

PTR 5003

Informações Espaciais

Aula SIG:

Conceitos Básicos, Modelos de Representação e Coleta de Dados

1quadr19

Sugestão de Bibliografia

CÂMARA, G; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M. (ed). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2004. (Disponível online: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>)

CASANOVA, Marco (Org.) ; CÂMARA, G. (Org.) ; DAVIS, Clodoveu (Org.) ; VINHAS, Lúbia (Org.) ; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro (Org.) . **Bancos de Dados Geograficos**. 1. ed. Curitiba: Editora Mundo Geo, 2005. v. 1. 504 p. (Disponível online: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/index.html>)

LONGLEY, PAUL A.; GOODCHILD, MICHAEL, F.; MAGUIRE, DAVID, J.; RHIND, DAVID, W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª ed. Bookman, Porto Alegre, 2013, 539p.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. New York: Oxford University Press, 1998. 334p.



Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Agenda 1

Pensar o Espaço

- Dados geográficos
 - localização e **atributos**
- Localização
 - representar a superfície terrestre
 - relação espacial com outros dados
- **Atributos**
 - descrevem o fenômeno
 - **representados em um banco de dados**

Pensar o Espaço

- Localização - “Onde está ...”
 - “Quais áreas de entorno da rodovia tem declividade acima de 20%?”
- Condição - “O que está ..”
 - “Qual a população que reside a menos de 5 Km da estação de metrô?”
- Tendência - “O que mudou...”
 - “Esta via ficava congestionada há 5 anos atrás ? “

Pensar o Espaço

- Roteamento - “Qual o melhor caminho...”
“Qual o melhor caminho para o metrô ?”
- Padrões - “Qual o padrão.....?”
“Qual a distribuição de acidentes em SP?”
- Modelos - “O que acontece se ...?”
“Qual o impacto da construção de uma nova linha de metrô ?”

Compreender o Espaço

- Problemas Típicos
 - Variabilidade Espacial
 - Incerteza
 - Dinâmica Temporal
 - Interoperabilidade
 - ...

“Quase tudo que acontece,
acontece em algum lugar”

Longley et al. 2013 (Cap 1)

faltou água

Faltou água aqui! ▾

Escolha uma opção:

- Nos últimos meses, quase todo dia
- Nos últimos meses, muitas vezes
- Este ano, de vez em quando



É a gota d'água!

Muitas pessoas estão reclamando de falta de água em São Paulo!

O Governo do Estado nega o racionamento, mas é inegável a crise de abastecimento.

Vamos criar um mapa

Esse é o mapa da falta de água em São Paulo, feito com as informações inseridas pela população.

Clique nas manchas para mais informações

✓ E cobrar o governo!

Se tivermos dados suficientes, poderemos cobrar as nossas autoridades!

Nos diga quando faltou água no seu bairro.

Conte como foi

230 comments ▾

[Add a comment](#)


Lara Freitas · Gaia Education

Muito fácil de colaborar!

Reply · Like · 4 · July 1 at 7:09am



Aline Marques de Castro · Physiotherapist at Physical Therapy

Aqui na VI Monumento falta água toda noite, começou faltando à partir das 0h depois foi aumentando o período, hoje dá 21h e já não tem mais água.

Reply · Like · 2 · August 1 at 6:07am



Renata Mesquita · ★ Top Commenter · Faculdade Cásper Líbero

No Cambuci, desde março a água está sumindo à noite. Começou por volta da meia-noite, depois passou para as 22h e agora, há cerca de 3 semanas, antes das 21h já não tem mais água.

Reply · Like · 5 · May 22 at 9:45am



Marcia Reverdosa

Na v Madalena cortam todas as noites. Isso faz quase 2 meses

Reply · Like · 2 · May 20 at 10:02pm



André Santos · ★ Top Commenter · Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Aqui sempre faltou água durante a madrugada, e nos últimos vezes está tendo "revezamento", 24hrs com água e 24hrs sem.

Reply · Like · 1 · May 19 at 1:09pm



Combinar conhecimento
geral com informação
específica (**propósito**)

Longley et al. 2013 (Cap 1)

- Embora se possa pensar que a ciência e a solução de problemas práticos sejam atividades humanas distintas
 - ✓ Frequentemente argumenta-se que NÃO há distinção entre os seus métodos

- O uso de ferramentas e métodos típicos da ciência na resolução de problemas é parte de uma mudança
 - ✓ Exercício da curiosidade das disciplinas acadêmicas tradicionais com enfoque na resolução de problemas de uma equipe interdisciplinar

Longley et al. 2013 (Cap 1)

“O espaço é uma linguagem
comum para diferentes
temas”

Câmara et al. 2004 (Cap 2)

Aplicações SIG na Web

- **Cálculo de Reuso da Água (Desenvolvido pelo Banco Mundial)**

save-the-rain.com/world-bank/

Calculate Water Productivity...



The World Bank Millennium Development Goals (MDGs) include a target to Eradicate Extreme Poverty and Hunger by 2015. Water productivity is an essential key to help meet the World Bank's target. Did you know water use in agriculture consumes more than 75 percent of water in the developing world? Demand for more food goes hand in hand with population increases. Water productivity will have to be raised to meet the demand for more food. One way to help the World Bank meet its MDG is to help raise awareness to how **capturing and saving rainfall** can help irrigate crops.

1. Find a rooftop anywhere in the world.

Type in an address below and hit GO!, or, just use the map controls to zoom to a roof.

Need some suggestions? [Kenya](#) | [Zimbabwe](#) | [Ghana](#) | [India](#) | [Brazil](#)

2. Draw a box over the roof.

Click on each corner of the roof (clockwise). If you click on the wrong spot, you can drag the corners to the right spot, or, start all over again by clicking on the "Start Over" button. Click on the "Finished" button when finished.

3. Results:



Aplicações SIG na Web

- Encontrar imóveis próximos às escolas

→ ↻ ↗ schoolandhousing.com/home/index.html

School-Centered Real Estate Search for Bay Area
schoolandhousing

Mobile How to Coverage FAQ

I agree to the [term of use](#) of the service provided by schoolandhousing.com

Find schools by address: (SF bay area only) [More Search Options](#)

Find homes within boundary rectangle of

Buy Rent

Price: to

Bedrooms:

Bathrooms:

Square feet: to

Posting days:

Sort by:

Map

Warm Springs Elementary (street view)

Bring to top: [Videos](#)

Warm Springs Elementary

School Facts

Grades: 3-6

API: 952 (2010)
935 (2009)

Type: Public

Charter: No

Addr: 47370 Warm Springs Blvd.
Fremont, CA 94539-7458

District: Fremont Unified

Phone: (510) 656-1611

Fax: (510) 656-7682

Students: 783

Stu-Tch Ratio: 21

Test Rating: **10**

Parent Rating: [CS Rating](#)

Parent Reviews: [CS Reviews](#)

[More](#)

School Videos

Display schools per page

Filter results in table:

name	level	grades	API	district	city	zipcode
Warm Springs Elementary	Elem.	3-6	952	Fremont Unified	Fremont	94539-7458

Aplicações SIG na Web

- Transporte Público (planejar itinerário, verificar horários, ...)

The screenshot displays the MetroMate web application interface for Christchurch bus routes. The browser address bar shows `metromate.coomsie.com/#`. The main map area shows a detailed view of Christchurch with various bus routes color-coded. A search box in the top left contains the text "pesquisar o mapa" and a "Pesquisar" button. A vertical sidebar on the left contains the MetroMate logo and text: "Christchurch bus map", "Contact | Feedback | Help", and a description of the application's features. A "Plan a Journey .." dialog box is open in the center, with fields for "From: Street or Stop No:" and "To: Street or Stop No:", a "Priority" dropdown set to "Minimise Transfers", and a "Walk" dropdown set to "Normal walk speed (4km/h)". A vertical sidebar on the right is labeled "bus routes, legend". At the bottom right, there are three mobile device screens showing the application's interface on a smartphone, with the text "ONDE ESTÁ MEU ÔNIBUS?" and "por Gabriel Pacheco" overlaid.

Aplicações SIG na Web

- Cálculo da energia solar (San Diego)

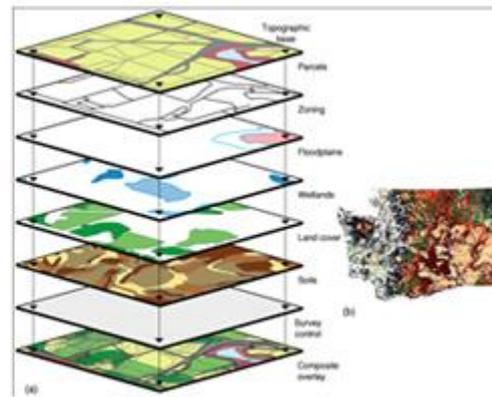
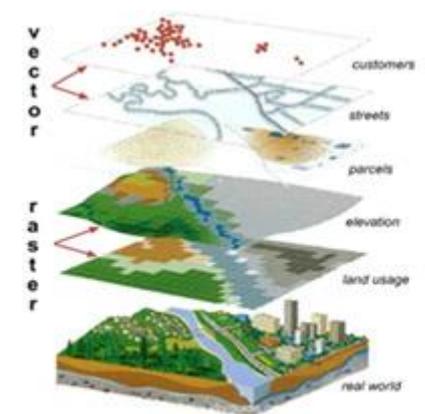
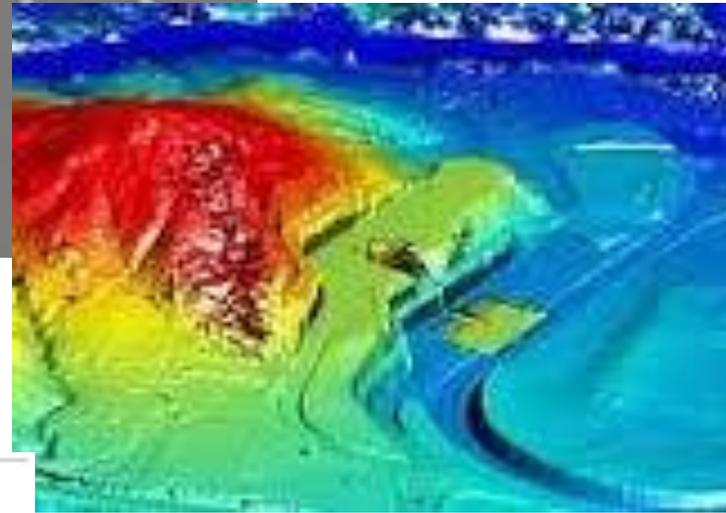
The screenshot shows a web browser window with the URL `solar.ucsd.edu/SolarApp.html`. The page title is "California Solar Resource Calculator for Tilted Surfaces". On the left, a welcome message reads: "Welcome to the UCSD Solar Resource Calculator! To compute the solar radiation on a tilted plane, click somewhere on the map and enter the tilt information in the pop-up. Your results will be displayed below. The currently supported area is a small area surrounding San Diego up to southern Los Angeles. More to come!". The main area is a satellite map with a vertical toolbar on the left containing navigation and zoom controls. A "Solar Array Configuration" pop-up window is centered on the map, containing the text "Please enter the following information:", "Panel Tilt [degrees]:" with an input field, "Panel Azimuth [degrees]:" with an input field, and a "Calculate" button. In the top right corner of the map area, there are three buttons: "Mapa", "Satélite", and "Híbrido". At the bottom left, there is a "References" link. At the bottom center, there is a scale bar showing "2000 pés" and "500 m". At the bottom right, there is a copyright notice: "Imagens ©2011 DigitalGlobe, USDA, Farm Service Agency, GeoEye - Termos de Uso".

O que está por trás disso?

Diferentes níveis de
detalhamento

Diferentes escalas
(espacial, temporal)

Longley et al. 2013 (Cap 1)



O Que é um SIG ?

- Sistemas que visam a coleta, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de informações sobre **entes de expressão espacial**.*
- Aqueles para os quais localização, forma, posição, conectividade etc. são relevantes.*
- Geoprocessamento é o conjunto de técnicas e de conceitos sobre representação computacional do **espaço**.**
- SIG é o sistema computacional que materializa os conceitos do geoprocessamento.**

(*) segundo Rodrigues (1986)

(**) segundo Câmara (2004)

O que é um SIG

- “Um sistema de **suporte à decisão** que integra **dados referenciados** espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (Cowen)
- “Um **banco de dados** indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a **consultas** sobre **entidades espaciais**” (Smith)
- “Um SIG **agrupa, unifica e integra a informação**. Torna-a disponível de uma forma que ninguém teve acesso anteriormente, e coloca informação antiga num **novo contexto**.” (Dangermond)
- “Conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real com um determinado propósito” (Burrough, 1986)

- Definição de SIG segundo Nick Chrisman:
- 1) Medem aspectos de fenômenos geográficos e processos
 - 2) Representam essas medidas, geralmente na forma de um banco de dados, visando enfatizar temas espaciais, entidades e relacionamentos
 - 3) Atuam sobre essas representações para produzir mais medidas e para descobrir novos relacionamentos pela integração de fontes diferentes

Longley et al. 2013 (Cap 1)



Sistemas de Informações
Geográficas (SIG): **Conceitos**

Agenda 2

Ente

O que existe, o que é.

Ser, coisa ou objeto.

Atributo

Qualidade ou característica de um ente

Ente  Atributo
?



36 metros de “cintura”, a Árvore de Santa María del Tule, localizada no estado de Oaxaca, México.

Fonte: adaptado de Marcos Rodrigues, LabGEO EPUSP



A sequoia de 82,6 metros de altura, 25,9 metros de diâmetro, 1.814 toneladas e aproximadamente 2.100 anos se encontra no Sequoia National Park, California, EUA.

Atributo

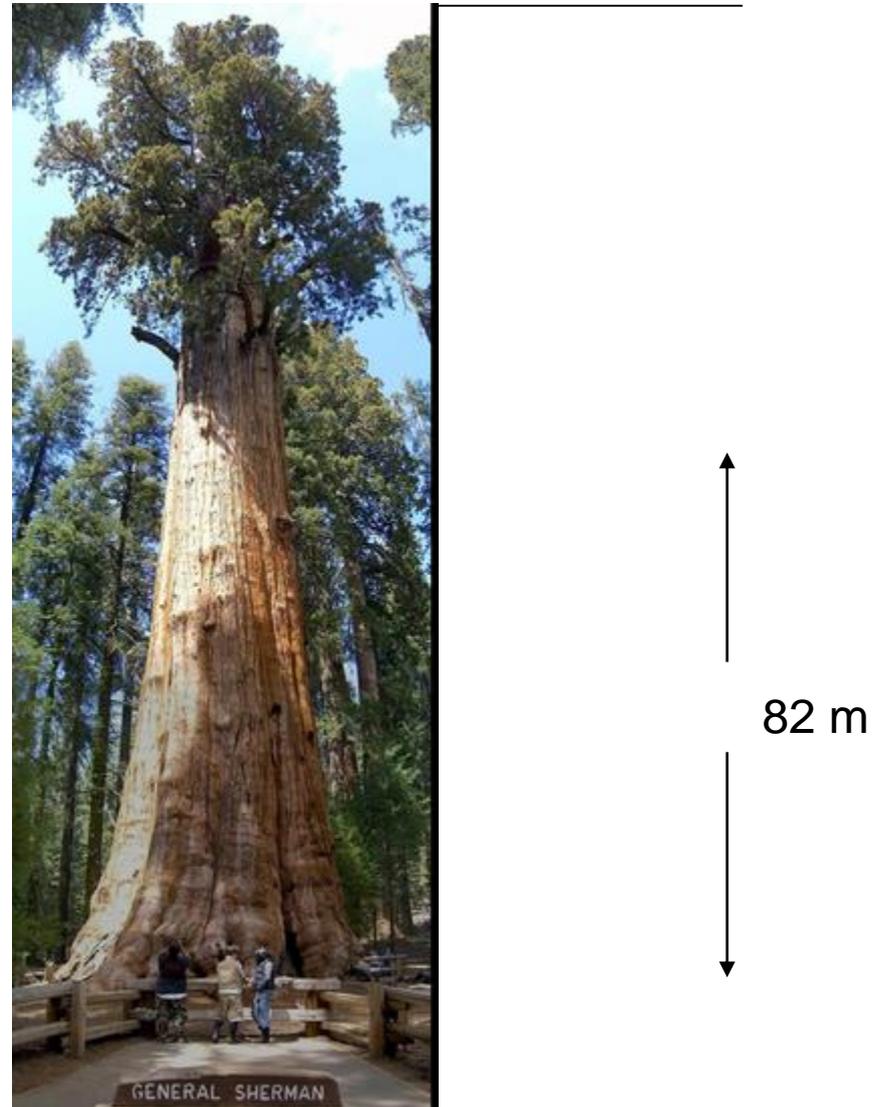
A relevância do atributo não é intrínseca ao ente

A relevância de um atributo

- está na mente de quem observa
- está associado a um propósito
- está associado a uma representação da realidade

Dado

- É a medida do atributo



Ente



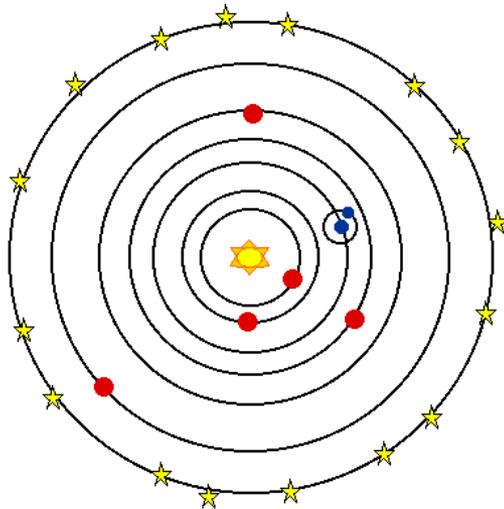
Atributo



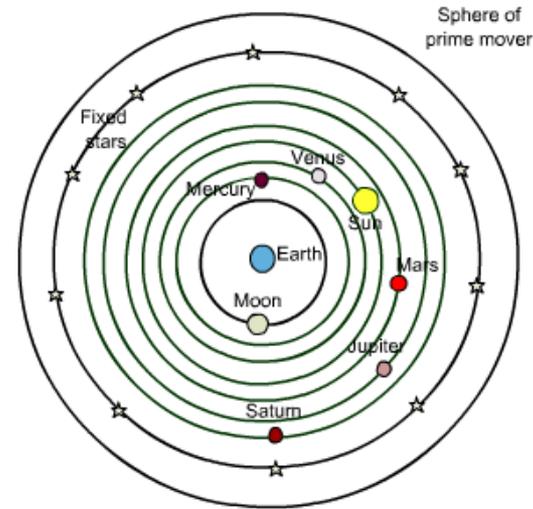
Dado

MODELOS

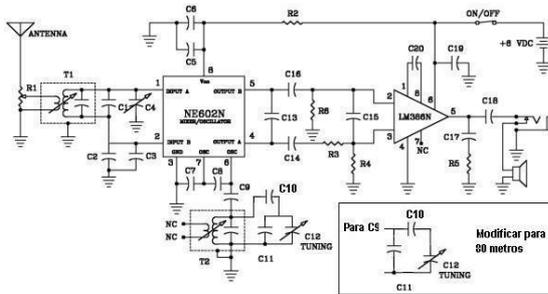
- Modelo: representação útil para um dado propósito



Heliocentrico



Geocentrico



Em sistemas computacionais, o modelo não é uma das maneiras de enxergar o mundo, é a única.

MODELADOR ↔ COMPUTADOR ↔ USUARIO

MODELOS

- Conceitos associados: redução (*), abstração, seleção, classificação, definição etc.
- Tipos de modelo: verbais, gráficos, análogos, matemáticos, computacionais etc.

(*) texto Borges

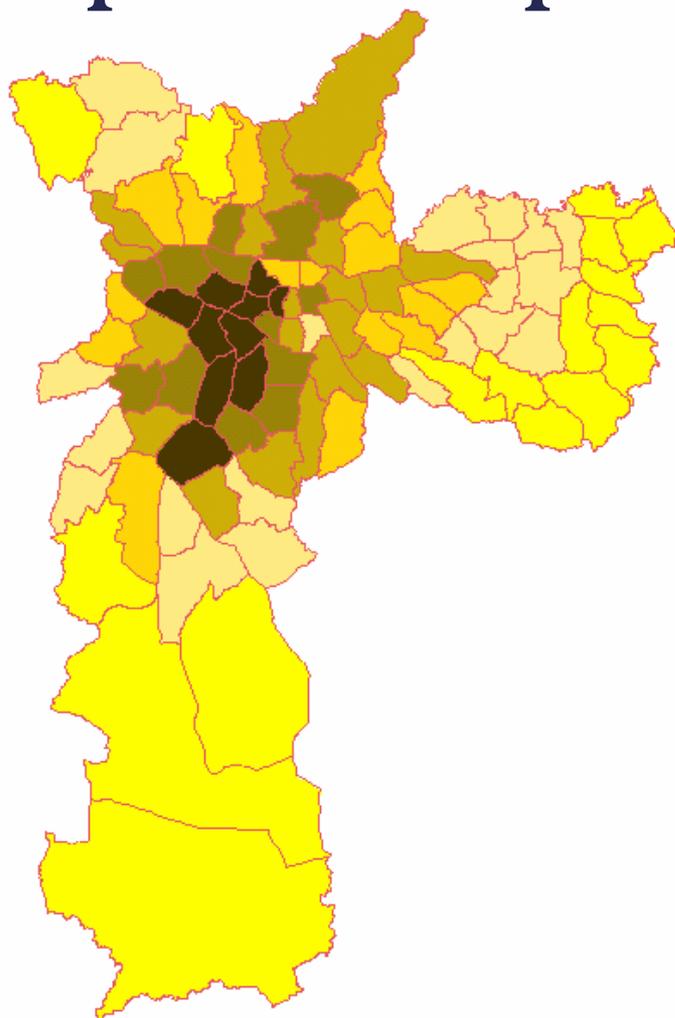
O que é um mapa?

- Modelo simplificado da realidade.
- Uma representação, normalmente em escala, de uma seleção de entidades abstratas relacionadas com a superfície da Terra.

