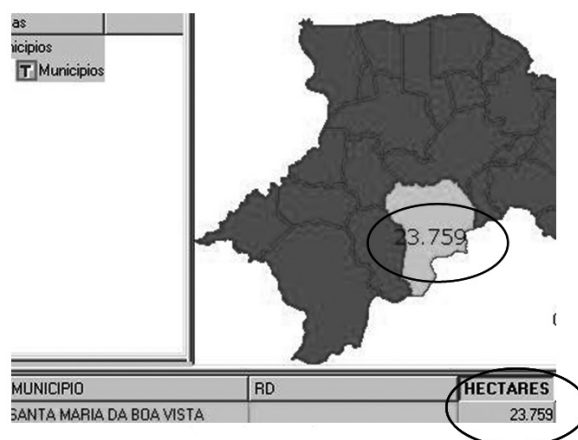


Figura 4. Tooltip de coluna.

**Adicionar coluna:** permite adicionar uma nova coluna na tabela. Deve ser informado o nome e o tipo do dado na coluna, data, n° inteiro, string ou real. Vamos adicionar a coluna **NR\_HOSPITAIS**. Clique com o botão direito do mouse sobre qualquer coluna e em **adicionar coluna**. Aparecerá a tela da Figura 5.

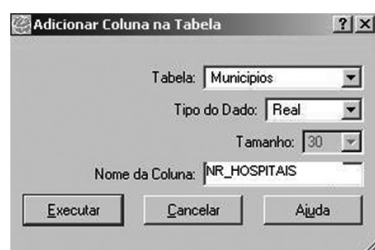


Figura 5. Adicionando coluna.

**Remover coluna e modificar nome da coluna:** permite remover colunas adicionadas e mudar seus nomes.

**Alterando dados de coluna:** permite alterar dados numa coluna com valores constantes ou pela combinação com outras colunas. Vamos combinar os dados da coluna **HOSPPUB** (hospitais públicos) com os dados da coluna **HOSPPRIV** (hospitais privados), como mostra a Figura 6, para gerar dados para a coluna **NR\_HOSPITAIS** que criamos anteriormente.



Figura 6. Alterando dados de coluna.

**Modificar tipo da coluna:** permite a mudança do tipo da coluna. Quando isso é possível e válido, o dado é automaticamente mudado para o novo tipo. Deve-se ter cuidado, pois essa operação é irreversível. Vamos mudar o tipo da coluna **NR\_HOSPITAIS**, passando-a do tipo **REAL** para **INT**. Será apresentada uma interface como a da Figura 7.

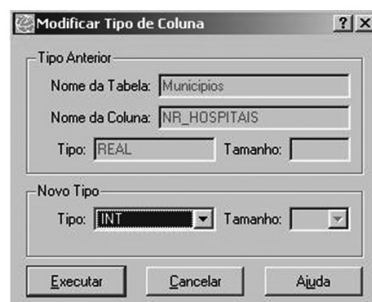


Figura 7. Modificando tipo da coluna.

## Exercício

Pratique as funcionalidades do menu nome da coluna.

## 1.2 Trabalhando com o Menu dos Dados da Coluna

As funções desse menu podem ser aplicadas às várias colunas simultaneamente. Para selecionar várias colunas adjacentes, clique sobre o nome das colunas, pressionando a tecla **SHIFT**. Para selecionar várias colunas não adjacentes, clique sobre o nome das mesmas, pressionando a tecla **CONTROL**. A seguir, são explicadas as funções do menu **dados da coluna**, mostrado anteriormente na Figura 1b.

No item **Ajustar colunas**, é feito o ajuste da largura da coluna selecionada, de forma a aparecerem todos os seus dados.

**Ordenar em ordem ascendente ou descendente:** auto-explicativo. Marque a coluna e tecla sobre a função. Exercite na coluna município.

**Trocar colunas:** altera a ordem das colunas selecionadas. Marque duas colunas, segurando na tecla **CONTROL**, e tecla sobre a função.

**Esconder, remover e mostrar colunas :** auto-explicativo.

**Visual e visibilidade das representações:** já descritos na aula 8.

**Remover cores:** as cores especiais que aparecem, quando os objetos são apontados ou consultados, são removidas e ficam as cores do default.



