



Universidade Federal do ABC

Aula 2

O PROBLEMA DA REPRESENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO ESPAÇO

Vitor Vieira Vasconcelos

Carolina Moutinho Duque de Pinho

Flávia da Fonseca Feitosa

Turma - DAESHT002-17SB

Cartografia e Geoprocessamento para o Planejamento Territorial

Fevereiro de 2024

Geoprocessamento & SIG

Evolução a partir da convergência entre **diferentes disciplinas** que têm a localização geográfica como uma questão importante a ser observada em seus estudos.



TECNOLOGIA FRONTEIRIÇA

Espaço (computacionalmente representado)
como **linguagem comum**

Como representar o espaço geográfico no computador?



REPRESENTAÇÃO = VISÃO REDUZIDA



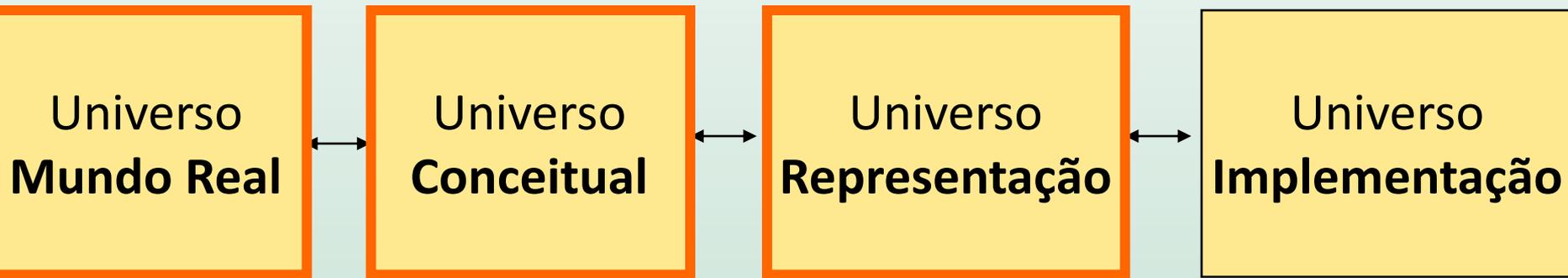
**O mundo pode ser modelado de
muitas formas diferentes !**

NOSSO DESAFIO

**Escolher representações computacionais
mais adequadas para capturar a
semântica de nosso domínio de aplicação**

**Como a realidade geográfica
pode ser
modelada/abstraída/
simplificada
em SIG?**

Processo de Representação Computacional



- Níveis de abstração

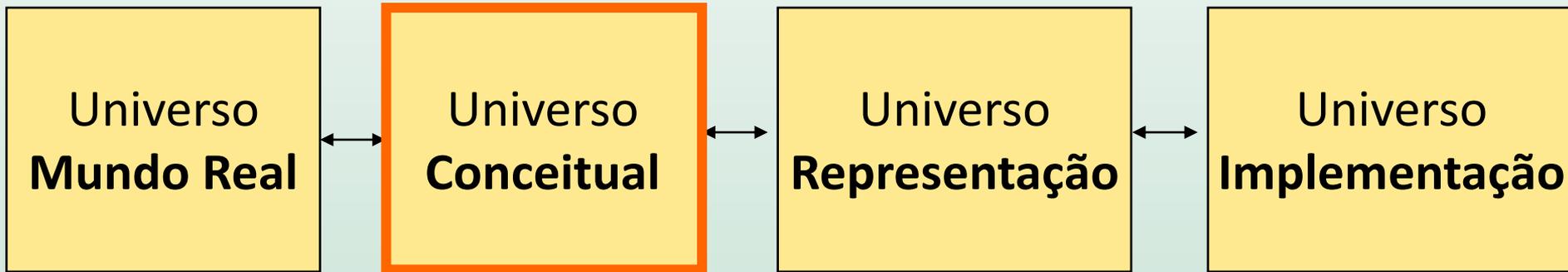
- Mundo Real (Conceitos): *lote, tipo de solos*
- Conceitual: *campos contínuos e objetos discretos*
- Representação: *Estrutura de dados - matrizes, vetores*
- Implementação: *código em linguagem de computador*

MUNDO REAL

O Que Representar?

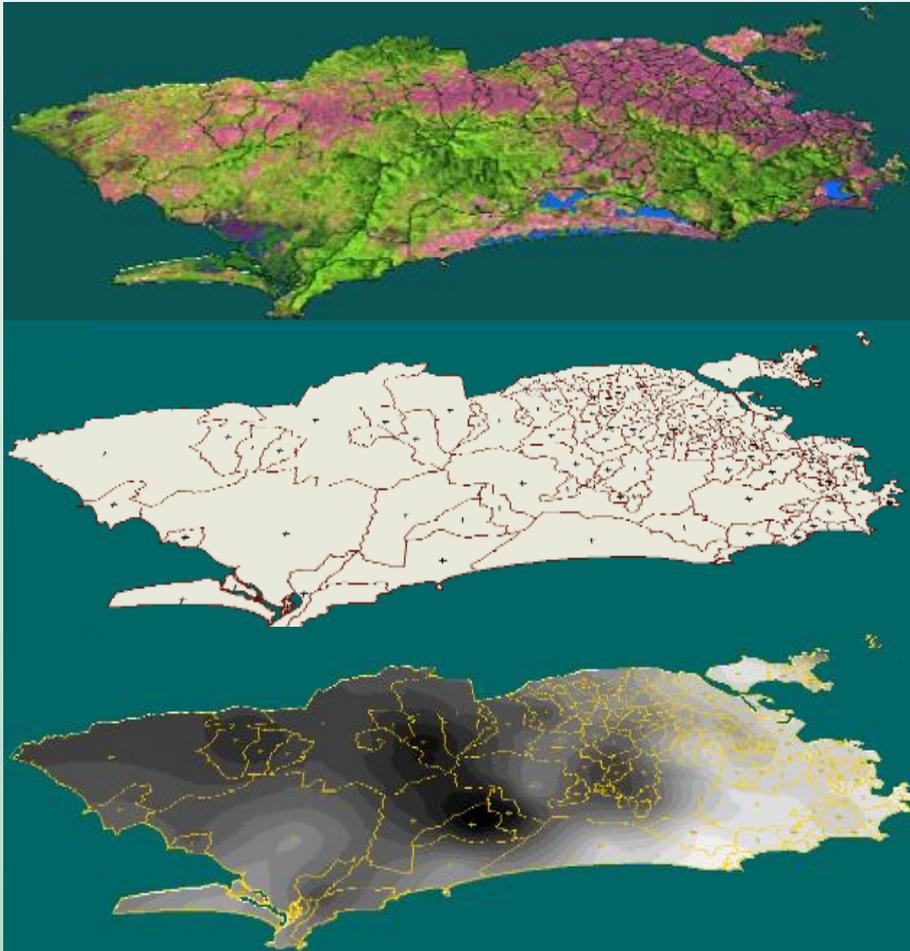
- Aproximações de entidades realmente existentes (*visíveis*). Exemplos: edificações, ruas, tipos de solo, cobertura vegetal
- Conceitos abstratos (*invisíveis*): exclusão/inclusão social, violência, pobreza/riqueza, desigualdade, suscetibilidade a movimentos de massa, unidades de conservação etc...

Processo de Representação Computacional



- Níveis de abstração
 - Mundo Real (Conceitos): *lote, tipo de solos*
 - **Conceitual**: *campos contínuos e objetos discretos*
 - Representação: Estrutura de dados - *matrizes, vetores*
 - Implementação: *código em linguagem de computador*

UNIVERSO CONCEITUAL



Objetos vs. Campos

(Worboys, 1995)

Objetos Discretos: espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e identificáveis

Campos Contínuos: espaço geográfico como uma superfície contínua

Objetos Discretos

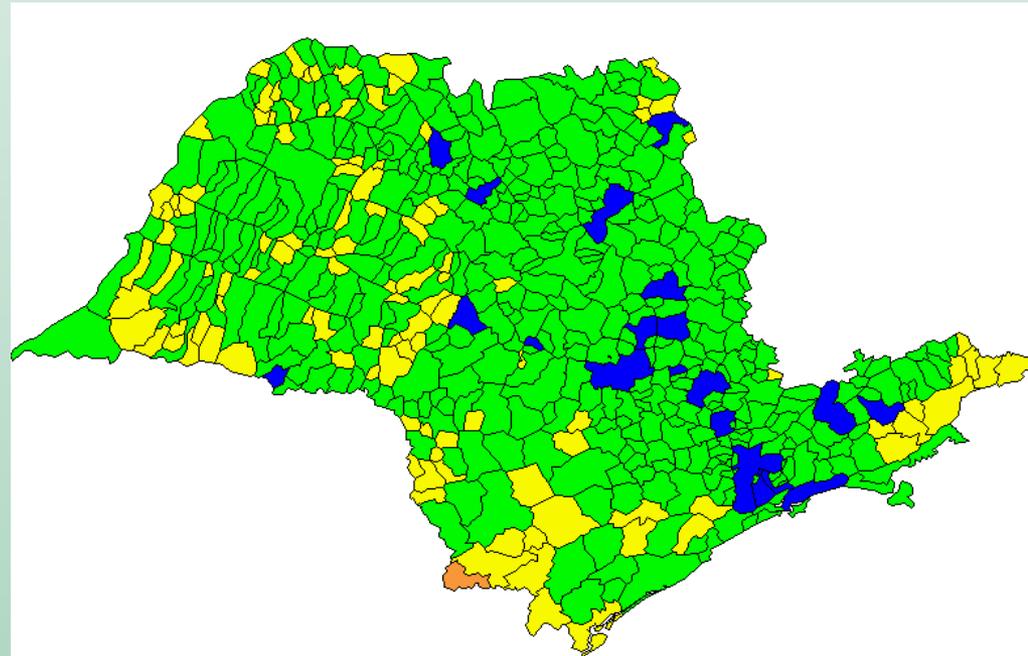
Espaço geográfico como uma **coleção de entidades distintas e identificáveis, com limites bem definidos**

Cadastro Urbano: Lotes



Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.059/479>

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos Municípios do Estado de São Paulo



Objetos Discretos

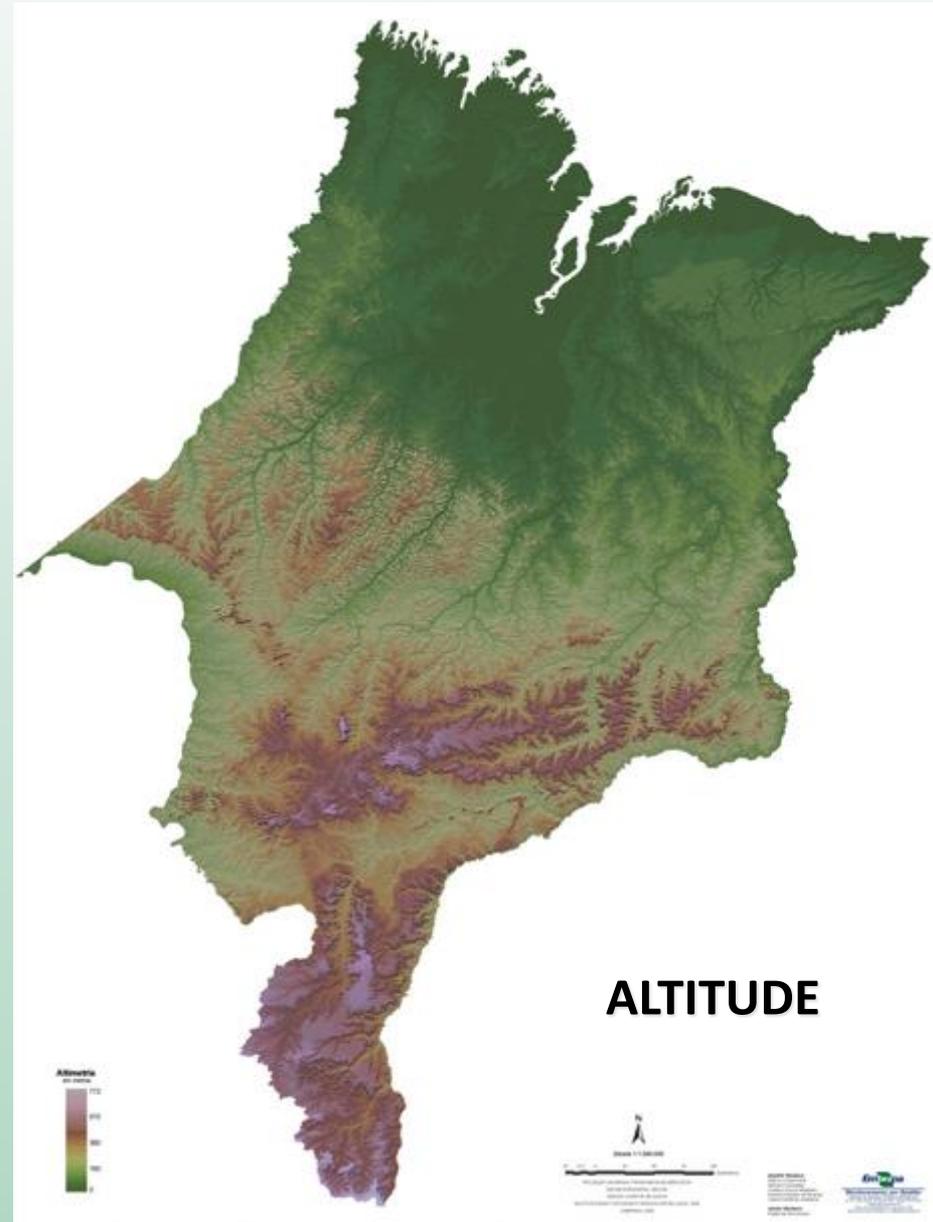
Adequados para a representação de muitos fenômenos.

Mas seriam apropriados para representar propriedades do solo ou relevo de uma região?

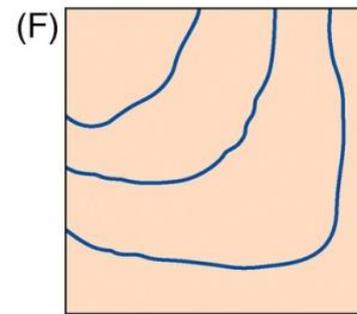
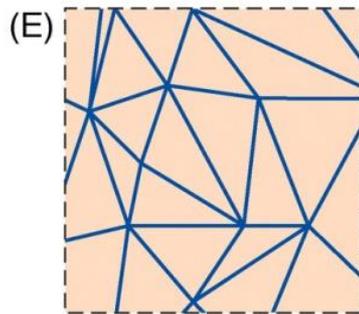
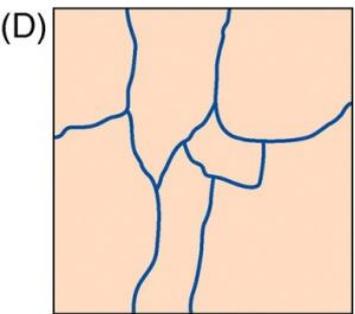
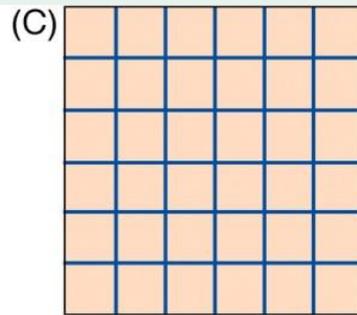
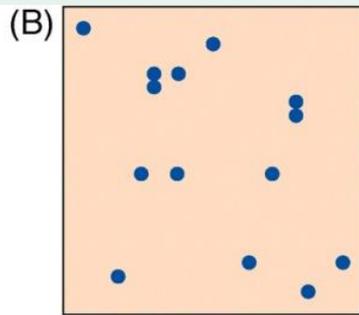
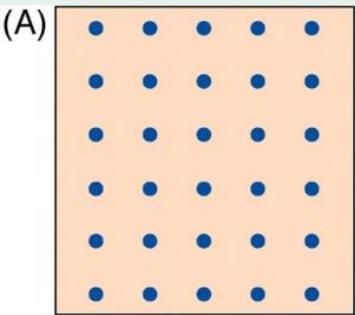
Campos Contínuos

geo-campos, superfícies,
distribuições, *fields*, *coverage*

- Espaço geográfico como uma **superfície contínua**, sobre a qual variam os fenômenos observados.
- Para cada ponto da região, temos um valor distinto.