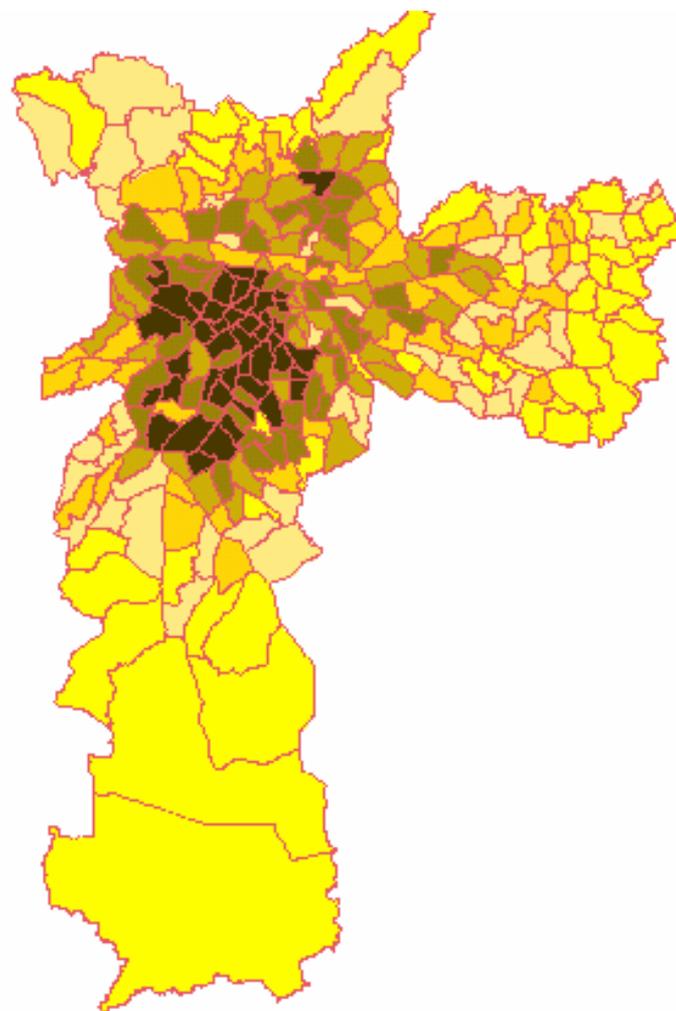
Tipos de mapa

- Carta topográfica
 - representação de superfícies
- Mapas temáticos
 - conceitos qualitativos (uso do solo, clima)
- Mapas cadastrais e redes
 - localização de objetos do mundo (lotes)
- Imagens de satélite
 - informação indireta sobre a realidade

Mapas Coropléticos

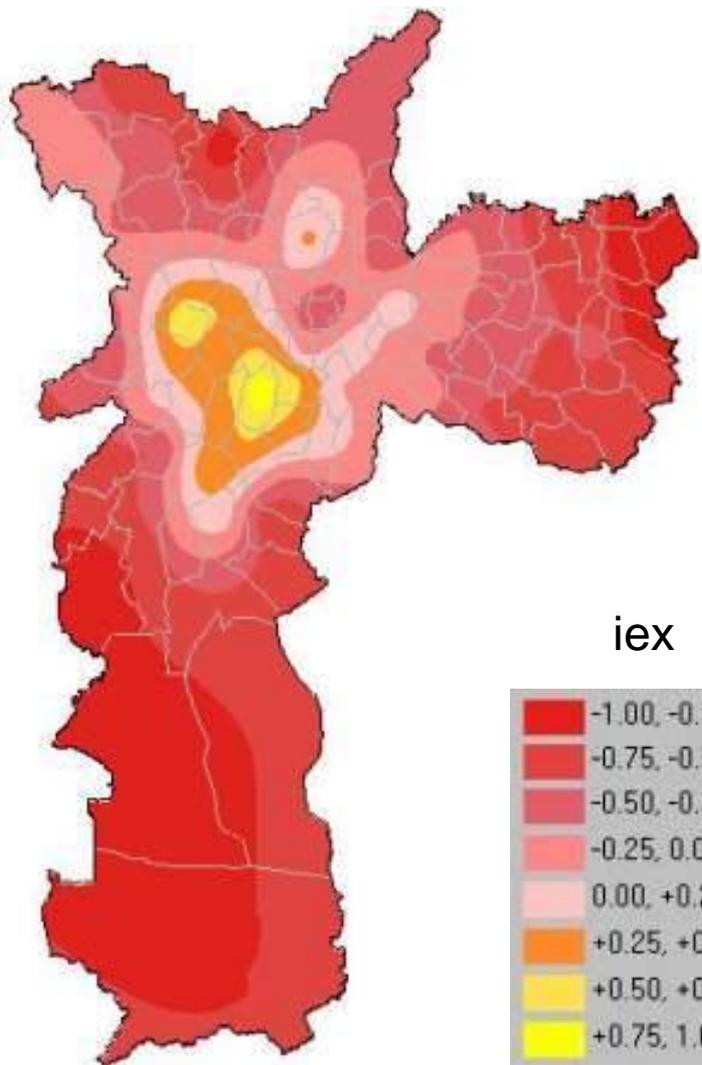


São Paulo – Renda per Capita
96 distritos

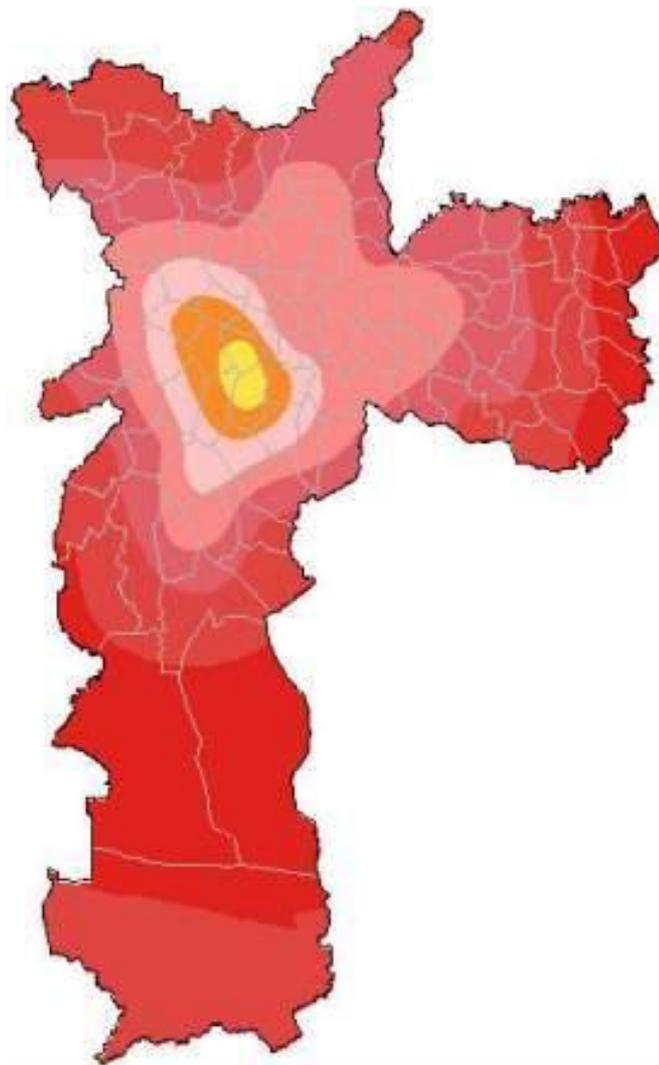


São Paulo – Renda per Capita
270 zonas OD

Superfícies de Tendência

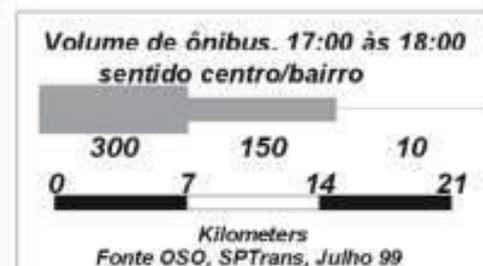
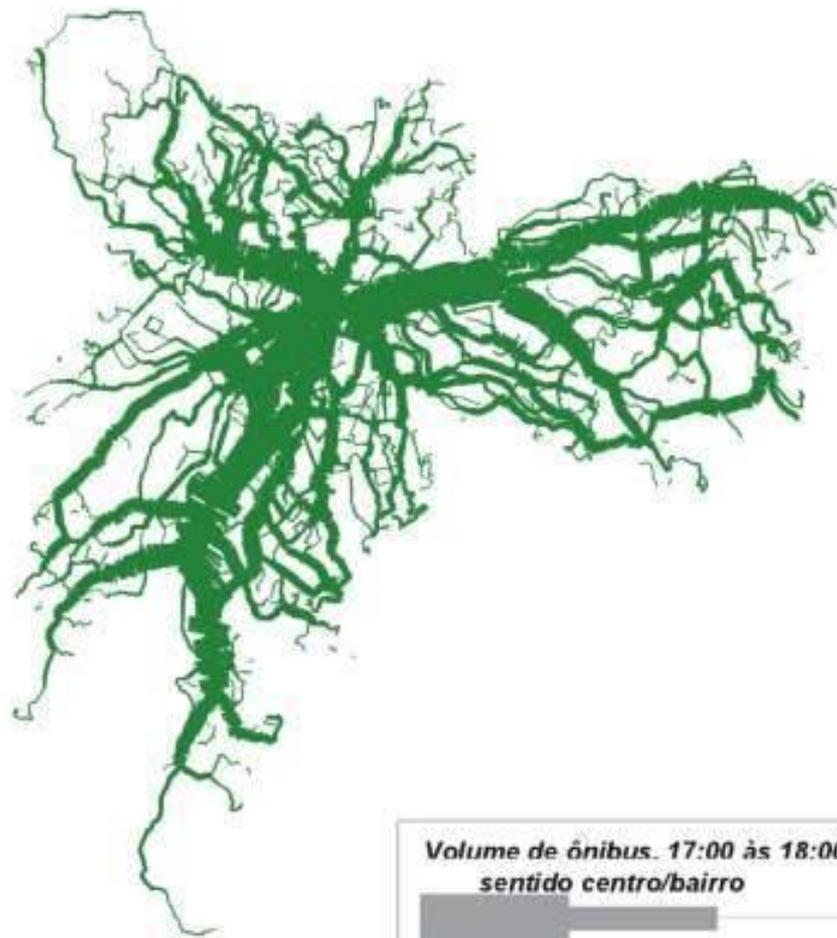
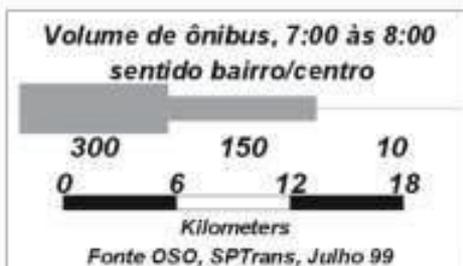
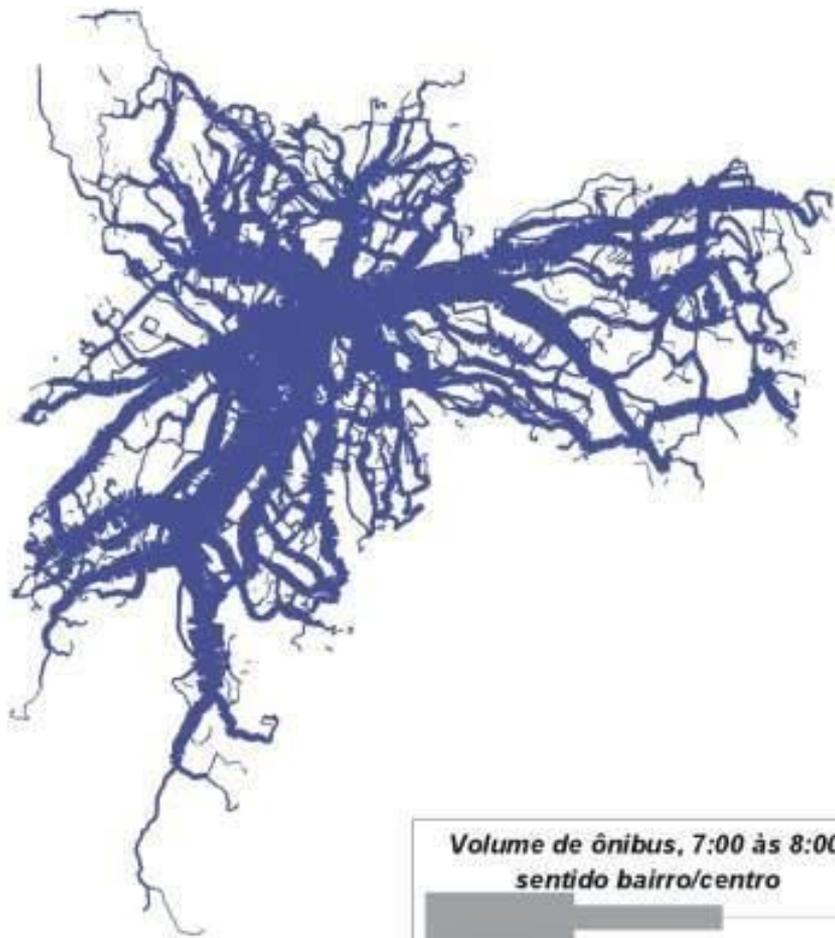


Exclusão Social 1995



Exclusão Social 2002

Fluxos



ABSTRAÇÃO CARTOGRAFICA

- **Seleção** das **feições** do **mundo real** a serem incluídas
- **Classificação** das feições relacionadas em grupos
- **Simplificação** de feições
- **Simbolização** para representar as diferentes classes de feições

CONCEITO DE ESCALA

Escala: a **razão** entre **distâncias** no **mapa** e a correspondente distância no **mundo real**

- Escala grande: mostra detalhes, pequenas feições
Ex : 1:5.000
- Escala pequena: somente grandes feições
Ex : 1:100.000

CONCEITO DE ESCALA

- A escala comanda não somente como feições serão mostradas mas quais
- Escalas variadas para diferentes propósitos

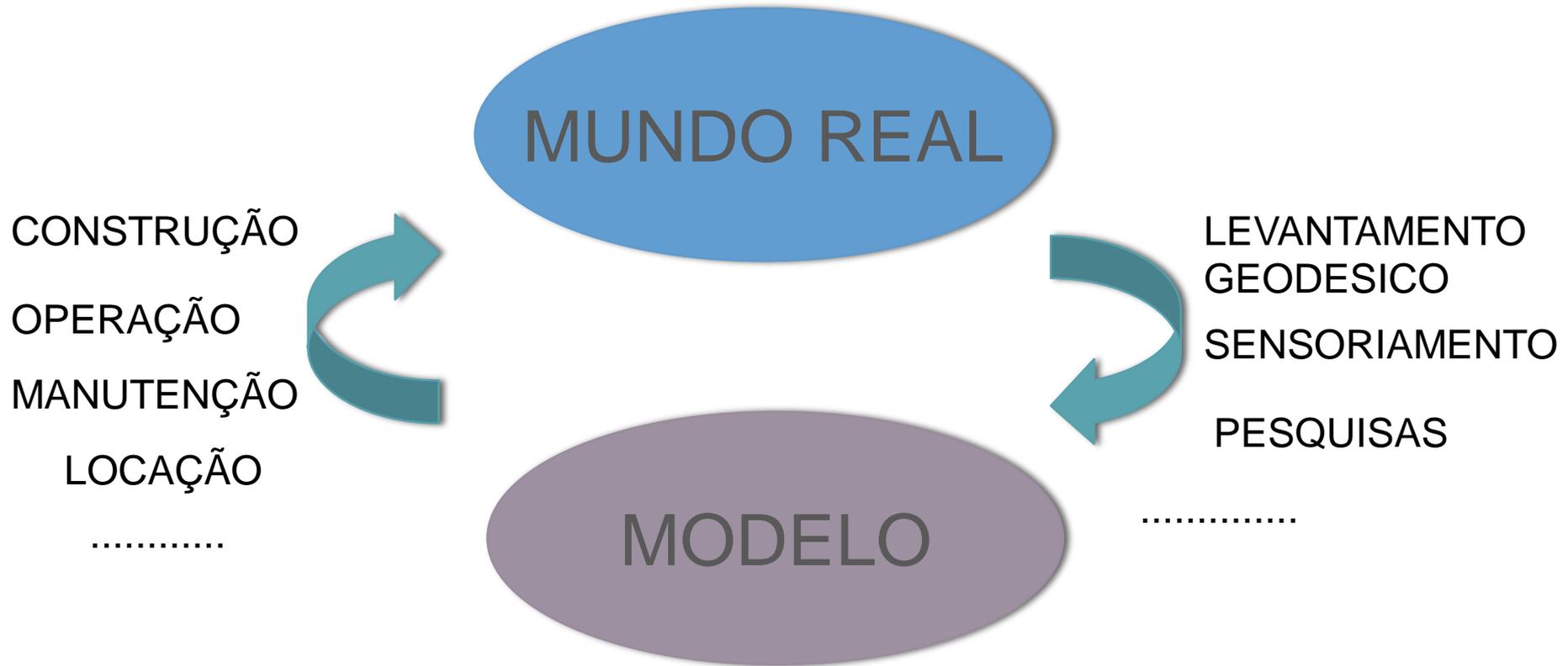
- Uso de Mapas
 - analise
 - manutenção
 - operação
 - monitoramento
 - planejamento
 -



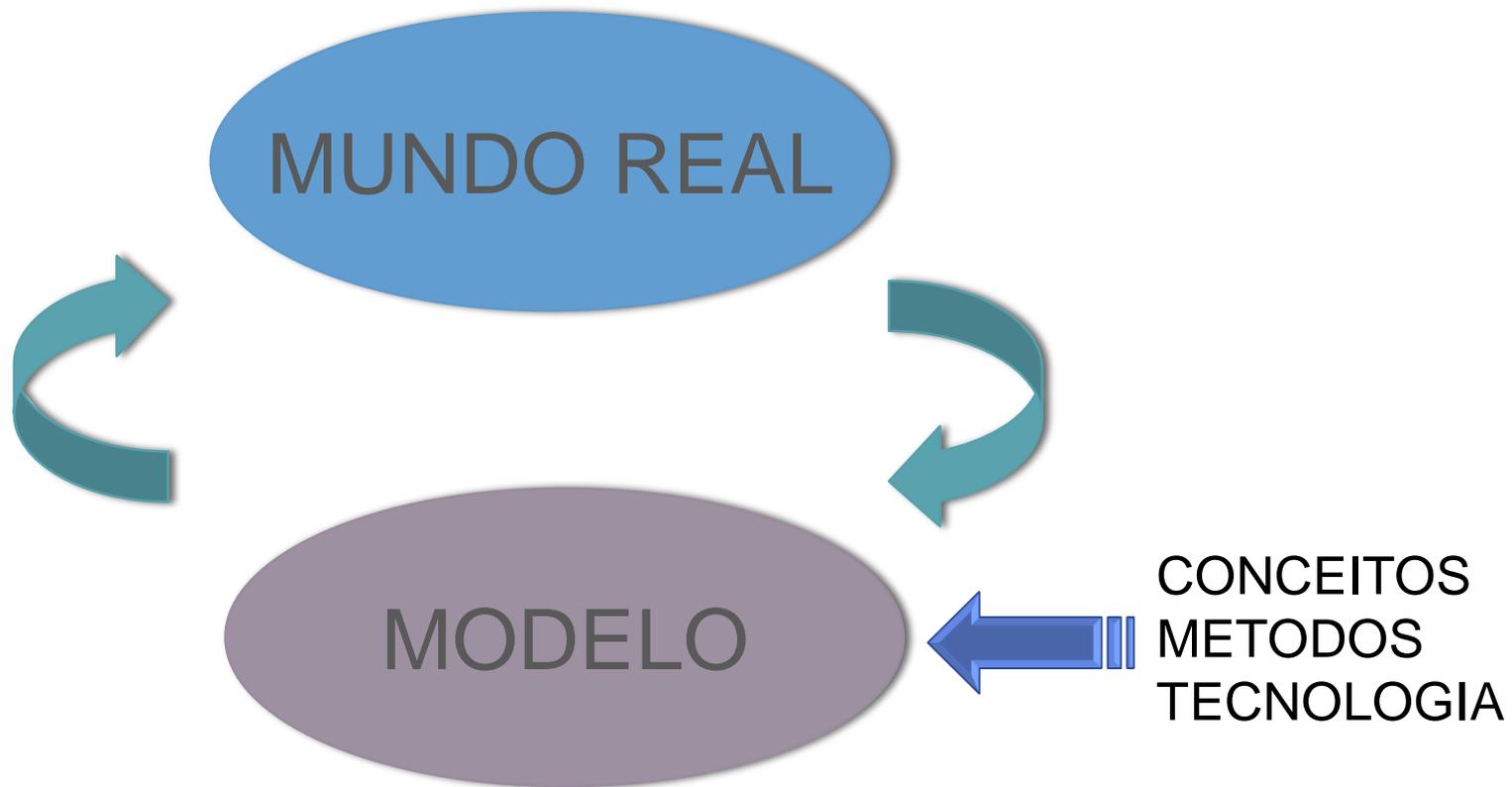
Propósito

- Uso de Mapas
 - análise
 - manutenção
 - operação
 - monitoramento
 - planejamento
 -

Modelos

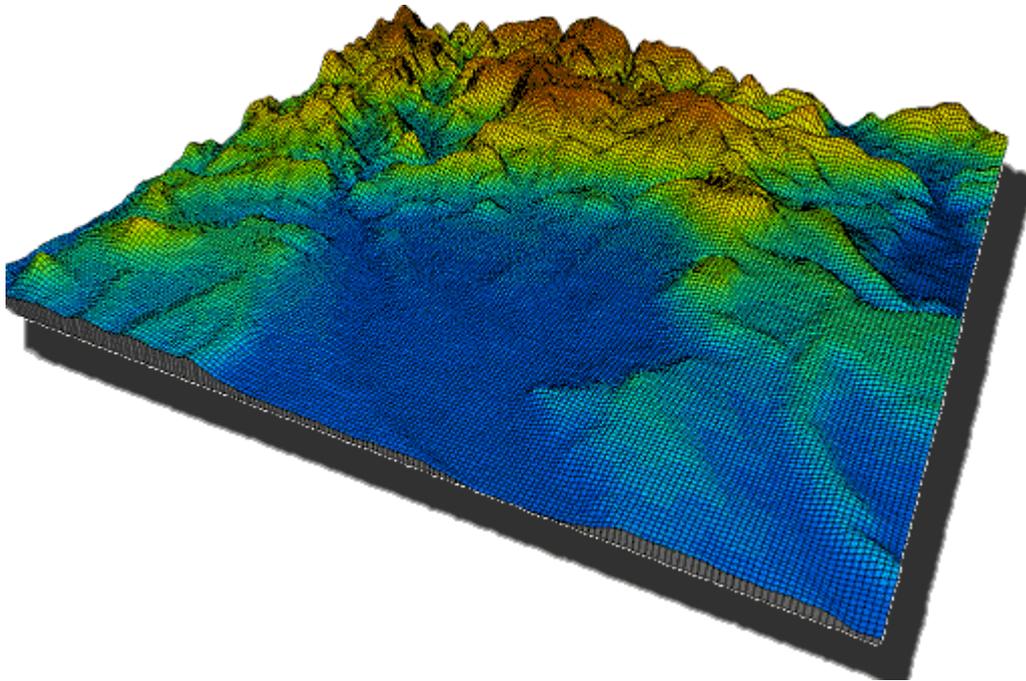


Modelos



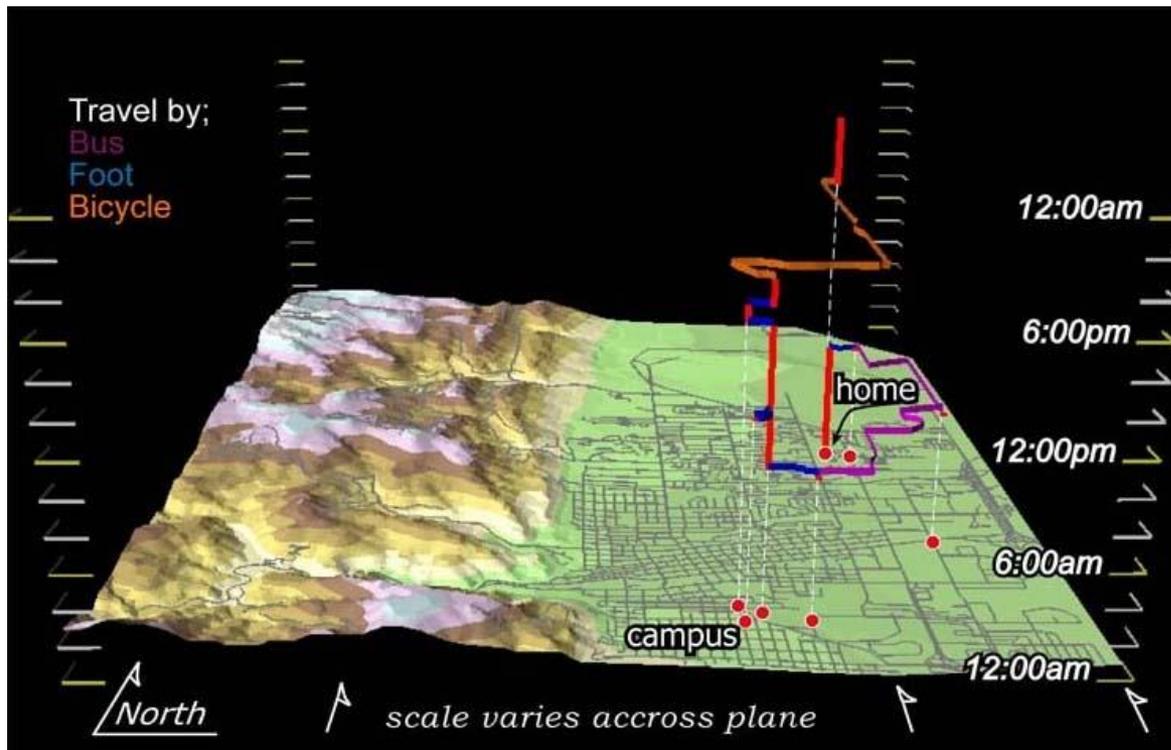
Modelos

Modelos Digitais de Terreno



Modelos

Modelos de Deslocamento



Modelos

Modelos de Demanda e Simulação

GERAÇÃO

	1	2	3	4	n	Tot
1						15212
2						8973
3						6738
4						22659
n						6108
Tot	11867	8538	6336	28122	4708	59631

