



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS



**DISCIPLINA: LEB210 GEOPROCESSAMENTO**  
**SEGUNDO SEMESTRE DE 2013**  
**PROF. DR. CARLOS ALBERTO VETTORAZZI**

# **SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

# 1 INTRODUÇÃO

**Sistema** (do grego *systema*: “reunião, grupo”):

1. Conjunto de elementos, materiais ou ideais, entre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação.
2. Disposição das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si, e que funcionam como estrutura organizada (“AURÉLIO”).

**S I G** : “Conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação” (Teixeira *et al.*, 1995).

**GEORREFERENCIAMENTO** = indexação espacial  
(coordenadas)

**S I G** : “Sistema provido de quatro grupos de aptidões para manusear dados georreferenciados: entrada, gerenciamento, manipulação e análise, e saída” (Aronoff, 1989).



**Geoprocessamento x SIG**

**CAD x SIG**

**BD X SIG**

**SIG = Análises/Modelagens/Simulações**

**Ex.: Mapeamento de risco de incêndios florestais**

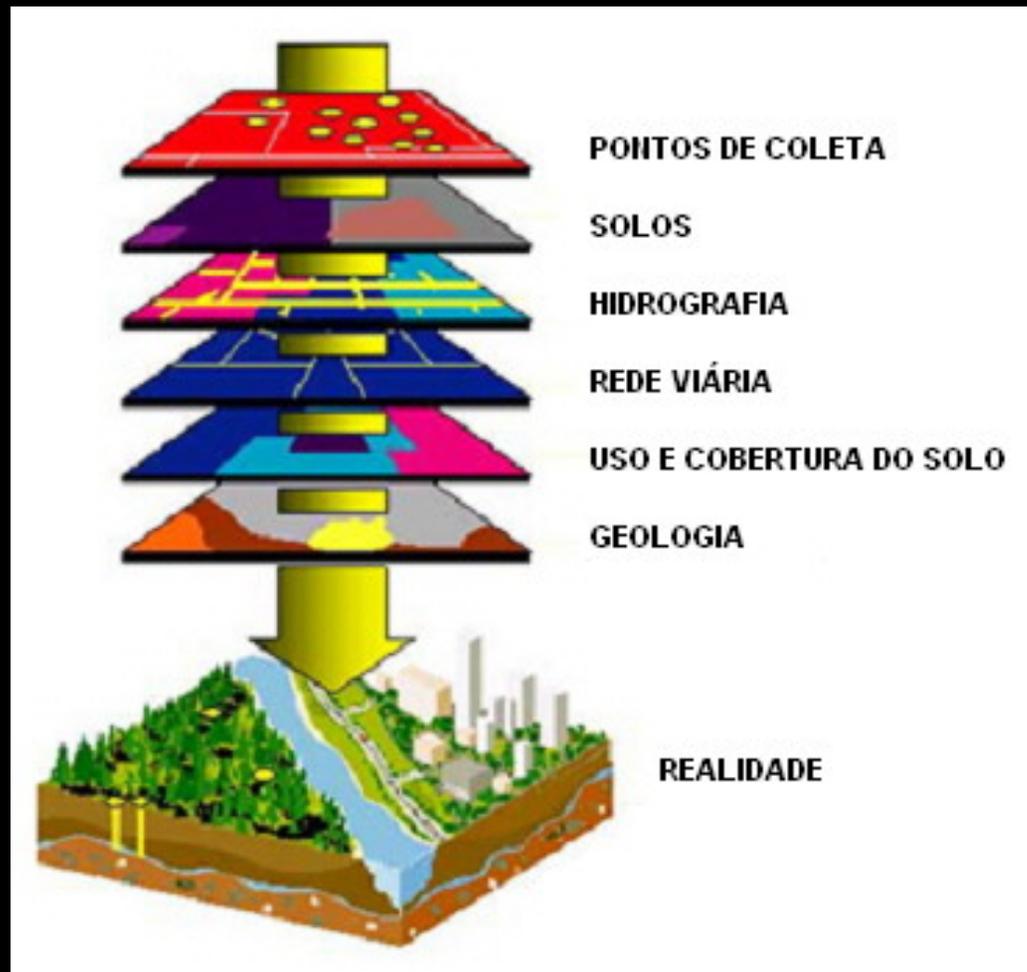