As seis representação de um Geo Campo utilizadas em um SIG



(A) Amostra em pontos espaçadas regularmente

(B) Amostra de pontos irregular

(C) Células retangulares

(D) Polígonos com contornos irregulares

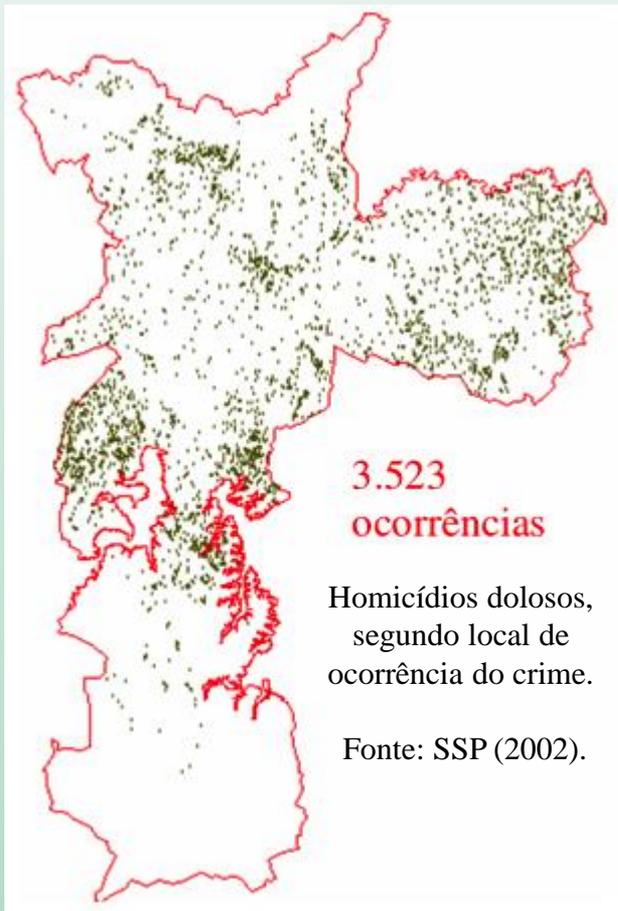
(E) Rede irregular de triângulos, com variação linear em cada triângulo (a *Triangulated Irregular Network* ou modelo TIN; o contorno do retângulo está tracejado neste caso pois as porções não exibidas dos triângulos estendem-se para fora)

(F) Polinhas representando isolinhas

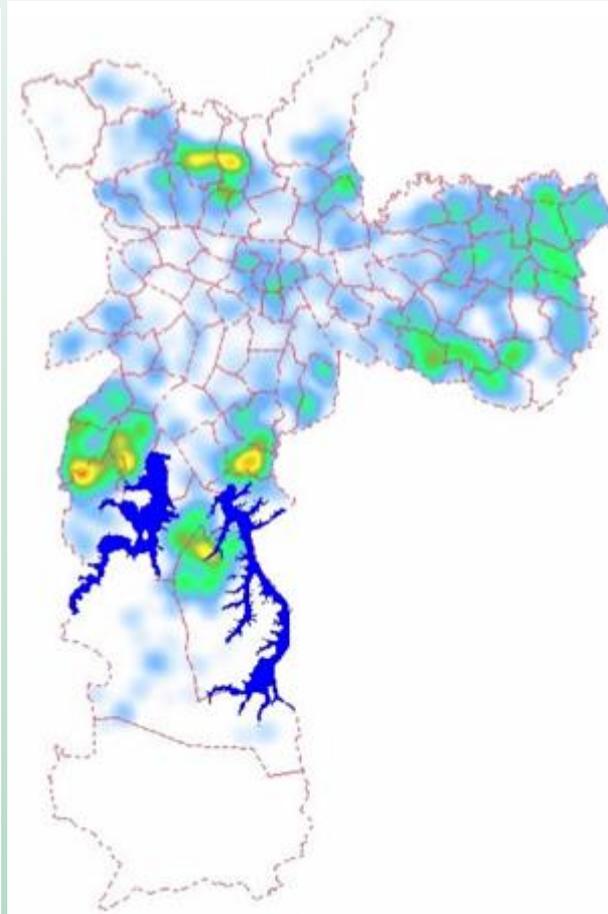
Campos ou Objetos?

Criminalidade em São Paulo

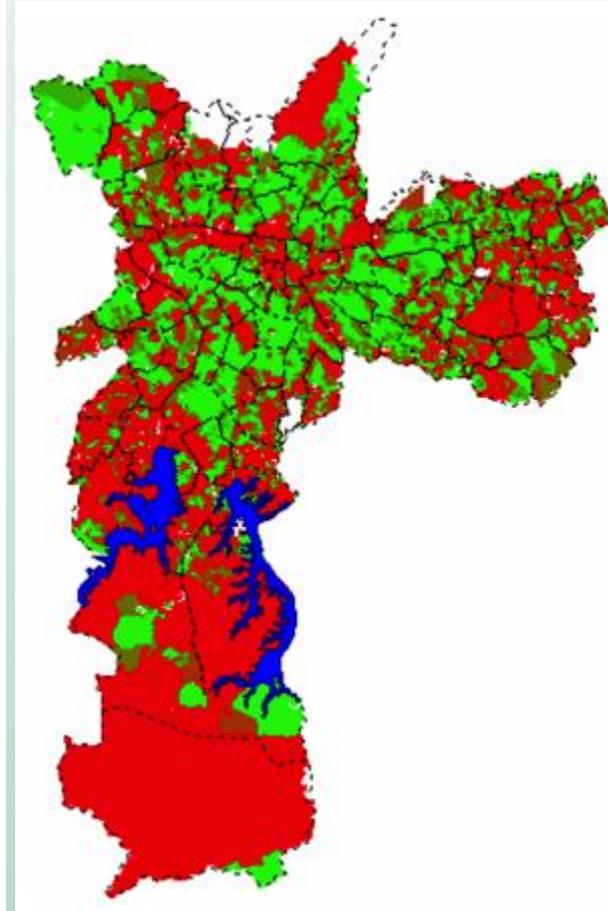
PONTOS
(Eventos)



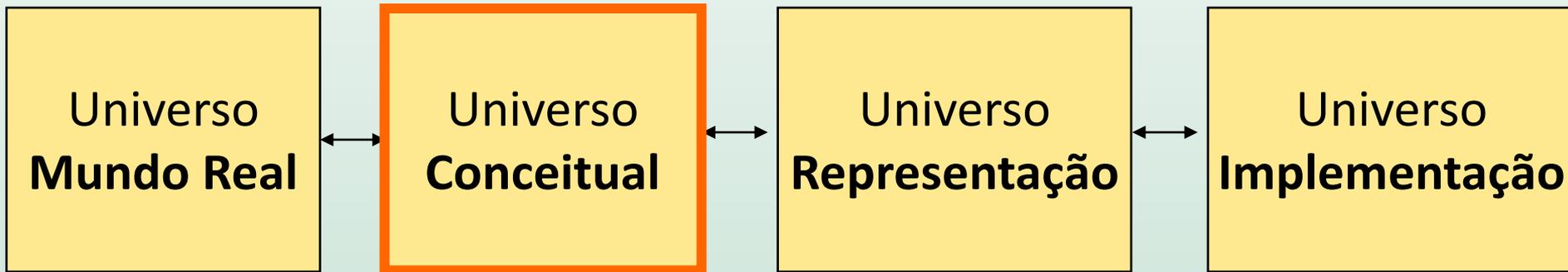
SUPERFÍCIE



POLÍGONOS
(Taxa por setor censitário)



Processo de Representação Computacional



- Níveis de abstração

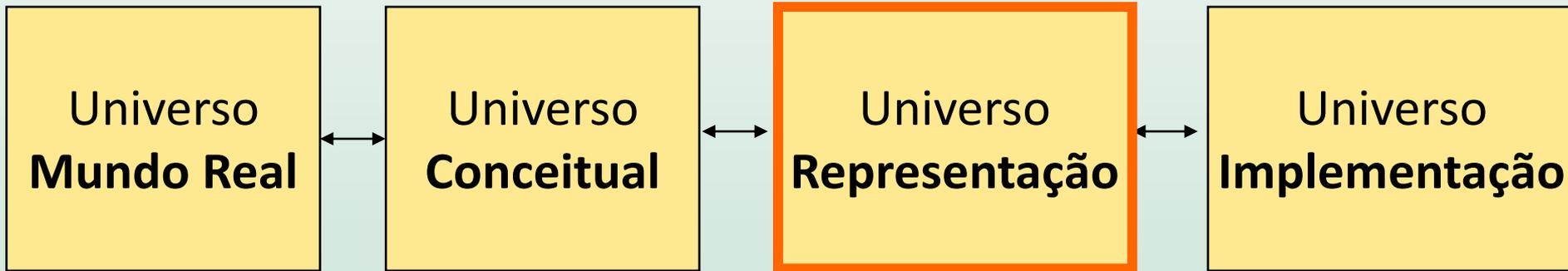
- Mundo Real (Conceitos): *lote, tipo de solos*

- **Conceitual: *campos contínuos e objetos discretos***

São apenas conceitualizações, não lidam ainda com as limitações dos computadores

*Para reduzir os fenômenos geográficos a formas que podem ser implementadas em computadores → **Universo Representação***

Processo de Representação Computacional



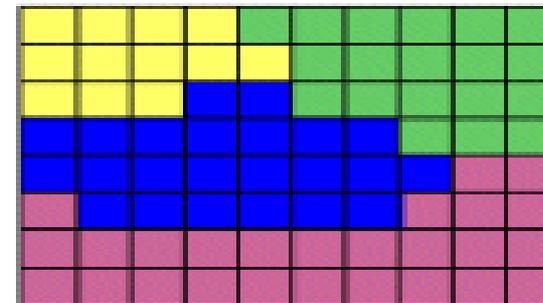
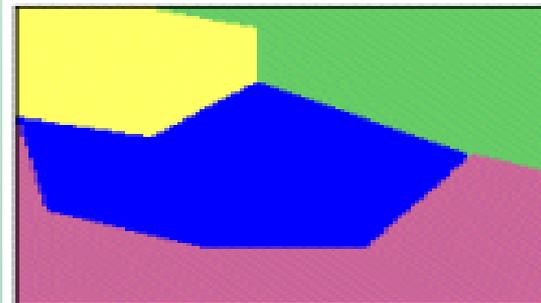
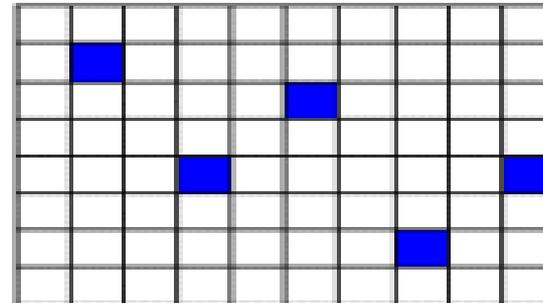
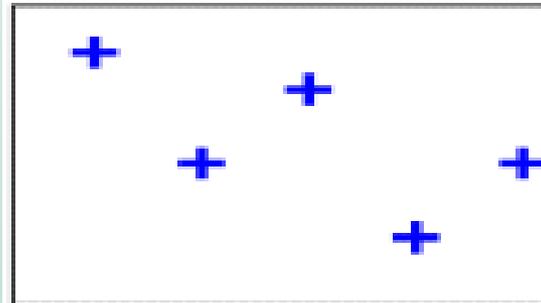
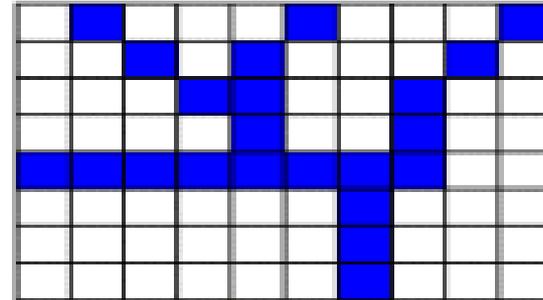
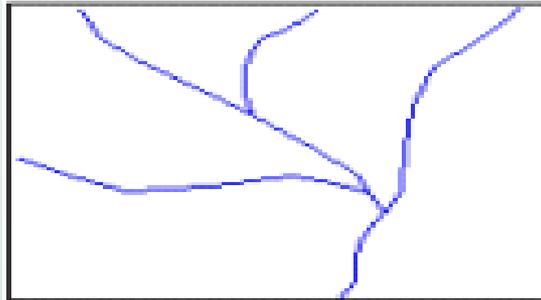
- Níveis de abstração
 - Mundo Real (Conceitos): *lote, tipo de solos*
 - Conceitual: *campos contínuos e objetos discretos*
 - Representação: **Estrutura de dados - matrizes, vetores**