Vetores de Produção e Atração

DISTRIBUIÇÃO

	1	2	3	4	n	Tot
1	8504	2012	403	4119	174	15212
2	1579	3825	1067	1482	1020	8973
3	366	814	2483	2508	567	6738
4	1195	707	1184	19514	58	22659
n	223	1240	1258	439	2888	6108
Tot	11867	8538	6336	28122	4708	59631

Viagens Motorizadas Interzonais (pares OD)

DIVISÃO MODAL

	1	2	3	4	n	Tot
1	1402	584	40	1822	91	3939
2	1102	1446	82	637	423	3691
3	77	474	1356	1790	310	4007
4	427	371	190	13718	21	14727
n	76	316	435	311	686	1823
Tot	3084	3190	2103	18278	1532	28187

Matriz Transporte Individual

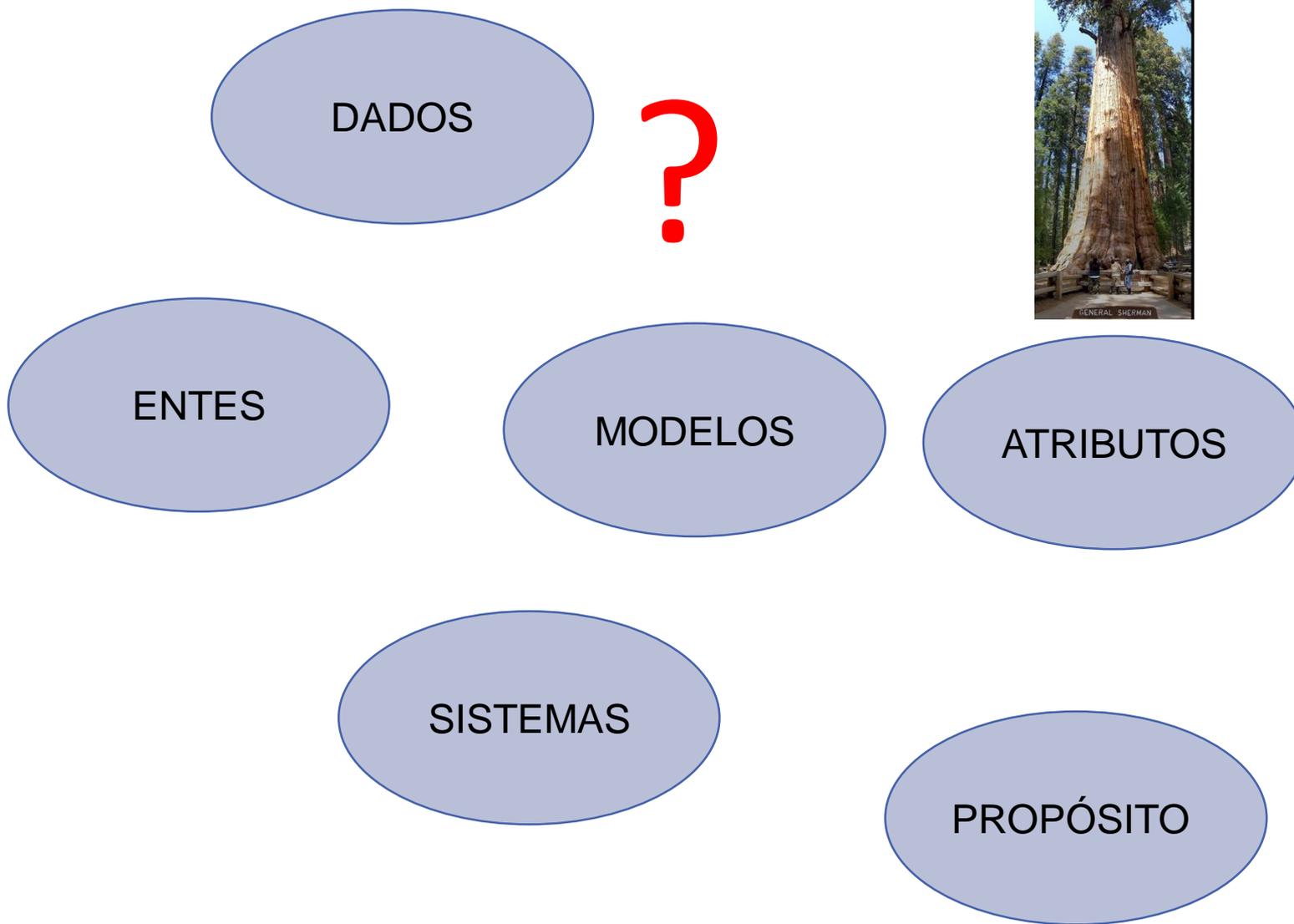
	1	2	3	4	n	Tot
1	7102	1429	363	2297	83	11273
2	477	2379	985	845	597	5282
3	289	340	1127	718	257	2731
4	768	337	394	5796	37	7932
n	148	324	824	188	2202	4285
Tot	8783	5408	4293	9644	3176	31504

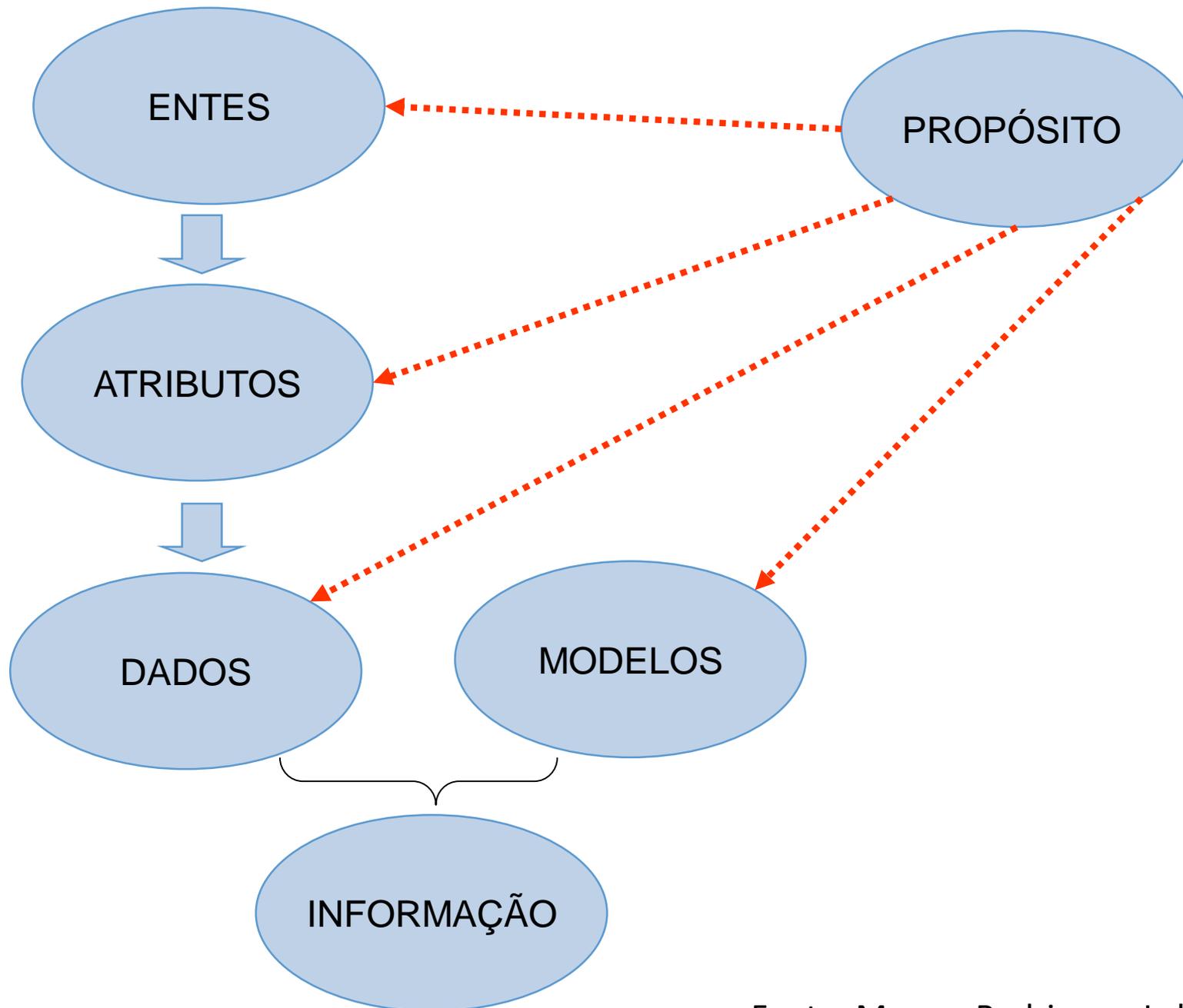
Matriz Transporte Coletivo

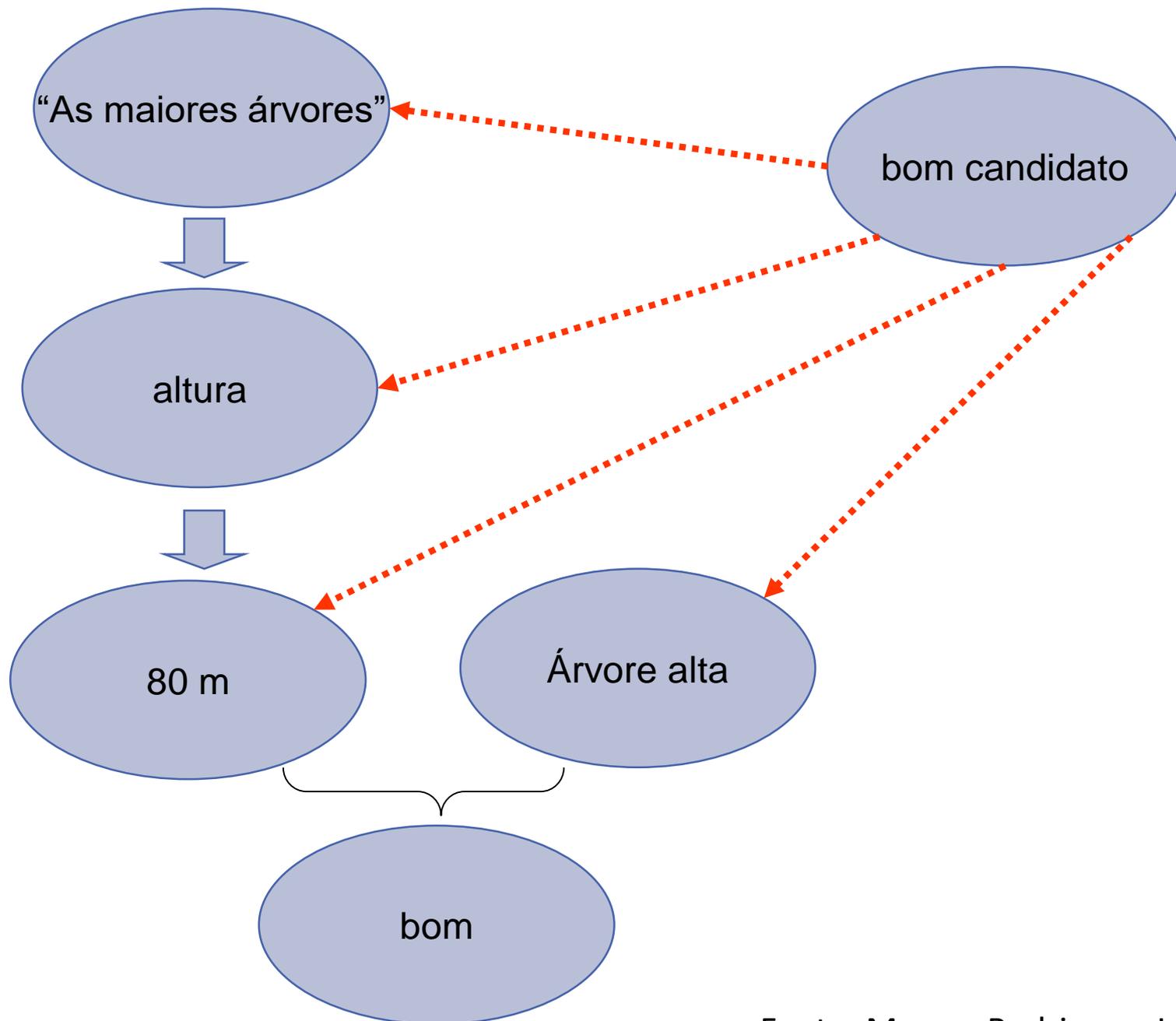
ALOCAÇÃO (CARREGAMENTO)

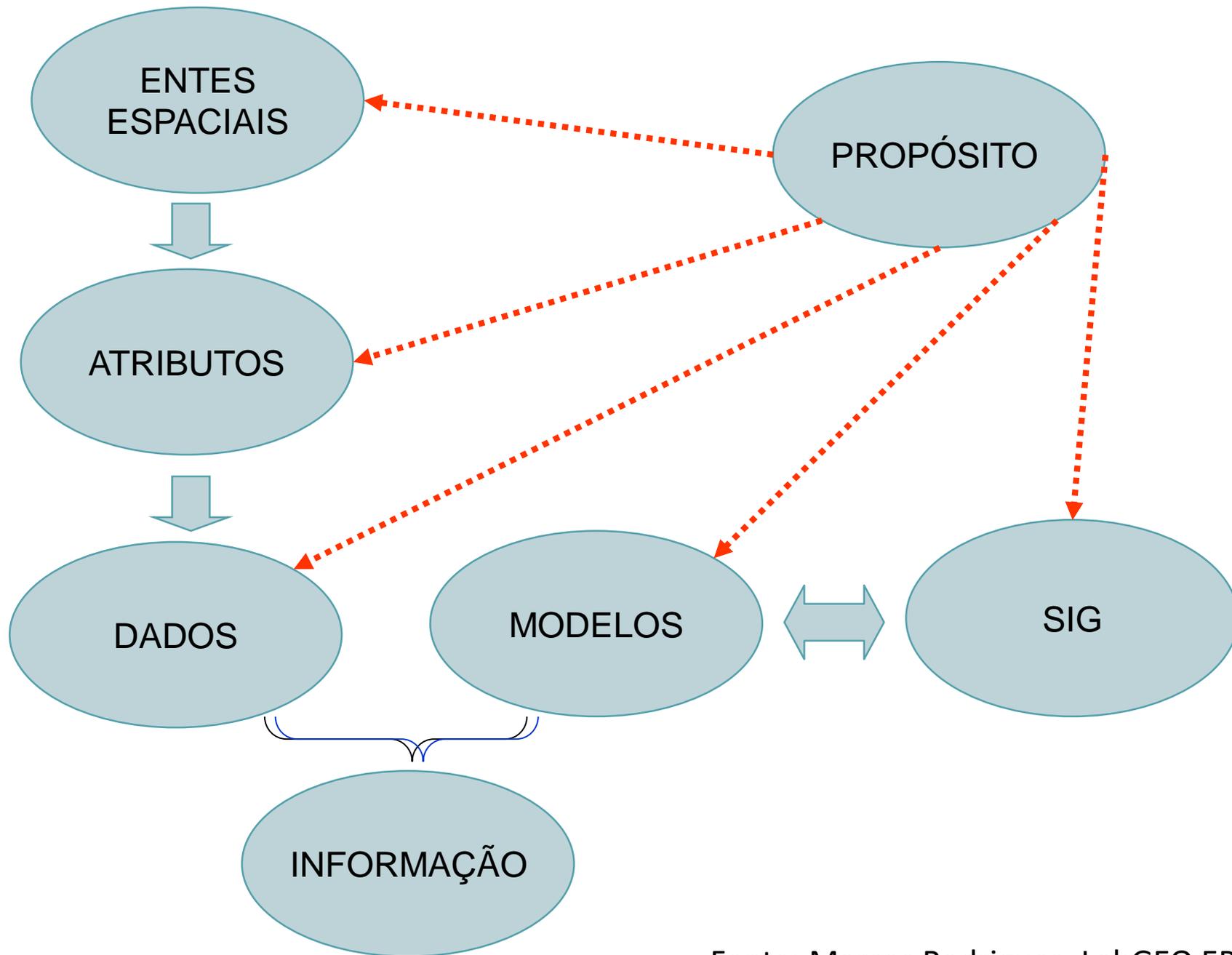


Rede de Transporte com Demandas Alocadas

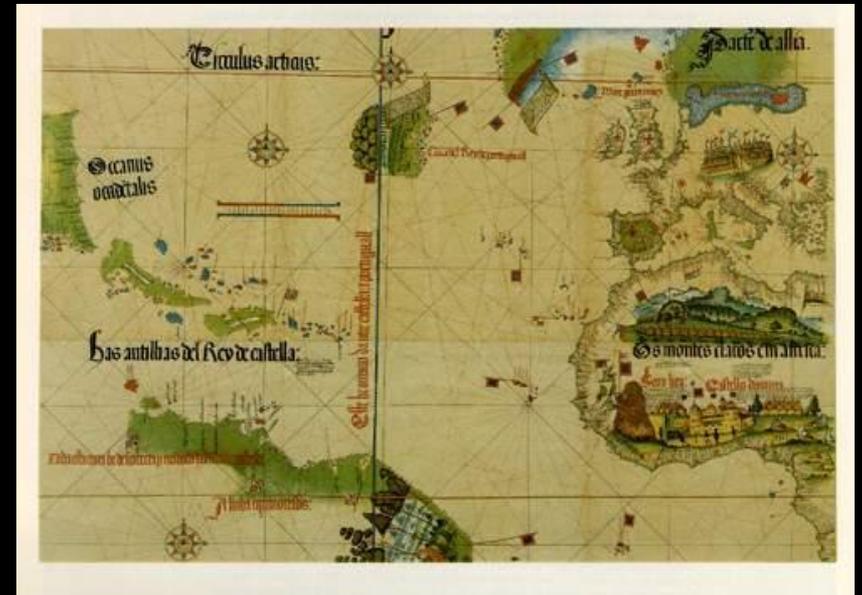








Representações do mundo real



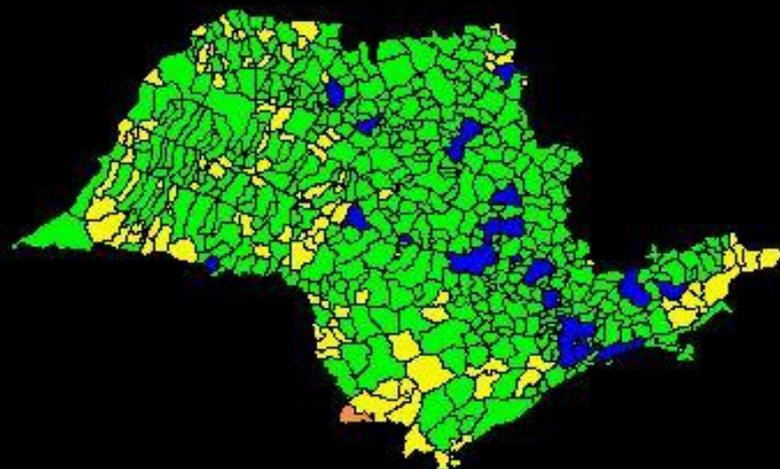
Representações do mundo real



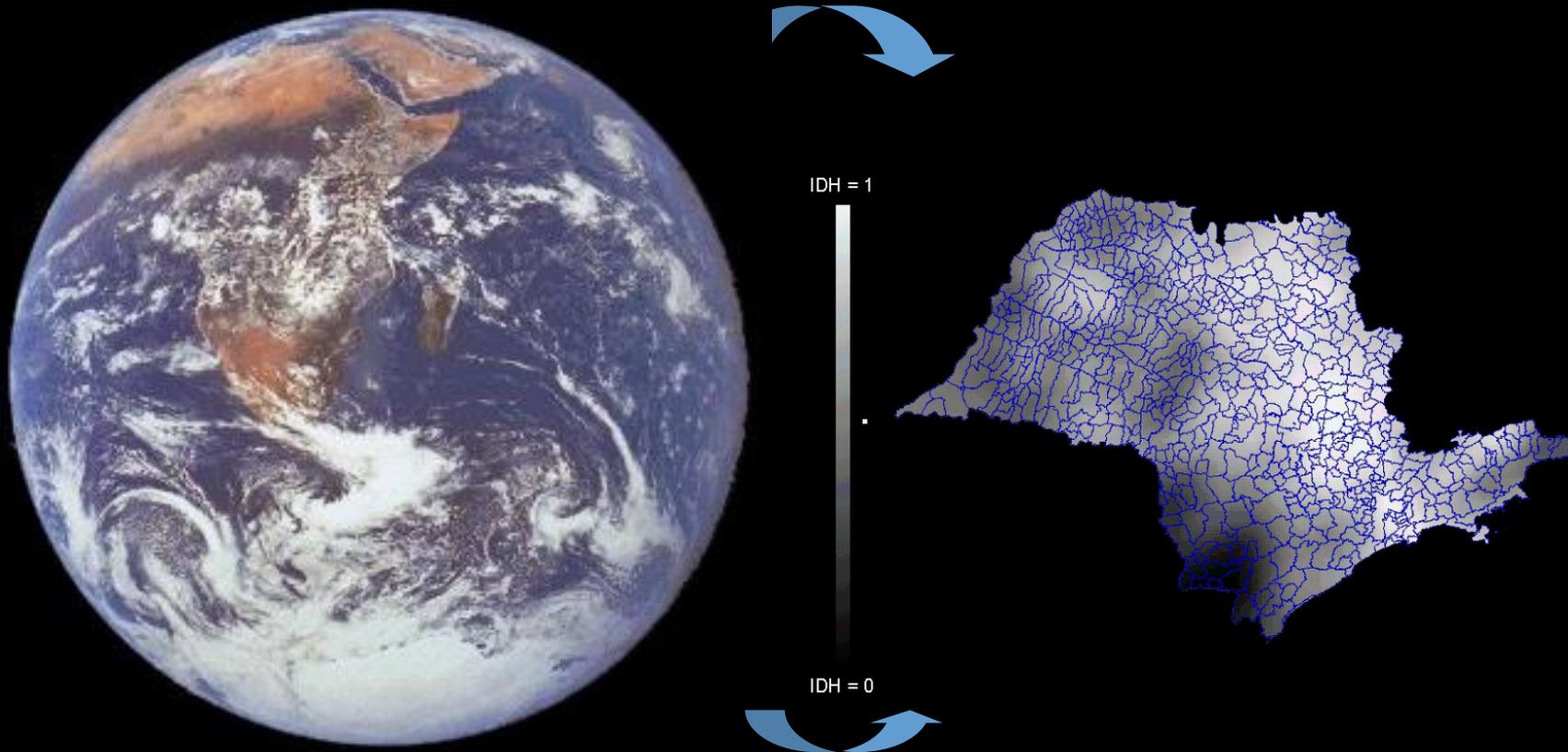
Representações do mundo real



Representações do mundo real

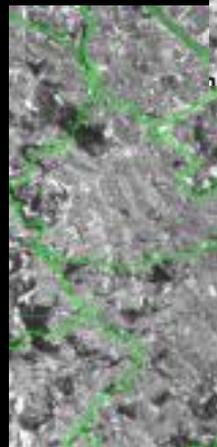


Representações do mundo real



fonte: INPE

Representações do mundo real



Zonas OD97



Zonas OD2007

Representações do mundo real



Renda



Emprego



Não alfabetizados





Sistemas de Informações
Geográficas (SIG): **Universos**

Agenda 3

Processo de Representação Computacional

- Decisões concretas
 - Atributos
 - Que medidas caracterizam os dados ?
 - Partição geométrica do espaço
 - Que estruturas de dados são necessárias ?
 - Escala
 - Qual o nível de detalhe?
 - Análise
 - Que procedimentos de extração de informação serão utilizados?