**Zoneamentos agrícolas**

**Mapeamentos de áreas prioritárias (a determinadas  
atividades**

**ETC...**

# 2 PLANOS DE INFORMAÇÃO

P.I.s ou “layers” ou camadas



### **3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE UM SIG**

**(Câmara & Ortiz, 1998)**

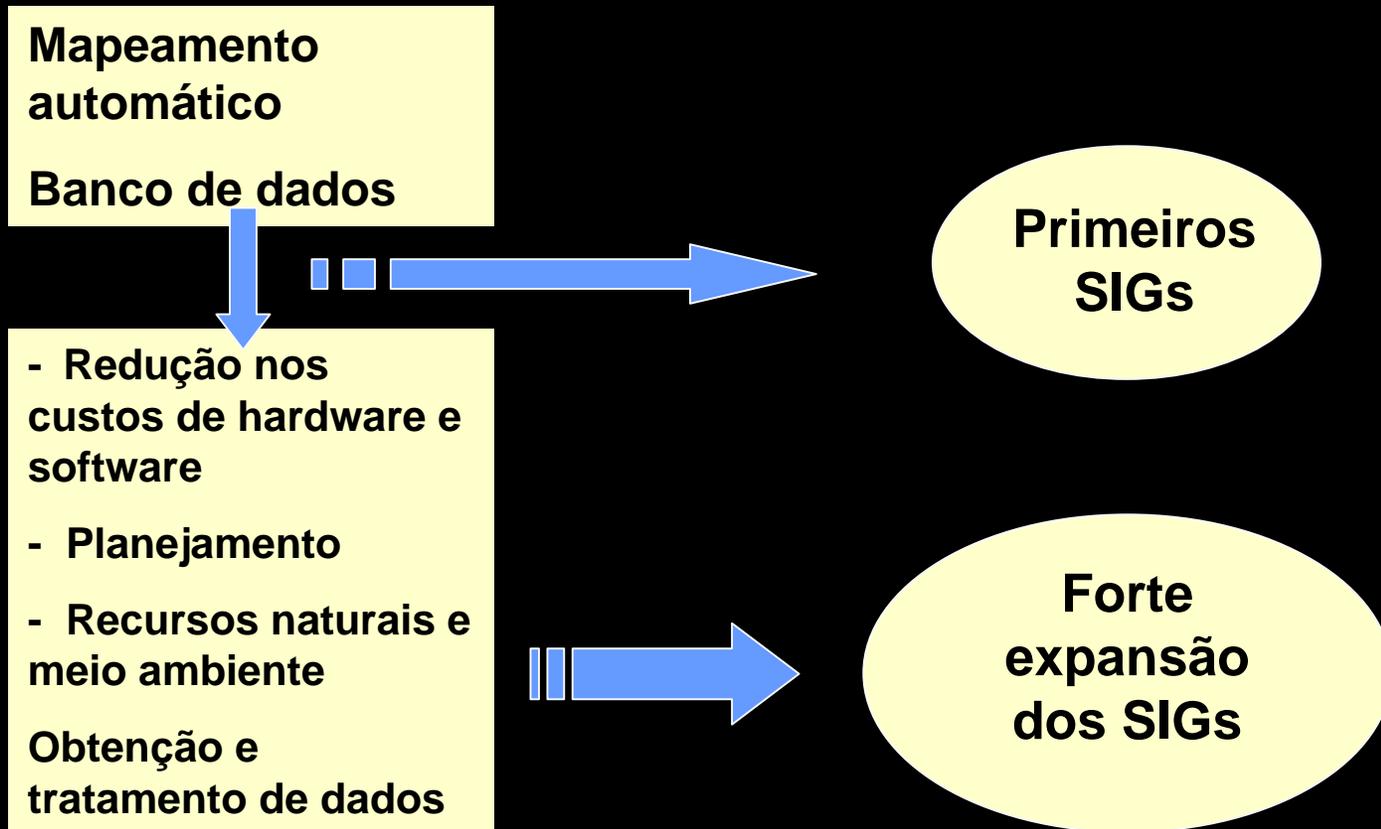
**1. Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censos e cadastros, urbanos e rurais, imagens de sensoriamento remoto, redes e modelos numéricos (digitais) do terreno;**

### **3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE UM SIG**

**(Câmara & Ortiz, 1998)**

- 2. Combinar os vários dados, por meio de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados;**
- 3. Consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados.**

# 4 EVOLUÇÃO DO SIG



## 5 COMPONENTES DE UM SIG

Os SIGs possuem, segundo BURROUGH (1988), três importantes componentes: **equipamento computacional** (hardware); um conjunto de **módulos aplicativos** (software); e um **contexto organizacional** apropriado. Estes três componentes necessitam estar balanceados para o sistema funcionar satisfatoriamente.