UNIVERSO REPRESENTAÇÃO

Vetorial & Matricial

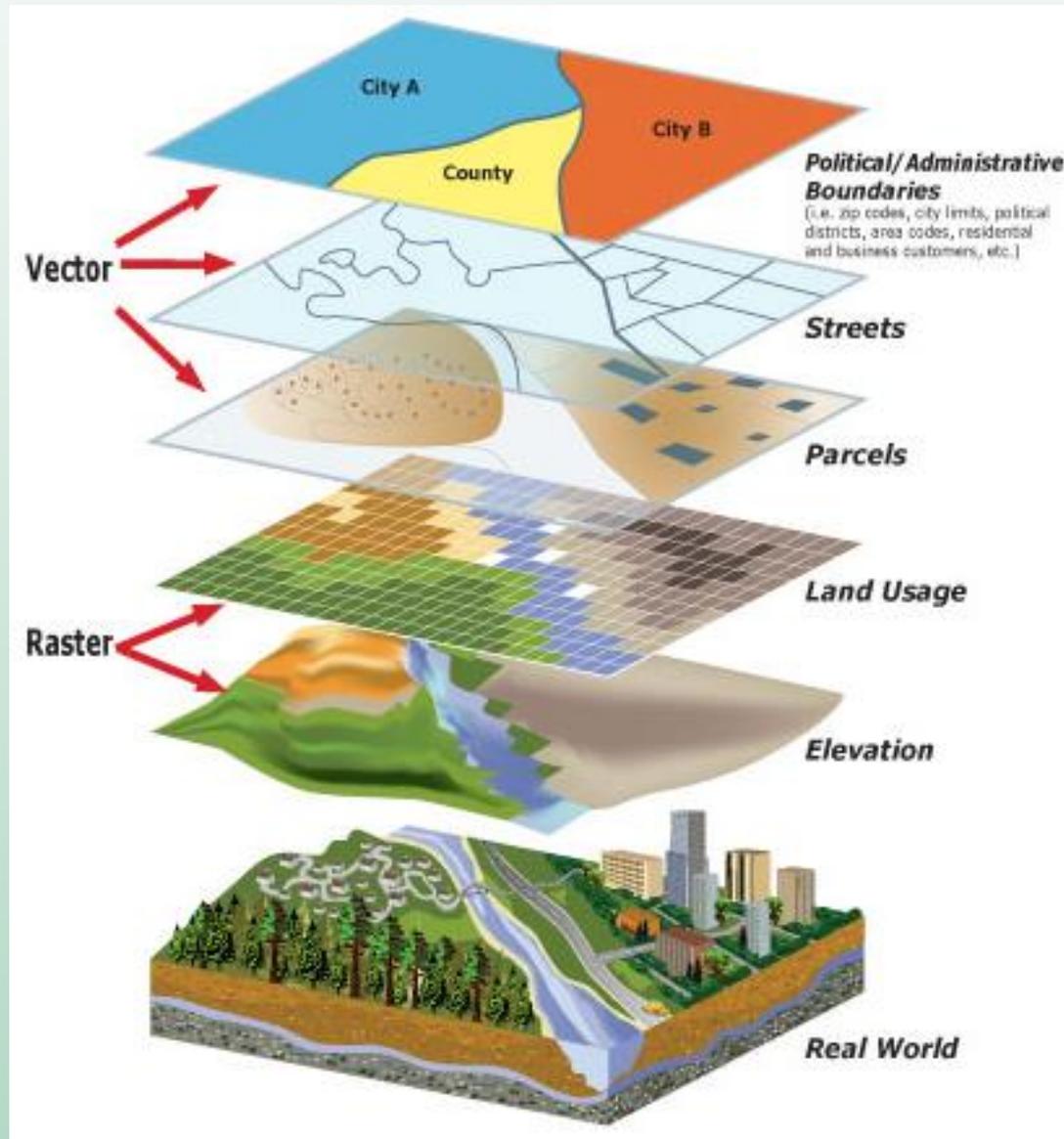
Elementos representados de forma mais precisa

- Ponto
- Linha
- Polígono



Espaço subdividido em células (ou pixels)

UNIVERSO REPRESENTAÇÃO



UNIVERSO REPRESENTAÇÃO

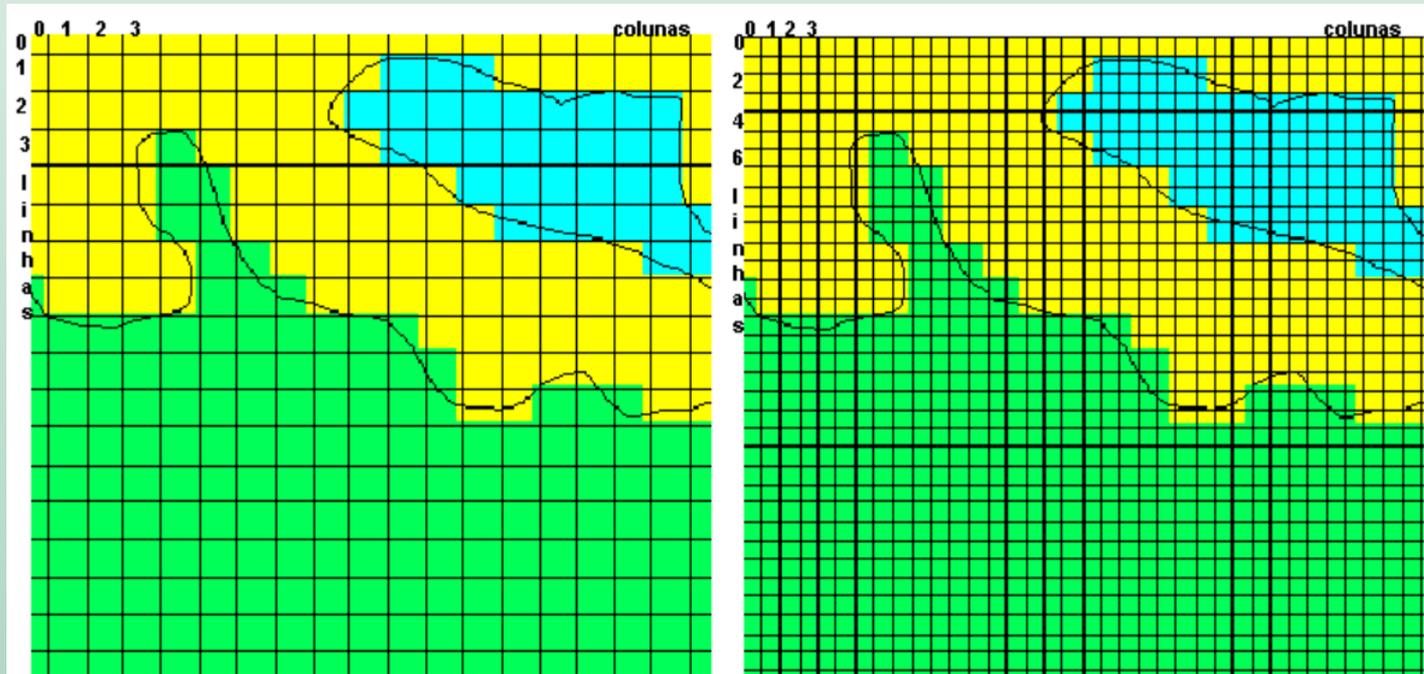
Objetos Discretos \rightarrow Vetor ???

Campos Contínuos \rightarrow Matriz/Raster ???

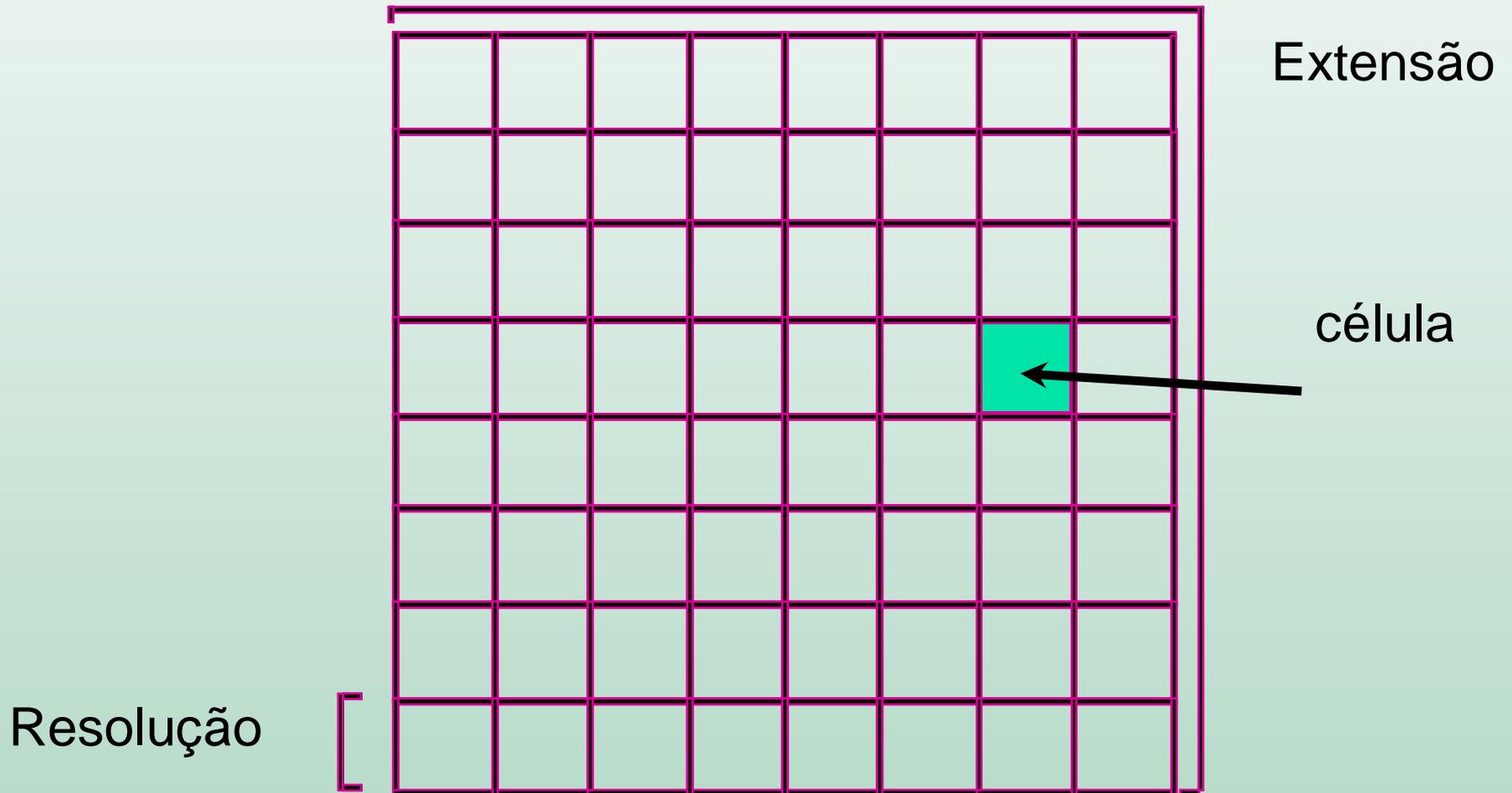
NEM SEMPRE!

Representação Matricial (Raster)

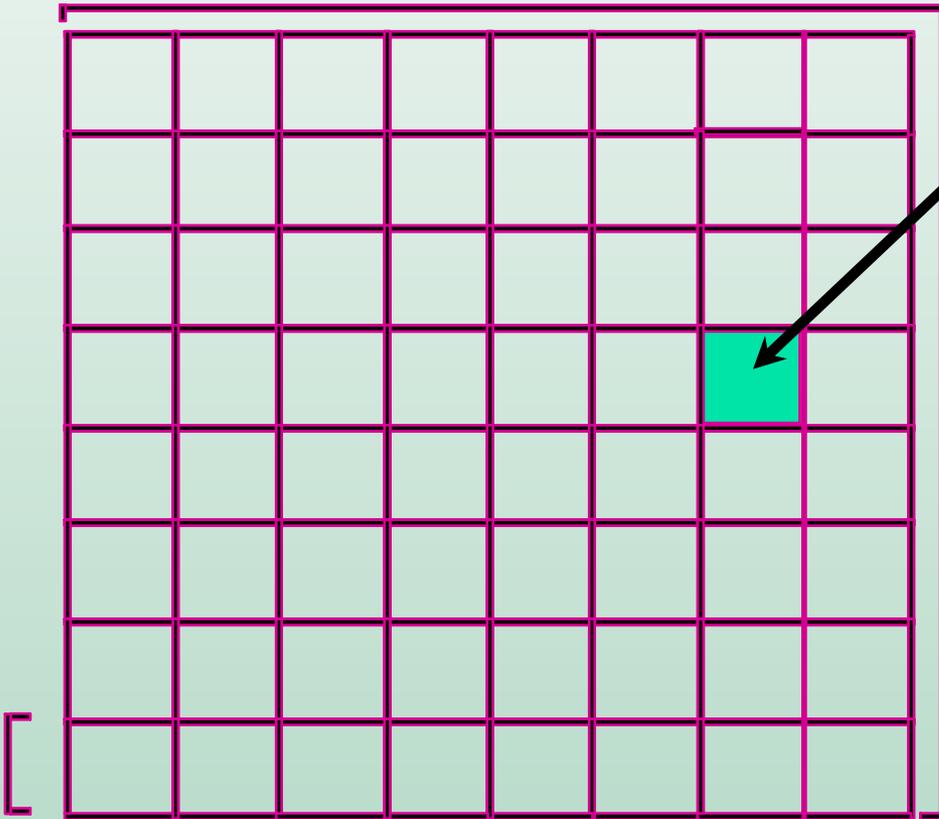
- Espaço subdividido em células (ou pixels)
- Células são os elementos de uma matriz sobre a qual se constrói a feição a ser representada
- Cada célula: um ou mais valores
- Área que cada célula representa: Resolução Espacial
- Mapa esquerdo com resolução 4X menor



Estrutura de uma Matriz



Estrutura de uma Matriz

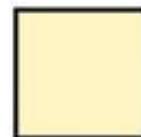
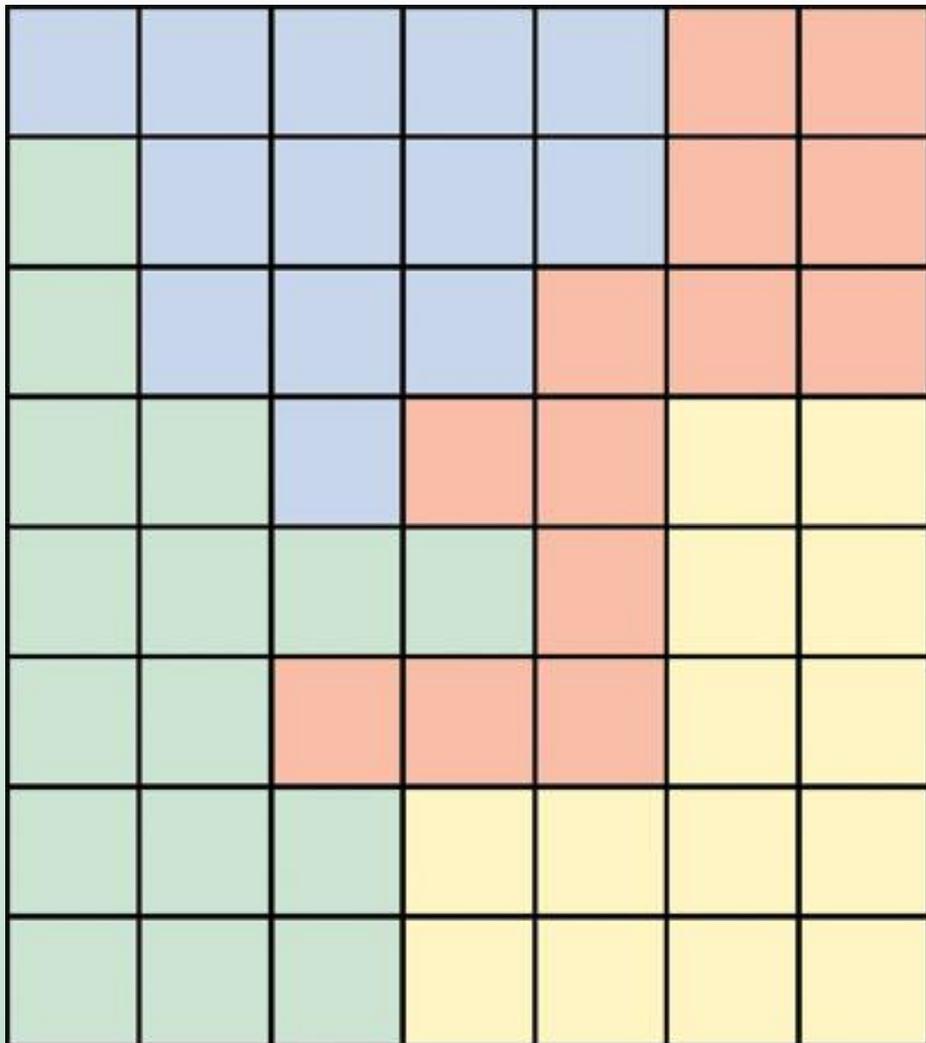