Representação Computacional

- Computadores
- instrumentos de representação do conhecimento
 - capturam modelos formais da realidade
 - exigem quantificação (visão reduzida)
- O que representar?
 - Aproximações de entidades realmente existentes (e.g. rio)
 - Conceitos abstratos (tipos de solo, exclusão social)

Bibliografia

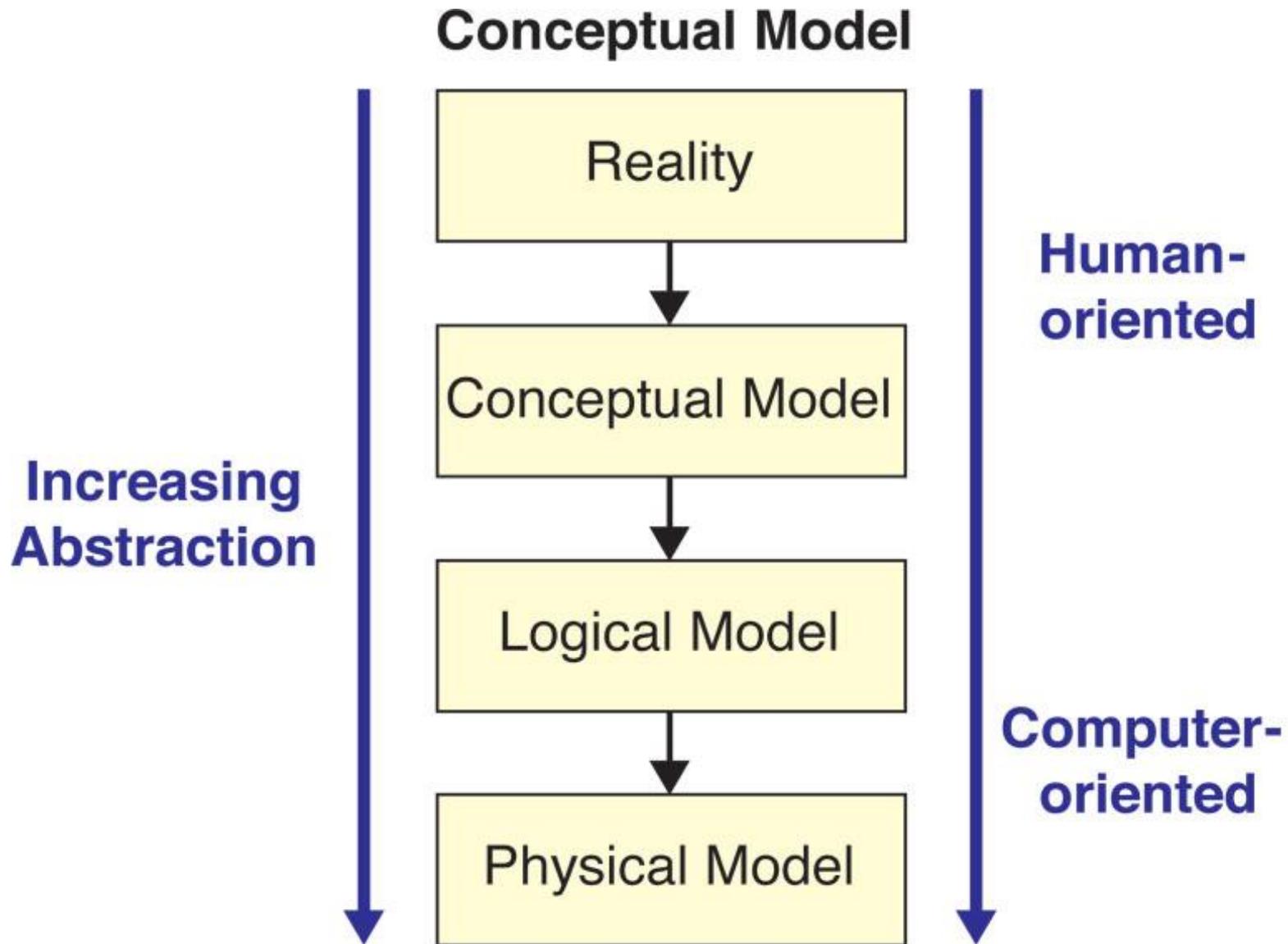
LONGLEY, PAUL A.; GOODCHILD, MICHAEL, F.; MAGUIRE, DAVID, J.; RHIND, DAVID, W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª ed. Bookman, Porto Alegre, 2013, 539p

- **Capítulo 4: A Natureza dos Dados Geográficos [2 - PRINCÍPIOS]**
- **Capítulo 3: A Representação Geográfica [2 - PRINCÍPIOS]**
 - ✓ itens 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6
- **Capítulo 8: Modelagem de Dados Geográficos [TÉCNICAS]**
 - ✓ item 8.2 até a pg. 221

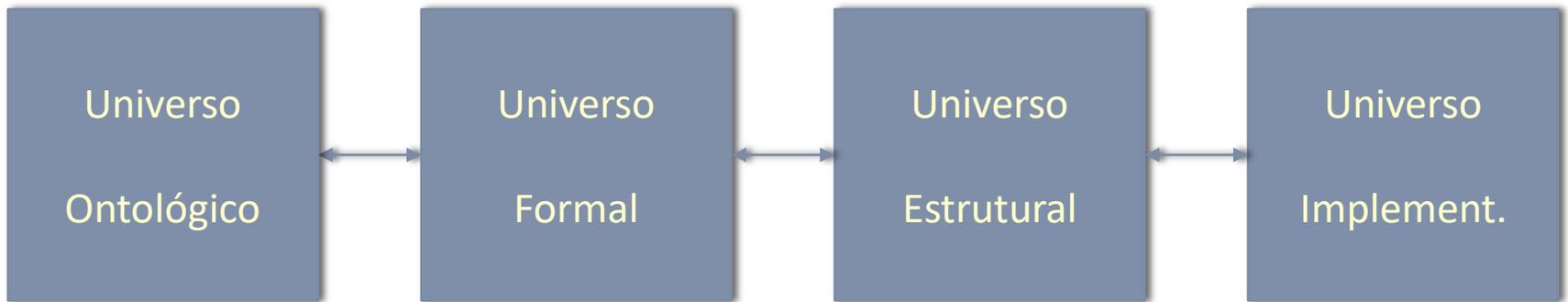
Bibliografia

- Os 4 Universos / Vetores / Matrizes/ Topologia:
 - ❖ CASANOVA, Marco; CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. **Bancos de Dados Geograficos**. 1^a. ed. Curitiba: Editora Mundo Geo, 2005. 504 p. Disponível em:
<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/index.html>)
 - ✓ <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap1.pdf>

Levels of GIS data model abstraction

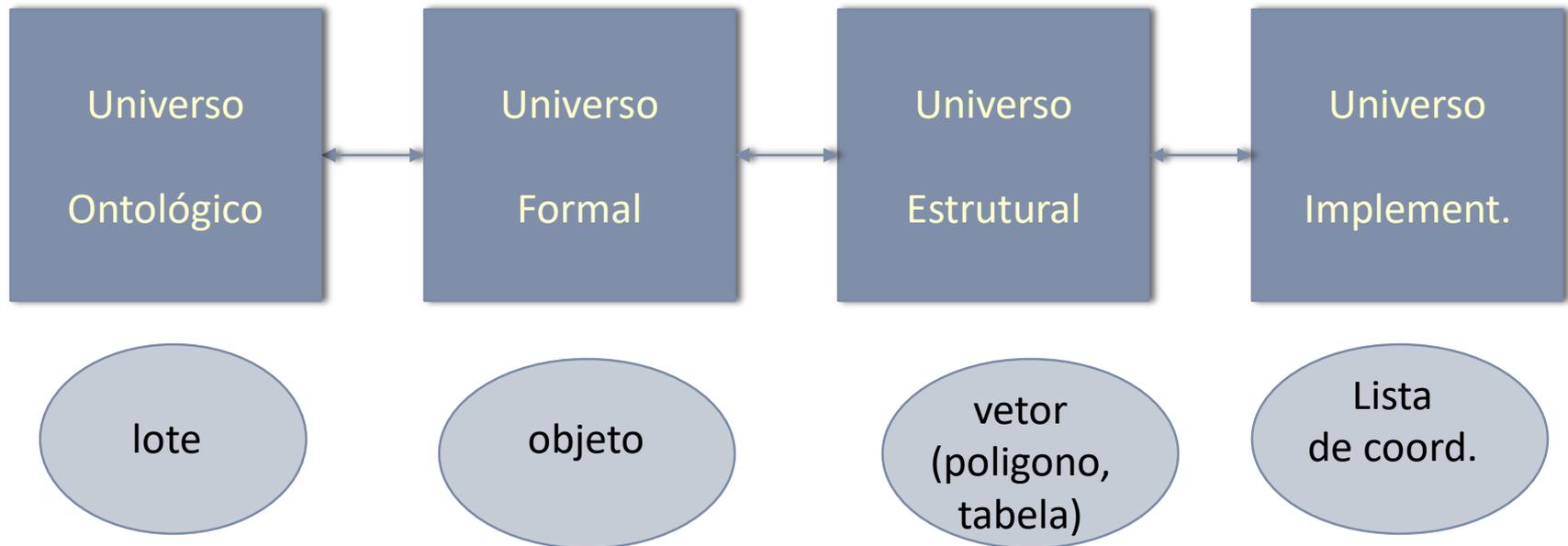


Processo de Representação Computacional



- Níveis de abstração
 - Ontologias (conceitos do mundo real): lote, tipo de solos
 - Formal: entidades (objetos) x distribuições (campos)
 - Estruturas de dados: matrizes, vetores
 - Implementação: em Banco de Dados

Processo de Representação Computacional



Os processos (estágios) da Modelagem de Dados Espaciais

1. Modelagem de Dados Conceitual

- Universo Formal:
 - **Modelos Conceituais** Fundamentais (Visões)
 - **Objetos Discretos e Campos Contínuos**

2. Modelagem de Dados Lógica

- Universo Estrutural:
 - **Métodos de Representação** [**Modelos Lógicos**]
 - **Matricial e Vetorial**

3. Modelagem de Dados Física

- Universo de Implementação:
 - **Técnicas de Modelagem**
 - MOO, OMT (UML) e Geo-OMT (OMT-G)



Universo Formal:

Modelos Conceituais

Fundamentais (Visões)

de Dados Espaciais

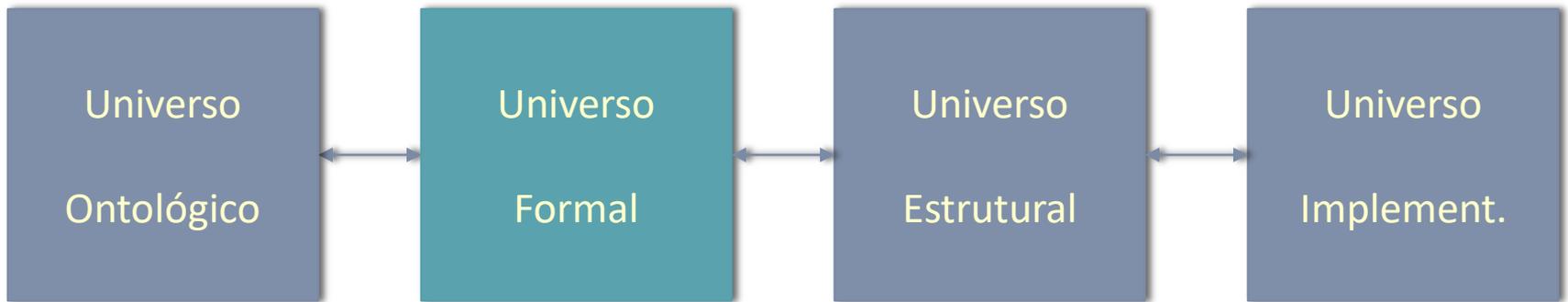
Bibliografia

LONGLEY, PAUL A.; GOODCHILD, MICHAEL, F.; MAGUIRE, DAVID, J.;
RHIND, DAVID, W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª ed.
Bookman, Porto Alegre, 2011, 539p

Capítulo 3: A Representação Geográfica [2 - PRINCÍPIOS]

Capítulo 4: A Natureza dos Dados Geográficos [2 - PRINCÍPIOS]

Processo de Representação Computacional



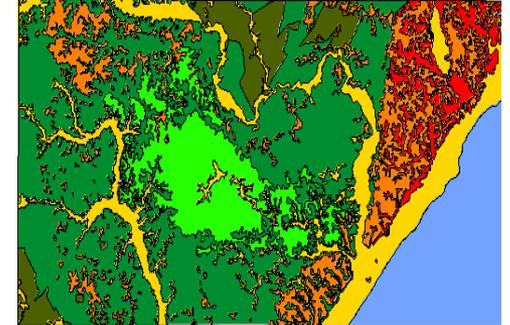
- Níveis de abstração
 - Ontologias (conceitos do mundo real): lote, tipo de solos
 - **Formal: distribuições (campos) X entidades (objetos)**
 - Estruturas de dados: matrizes, vetores
 - Implementação: Banco de Dados

Universo formal

- **Campos**

(variáveis geográficas contínuas)

- Imagem
- Mapa temático
- Modelo Numérico do Terreno (MNT)



- **Objetos**

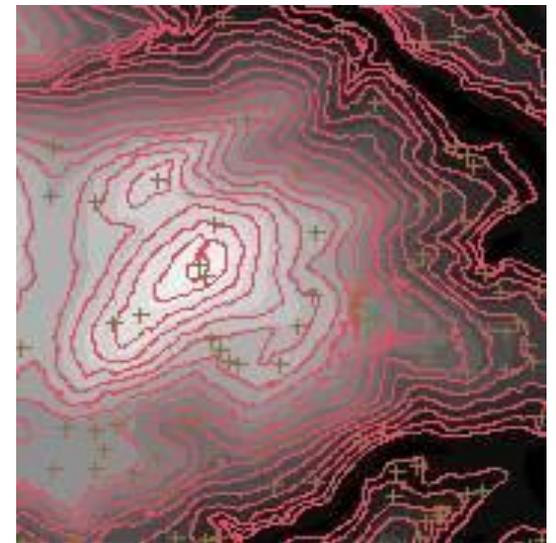
(variáveis geográficas discretas)

- Linhas de transmissão
- Quadras



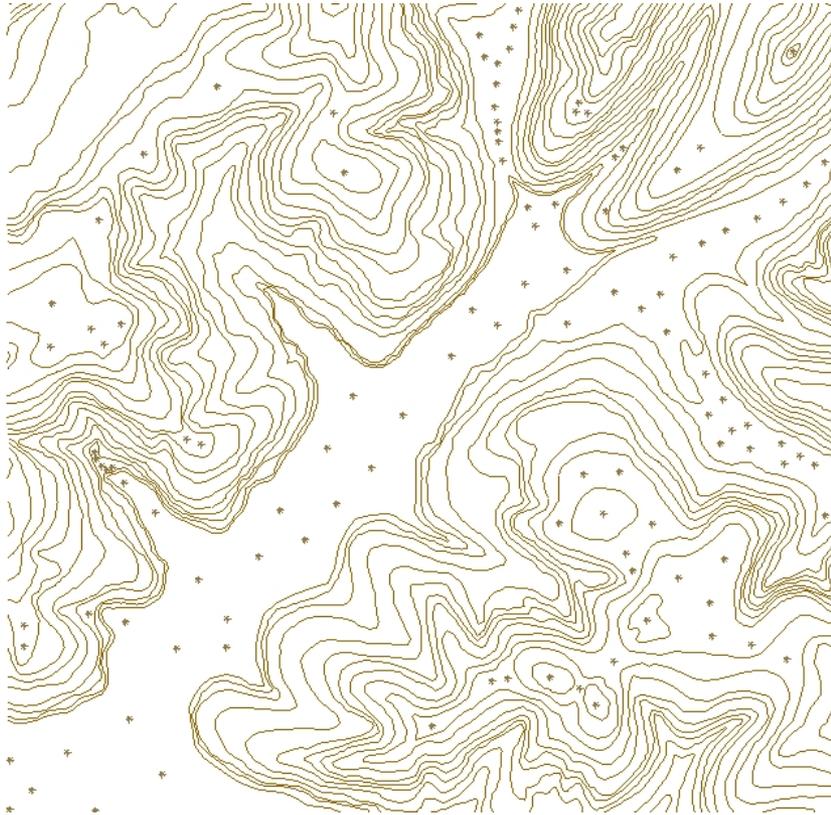
Campos

- Utilizados para representar uma grandeza cuja variação é descrita quantitativamente
 - Altimetria, precipitação, propriedades do solo ou subsolo (como aeromagnetismo).

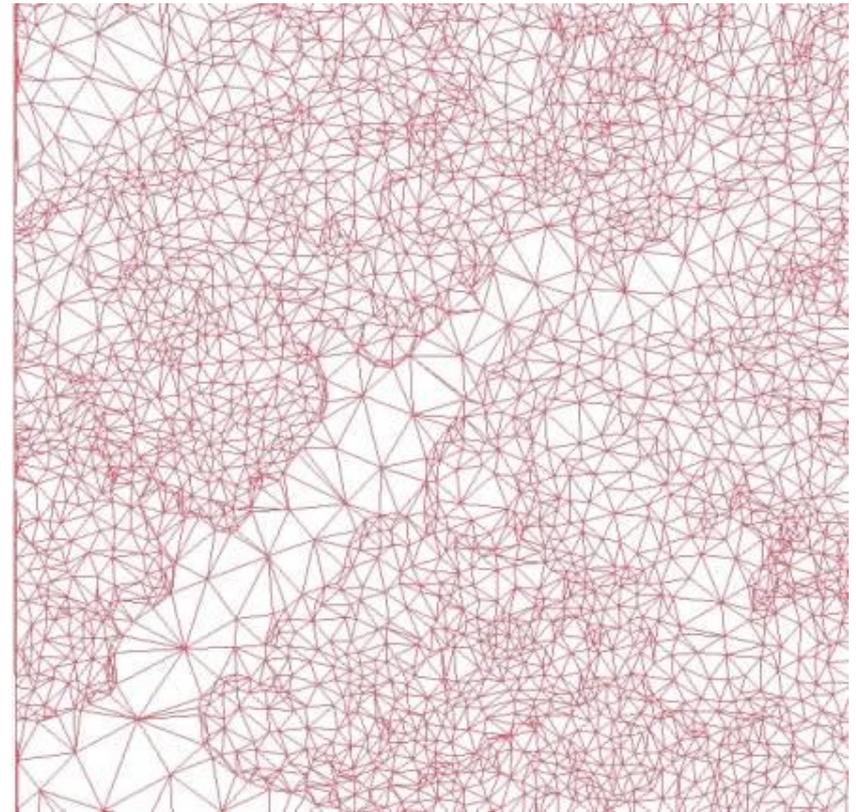


Campos

Curvas de nível



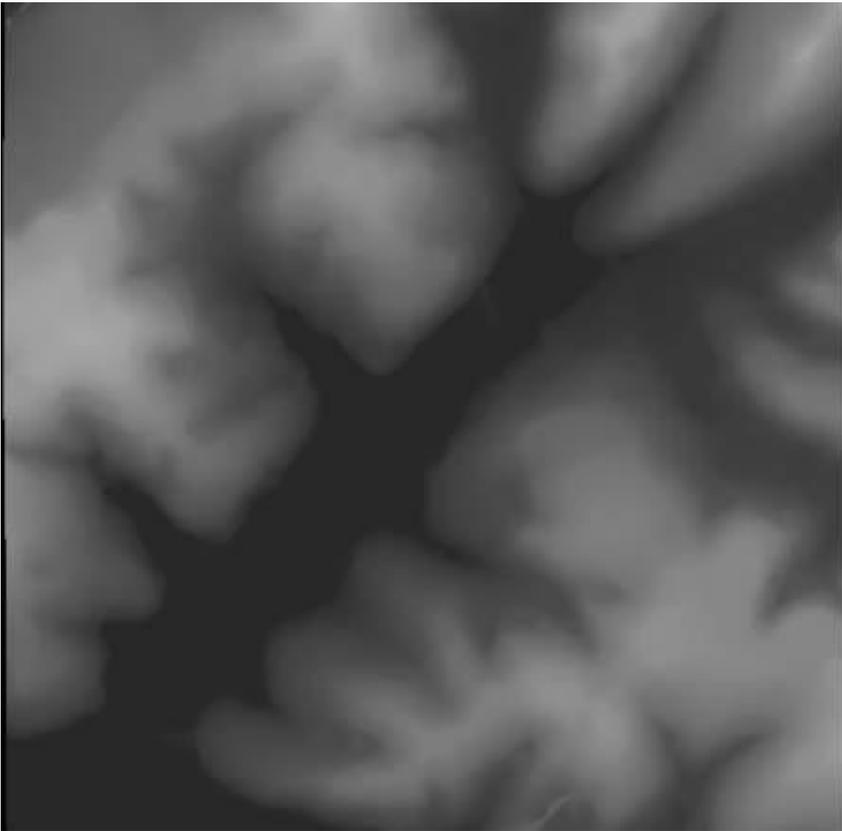
Triangulação



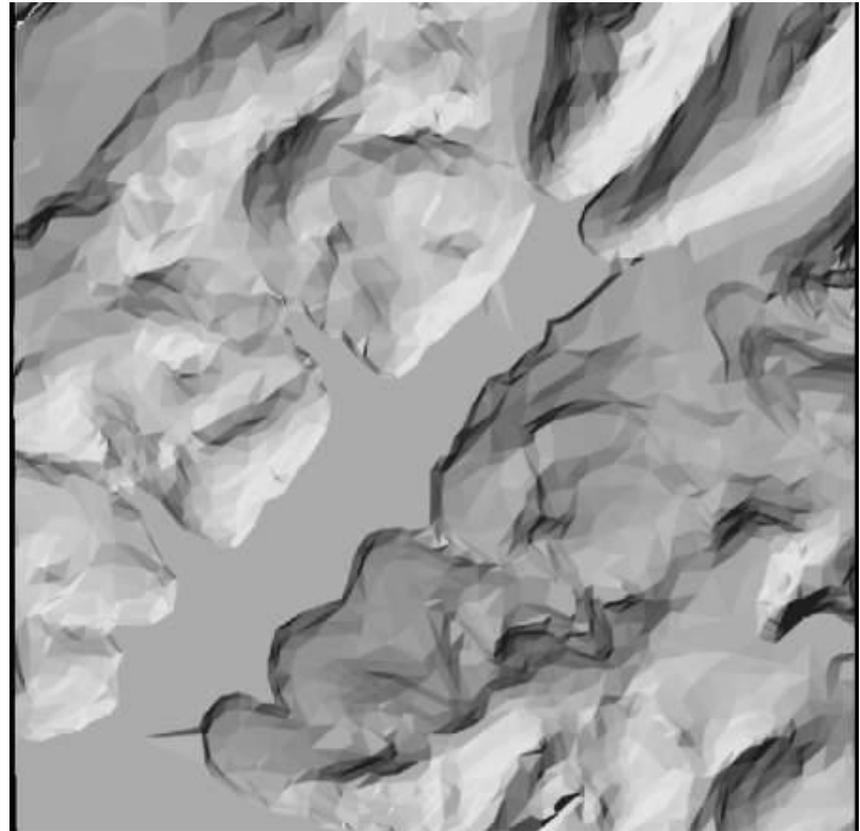
Fonte: adaptado de DPI / INPE

Campos

Imagem MNT



Relevo sombreado



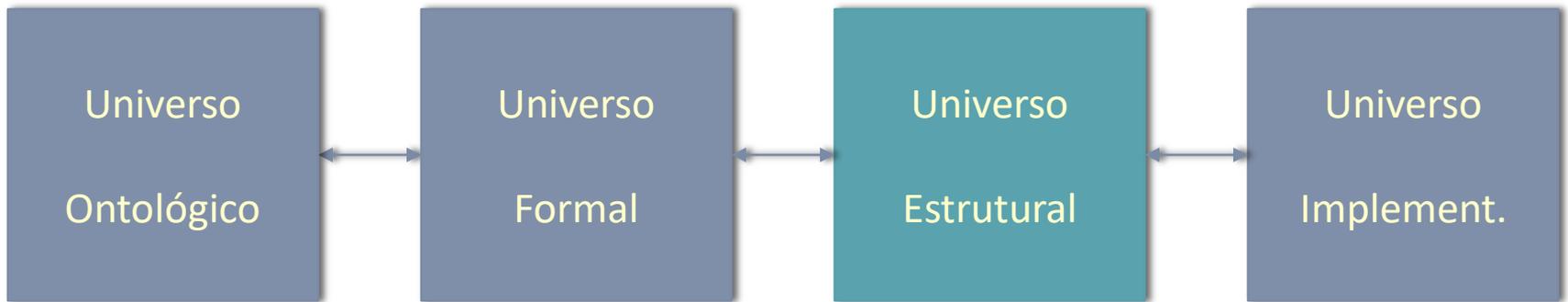
Fonte: adaptado de DPI / INPE

Objetos



Universo Estrutural: Métodos de Representação (Modelo Lógico) de Dados Espaciais

Processo de Representação Computacional

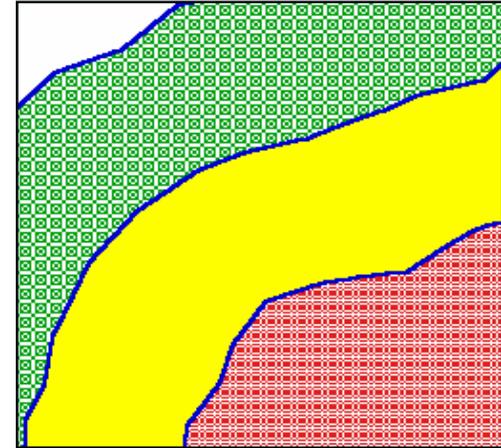


- Níveis de abstração
 - Ontologias (conceitos do mundo real): lote, tipo de solos
 - Formal: distribuições (campos) X entidades (objetos)
 - **Estruturas de dados: matrizes, vetores**
 - Implementação: código em linguagem de computador