**Tabelas:** esse item habilita várias funções com tabelas, algumas já vistas, como selecionar e conectar tabela e outra, como exportar, que permite exportar toda a tabela, linhas ou colunas para um banco de dados ou para arquivos ASCII (Fig.8 a e b).

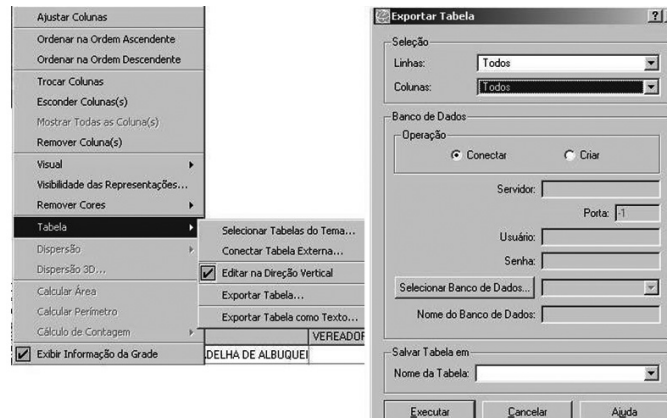


Figura 8. (a) Opções da função tabela (b) exportação para banco de dados.

**Dispersão:** apresenta o gráfico de dispersão de duas colunas numéricas. A coluna à esquerda é mostrada no eixo X e a da direita no eixo Y.

**Calcular área e perímetro:** faz os cálculos das geometrias associadas aos objetos do tema. Os resultados são armazenados numa nova coluna, adicionada à tabela do tema e na mesma unidade de projeção da vista.

## Exercício

Pratique as funcionalidades do menu dos dados da coluna.

### 1.3 Manipulando as Linhas da Tabela

Clicando com o botão direito do mouse sobre o número da linha, abre-se um menu (Figura 9) com algumas funções que permitem manipulá-la.

**Promover:** eleva para o topo da Área de Grade as linhas consultadas/apontadas.

**Rolar a grade:** permite navegar pelos objetos apontados/consultados rolando a grade.

**Inserir mídia:** permite inserir uma imagem ou um arquivo de áudio como um atributo de um objeto relacionado a uma linha. Será detalhado adiante, no item 2.

	AIKU10_100	IR100_1000	AR100_1000
1	Promover ▶	4	861.4
2	Rolar a Grade ▶	32	5645
3		103	22182.3
4	Inserir Mídia...	27	6493.9
5	Inserir URL...	49	18007.1
6	Mostrar Mídia Default...	100	23091.2
7	Descrição da Mídia Default...		
8	Atributos e Mídia...		

Figura 9. Funções para manipulação das linhas da tabela.

**Inserir URL:** permite inserir uma URL que descreve ou relaciona-se ao objeto. Também será detalhado no item 2.

**Mostrar multimídia:** permite visualizar um atributo de mídia (caso haja) associado a um objeto relacionado a uma linha.

**Descrição da mídia default:** descreve um atributo de mídia (caso haja).

**Atributos e mídia:** apresentam os atributos do objeto sobre o qual se chamou o menu.

## Exercício

Pratique as funcionalidades do menu de linhas.

## 2. Atributos de Mídia

São arquivos de estrutura complexa, como imagens, URL's, arquivos de áudio, etc., que não podem ser incluídos no Banco de Dados, mas podem ser associados a ele, através de uma referência de localização.

Vamos exercitar inserindo a imagem **vista\_marcozero5.jpg**. Para isso, siga os passos abaixo:

1. Na área de grade, clique em cima do número da linha do município de Recife e clique à direita do mouse. Será apresentado um menu, conforme a Figura 10. Pode-se, também, inserir uma mídia selecionando direto o objeto na Vista, ou seja, o polígono do município de Recife e clicando à direita do mouse.
2. Será solicitada a localização do arquivo de mídia. Indique o diretório **C:/Curso\_SIG/vista\_marcozero5.jpg**

Agora, o arquivo de mídia está associado ao polígono de Recife. Dê um duplo clique sobre o mesmo na vista e será aberta a mídia com um programa apropriado. O procedimento para inserção de uma URL é similar.