**HARDWARE:** CPU e periféricos, como monitor, scanner, plotter (impressora) etc.

**SOFTWARE:** Conjunto de programas computacionais.

**CONTEXTO ORGANIZACIONAL:** Estrutura da instituição para abrigar a “filosofia de trabalho”, com as tomadas de decisões apoiadas pelo SIG.

Pela definição de ARONOFF (1993) para SIGs, podemos perceber claramente a importância também de outro componente fundamental: os dados (“SIGs são sistemas computadorizados que permitem o manuseio de dados georreferenciados por meio de quatro módulos de capacidades: 1) entrada de dados; 2) gerenciamento dos dados (armazenamento e recuperação); 3) manipulação e análise dos dados; e 4) saída = geração de produtos”).

Assim, julgamos apropriado iniciar o estudo propriamente dito dos SIGs pelos dados que o “alimentam”.

# 6 ENTRADA DE DADOS

## 6.1. Digitalização via Mesa Digitalizadora

Método outrora comum de conversão de dados em mapas (analógicos) a dados digitais.



**Envolve geralmente três passos:  
preparação dos dados; registro do mapa;  
e entrada de dados.**

**Equipamento: mesa digitalizadora +  
software apropriado.**

## VANTAGENS

- Equipamento relativamente barato, quando comparado com “scanners” de precisão e instrumentos fotogramétricos;
- A digitalização pode ser aprendida rapidamente, com baixos custos de treinamento.

## **DESVANTAGENS**

- A exatidão (acurácia) da digitalização é limitada, uma vez que está diretamente ligada à exatidão do documento original, principalmente se o material for papel (pouco estável);
- A digitalização de mapas grandes e/ou muito complexos pode ser tedioso, causando fadiga no operador, com conseqüentes erros de operação (por exemplo, erro de omissão).

## 6.2 Entrada via Teclado



## **Entrada de informações alfanuméricas.**

- Base de dados de atributos;
- Base de dados gráficos:
  - Textos;
  - Atualização de feições:
    - Diretamente sobre a imagem raster (Update);
    - Criando-se arquivos vetoriais (Edit).

## 6.3 Digitalização por Varredura (scanner)



**“Scannerização” é o processo de converter mapas em papel e outros documentos (fotografias, slides, gráficos, textos etc.) em um formato digital raster.**

**À medida que a tecnologia evolui, os scanners vêm-se tornando um meio cada vez mais comum de entrada de dados em SIGs.**

**Os scanners podem ser classificados basicamente em:**

- **scanners de mesa (“flatbed scanners”);**
- **scanners de tambor rotativo (“rotating drum scanners”)**

**A resolução de uma imagem raster pode ser medida de três diferentes maneiras:**

**a) dots per inch (dpi) ou pixels por polegada**

**Ex: 400 dpi = 400 pixels por polegada, nas direções x e y.**

**b) tamanho real do pixel**

**Ex: 25  $\mu\text{m}$  = 1016 dpi**

**63,5  $\mu\text{m}$  = 400 dpi**

**c) object pixel size (E.R.T. = elemento de resolução no terreno). Muito usado para caracterizar a resolução espacial de imagens de satélites.**

**Ex: LANDSAT = 30m x 30m**

**Obs. : Para determinadas situações há a necessidade de vetorização das informações, que pode ser feita, basicamente, de dois modos (em função do equipamento disponível):**

- automática;
- semi-automática: interativa
- manual (on-screen = sobre a tela)

## **6.4 Outros Meios de Entrada de Dados**

### **6.4.1 Fotogrametria**

### **6.4.2 Imagens (aéreas ou orbitais) classificadas**

### **6.4.3 Levantamento topográfico**

**- Convencional / Com GPS**

### **6.4.4 Inventário a campo**

**Geralmente para completar a base de dados com informações não levantadas por outros meios, por diversos motivos, e também para checar a qualidade posicional de feições diversas.**

## 7 GEOCODIFICAÇÃO (GEORREFERENCIAMENTO)

**“Geocodificar é prover referências espaciais passíveis de tratamento automatizado” (RODRIGUES, 1987).**

**Geocodificar é a atividade de definir a posição de objetos geográficos em relação a uma grade de referência padrão.**

A **geocodificação** proporciona os meios para armazenar coordenadas espaciais para feições específicas em uma base de dados. A geocodificação também inclui o referenciamento geográfico de imagens raster, usando coordenadas espaciais específicas.