Célula

Qualidades (temático):
“Alto, baixo”, tipo de solo

Quantidades (numérico):
altitude, declividade

Representação Raster



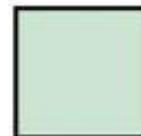
Mistura de
Coníferas



Coníferas –
Douglas Fir

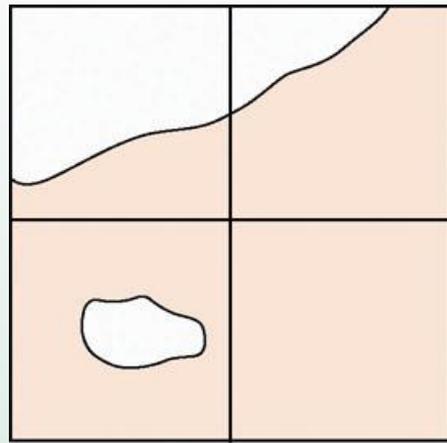


Savana

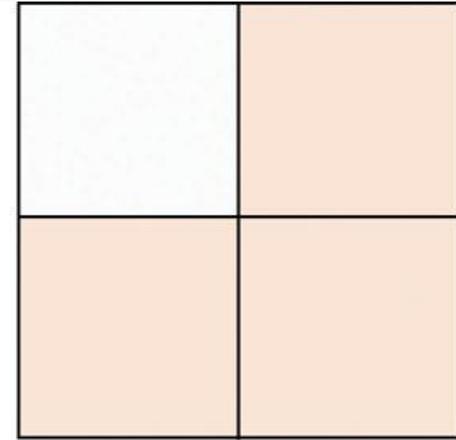


Pastagem

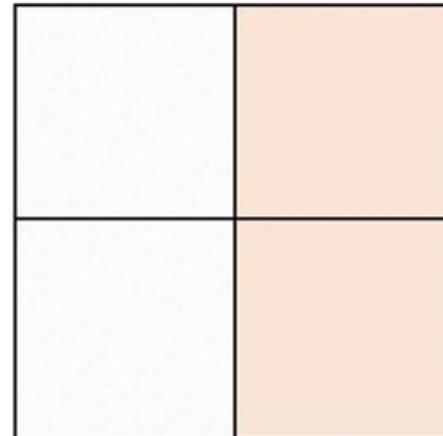
Cada cor representa um valor diferente de uma variável de escala nominal que indica a classe de cobertura de terra



(A)



(B)



**Efeito em um raster
Segundo regra de
representação**

(A) Maior área ocupada

(B) Regra do ponto central

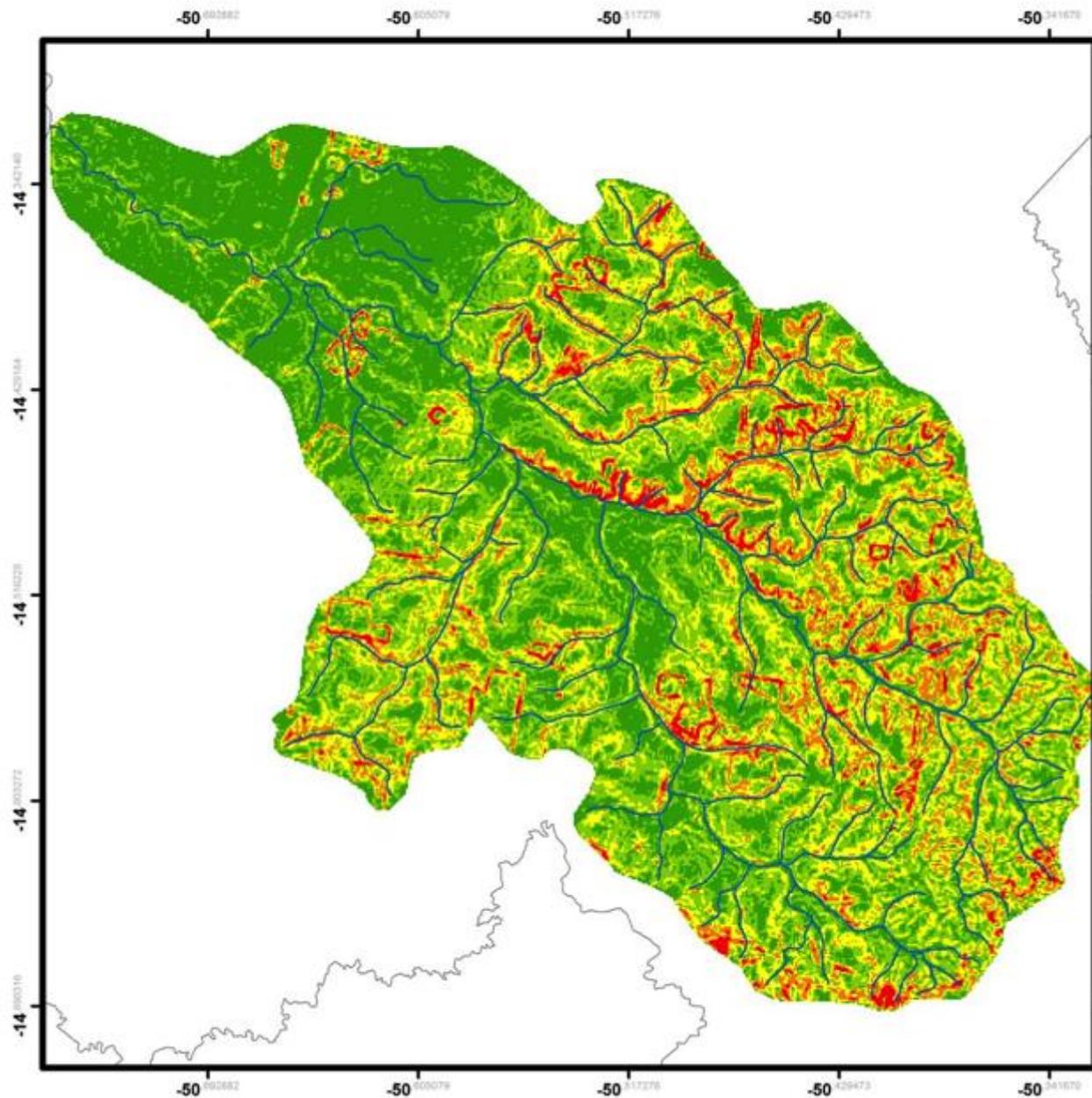
Representação Matricial (Raster)

IMAGEM

Elemento de imagem
("pixel") proporcional
à energia
eletromagnética
refletida ou emitida
por área da superfície
terrestre



Declividade da Bacia do Rio Tocantins



Legenda

 Drenagem

Declividade %

 0-2

 2-5

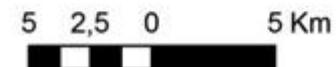
 5-10

 10-20

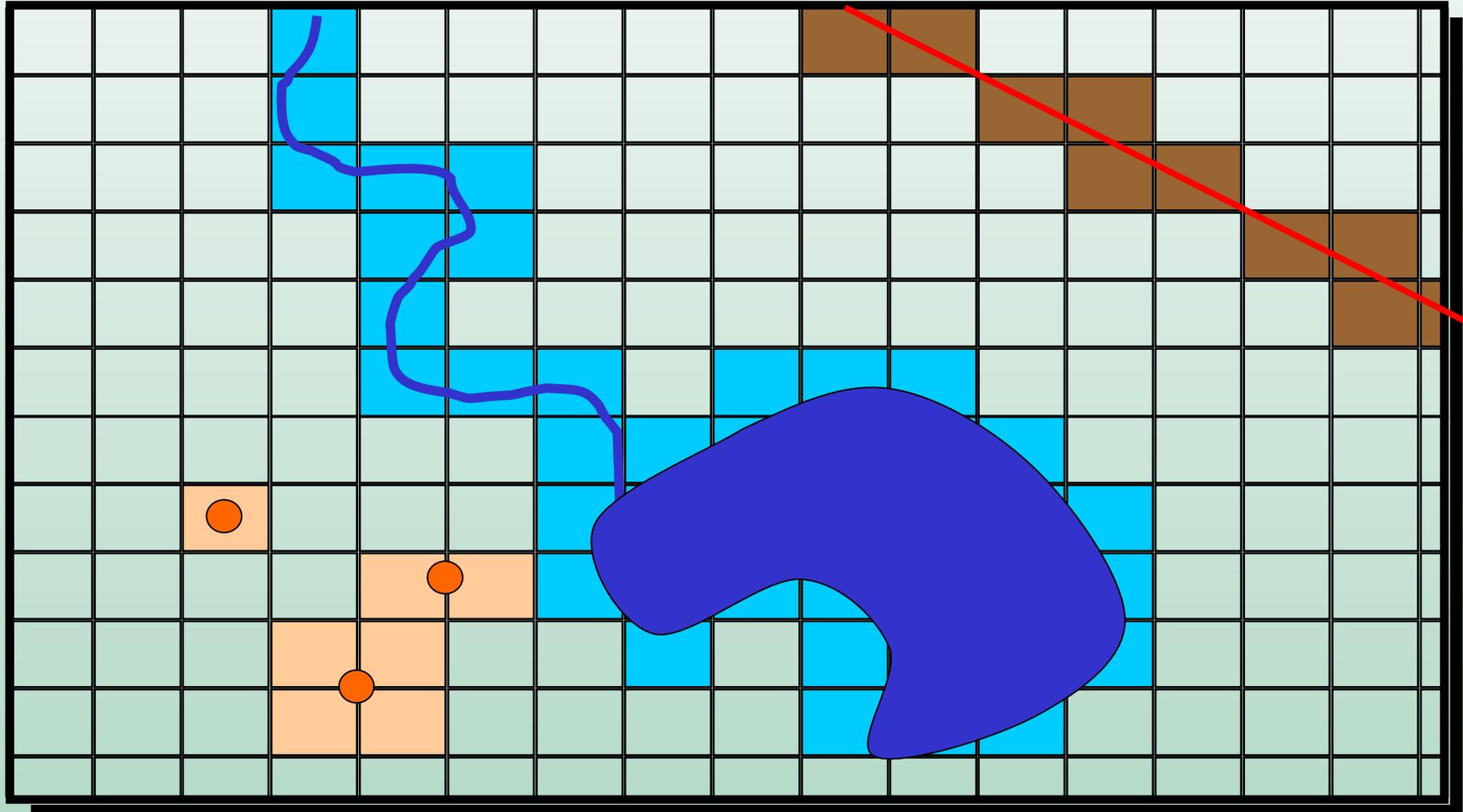
 20-100

 Municípios Vizinhos

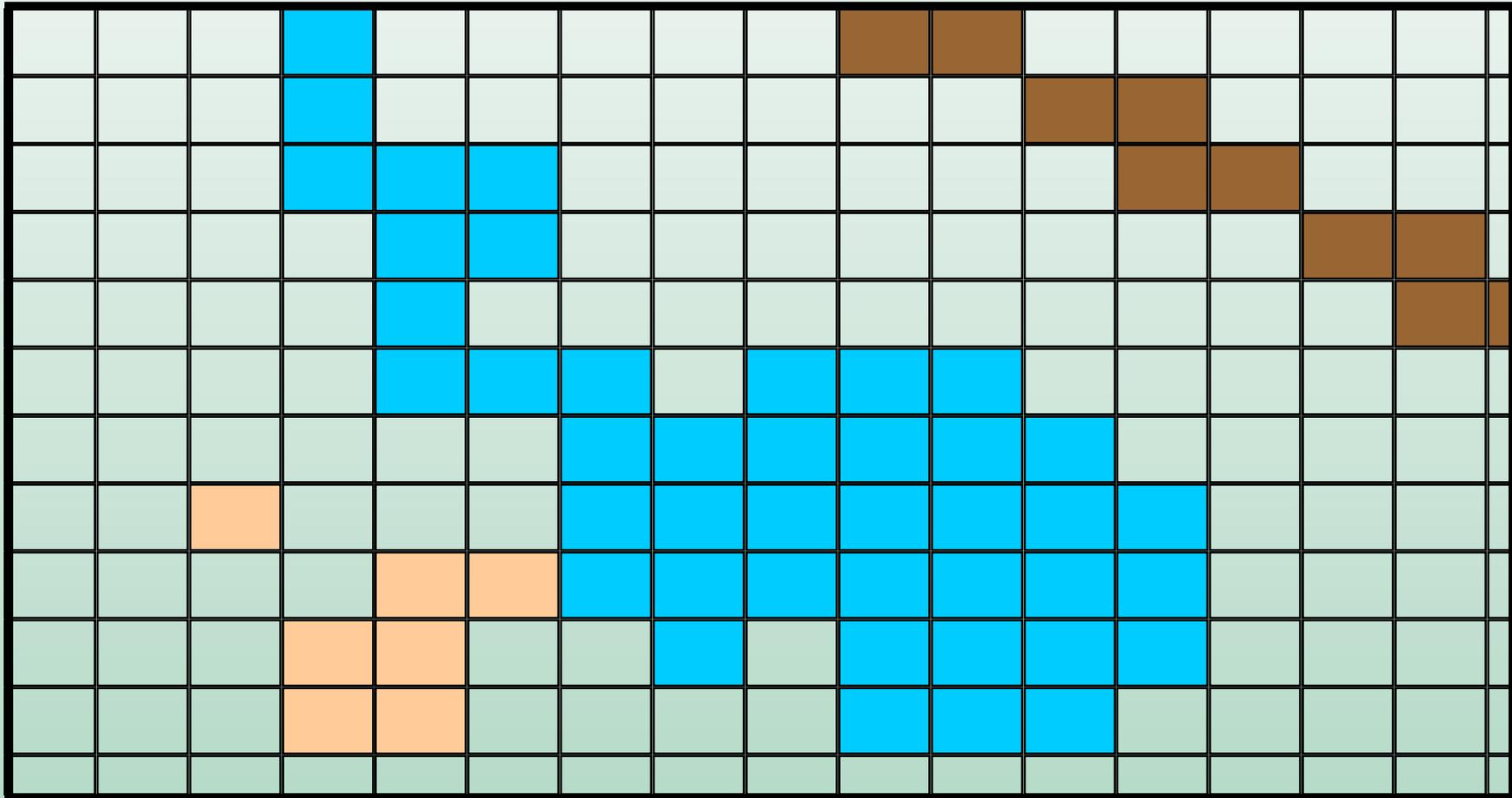
FONTE: SIG
PROJEÇÃO: UTM
DATUM: SAD69
AUTOR: LUCAS BARROS