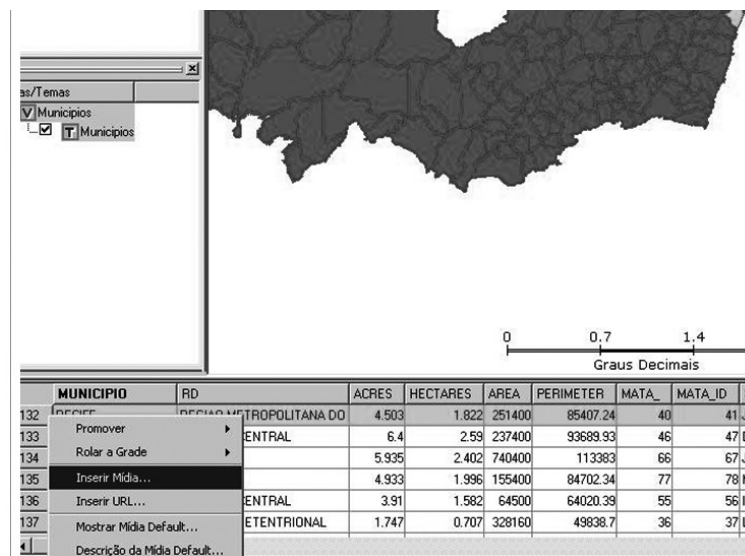


Figura 10. Inserindo mídia.

## Exercício

Pratique a inserção de uma URL e uma imagem:

- » **URL** ([http://www.olinda.pe.gov.br/porta/olinda\\_em\\_foco.php](http://www.olinda.pe.gov.br/porta/olinda_em_foco.php))
- » **imagem** do município de Ipojuca (**C:/Curso\_SIG/ ipojucaportodegalinhas.jpg**).

## 3. Importando Imagens

Nesse tópico, veremos como importar dados matriciais através de uma interface simplificada. Como visto em atividades anteriores, dados matriciais ou raster são imagens de sensoriamento remoto, ortofotos, ou grades numéricas de qualquer natureza. Existem em diversos formatos, JPEG, GEOTIFF, ASCII-Spring, ASCII-GRID, RAW.

Iremos importar como exemplo um arquivo GEOTIFF para dentro do banco de dados. Isso permitirá além de sua visualização juntamente com os dados vetoriais.

Siga os seguintes passos:

1. Vá em **Arquivo - Importação Simples do Raster** (Figura 11). Será apresentada outra tela, como mostra a Figura 12.



Figura 11. Menu inicial para Importação simples do raster.

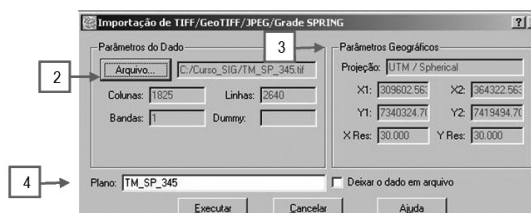


Figura 12. Interface para importação simples do raster.

2. Em **Arquivo**, informe o diretório onde se encontra o arquivo **C:/Curso\_SIG/TM\_SP\_345.tif**

Ainda em **Parâmetros do Dado**, além da localização do arquivo, é mostrado o tamanho do mesmo, nº de linhas, colunas e bandas. Esses parâmetros são apenas informativos, não podem ser alterados.

3. Em **Parâmetros Geográficos**, mostram-se informações de sistema de projeção, o retângulo envolvente da imagem (X1, X2, Y1, Y2) em coordenadas dessa projeção e a resolução horizontal e vertical (XRes e YRes). Esses parâmetros também não podem ser alterados.
4. Em **Plano**, informe o nome do Plano de Informação que será criado na importação. Clique em **Executar**. Será apresentada a tela da Figura 13.

Pode-se, opcionalmente, ao clicar nessa caixa de diálogo, fazer apenas uma referência ao arquivo de imagem sem importá-lo fisicamente para dentro do banco de dados, mas deixá-lo em arquivo.