**Georreferenciamento dos PIs :**

**Pontos de Controle**

**Registro**

As **coordenadas espaciais** podem ser classificadas genericamente em :

- lineares (ex. coordenadas UTM); e
- angulares (ex. latitudes e longitudes geográficas)

**CUIDADO !** PIs geocodificados em relação a diferentes sistemas de coordenadas ou datums.



# Equipamentos de Saída



**Monitor**



**Impressora**



**Plotter**

# Armazenamento das Informações



**Discos**

**Outros (HD  
externo etc.)**

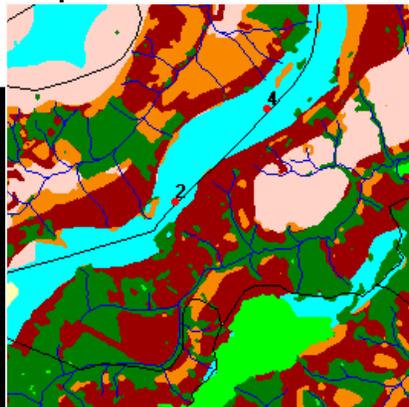
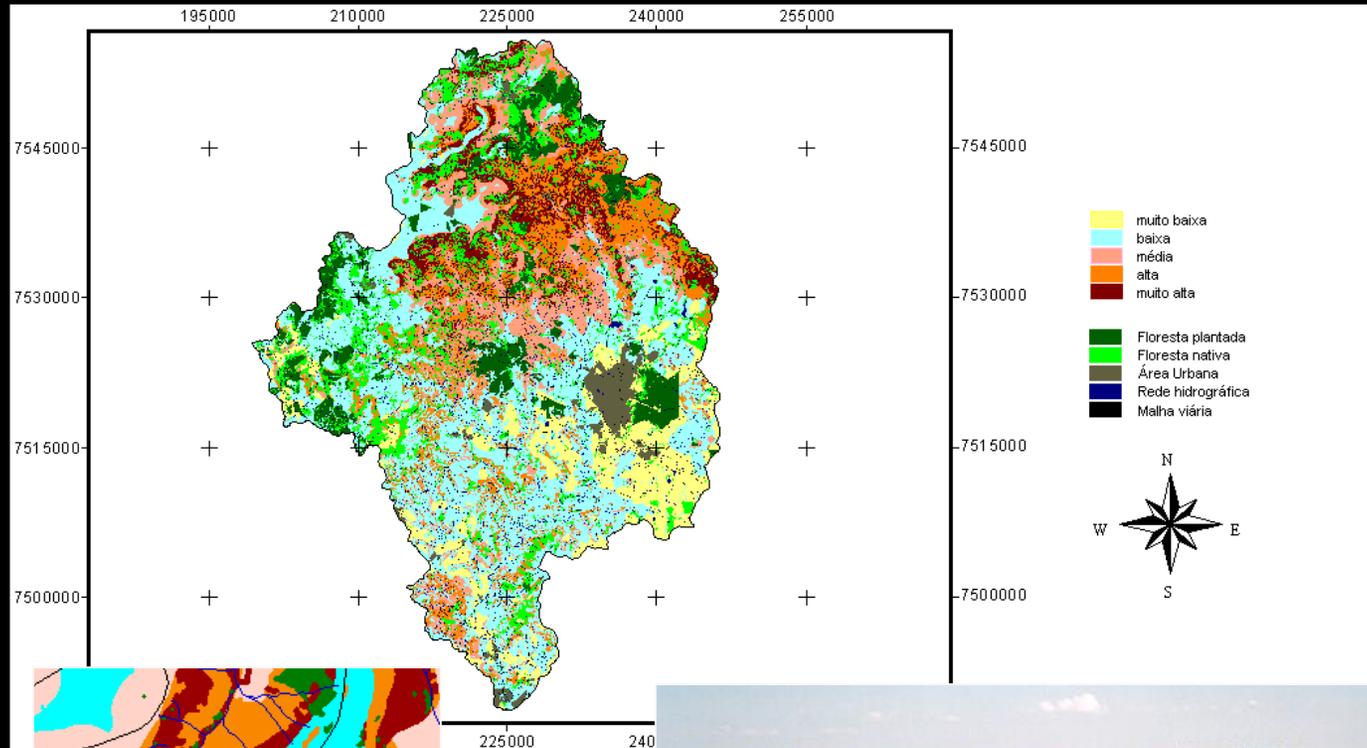
## 9 EXEMPLOS

### CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E FLORESTAIS (IPEF, 2002)



# 9 EXEMPLOS

## CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E FLORESTAIS



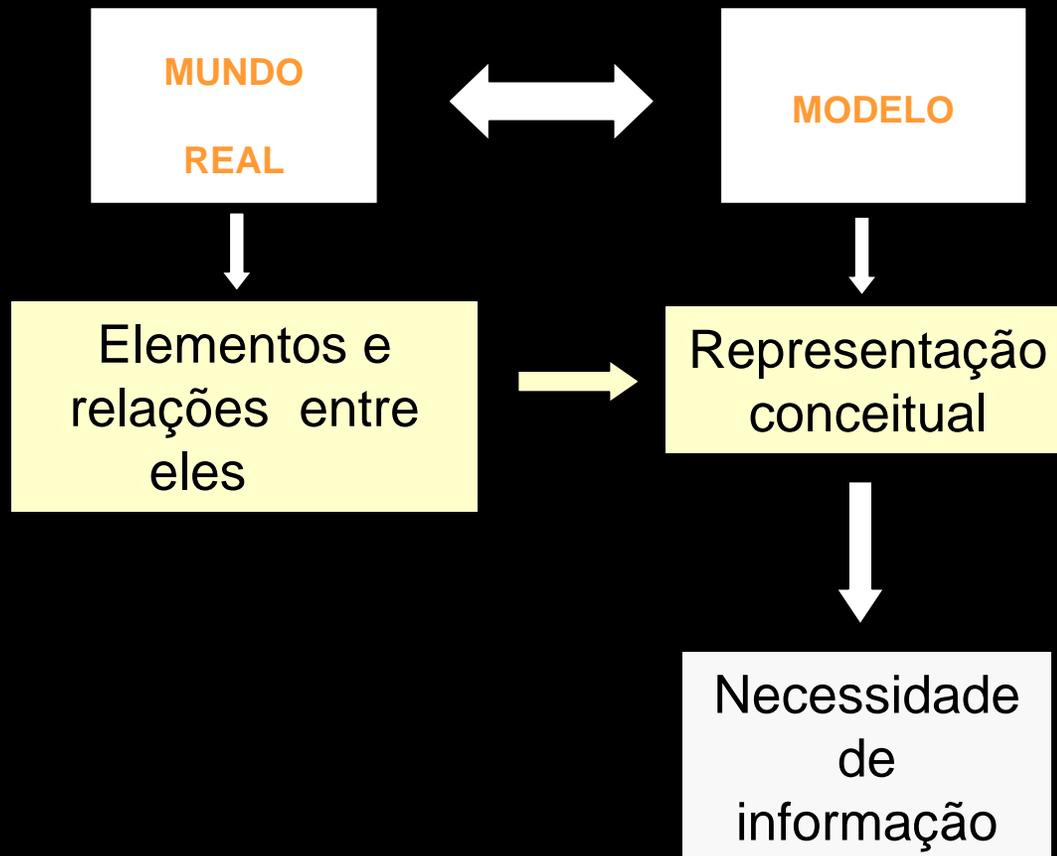
# 10 DADOS EM UM SIG

## 10.1 Necessidade de Informações

Fases do processo de planejamento e gerenciamento ambientais, segundo AVERY & BERLIN (1985):

1. Conhecimento e organização;
2. Inventário e manipulação dos dados (Ex.: SR e SIG);
3. Tomada de decisões;
4. Ação.

De acordo com ARONOFF (1993), o processamento de informações geográficas, no processo de planejamento, inicia e termina com o “mundo real”.



## 10.2 Feições e Atributos

Às áreas de atuação do Homem sobre o meio físico correspondem sistemas do mundo real cujas **feições** de interesse têm alguma expressão espacial, ou seja, têm **atributos** de natureza espacial que dizem sobre a localização ou distribuição espacial da feição.