Conversão Vetorial \rightarrow Matricial



Representação Matricial



O Problema da Mistura das Células



Existência de Água

A	A	G
A	A	G
A	A	G

Maioria

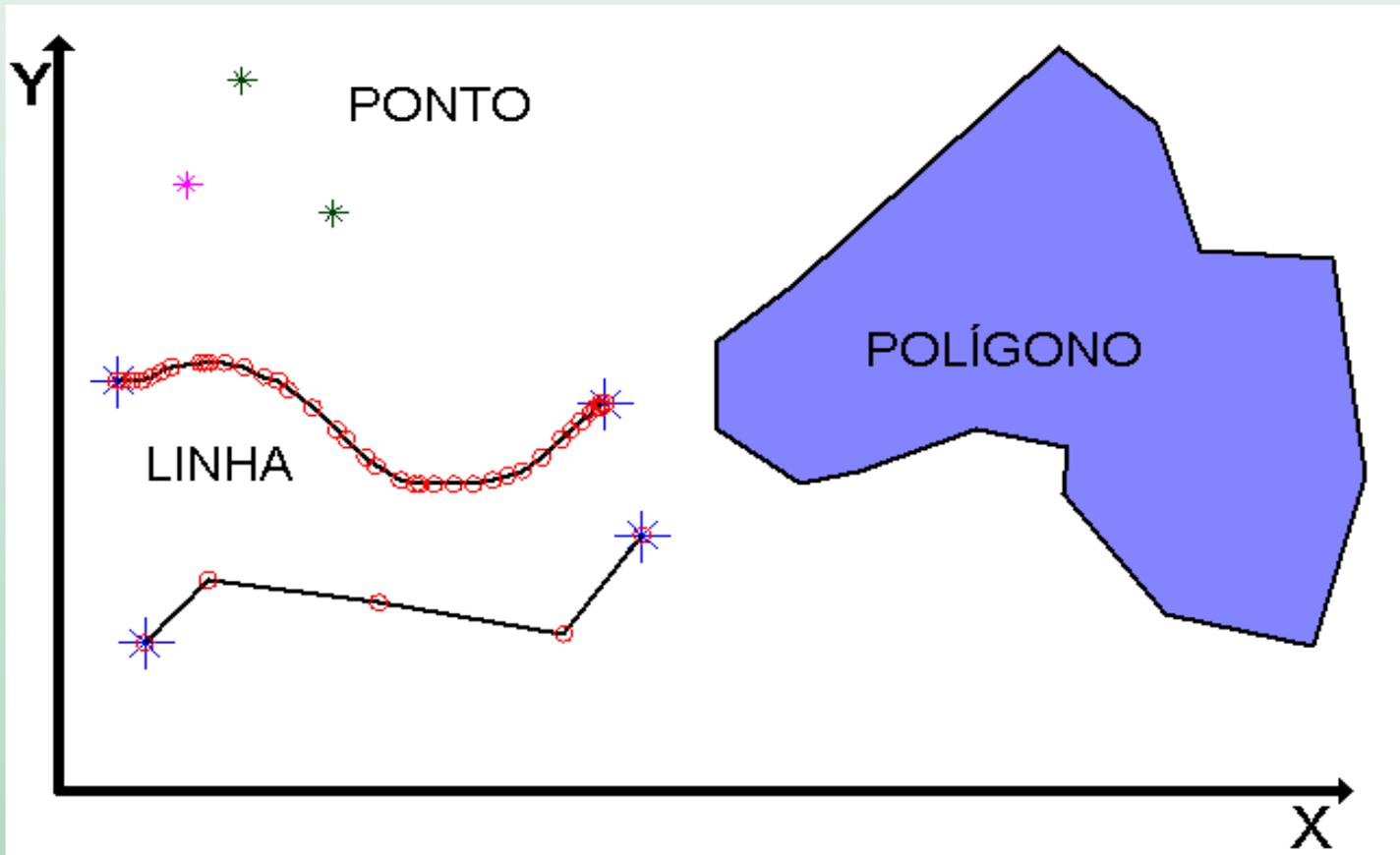
A	G	G
A	A	G
A	G	G

Bordas

A	B	G
A	B	G
B	B	G

Representação Vetorial

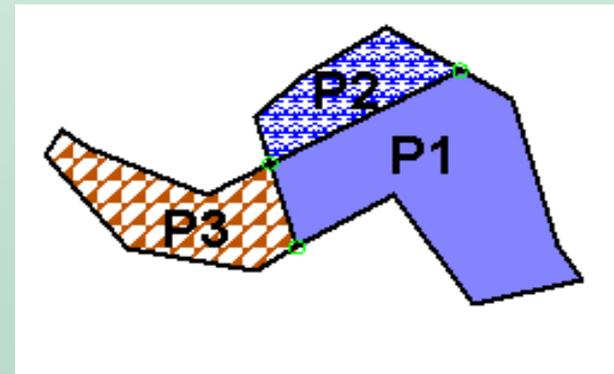
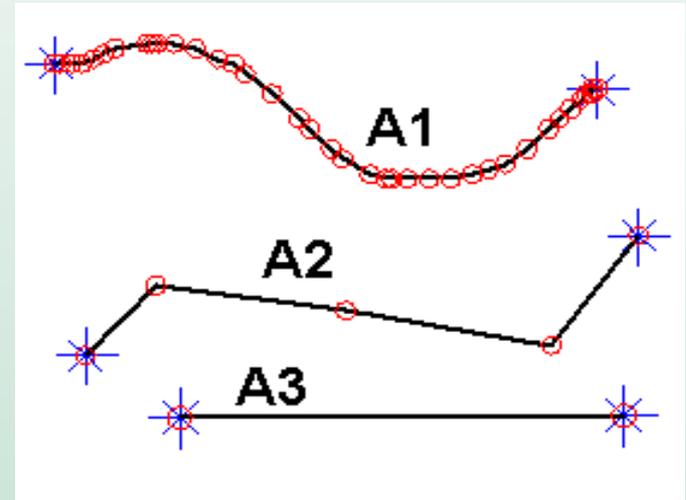
- Forma mais precisa de representar feições geográficas
- Entidades representadas através de três formas básicas: ponto, linha ou polígono



Estruturas de Dados vetoriais

■ Arcos e Nós

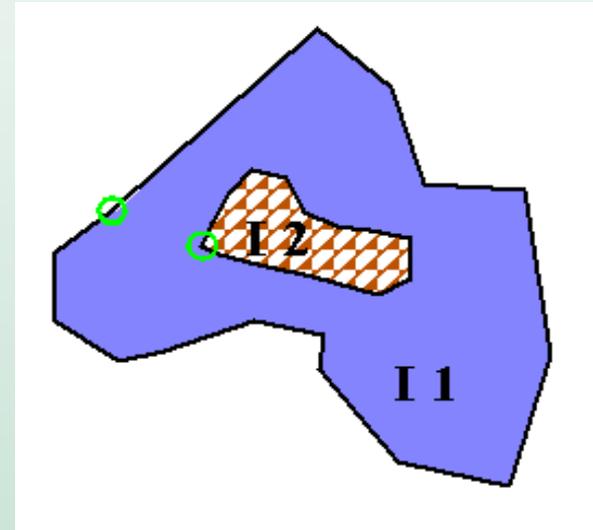
- Linha: começa em um nó e termina em outro nó
- Polígono: começa e termina num mesmo nó



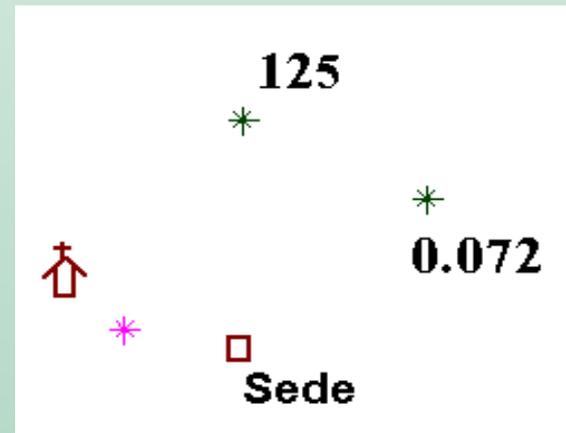
Estruturas de Dados vetoriais

- Ilha

(tipo especial de polígono)



- Pontos
- Pontos Cotados



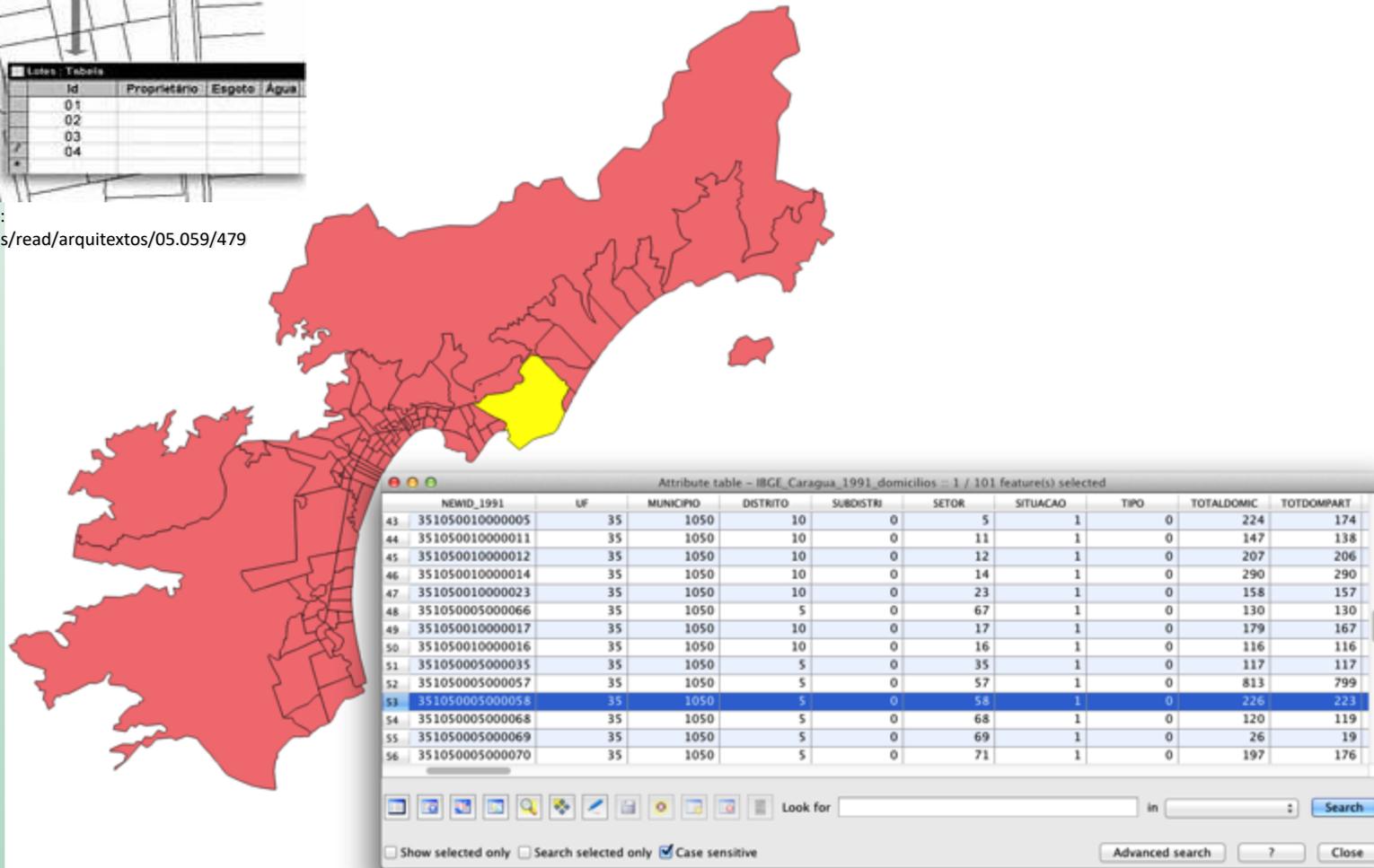
Vetores + Tabelas

Associação entre Geometria (localização) & Atributos



Fonte:

<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.059/479>



Representação Vetorial

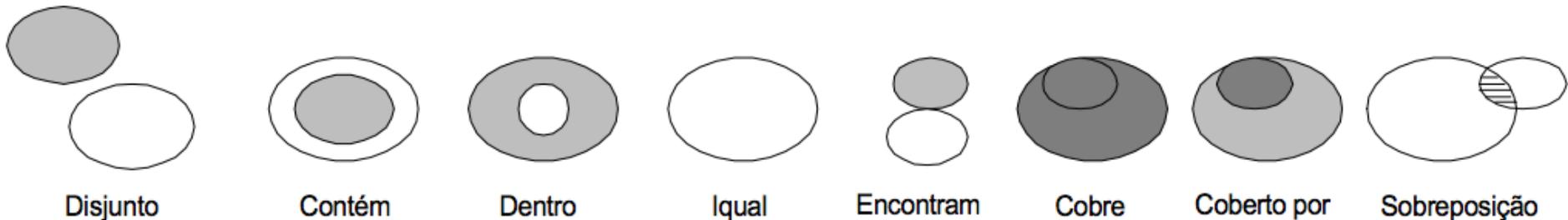
Topologia

Conceito de Topologia

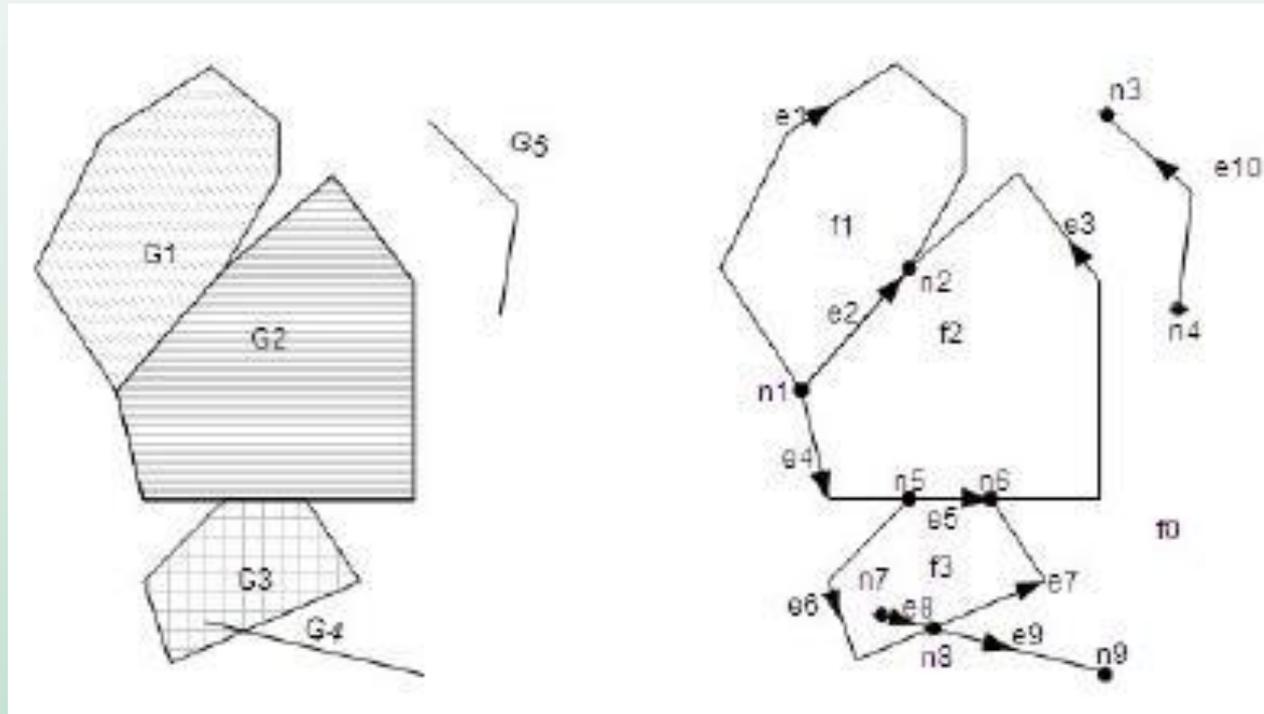
- ▶ Propriedades de um conjunto de dados espaciais que são invariantes a translação, rotação e escala
- ▶ Método através do qual se determinam as relações espaciais em modelos de dados vetoriais

Propriedades

- ▶ Vizinhança (“do lado de”)
- ▶ Pertinência (“dentro de”)
- ▶ Conexão (“ligado a”)