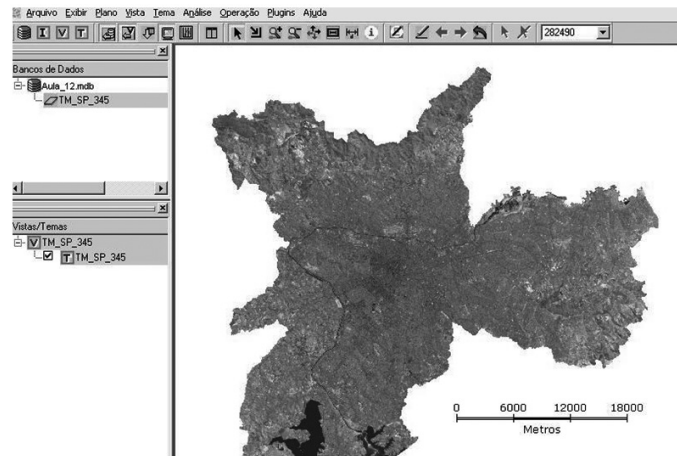


Figura 13. Tela de visualização de importação simples do raster.

## Exercício

Mova o mouse sobre a imagem na vista e observe, na área de mensagem, as coordenadas geográficas e as de projeção da imagem.









# Trabalhando com Operações Espaciais

Nesta aula, iremos trabalhar com operações espaciais. Essas operações são essenciais para filtrar ou separar dados espaciais, fazendo com que sejam criados novos temas, satisfazendo a necessidade do seu trabalho.

As operações geográficas podem ser executadas sobre temas criados em planos de projeções diferentes, ficando o plano resultante na projeção do tema inserido primeiro.

## 1. Agregação

Essa operação agrega objetos de um tema, criando um novo objeto cuja geometria será a combinação das geometrias dos objetos agregados e cujos atributos também serão o sumário dos atributos individuais dos objetos agregados. Só é aplicada para dados vetoriais (pontos, linhas, polígonos). Antes de iniciar a atividade, crie o banco de dados **Aula\_12** e importe o plano de informação **Municípios** que se encontra no diretório de trabalho **C:/Curso\_SIG** e adicione-o na Vista.

Clique com o botão direito do mouse sobre a Vista **Municípios** para acessar a opção de **Operações Geográficas** (Figura 1).



Figura 1. Agregação em operações geográficas.

Após clicar em Agregação, aparecerá a tela da Figura 2.

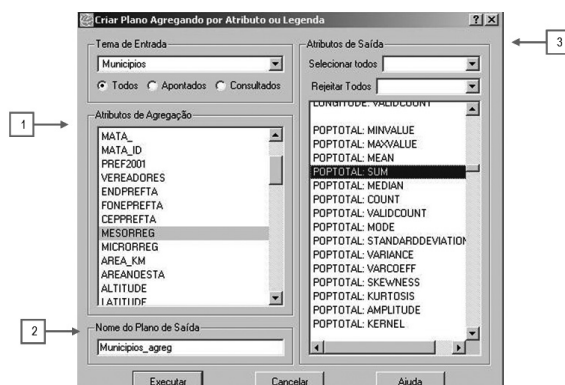


Figura 2. Tela de agregação.

1. Em **Atributos de Agregação**, escolha **MESORREG**. Este campo será usado para criar o novo plano e tema.
2. Em **Nome do Plano de Saída**, aceite o sugerido.
3. Em **Atributos de Saída**, escolha o campo **POPTOTAL\_SUM**.

Nesse campo, podem ser escolhidos todos os atributos em **Selecionar todos**, assim como uma operação, como, por exemplo, **SUM**, que somará todos os atributos numéricos da tabela do tema. Por outro lado, também pode-se escolher apenas uma operação para um campo, como, por exemplo, a operação **SUM**. Outra opção desse menu é **Rejeitar todos**. Clique em **Executar**, seguindo o modelo da figura acima e aceite visualizar os dados.

A tabela do novo plano terá como atributos os seguintes campos: identificador de cada novo objeto, o número de objetos (municípios) originais agregados para formar o novo objeto (meso-regiões) e o campo de sumário escolhido pelo usuário (POPTOTAL). Observe o resultado dessa operação na figura 3. Ela mostra, na Vista, o município de Pernambuco dividido por meso-região e, na Área de grade, a tabela com o atributo de população total que foi o escolhido.