As **feições** podem ser representadas, em função da escala e da finalidade do trabalho, por meio de pontos, linhas ou áreas (polígonos).

**PONTOS:** amostras de solo, de água, construções (escalas pequenas) etc.

**LINHAS:** caminhos (estradas, carreadores, trilhas, transectos...), rios, redes de serviços, de irrigação, drenagem etc.

**POLÍGONOS:** municípios, bacias hidrográficas, propriedades, talhões, construções (escalas grandes) etc.

**Atributos** podem ser considerados características ou propriedades que descrevem as feições, podendo ser quantitativos ou qualitativos.

Exemplo:

**Talhão  
agrícola**

Atributo quantitativo: área

Atributo qualitativo: variedade plantada

## 10.3 Classificação dos Dados

(1) **Espaciais e Não-espaciais**

(2) **Analógicos e Digitais**

(3) Com relação à estrutura de armazenamento (ou formato) de dados espaciais digitais, eles são comumente diferenciados em dois tipos: **dados matriciais (raster)** e **dados vetoriais**.

A estrutura **raster** (ou celular, matricial, ou ainda em grade) é uma das formas mais simples de organizar dados espaciais. Este tipo de formato consiste de um arranjo, geralmente regular, de células (ou pixels), as quais representam o mundo real.

Para cada célula que cobre o espaço representado é atribuído um único valor, que é relativo à variável ou ao tema geográfico de interesse, por exemplo classes de uso do solo, altitudes etc.

**Por exemplo: Mapa de uso e cobertura do solo, com a seguinte legenda:**

**1 – cultura anual**

**2 – cultura perene**

**3 – reflorestamento**

**4 – pastagem**

**etc.**

**Um pixel localizado na linha 158 e coluna 410, com  $z=3$ , está associado a reflorestamento.**

Por sua vez, o computador reconhece que este conjunto de células representa um ou mais objetos, determinados por meio de **códigos numéricos** que serão equivalentes a um conjunto de **cores** (ex.: reflorestamento = **cor verde**) ou de níveis de cinza (ex.: imagens de satélites).

Dentre as principais **vantagens** da estrutura raster podem ser listadas as seguintes:

- facilidade de manipulação de certos relacionamentos de vizinhança;
- facilidade de implementação de diversas opções de manipulação, particularmente do espaço;
- possibilidade de representação de dados quantitativos e qualitativos.

Como **desvantagens** podem ser citadas:

- complexidade de identificação e manipulação de objetos individualmente;
- dificuldade de associação de atributos a objetos;
- geração de grandes volumes de dados;
- resolução e precisão determinadas pelas dimensões da divisão do espaço (pixels, ou células).

A estrutura **vetorial** trata de representar o objeto da forma mais exata possível, assumindo-se que o espaço é **contínuo**, ao contrário de quantificado, como na representação raster. Isto permite definir com precisão posições, comprimentos e áreas.

**Pontos** são posicionados por apenas um par de coordenadas  $X,Y$ . A cada ponto estão associadas informações como atributos, símbolo etc.

**Linhas** são segmentos de reta construídos com dois ou mais pares de coordenadas. Cada linha possui também informações associadas.

**Áreas** (polígonos) podem ser representadas de várias maneiras em um banco de dados vetorial. O objetivo dos dados estruturados em polígonos é o de ser capaz de descrever as propriedades topológicas de áreas, de tal maneira que as propriedades associadas a esses blocos espacialmente construídos, possam ser manipuladas e apresentadas como um mapa temático. Não existe, como na representação em grade, uma unidade básica. A análise geográfica requer que a estrutura dos dados seja capaz de armazenar os dados vizinhos.

Como **vantagens** do uso de dados vetoriais encontram-se:

- manipulação individual de objetos é facilitada;
- facilidade de associar atributos a objetos;
- geração de menor volume de dados;
- a precisão depende somente do mecanismo de aquisição.

Como principal **desvantagem** está o fato de que a manipulação de propriedades topológicas ou do espaço é complexa (exige o armazenamento da topologia explicitamente).