Representação: Vetor x Matriz

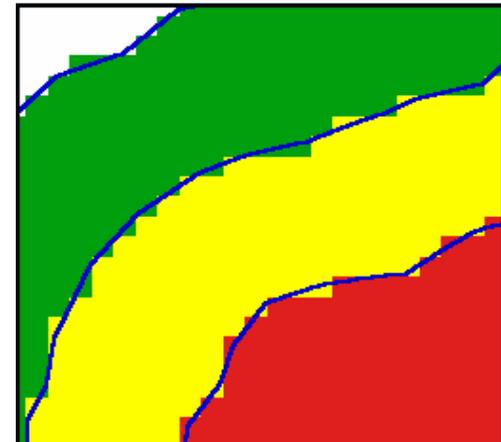
- **Matricial**

- conjunto de células
- matriz de células, composta por linhas e colunas, geograficamente referenciadas por um sistema de coordenadas
- processamento x armazenamento



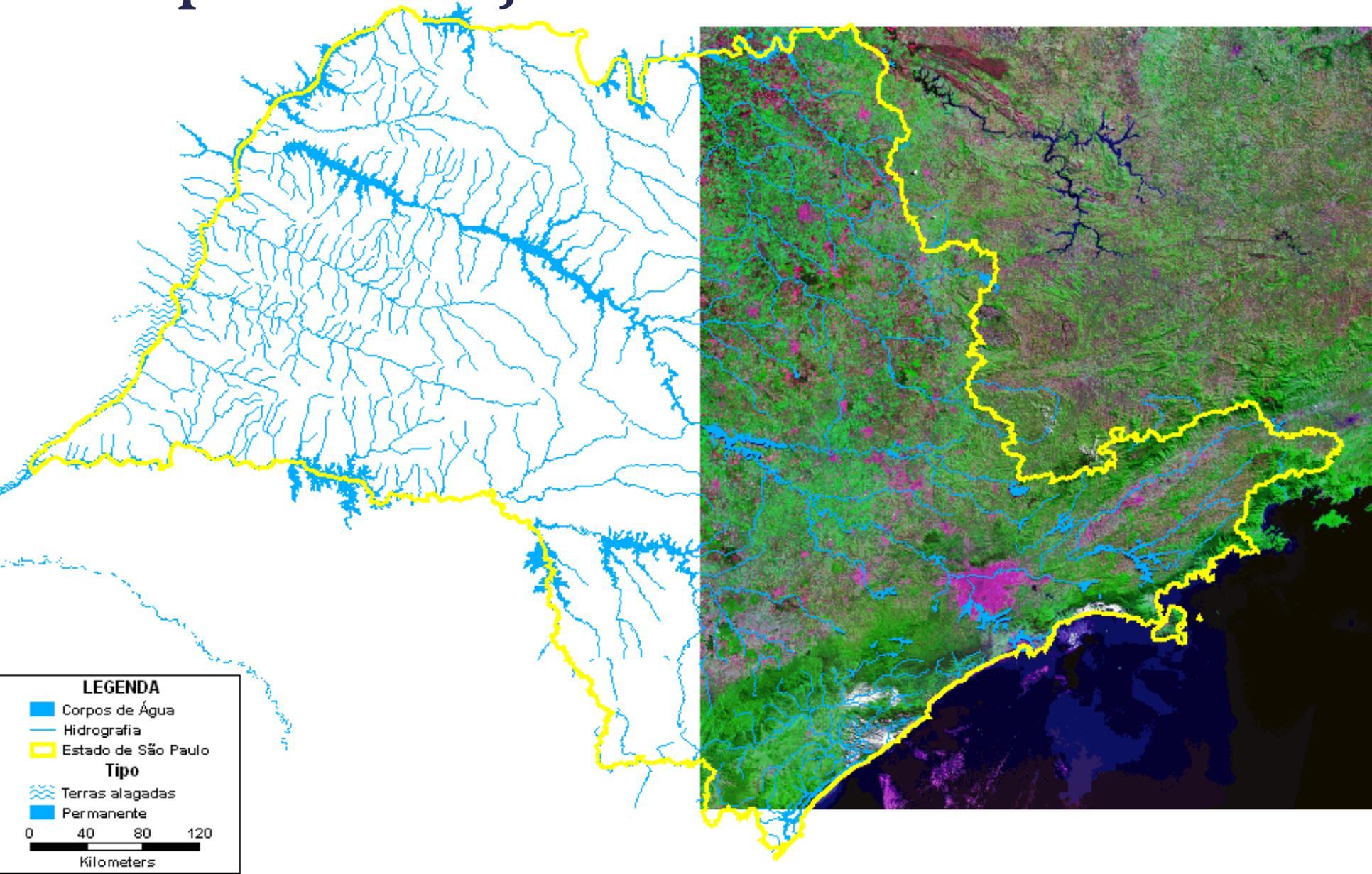
- **Vetorial**

- relacionamentos topológicos
- associação de atributos a elementos gráficos
- eficiência de armazenamento

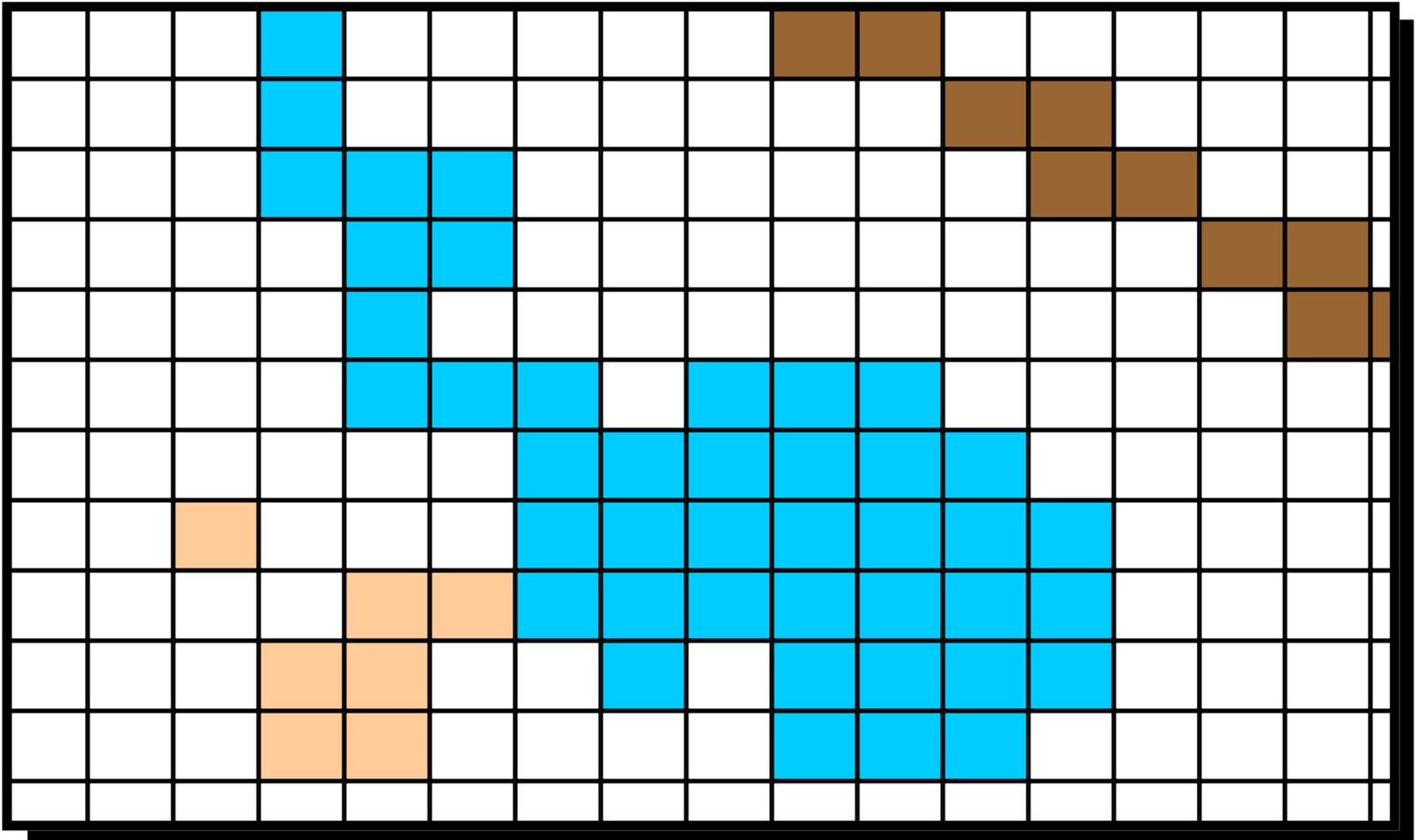


Fonte: adaptado de DPI / INPE

Representação: Vetor x Matriz



Representação Matricial



Método de Representação Matricial (Raster)

- Em geral é mais adequado à interpretação da realidade geográfica natural;
- Representa mais fielmente a realidade da variação espacial do que a representação discreta (vetores);
- Gera volumes elevados de informação;

Método de Representação Matricial (Raster)

O mundo real é representado por célula (*pixel*) de uma matriz, às quais estão associados valores (atributos) característicos.

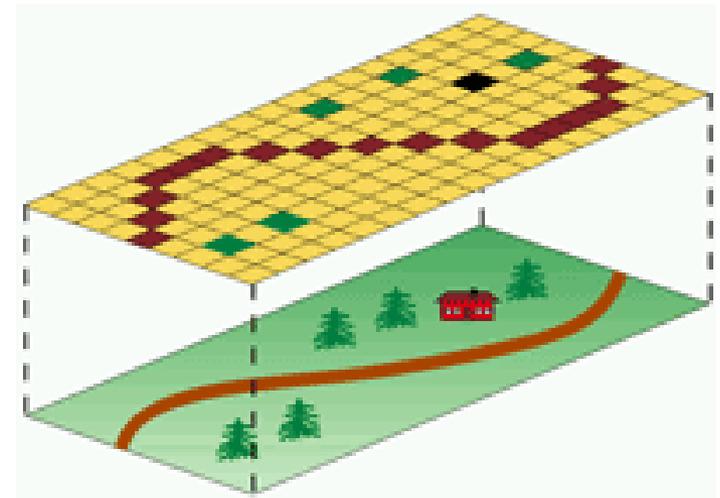
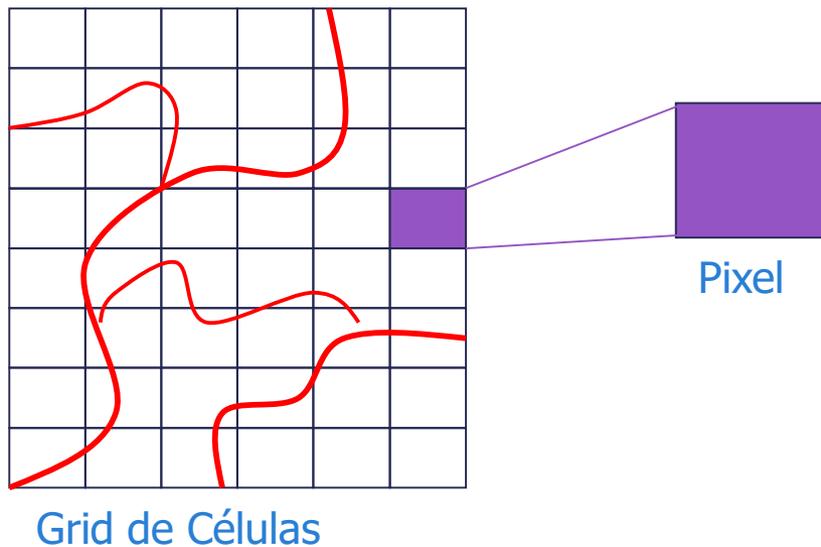
- Exemplo: **imagens de satélites**.

Tipos de valores que podem ser atribuídos às células:

- ✓ Valores inteiros
- ✓ Valores reais
- ✓ Alfanuméricos

Método de Representação Matricial

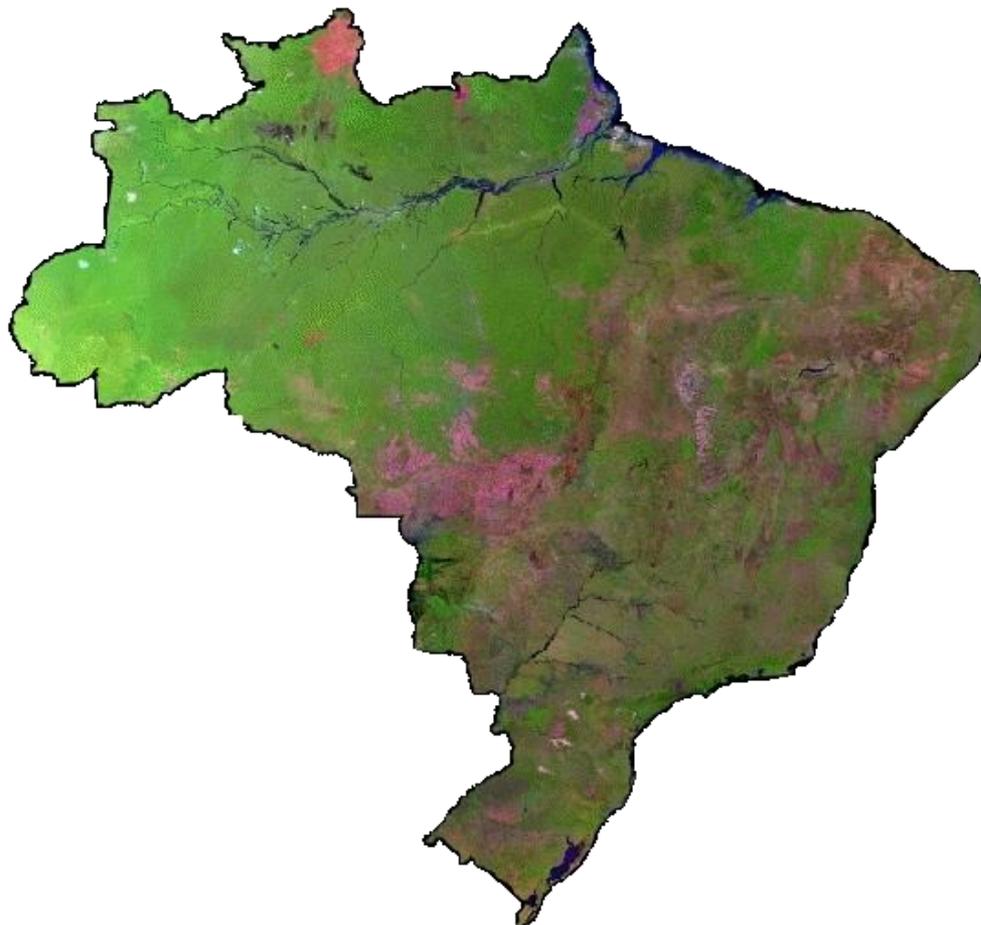
As feições são representadas por células de tamanho fixo (ou “pixels”) que compõem uma malha regular de linhas e colunas.



Representação do mundo real
no modelo matricial

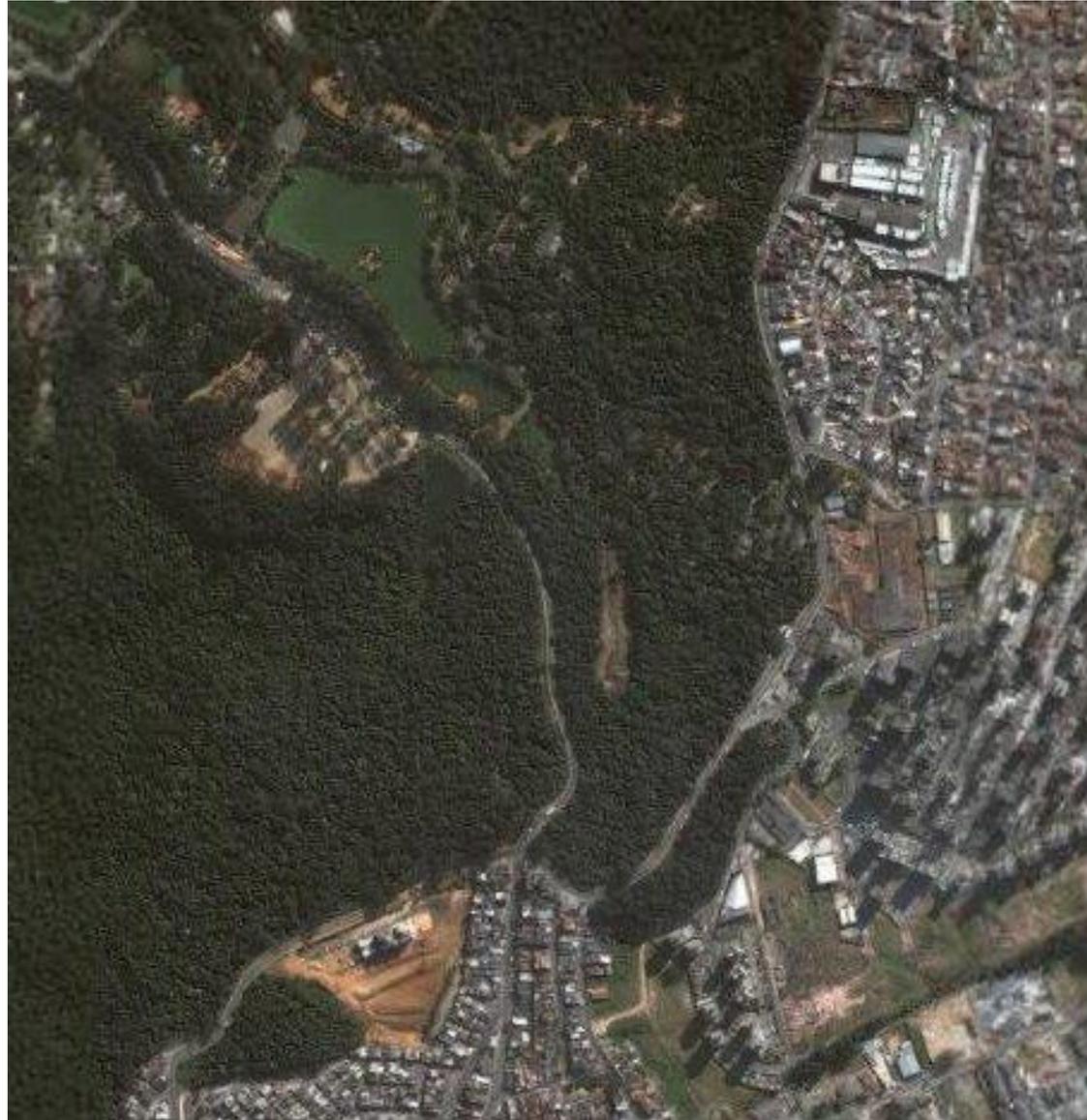
Método de Representação Matricial - exemplo (1)