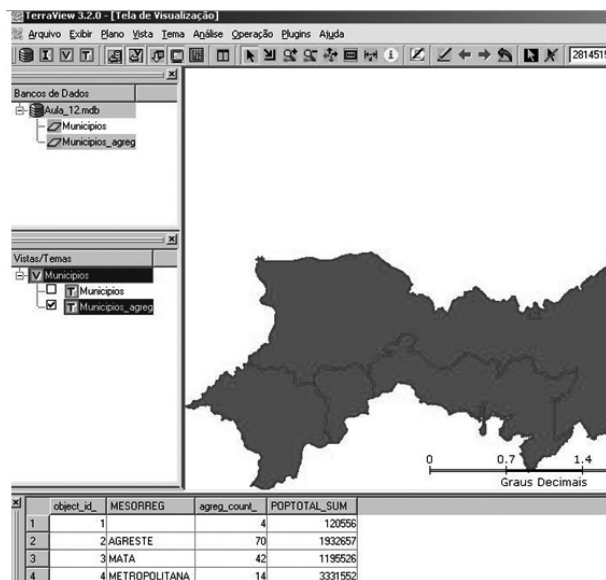


Figura 3. Resultado da operação de agregação.

## Exercício

Exercite, no menu de agregação, a criação de um novo plano também por meso-região, mas com todos os atributos originais contidos na tabela de municípios. Escolha a opção de soma para o sumário.

## 2. Soma

Essa opção junta dois ou mais temas em um novo plano de informação. Os temas devem ter a mesma representação geométrica, ou seja, polígonos só são somados com polígonos, linhas com linhas e pontos com pontos. Vamos exercitar essa funcionalidade fazendo a junção do tema **Municípios** (Pernambuco) com o tema **Municípios\_PB**.

Importe o plano de informação **Municípios\_PB** (C:/Curso\_SIG/ Municípios\_PB.shp) e adicione-o na Vista **Municípios**. Agora, na Vista **Municípios**, clique com o botão direito do mouse para acessar a opção **Soma** no menu de operações geográficas, conforme já mostrado na Figura 1, na função Agregação. Será apresentada a tela como apresentada na Figura 4.

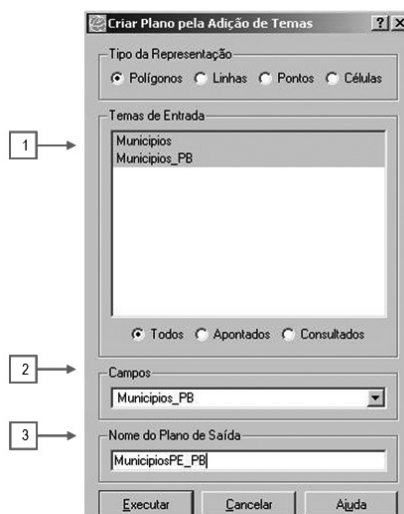


Figura 4. Soma em operações geográficas,

1. Em **Temas de Entrada**, marque os temas que serão somados (clique sobre o tema).
2. Em **Campos**, defina qual tema fornecerá os atributos para o novo plano criado.
3. Em **Nome do Plano de Saída**, informe um nome para o novo plano. Clique em Executar e aceite a visualização automática e observe o novo plano criado (Figura 5).

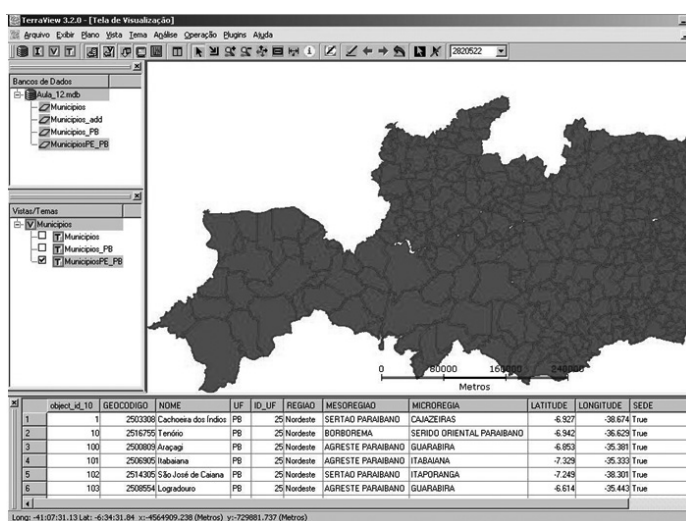


Figura 5. Resultado da operação de Soma de temas.

### 3. Intersecção

A intersecção requer dois temas: um na forma de polígono, que formará a máscara de recorte, e o outro com qualquer geometria (linha, ponto, polígono), que será o tema recortado. O plano resultante será formado pelos objetos do 2º tema, em intersecção com a máscara de recorte.