Estruturas Vetoriaiais - Topologia

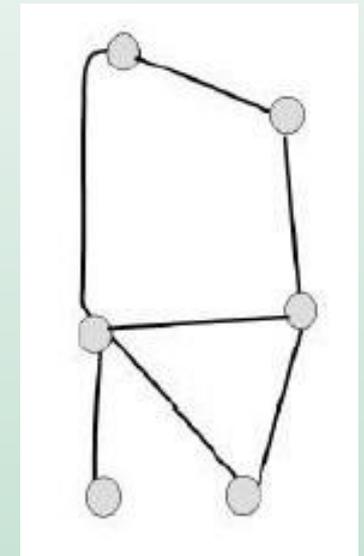


Polígonos sem topologia
ou polígonos fechados

SPAGUETTI

Polígonos com topologia
arco-nó-polígono

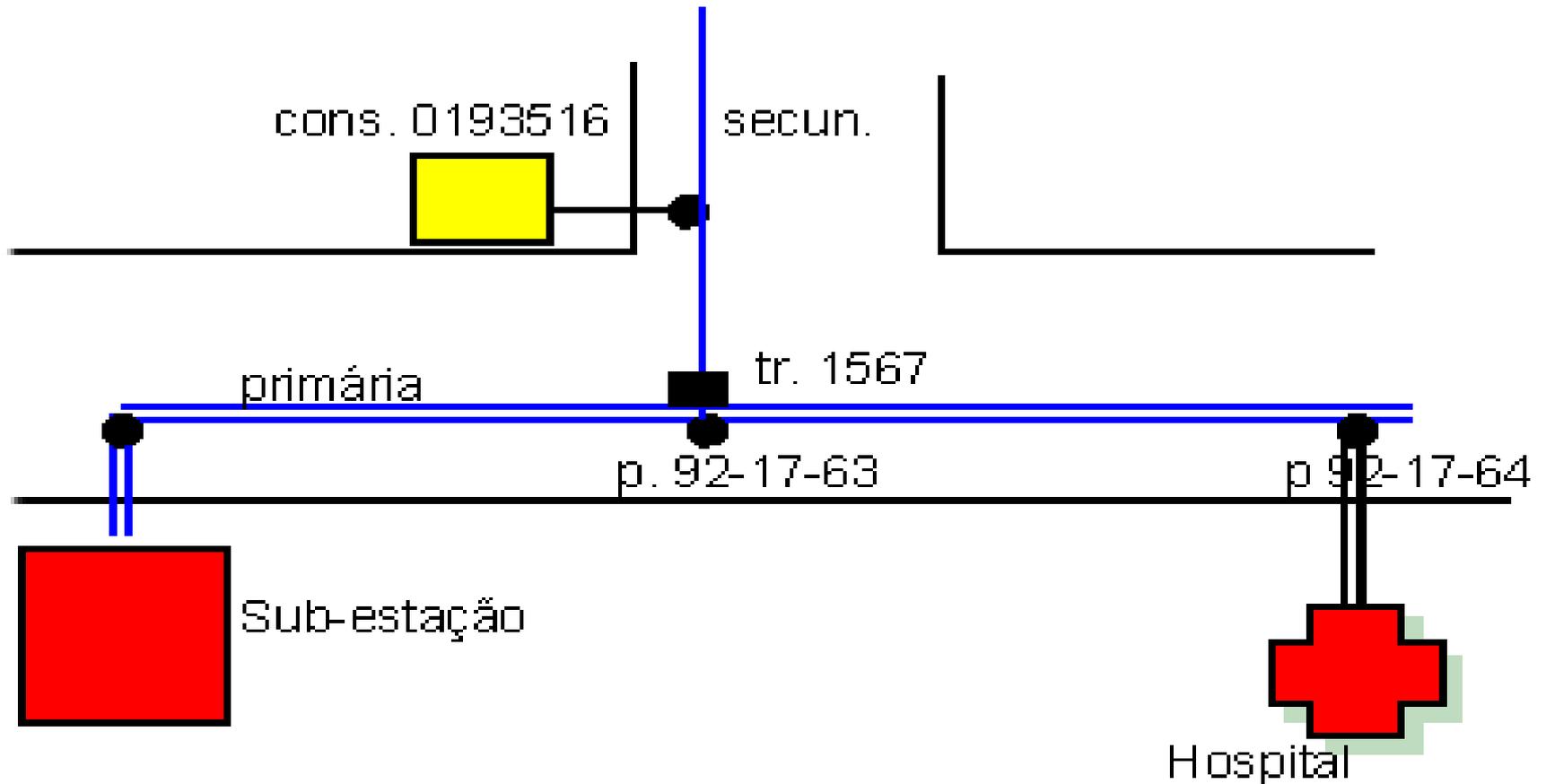
TOPOLÓGICA

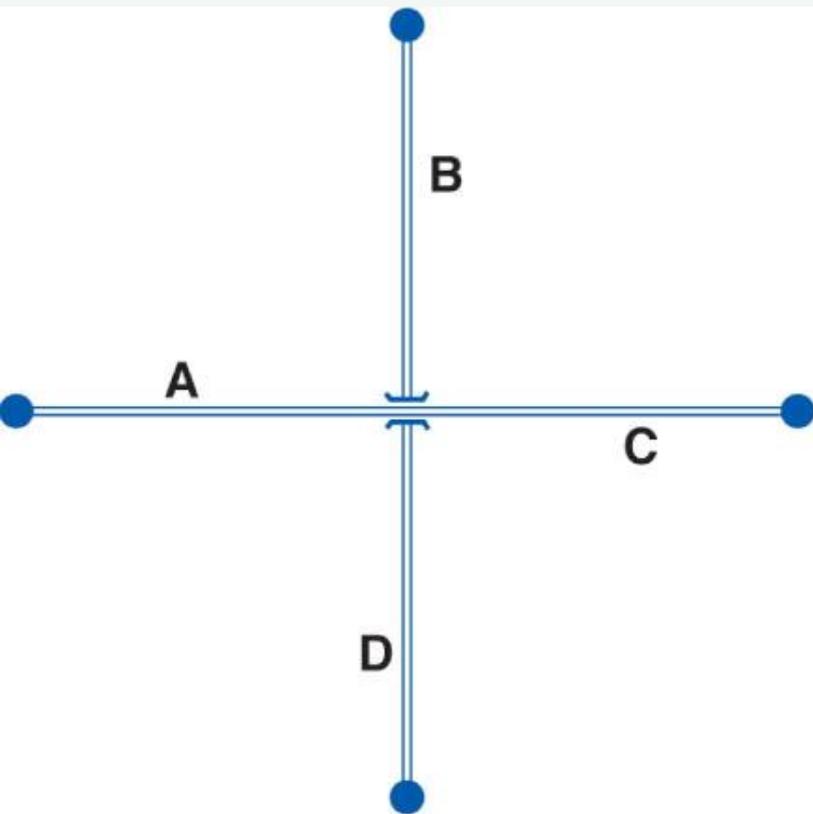


Rede com
topologia *arco-nó*

Rede

- ❑ Contém objetos com topologia arco-nó
- ❑ Grafo que armazena informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas





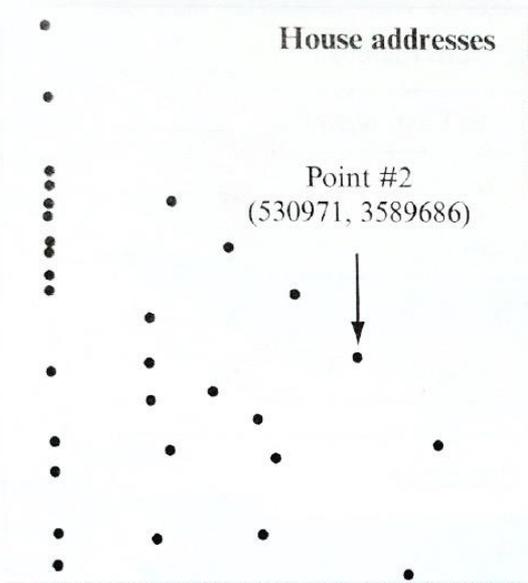
From link	To link	Turn?
A	B	No
A	C	Yes
A	D	No
B	C	No
B	D	Yes
B	A	No
C	D	No
C	A	Yes
C	B	No
D	A	No
D	B	Yes
D	C	No

Os problemas em representar em realidade tri-dimensional usando uma representação bi-dimensional. A

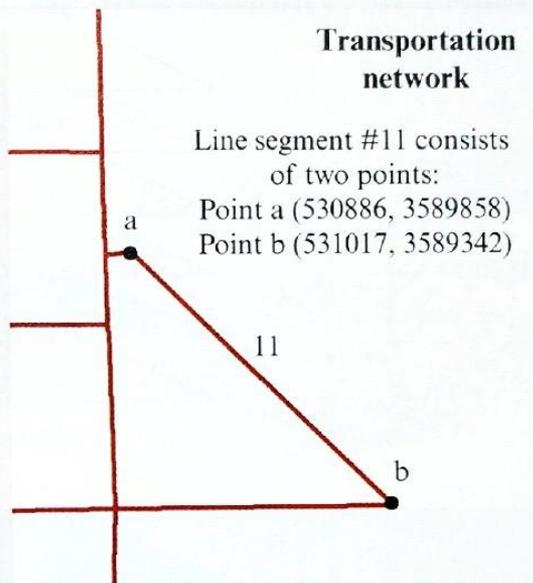
interseção das conexões A, B, C e D possuem uma ponte, assim nenhum caminho é possível entre os pontos A e B.

(Hal Gage/Alaskastock/Photolibrary Group Limited)

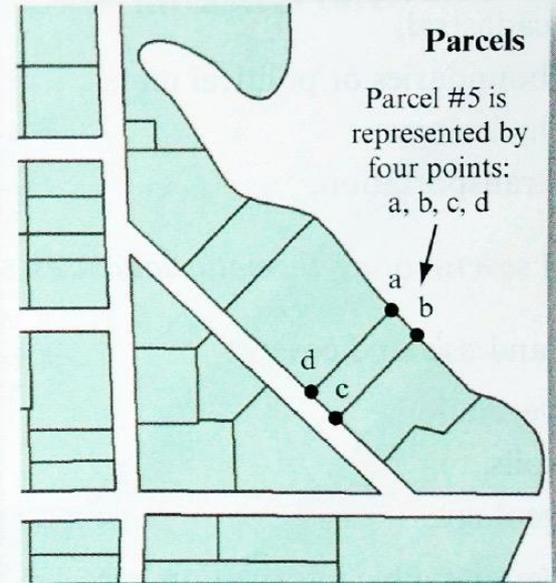
Vector versus Raster Data Structures (Topology)



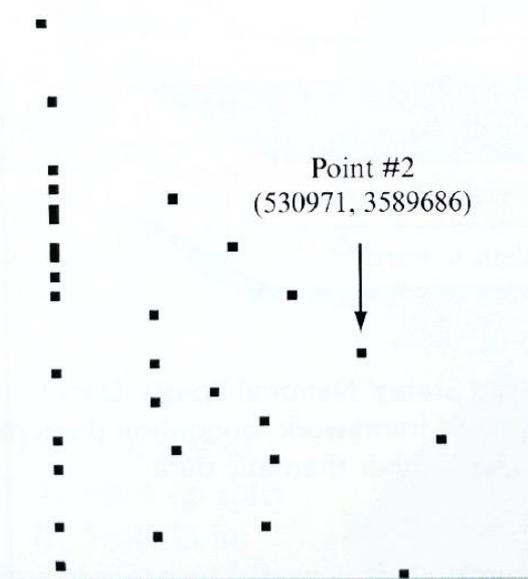
a. Point (Vector).



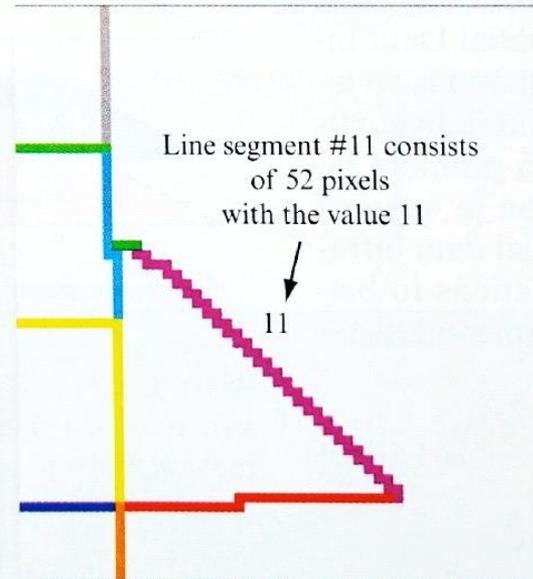
b. Line (Vector).



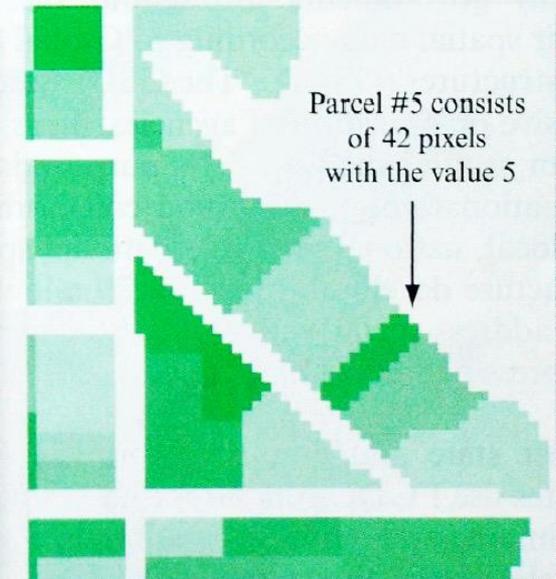
c. Area (Vector).



d. Point (Raster).



e. Line (Raster).



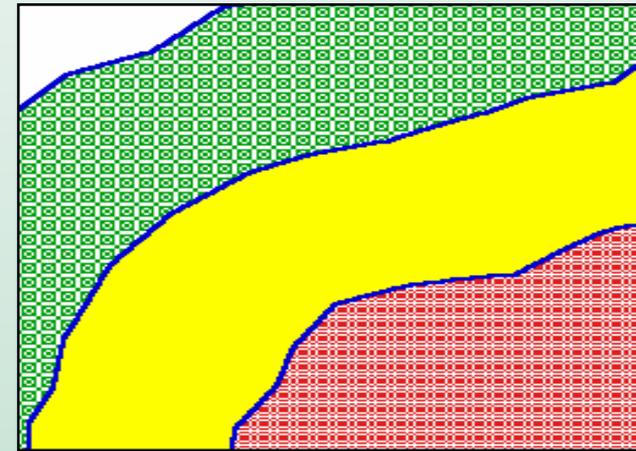
f. Area (Raster).