Imagens de
Satélite

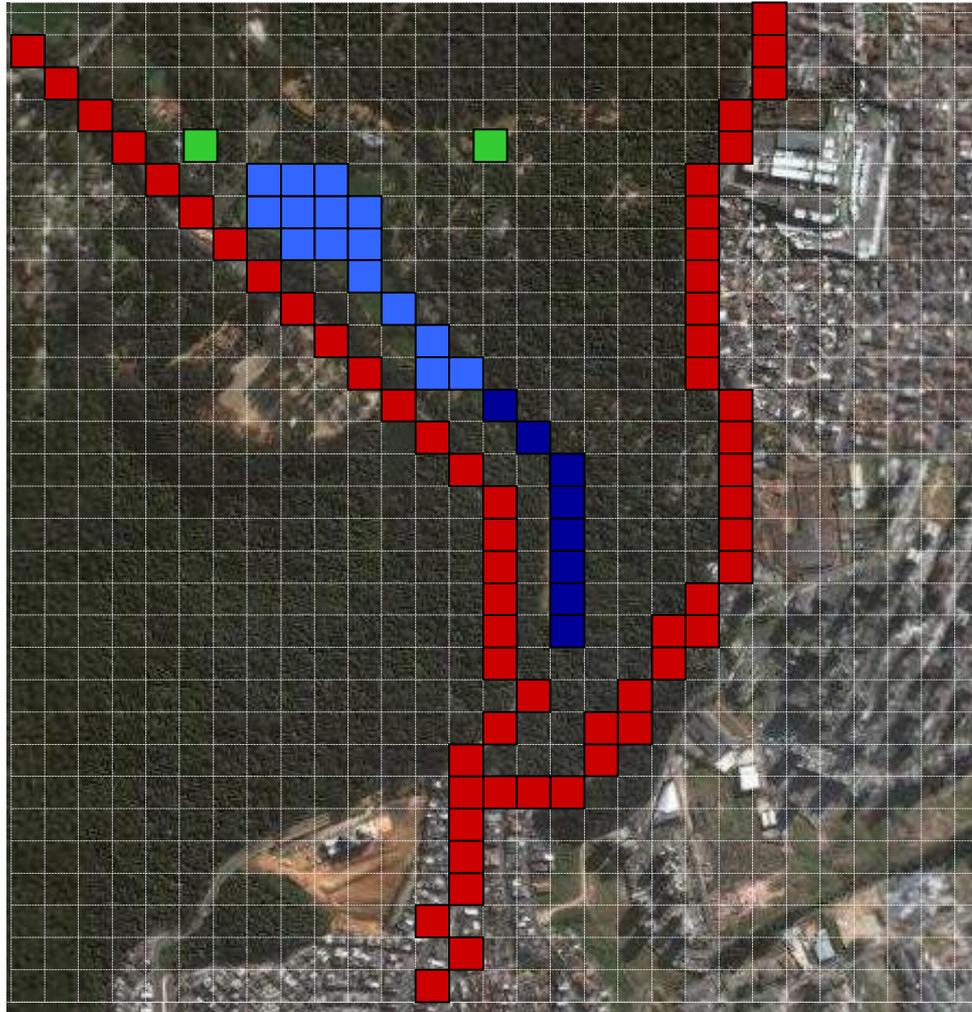


Mosaico de Imagens de Satélite do Brasil

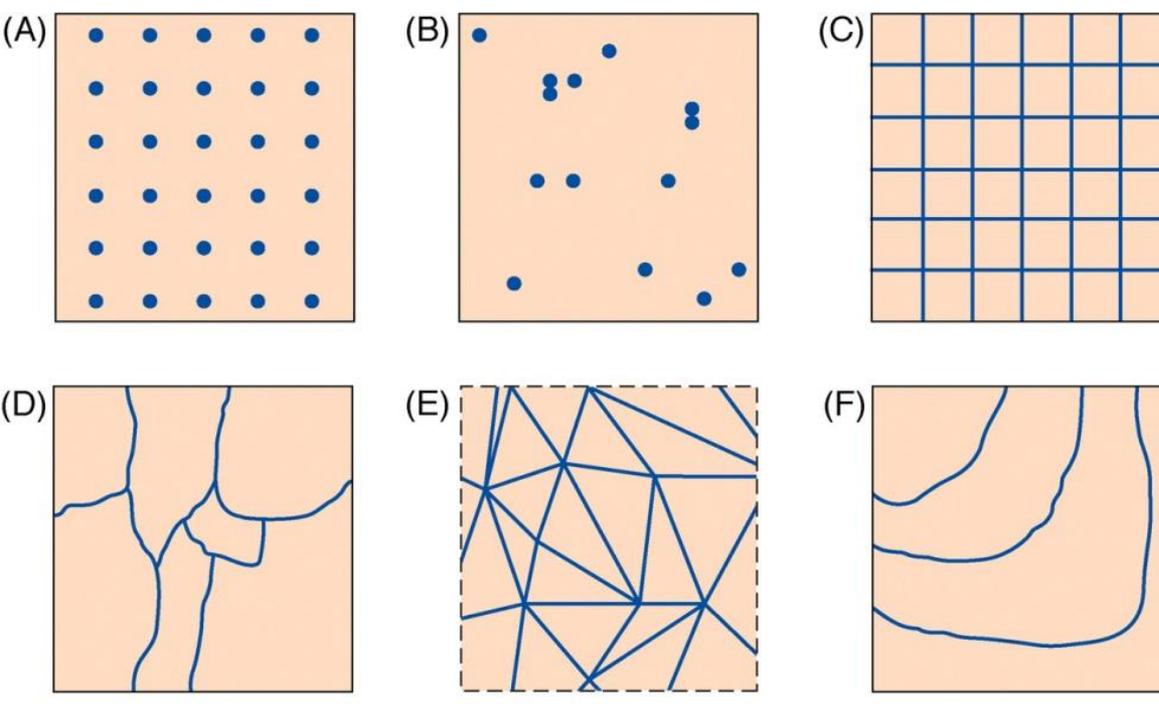
Método de Representação Matricial – exemplo (2A)

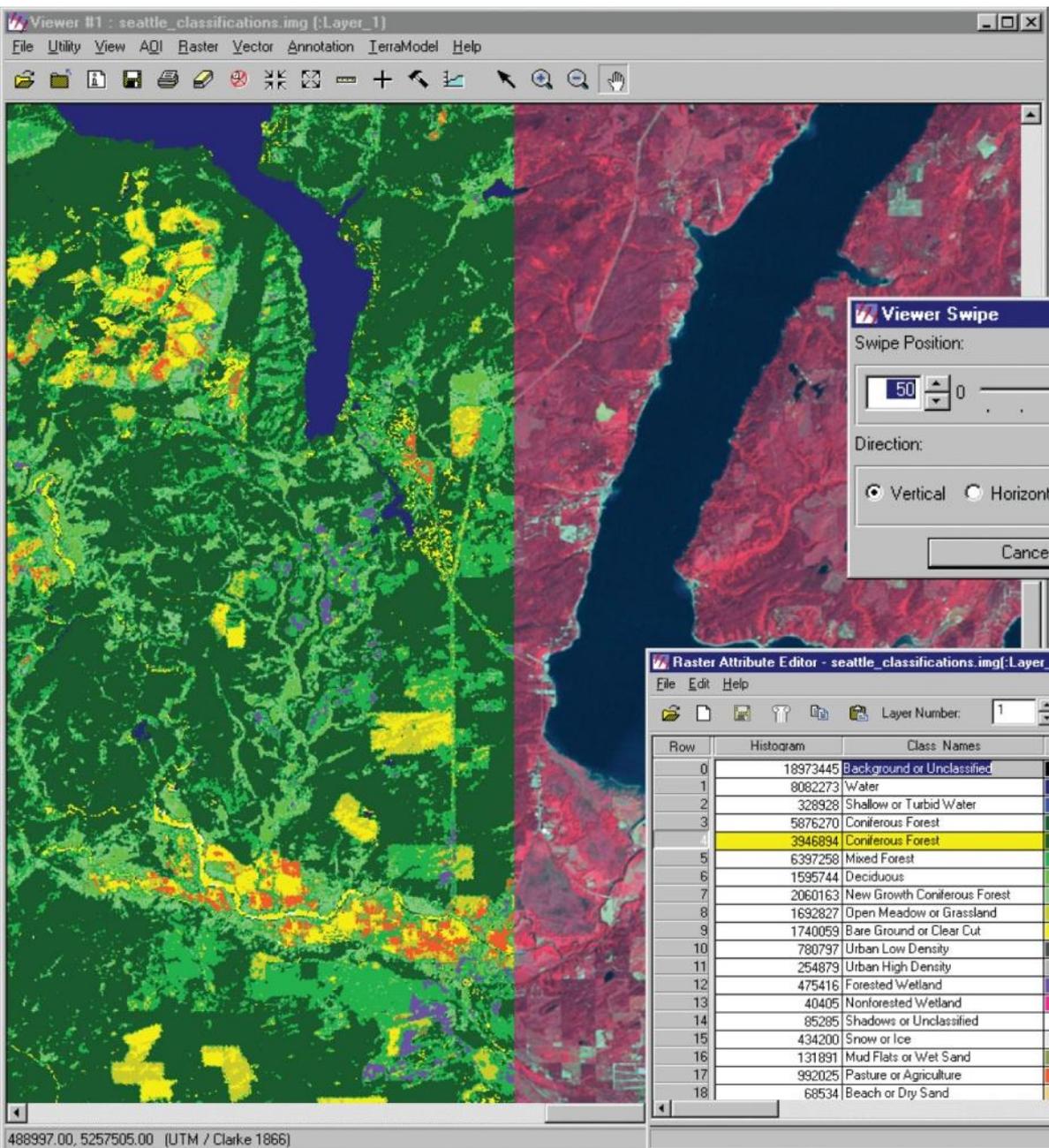


Método de Representação Matricial – exemplo (2B)



The six approximate representations of a field used in GIS.

- (A) Regularly spaced sample points
- (B) Irregularly spaced sample points
- (C) Rectangular cells
- (D) Irregularly shaped polygons
- (E) Irregular network of triangles, with linear variation over each triangle (the Triangulated Irregular Network or TIN model; the bounding box is shown dashed in this case because the unshown portions of complete triangles extend outside it)
- (F) Polylines representing contours
- 
- The image displays six diagrams, each within a square frame, illustrating different ways to represent a field in GIS. (A) shows a 5x5 grid of 25 blue dots. (B) shows 12 blue dots scattered irregularly. (C) shows a 5x5 grid of blue lines forming 25 rectangular cells. (D) shows several irregular blue polygons. (E) shows a network of blue lines forming a mesh of triangles of various sizes and shapes, with a dashed blue line indicating a bounding box. (F) shows several blue curved lines representing contours.



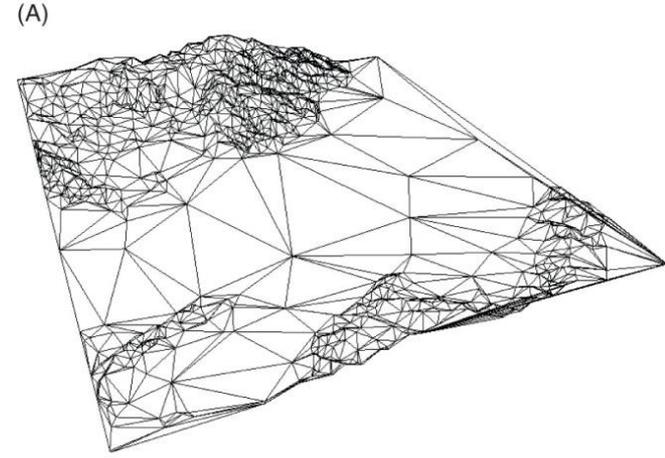
Raster data of the Olympic Peninsula, Washington State, with associated value attribute table. Bands 4,3,2 from Landsat 5 satellite with land cover classification overlaid

Row	Histogram	Class Names	Color	Red	Green	Blue
0	18973445	Background or Unclassified	Black	0	0	0
1	8062273	Water	Blue	0	0	0.498039
2	328928	Shallow or Turbid Water	Dark Blue	0	0	1
3	5876270	Coniferous Forest	Green	0	0.34902	0
4	3946894	Coniferous Forest	Yellow-Green	0	0.34902	0
5	6397258	Mixed Forest	Light Green	0	0.698039	0
6	1595744	Deciduous	Light Green	0	1	0
7	2060163	New Growth Coniferous Forest	Light Green	0.501961	0.811765	0.517647
8	1632827	Open Meadow or Grassland	Yellow	0.796078	0.796078	0
9	1740059	Bare Ground or Clear Cut	Yellow	1	1	0
10	780797	Urban Low Density	Grey	0.298039	0.298039	0.298039
11	254879	Urban High Density	Grey	0.698039	0.698039	0.698039
12	475416	Forested Wetland	Purple	0.501961	0.0745098	0.980392
13	40405	Nonforested Wetland	Pink	0.976471	0.180392	0.576471
14	85285	Shadows or Unclassified	Black	1	1	1
15	434200	Snow or Ice	White	0.898039	0.898039	0.898039
16	131891	Mud Flats or Wet Sand	Olive	0.564706	0.592157	0.321569
17	992025	Pasture or Agriculture	Orange	0.964706	0.356963	0.152941
18	68534	Beach or Dry Sand	Yellow	0.92549	0.815686	0.494118

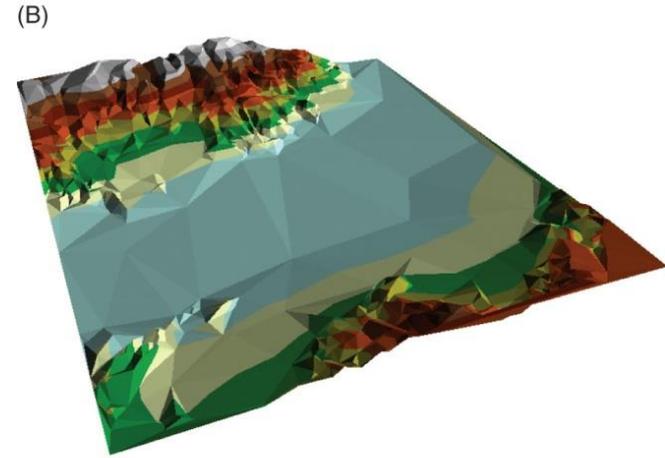
(Screenshot courtesy ERDAS Inc.; data courtesy USGS)

TIN surface of Death Valley, California

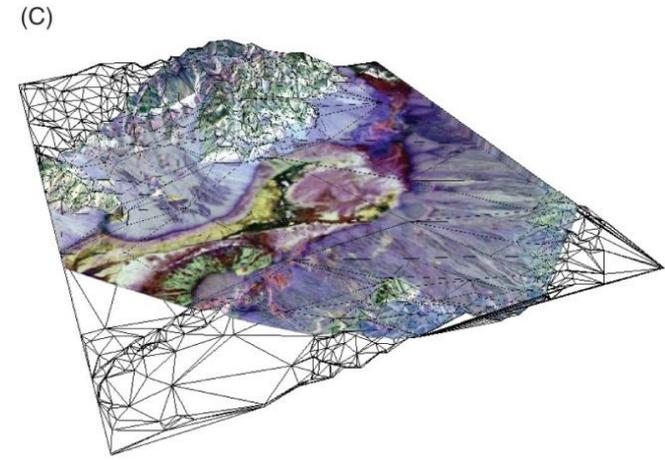
(A) “wireframe” showing all triangles



(B) shaded by elevation

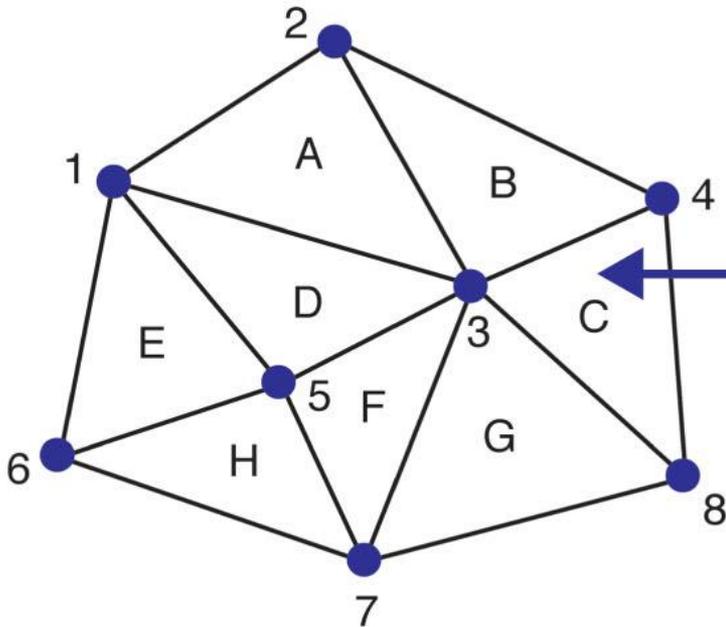


(C) draped with satellite image



The topology of a TIN

A TIN is a topologic data structure that manages information about the nodes that comprise each triangle and the neighbors to each triangle



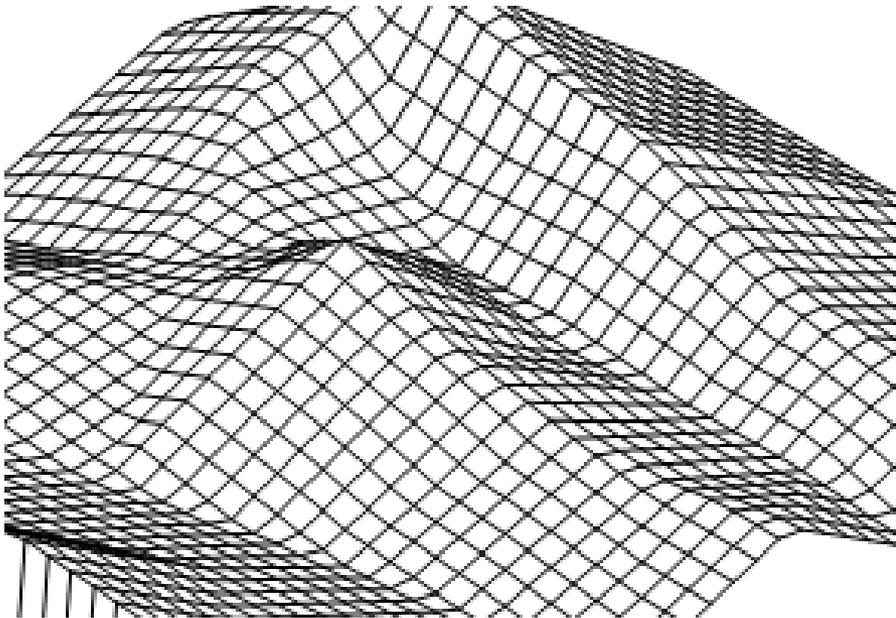
Triangle	Node list	Neighbors
A	1, 2, 3	-, B, D
B	2, 4, 3	-, C, A
C	4, 8, 3	-, G, B
D	1, 3, 5	A, F, E
E	1, 5, 6	D, H, -
F	3, 7, 5	G, H, D
G	3, 8, 7	C, -, F
H	5, 7, 6	F, -, E

Triangles always have three nodes and usually have three neighboring triangles. Triangles on the periphery of the TIN can have one or two neighbors.

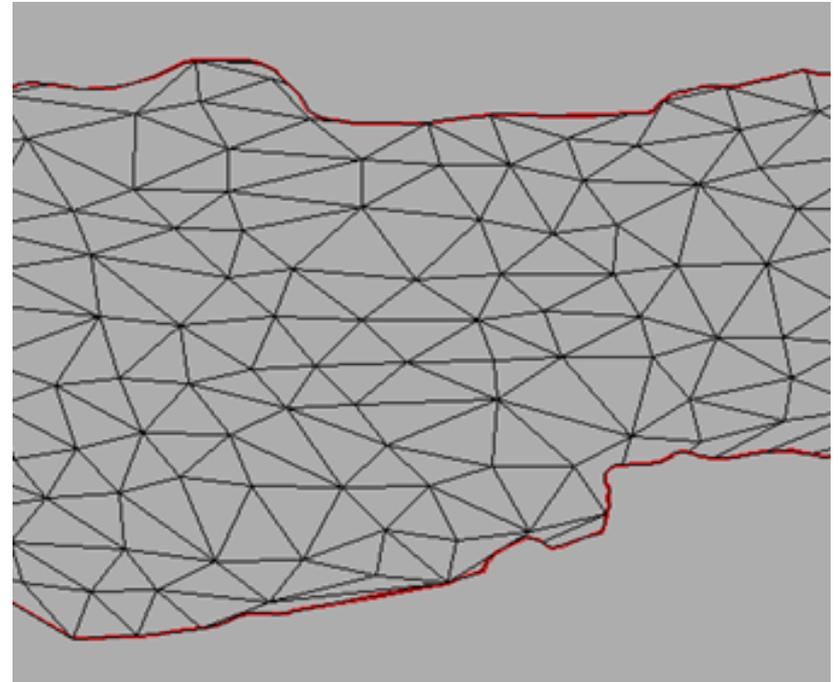
Representação do MDT

Representação gráfica

Rede Quadrada



Rede triangular

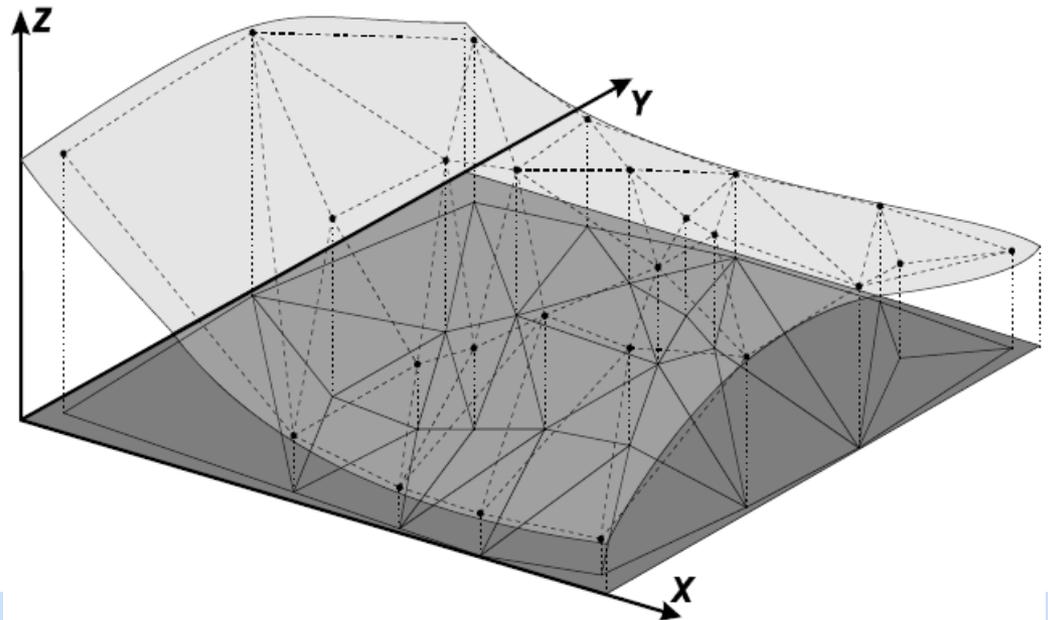


Tipos de Rede

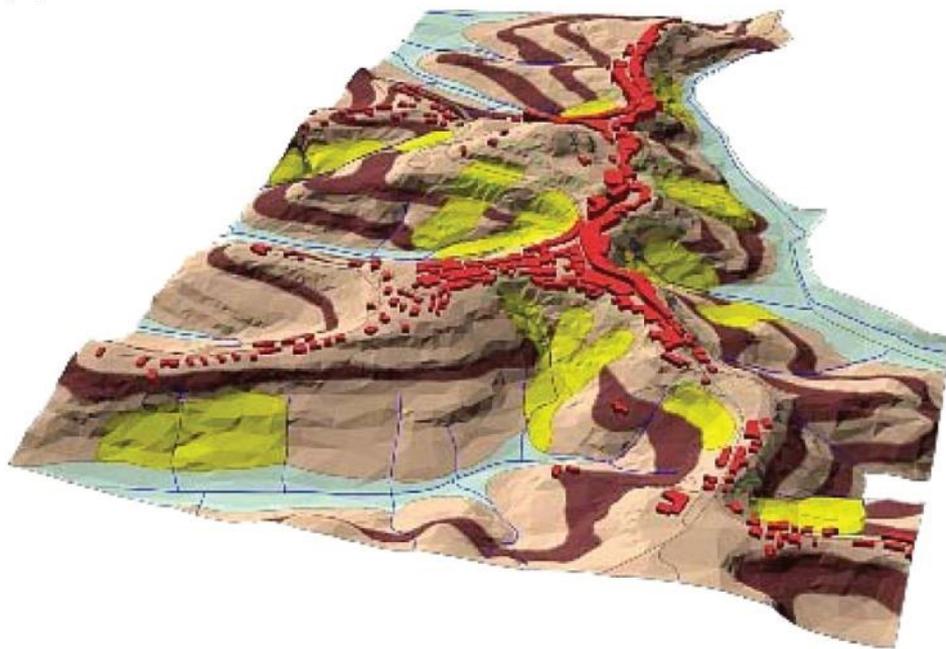
Rede irregular triangular (*"TIN"* - *Triangular Irregular Network*)

Superfície onde cada polígono, que forma uma face do poliedro, é um triângulo.