Iremos fazer uma intersecção da região metropolitana do Recife com os tipos de solos predominantes. A região metropolitana foi obtida anteriormente, na operação de agregação. Observe o tema **Municípios\_agreg**.

Para isso, importaremos mais um tema: **solo\_pred**, que se encontra no diretório de trabalho.

Após a importação, crie o tema **solo\_pred** na Vista Municípios. Agora crie um agrupamento onde os polígonos devem ficar agrupados pelo valor único de **solo\_pred**, clicando à direita do mouse sobre o tema **solo\_pred** e a seguir em **Editar Legenda**. Faça as opções de acordo com a Figura 6. **Aplicar** as opções. Na opção **Carregar Barra de Cores** é possível mudar a legenda para outras cores. Clique em **Executar**.

Em seguida, altere o Visual do Tema **Municípios\_agreg** para hachurado (Bdiagonal), para permitir a visualização do tema **solo\_pred** sobreposto. Selecione a meso-região Metropolitana e observe que ela encontra-se recortada pelos limites dos polígonos do tema solos predominantes (Figura 7).

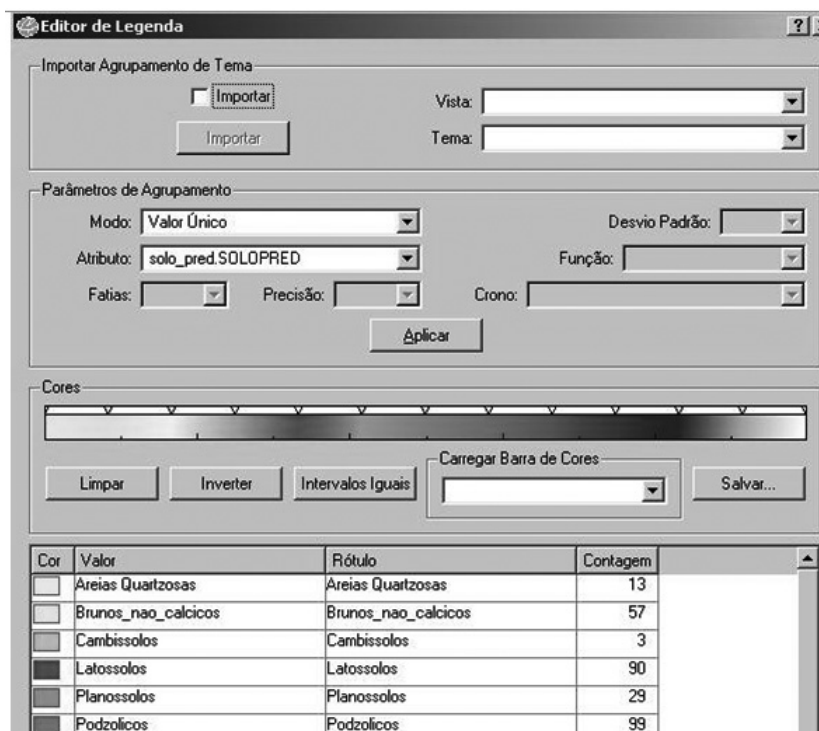


Figura 6. Edição da legenda.

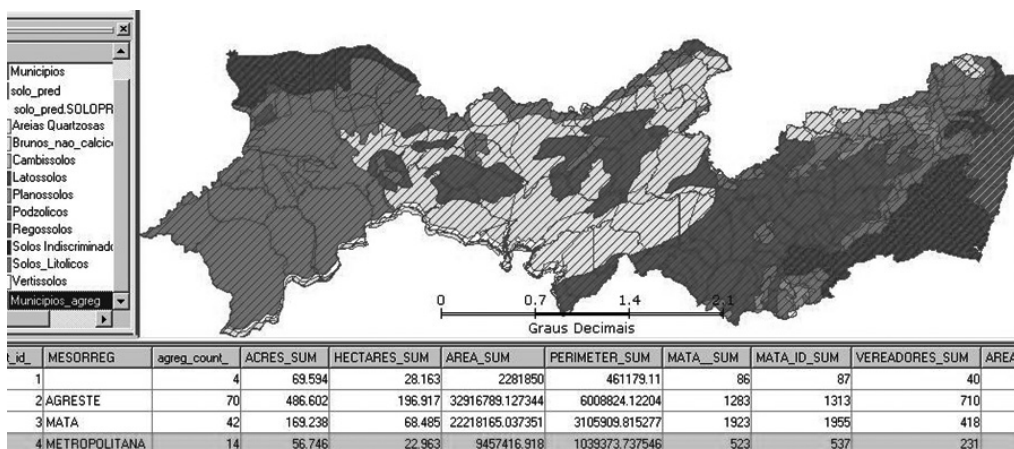


Figura 7. Resultado da edição da legenda do tema solo\_pred e mudança do visual do tema Municípios\_agreg