UNIVERSO REPRESENTAÇÃO

Vetorial & Matricial

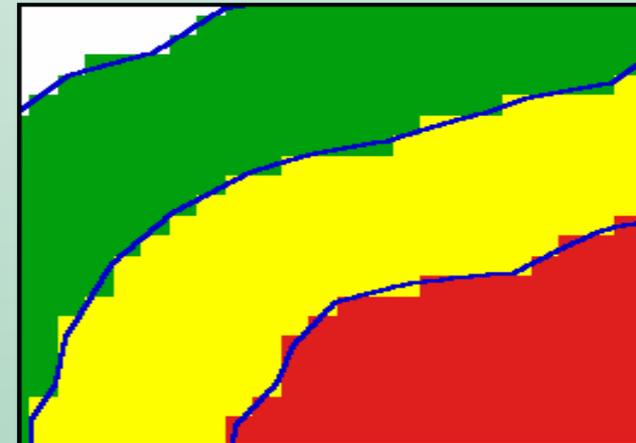
Vetorial

- Preserva relacionamentos topológicos
- Preferida quando necessitamos de precisão (ex. cadastro urbano e rural)



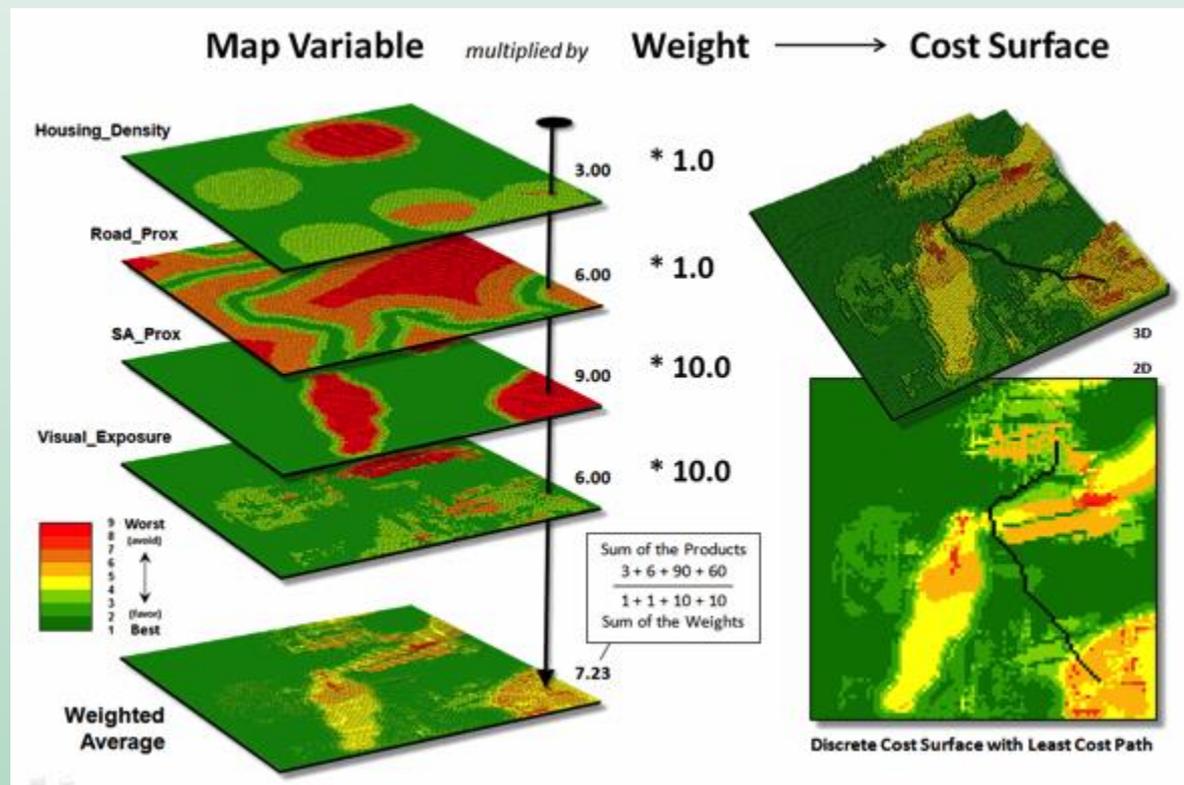
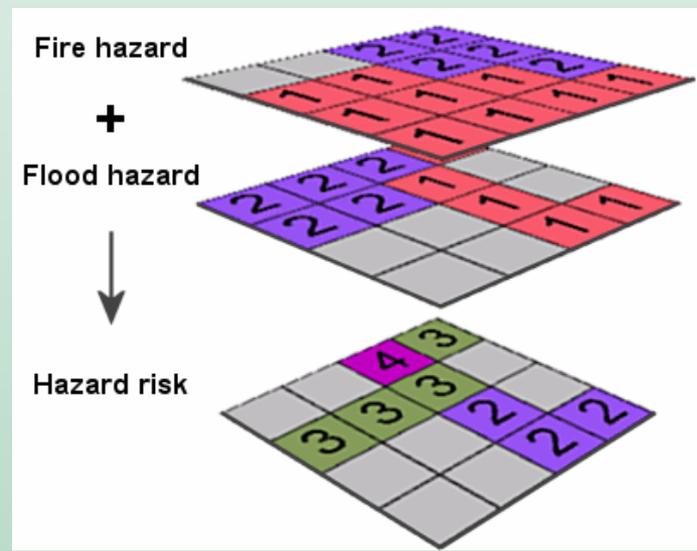
Matricial

- Representa melhor fenômenos com variação contínua no espaço (ex. Elevação, temperatura, **densidade populacional**)
- Facilidade na superposição de planos de informação (álgebra de mapas)



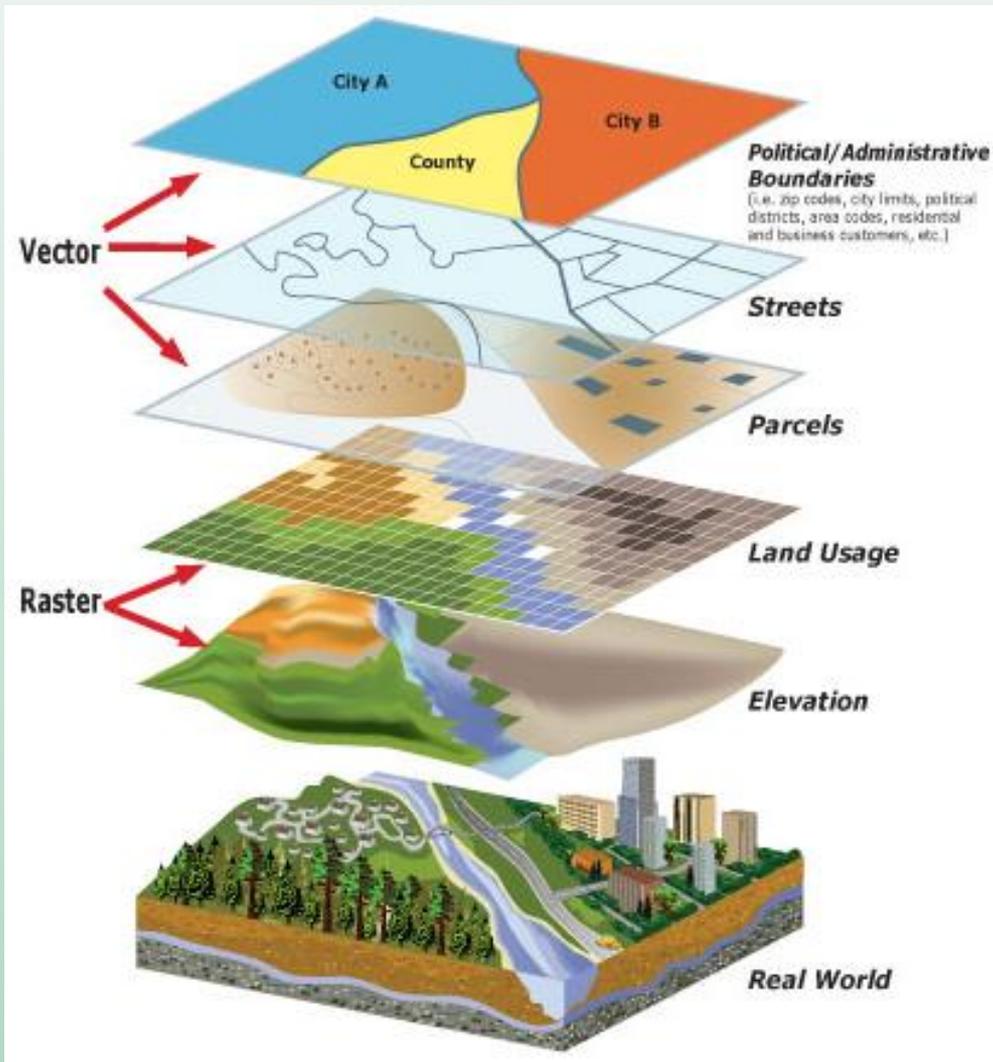
UNIVERSO REPRESENTAÇÃO

Representação Matricial Superposição de Planos de Informação



TIPOS DE DADOS

Representações Vetoriais e Matriciais



- IMAGENS
- DADOS TEMÁTICOS
- DADOS CADASTRAIS
- REDES
- MODELO NUMÉRICO DE TERRENO

IMAGEM

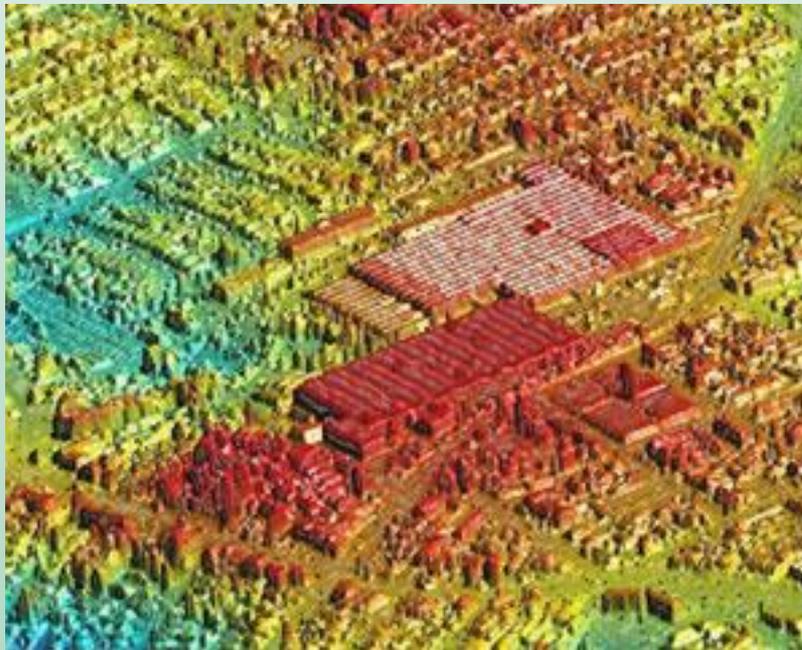
Representação matricial (raster)



Fonte: CNPM/Embrapa, 2008.



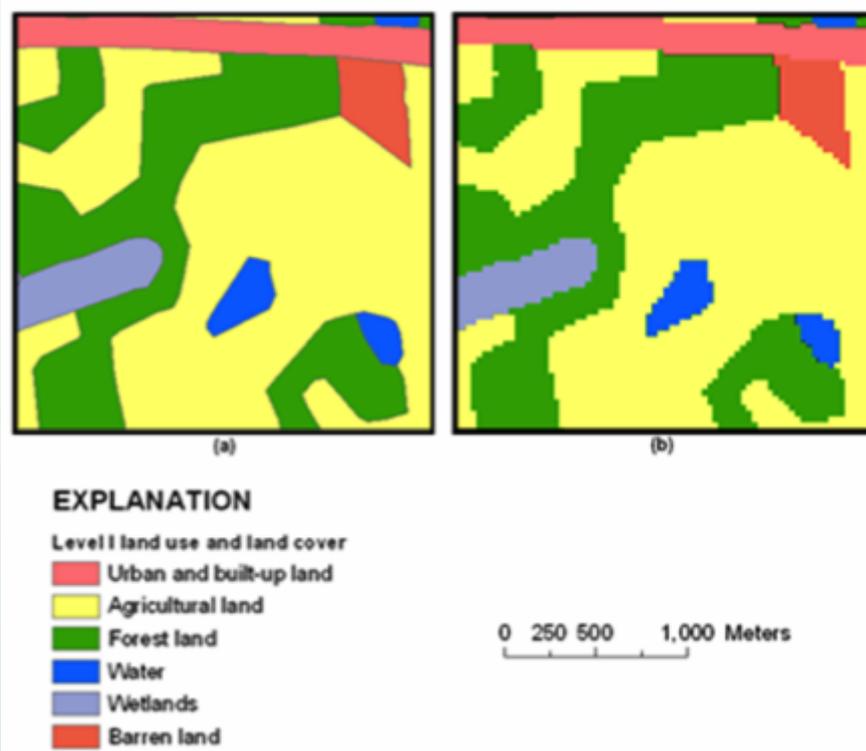
Fotografia aérea ortorretificada



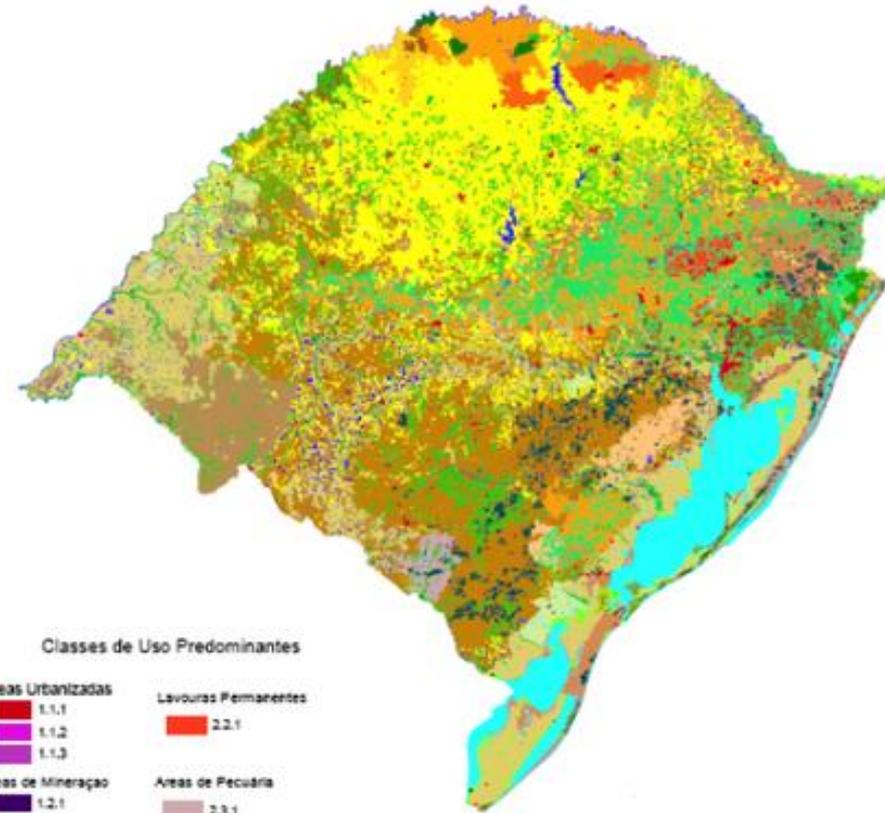
Laser Scanner: "scanners" aerotransportados (Altimetria)

DADOS TEMÁTICOS

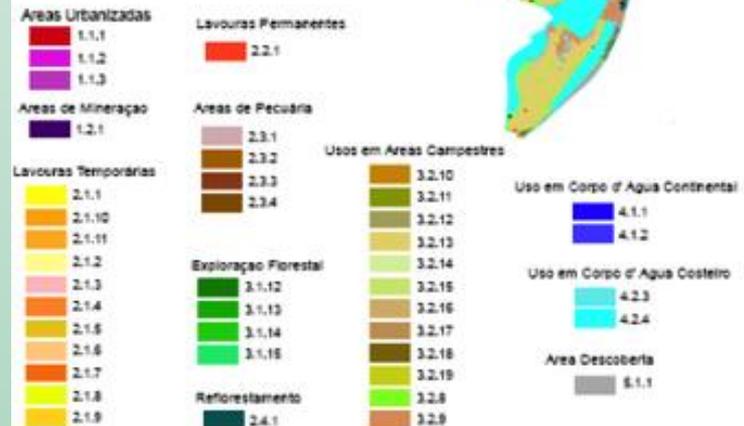
Descrevem a distribuição de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa. Representação matricial ou vetorial