- ✓ Melhor definição do relevo;
- ✓ Menor quantidade de amostragem;
- ✓ Utiliza os próprios dados de amostragem;



(A)

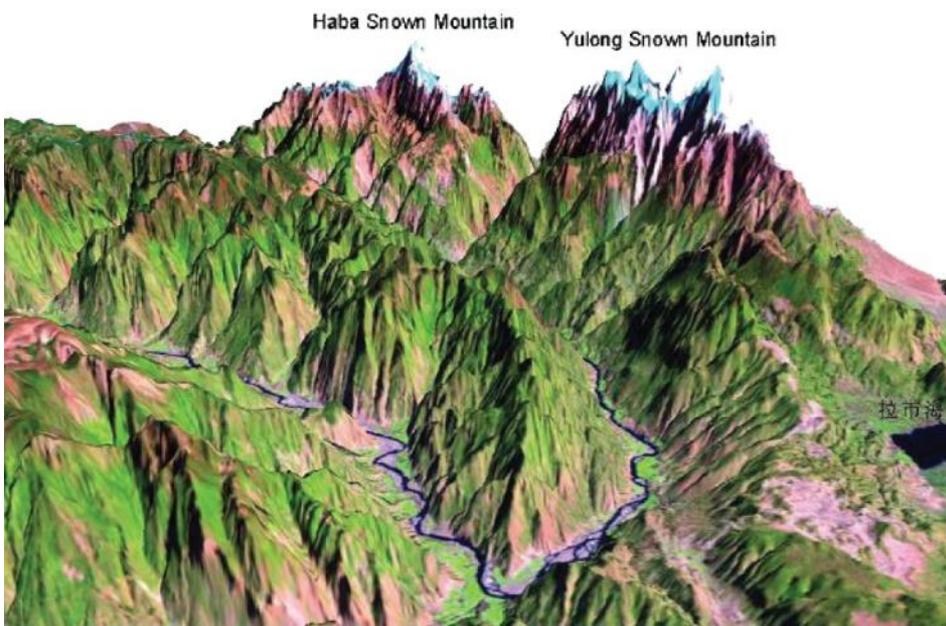


Examples of applications that use the TIN data model

(A) Landslide risk map for Pisa, Italy

(Courtesy of Earth Science Department, University of Siena, Italy)

(B)



(B) Yangtse River, China

(Courtesy of Human Settlements Research Center, Tsinghua University, China)

Geo-Campo

Refere-se a qualquer posição no espaço geográfico considerado, corresponde a algum valor da variável representada.

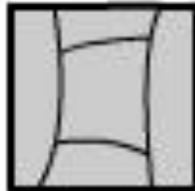
O modelo Geo-OMT possui **cinco subclasses do tipo Geo-Campo**:



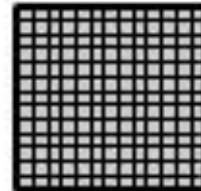
(a)



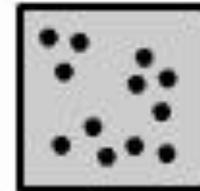
(b)



(c)



(d)



(e)

(a) Rede Triangular Irregular - Exemplo: TIN

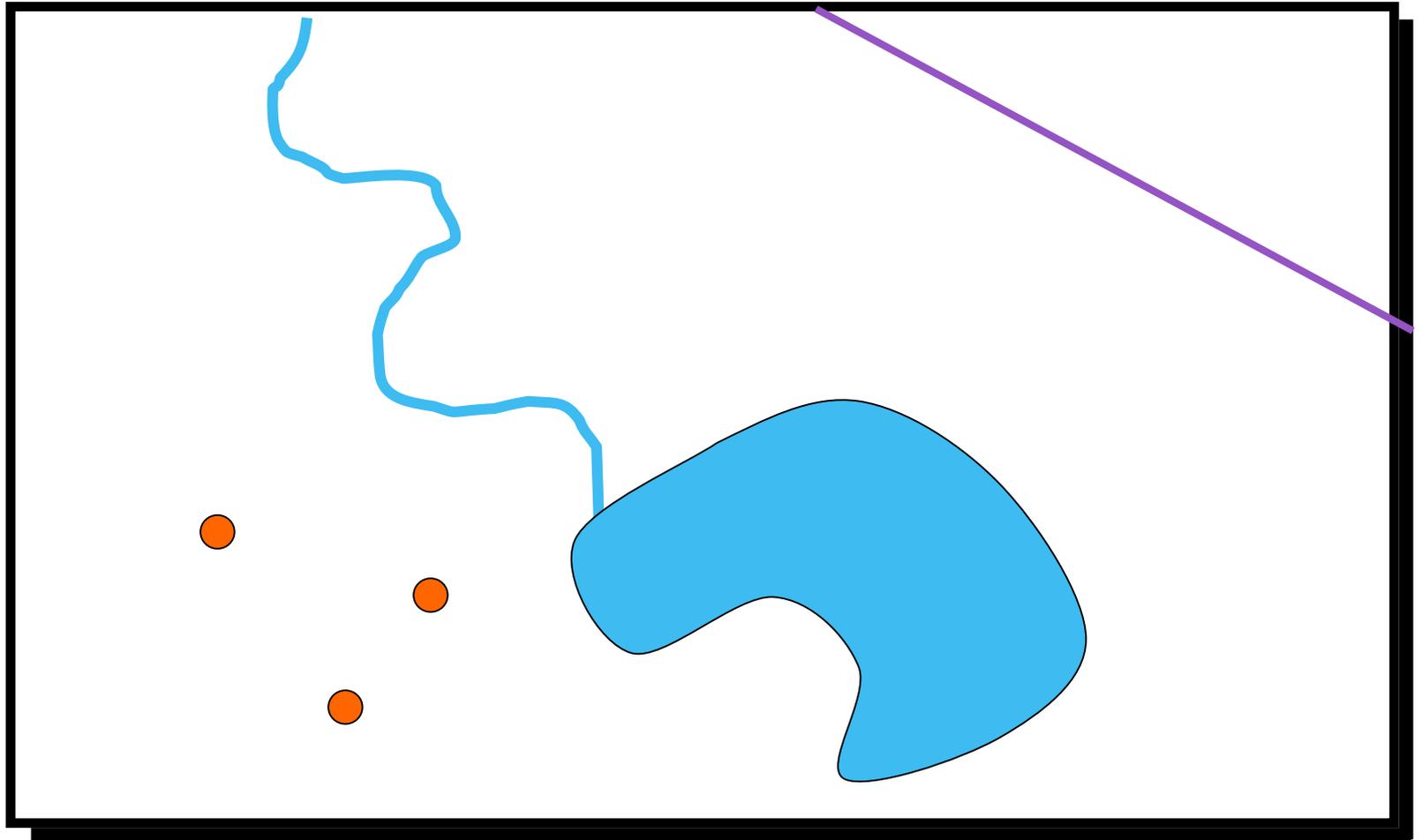
(b) Isolinhas - Exemplo: Nível

(c) Polígonos Adjacentes - Exemplo: Divisão de Bairros

(d) Tesselação - Exemplo: Imagens de Satélite

(e) Amostragem - Exemplo: Pontos cotados

Representação Vetorial



Fonte: Mohamed Yagoub apud DPI / INPE

Método de Representação **Vetorial**

- Entes com localização geográfica, forma e contornos bem definidos;
- Gera menores volumes de informação do que o modelo matricial (Raster).

Modelo (visão) de Objetos discretos: Método de Representação **Vetorial**

O mundo é representado por:

- um conjunto de objetos:
 - ✓ identificáveis e
 - ✓ localizáveis (endereçáveis),
- com geometria definida e
- com propriedades (características próprias)
 - ✓ não precisam, necessariamente, estar associadas a fenômenos geográficos específicos.

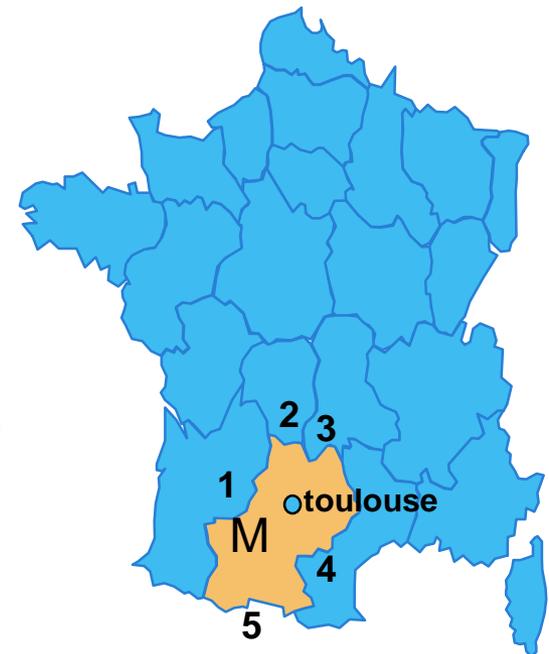
Método de Representação **Vetorial**

- Facilita a representação de relações topológicas:
 - Conectividade
 - Pertinência
 - Adjacência
 -

Amassar o mapa !

Representação Vetorial

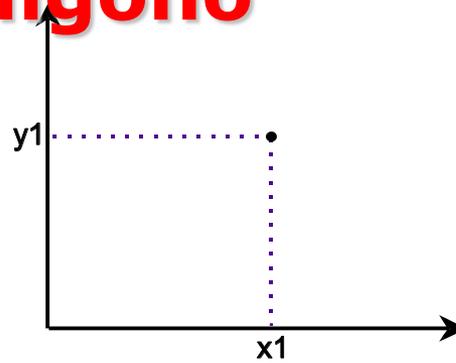
- Componentes
 - ponto, linha, região
 - região $M = \{1, 2, 3, 4, 5\}$
- Topologia
 - relação espacial entre objetos
 - Toulouse fica na região M



Fonte: adaptado de DPI / INPE

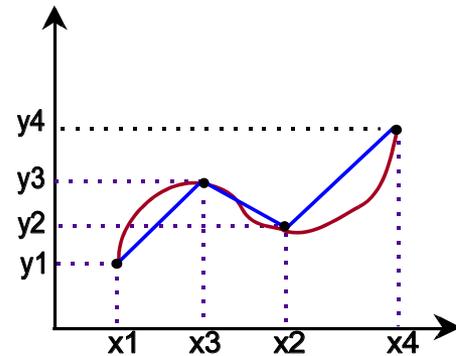
Método de Representação Vetorial: ponto, linha e polígono

- Ponto



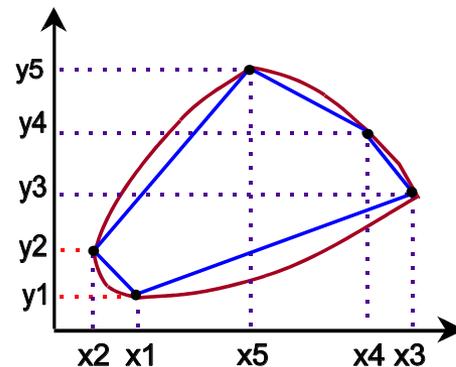
x_1, y_1

- Linha



x_1, y_1
 x_2, y_2
 x_3, y_3
 x_4, y_4

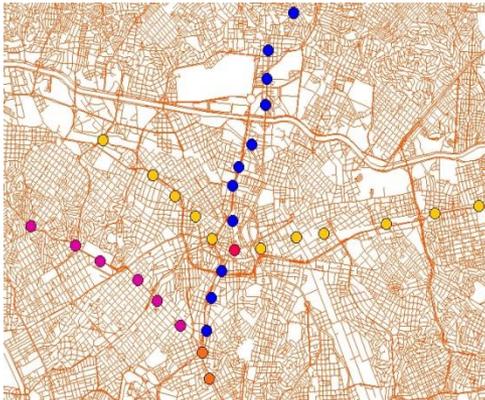
- Polígono



x_1, y_1
 x_2, y_2
 x_3, y_3
 x_4, y_4
 x_5, y_5
 x_1, y_1

Método de Representação Vetorial – exemplos (1A)

- Pontos



Pontos representando a localização de estações de Metrô

- Linhas



Linhas representando Hidrografia

- Polígonos

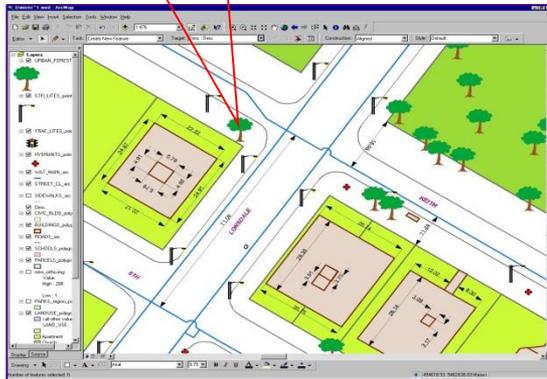


Polígonos representando os Estados brasileiros

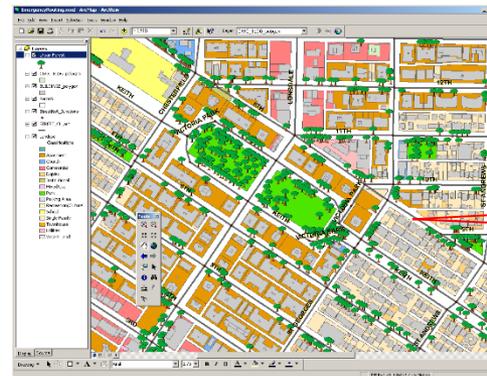
Método de Representação Vetorial – exemplos (1B)

Os entes vetoriais (ponto, linha e polígono) simbolizam o mundo real.

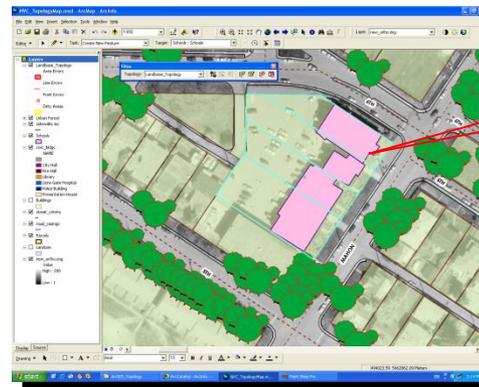
Ponto = Árvore



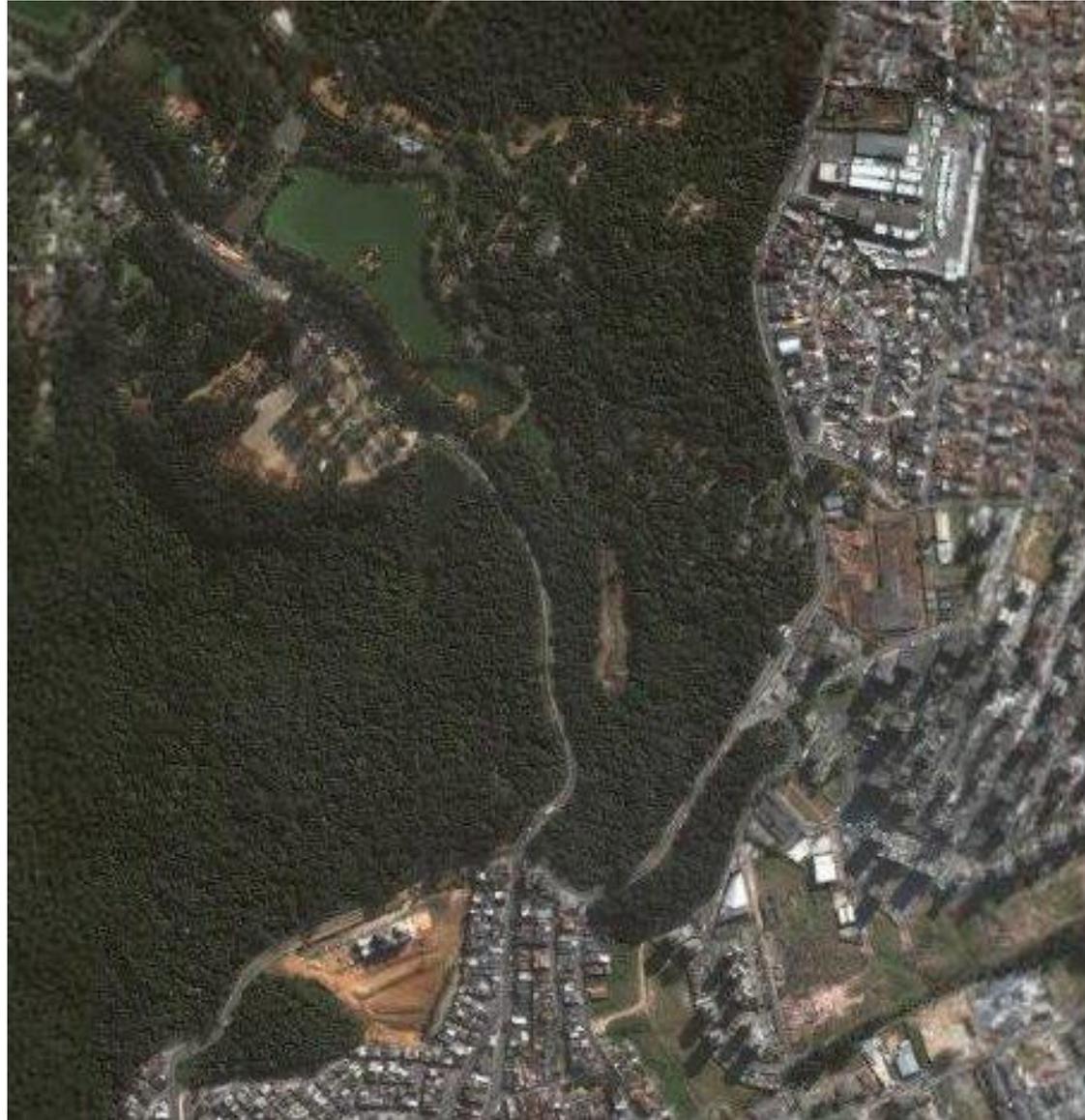
Linhas = Ruas



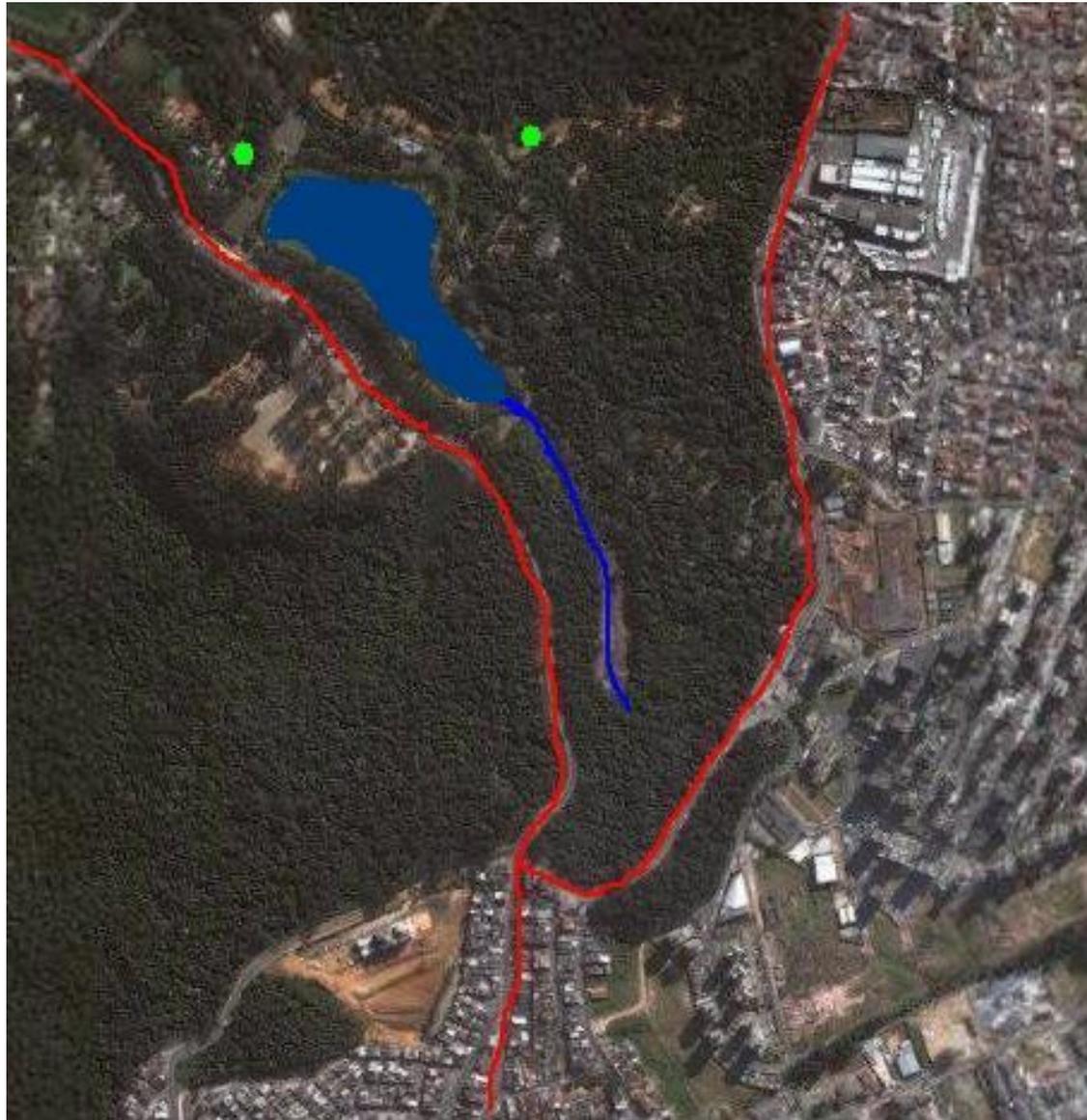
Polígonos = Lotes



Método de Representação Vetorial - exemplos (2A)



Método de Representação Vetorial - exemplos (2B)



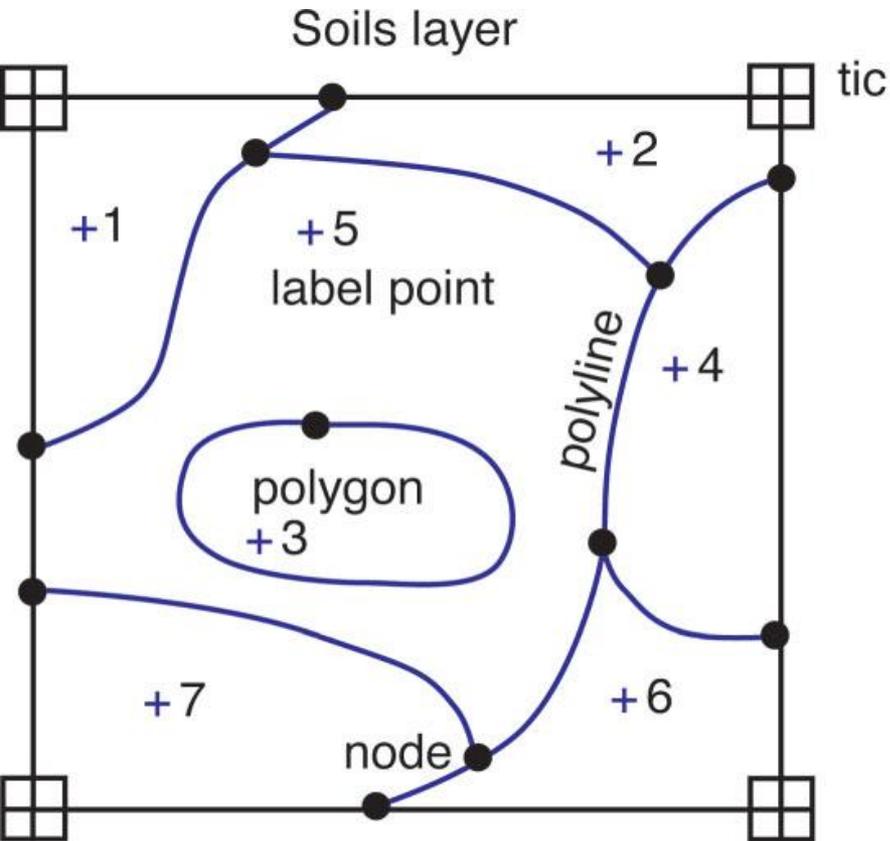
Different representational models of the same area in Colorado, USA