Agora, iremos aplicar a operação de intersecção. Clique à direita do mouse, sobre a Vista **Municípios** e escolha intersecção no menu de operações geográficas. Será apresentada a tela da figura 8.

A janela de diálogo 'Criar Plano por Intersecção de Superposição' contém os seguintes elementos:

- Selecionar Tema de Entrada a ser Recortada por Intersecção:** Um menu suspenso com 'solo\_pred' selecionado. Abaixo dele, há três botões de opção: 'Todos' (selecionado), 'Apontados' e 'Consultados'.
- Selecionar o Tema de Polígonos de Superposição:** Um menu suspenso com 'Municípios\_agreg' selecionado. Abaixo dele, há três botões de opção: 'Todos', 'Apontados' (selecionado) e 'Consultados'.
- Selecionar os atributos do tema de overlay:** Uma caixa de seleção desativada.
- Nome do Plano de Saída:** Um campo de texto com 'solo\_pred\_clip'.
- Valor do Fundo:** Um campo de texto vazio.
- Botões de ação: 'Executar', 'Cancelar' e 'Ajuda'.

Figura 8. Tela para criar a intersecção.



Figura 9. Resultado da intersecção.

#### 4. Criação de zona de buffer

Uma zona de buffer é uma área gerada em torno de um objeto com uma distância pré-determinada. Por exemplo, deseja-se isolar uma área de 50 km em torno de uma cidade que está com epidemia de cólera (buffer de ponto), ou zona de buffer de 1 km em torno do Rio Amazonas (buffer de linha)

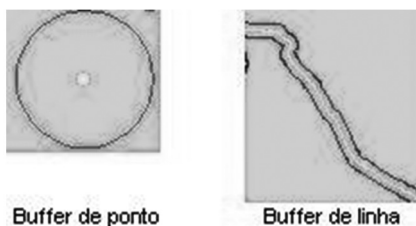


Figura 10. Exemplos de zonas de buffer.

Para criar uma zona de buffer, insira o tema **município\_UTM.shp** e **Cidades\_UTM.shp**. Modifique o visual dos temas de forma a alterar as cores de ambos. Selecione a cidade de Ibimirim. Veja a figura 11.

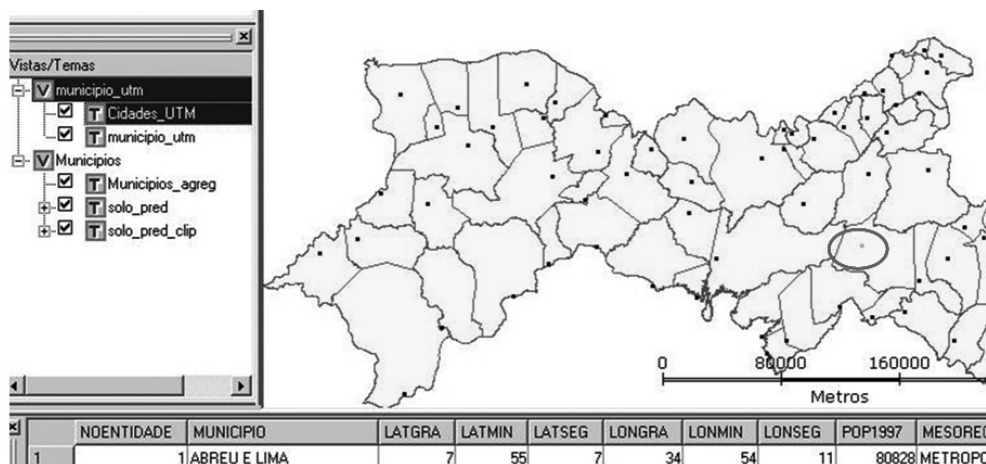


Figura 11. Seleção para criação de zonas de buffer.