## 10.4 Fontes de Dados

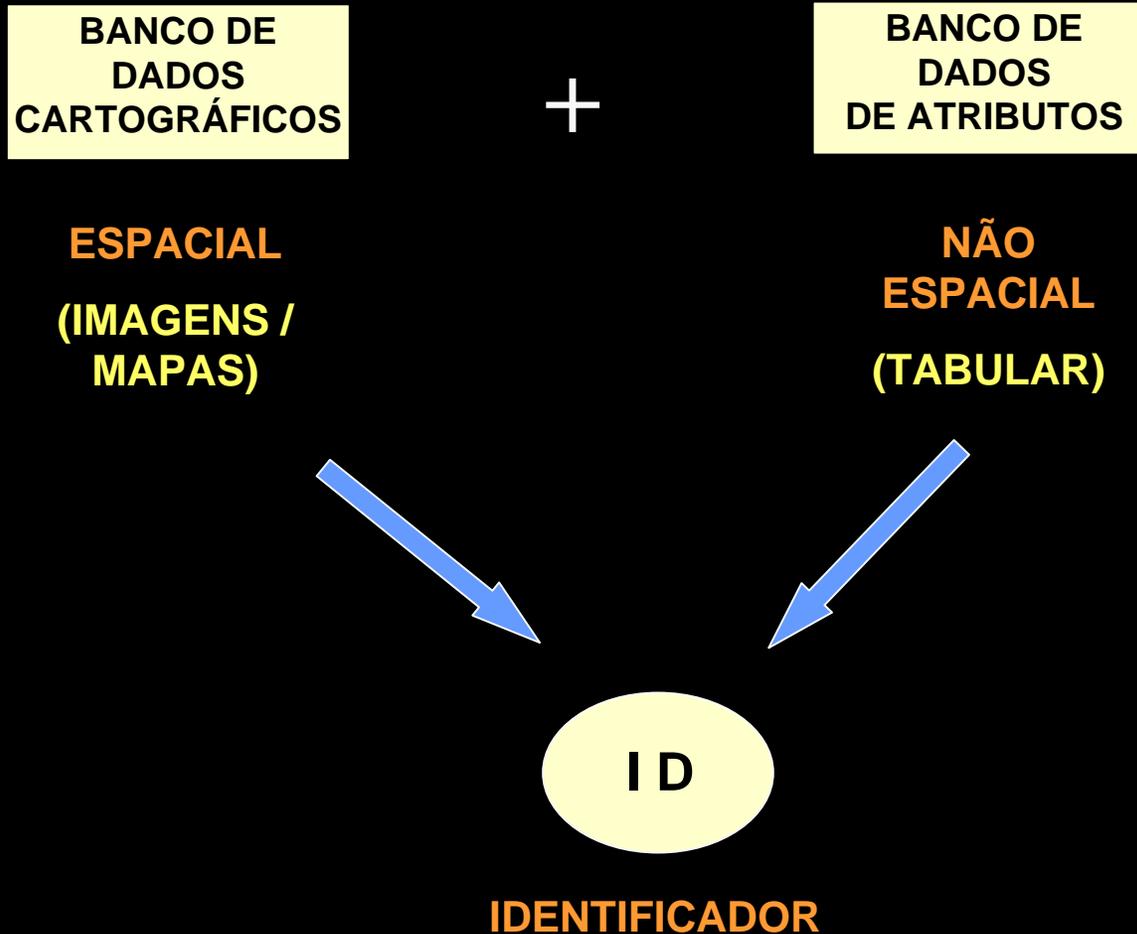
- ◆ **Mapas**
- ◆ **Fotografias aéreas**
- ◆ **Imagens de satélites**
- ◆ **Levantamentos de campo**
- ◆ **Relatórios**
- ◆ **Censos**
- ◆ **Inventários**
- ◆ **Outros**

Os aspectos a serem analisados com relação aos **dados** e às **fontes de dados** são vários, podendo ser destacados:

- os dados de interesse já foram, ou estão sendo, ou deverão ser coletados?
- quais suas características?

- **aspectos da absorção dos dados:**
  - **adequação;**
  - **confiabilidade de provisão;**
  - **qualidade (nível de erro; frequência de atualização; completeza etc.);**
  - **compatibilidade de dados originários de fontes distintas;**
  - **relação custo/benefício da absorção**
  - **etc.**

## 10.5 Banco de Dados



## **Uso do Banco de Dados:**

- **Consulta: Mapa / Banco de Dados**
- **Consulta: Banco de Dados / Mapa**
- **Consultas por Atributos Simples**
- **Consultas por Atributos Múltiplos**
- **Álgebras com Mapas**