COBERTURA E USO DA TERRA Estado do Rio Grande do Sul

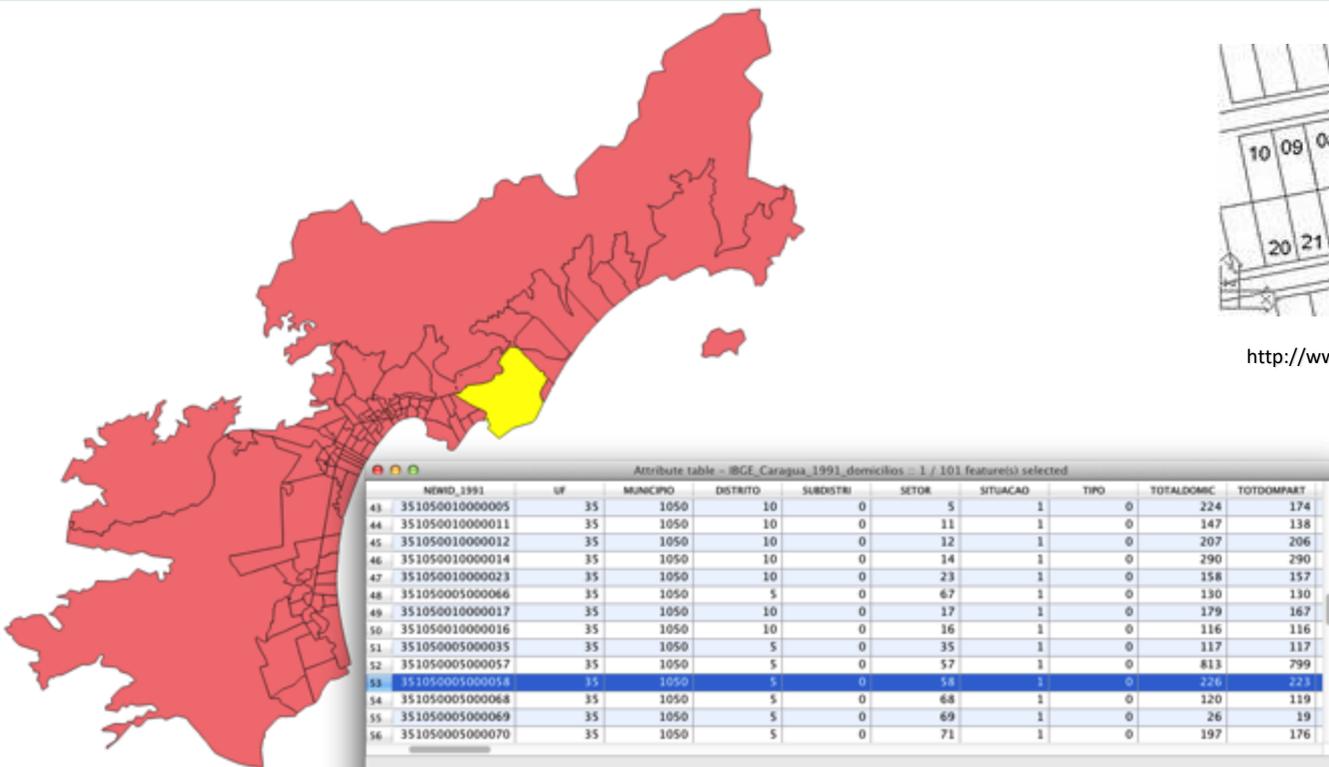


Classes de Uso Predominantes



DADOS CADASTRAIS

Cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui **atributos** e pode estar associado a várias representações gráficas



Fonte:

<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.059/479>

Attribute table - IBGE_Caragua_1991_domicilios - 1 / 101 feature(s) selected

	NEWID_1991	UF	MUNICIPIO	DISTRITO	SUBDISTR	SETOR	SITUACAO	TIPO	TOTALDOMC	TOTDOMPART
43.	351050010000005	35	1050	10	0	5	1	0	224	174
44.	351050010000011	35	1050	10	0	11	1	0	147	138
45.	351050010000012	35	1050	10	0	12	1	0	207	206
46.	351050010000014	35	1050	10	0	14	1	0	290	290
47.	351050010000023	35	1050	10	0	23	1	0	158	157
48.	351050005000066	35	1050	5	0	67	1	0	130	130
49.	351050010000017	35	1050	10	0	17	1	0	179	167
50.	351050010000016	35	1050	10	0	16	1	0	116	116
51.	351050005000035	35	1050	5	0	35	1	0	117	117
52.	351050005000057	35	1050	5	0	57	1	0	813	799
53.	351050005000058	35	1050	5	0	58	1	0	226	223
54.	351050005000068	35	1050	5	0	68	1	0	120	119
55.	351050005000069	35	1050	5	0	69	1	0	26	19
56.	351050005000070	35	1050	5	0	71	1	0	197	176

Look for in Search

Show selected only Search selected only Case sensitive

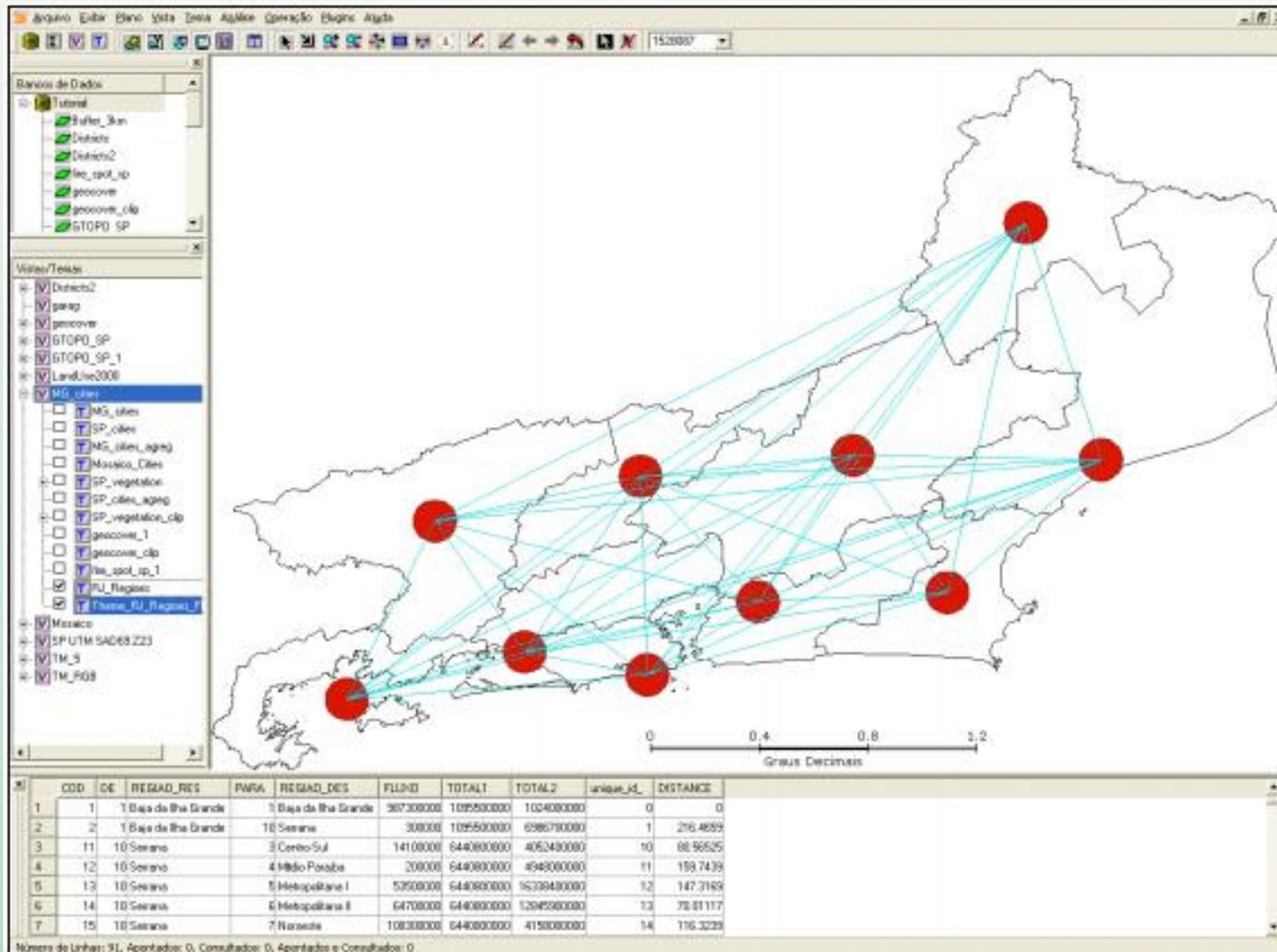
Advanced search ? Close

DADOS CADASTRAIS

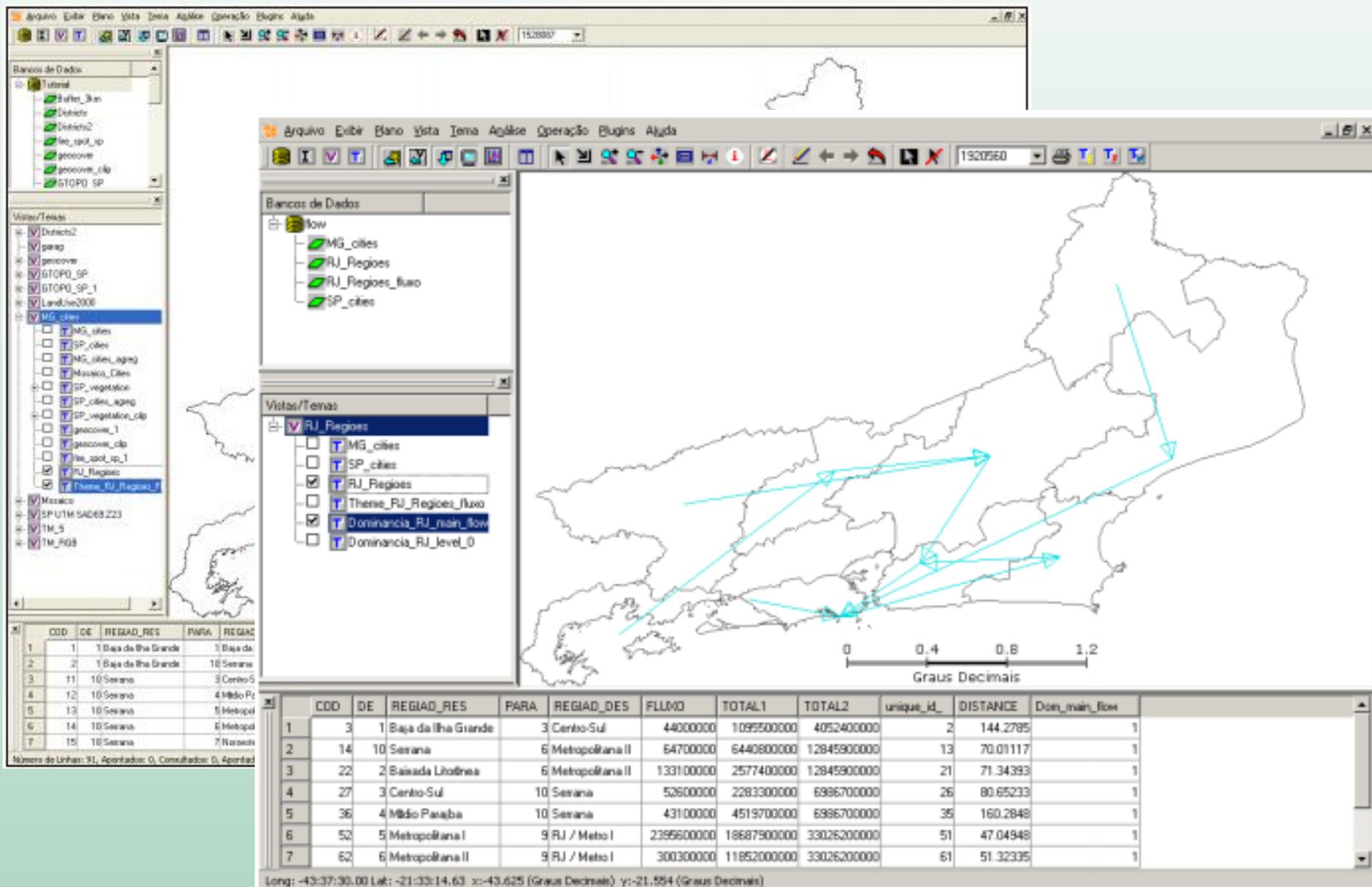
Atributos

1. Nominal/Qualitativo: nomes, rótulos, categorias (tipos de solo, nomes de município, etc.)
2. Ordinal: podem ser “ordenados” (pouco/médio/muito)
1. Numérico/Quantitativo: Escalar ou Razão

REDE



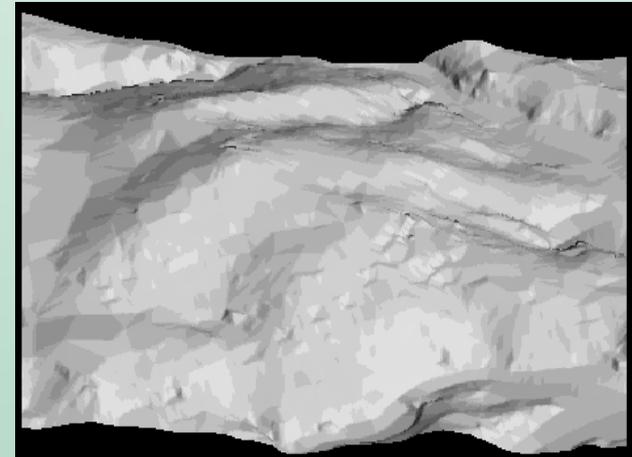
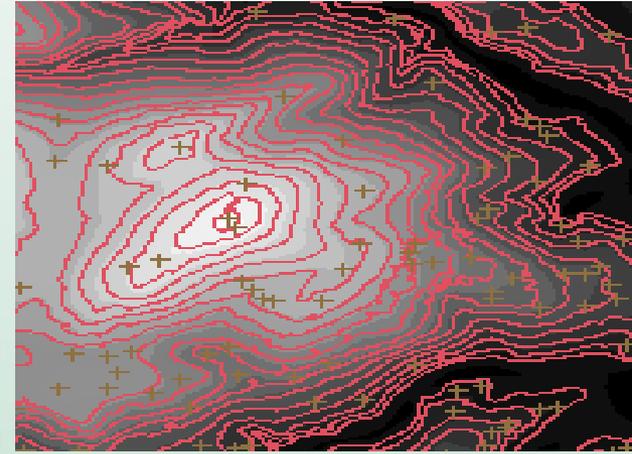
REDE



MODELOS NUMÉRICOS DE TERRENO

Variação espacial quantitativa

São utilizadas para representar uma grandeza que varia continuamente no espaço - altimetria, precipitação, propriedades do solo ou subsolo (como aeromagnetismo).



LEITURA COMPLEMENTAR

LONGLEY, P.; GOODCHILD, M.; MAGUIRE, D.; RHIND, D. Sistemas e Ciência da Informação Geográfica. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Capítulo 3: A Representação Geográfica