Através do menu de operações geográficas, obtido ao se clicar sobre a Vista **município\_UTM**, selecione **Criação de Buffers**. Será apresentada a tela da Figura 12.

1. Em **Entrada**, é definido o tema no qual será criado o buffer e se será sobre todos os objetos ou os objetos apontados ou consultados. Nesse caso, sobre a cidade apontada (Ibimirim).
2. Em **Como Criar**, é definido se o buffer terá uma distância fixa ou será gerado a partir de algum atributo. O valor da distância deve estar na mesma unidade que o tema de entrada. Defina uma distância fixa de 10.000 m.
3. Em **Níveis de Buffer**, os mesmos podem ter múltiplos níveis, ou seja, a cada intervalo de distância, definido anteriormente, é criado um novo buffer. Em **Eliminar Fronteiras entre Buffers**, é auto-explicativo.
4. **Regras para Polígonos** também é auto-explicativo.
5. Em **Saída**, é definido o nome do plano criado.


Clique em executar e aceite a visualização dos dados. Marque todos os temas, clique em Cidades e em recompor . Verifique, na Figura 13, a ordem dos temas que aparecem na Vista.

Figura 12. Tela de criação de buffer.

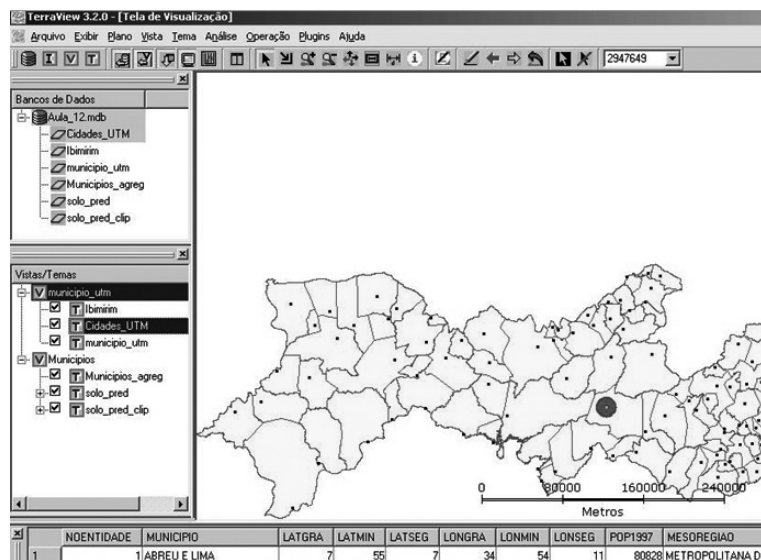


Figura 13. Resultado da criação de uma zona de buffer sobre o município de Ibimirim.

## 5. Diferença

Permite subtrair um tema de outro e criar um novo plano a partir da subtração. Vamos inserir o tema **Municípios\_rmr\_UTM** e vamos subtraí-lo do tema **município\_UTM**. Veja a caixa de diálogo da Figura 14 e o resultado da operação na Figura 15.

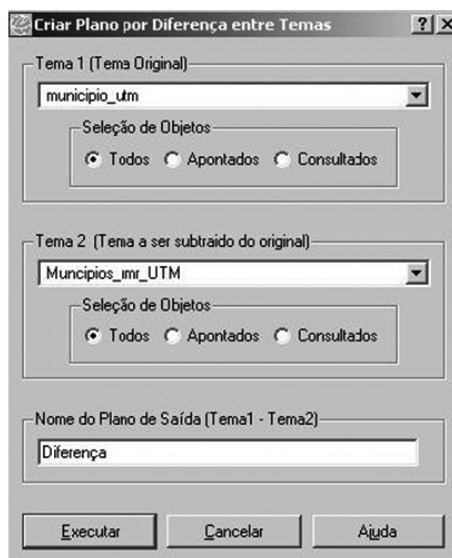


Figura 14. Tela para criar plano por diferença.





Figura 15. Resultado da criação de plano por diferença.

## Exercício

Exercite a operação de diferença. Insira o tema **bacias.shp** na mesma Vista de **municípios.shp**. No tema bacias, aponte a bacia do Capibaribe e a subtraia do tema município. Observe o resultado na Figura 16.



Figura 16. Resultado da criação do plano município sem a bacia do Capibaribe.