(A) aerial photograph

(B) vector objects, some digitized from the photograph

An example of a georelational polygon dataset



Soils attributes

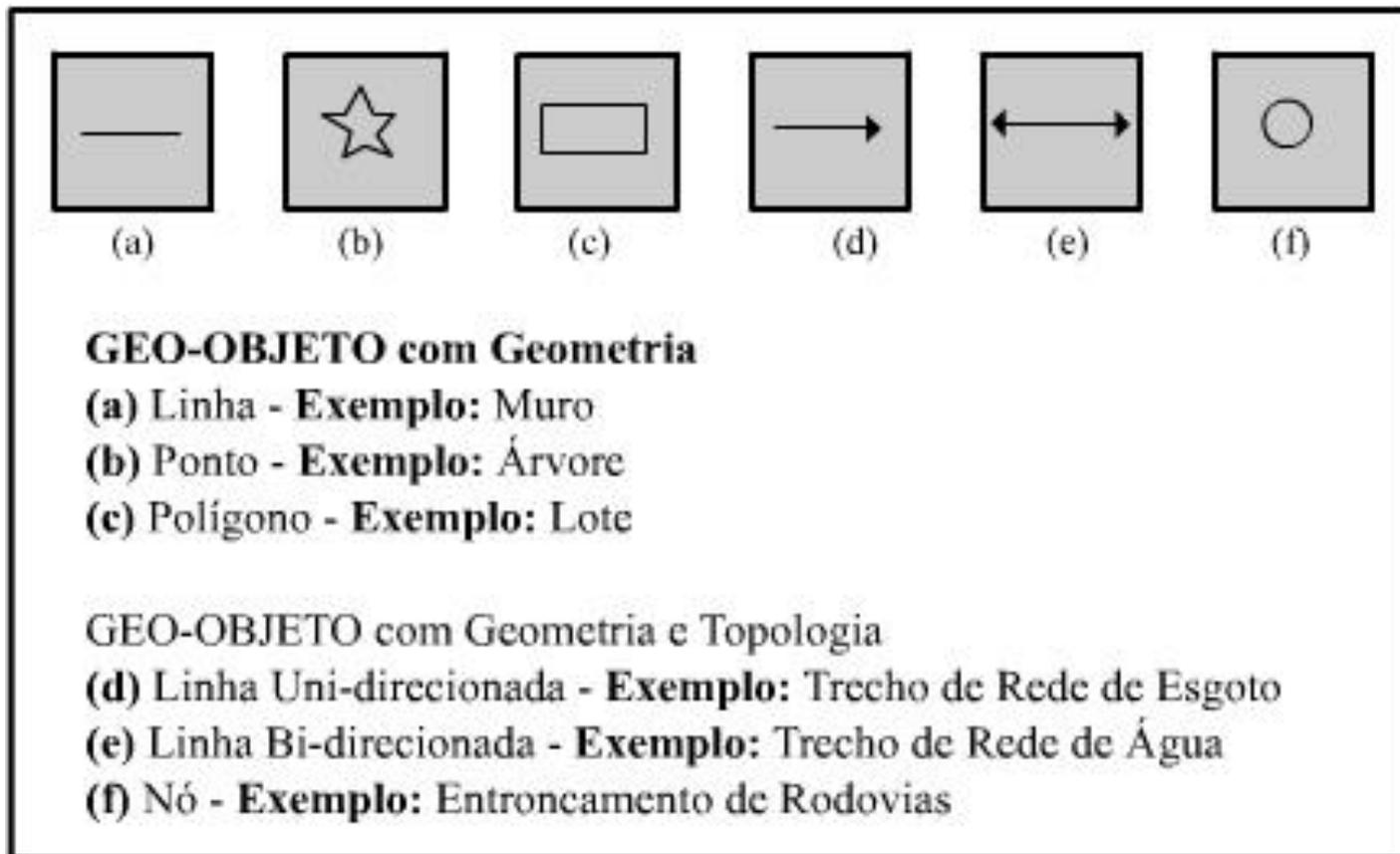
ID	Soil	Class	Suitability
1	A3	113	HIGH
2	C6	95	LOW
3	B7	212	MODERATE
4	B13	201	MODERATE
5	Z22	86	LOW
6	A6	77	HIGH
7	A1	117	LOW

Each of the polygons is linked to a row in an RDBMS table. The table has multiple attributes, one in each column.

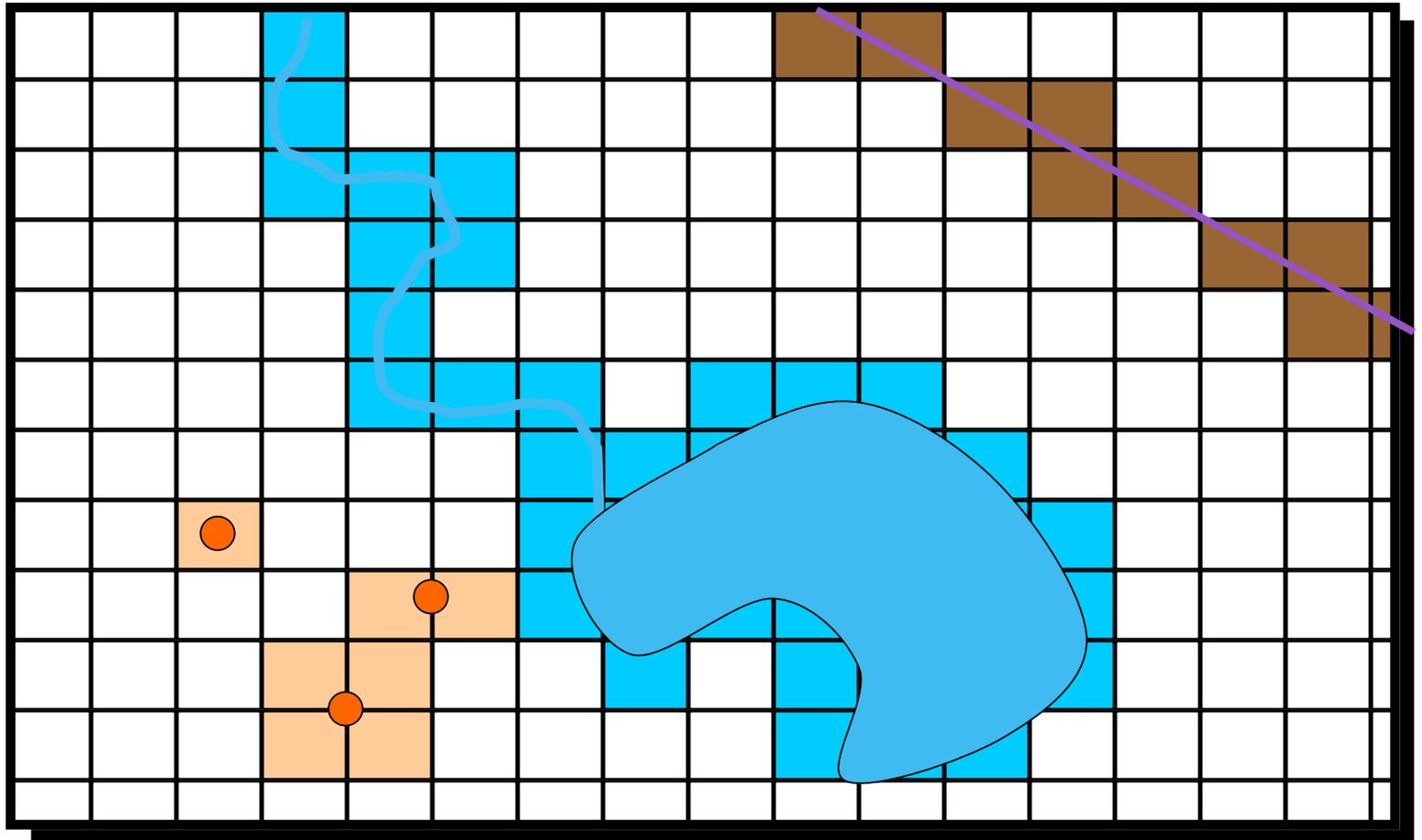
Geo-Objeto

O modelo Geo-OMT possui duas **subclasses do tipo Geo-Objeto**:

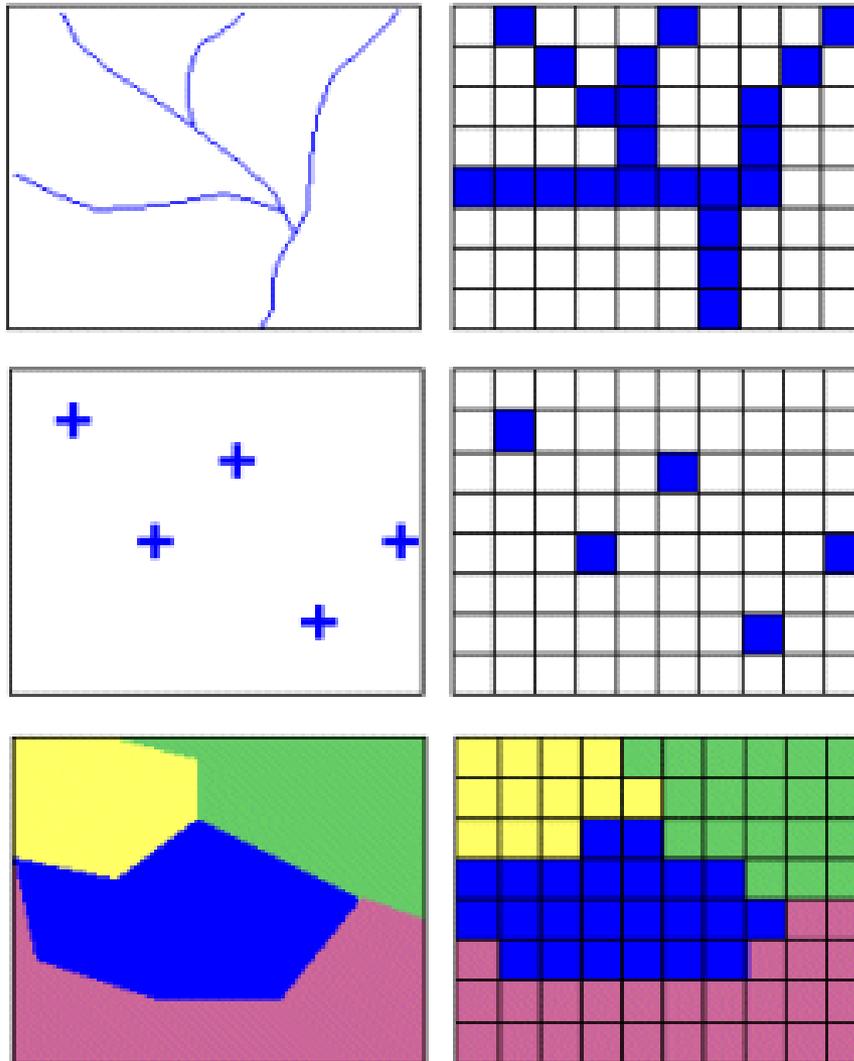
- Geo-Objeto com Geometria;
- Geo-Objeto com Geometria e Topologia.



Vetorial x Matricial

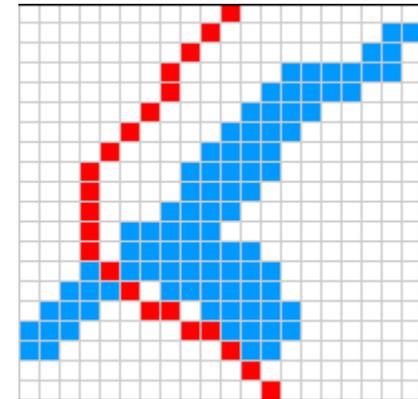
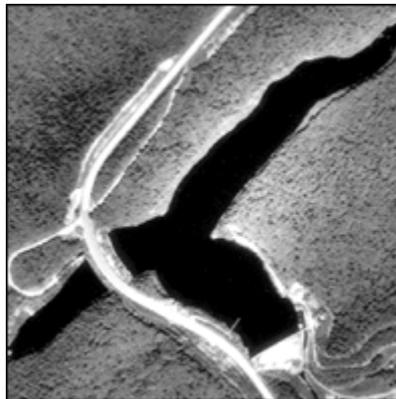
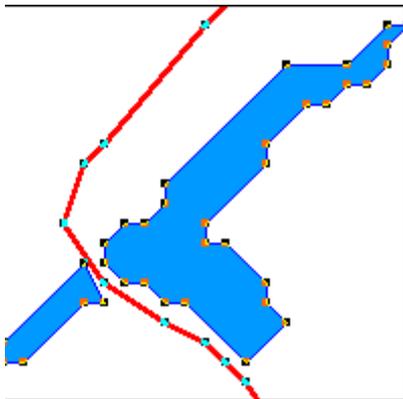
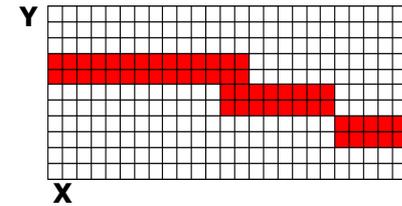
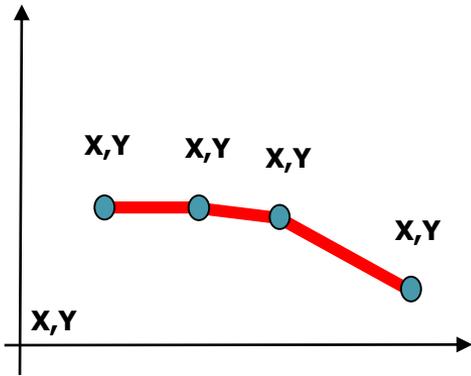


Vetorial x Matricial

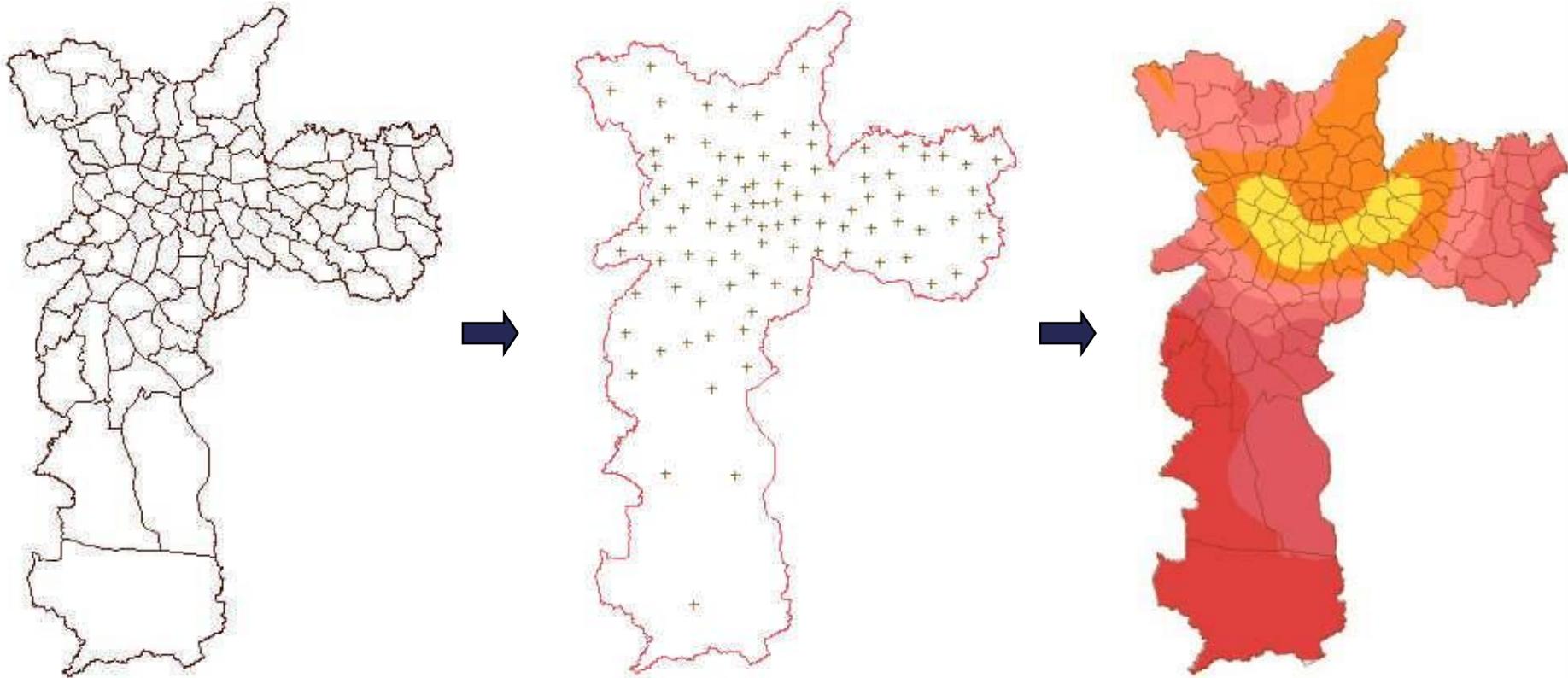


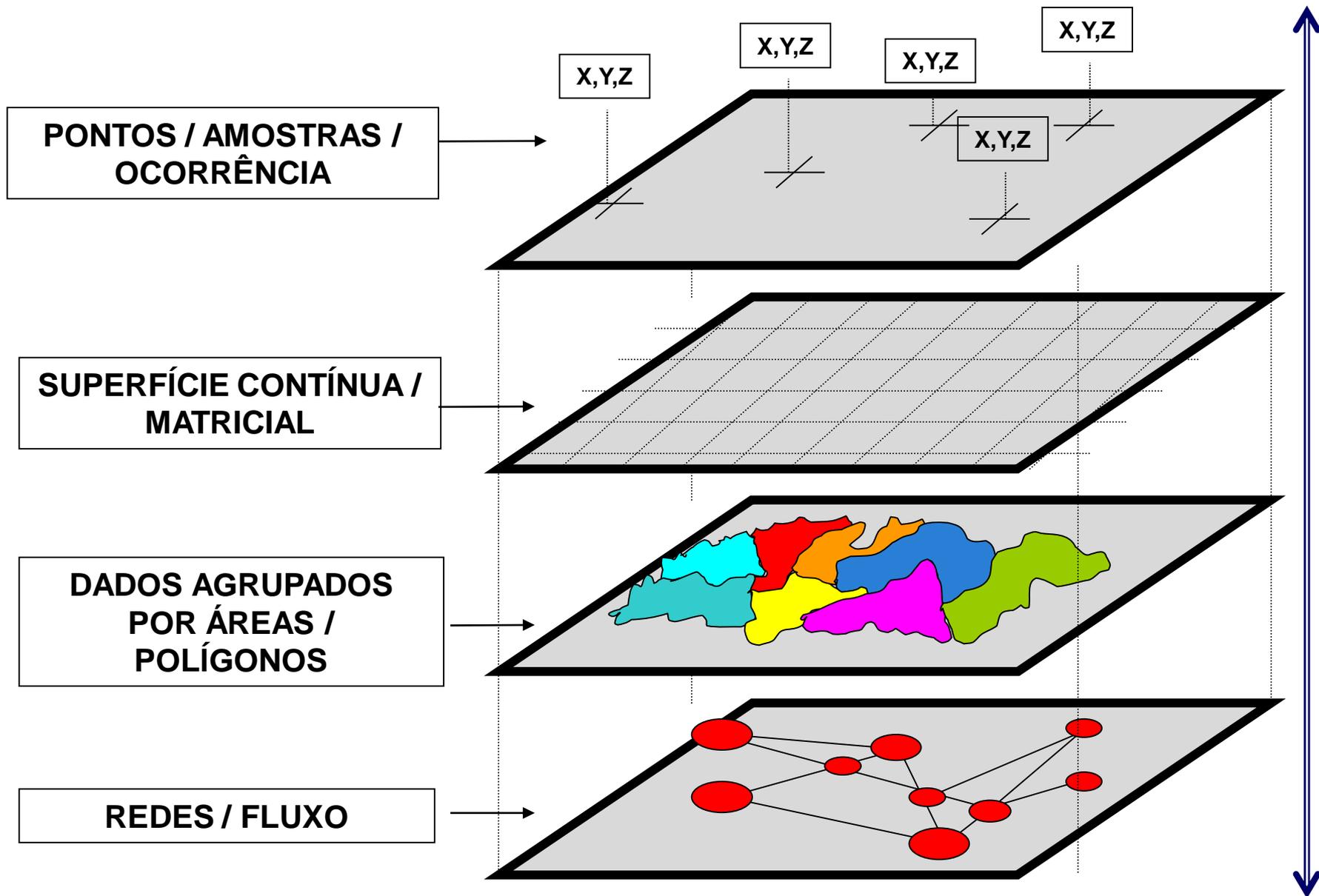
Fonte: Mohamed Yagoub apud DPI / INPE

Vetorial x Matricial



Conversão entre Representações





Fonte: DPI/INPE



Base cartográfica

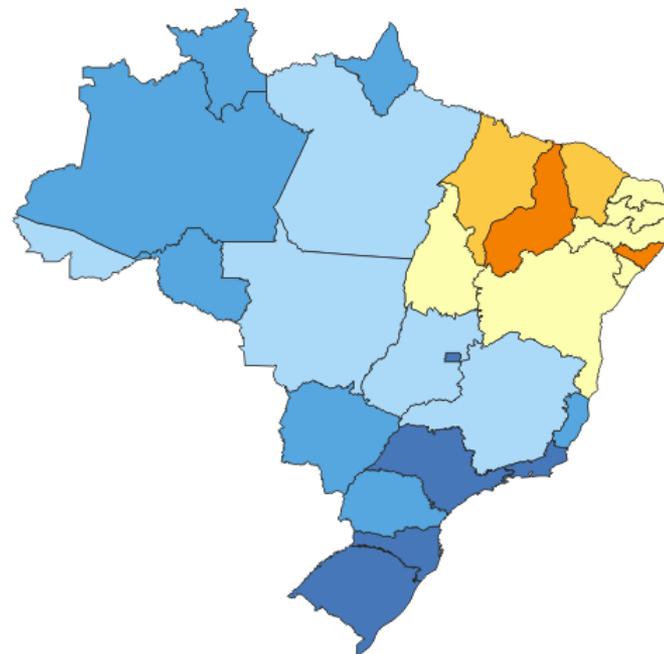
+

Código	Estado	Taxa de analfab.
12	Acre	15,5
27	Alagoas	32,8
16	Amapá	9,5
13	Amazonas	8,8
29	Bahia	24,7
23	Ceará	27,8
53	Distrito Federal	5,1
32	Espírito Santo	11,1
52	Goiás	12,5
21	Maranhão	28,8
51	Mato Grosso	11,8
50	Mato Grosso do Su	10,9
31	Minas Gerais	12,2
15	Pará	12,4
25	Paraíba	25,9
41	Paraná	10,2
26	Pernambuco	24,7
22	Piauí	31,6
33	Rio de Janeiro	6
24	Rio Grande do Nort	25,5
43	Rio Grande do Sul	6,1
11	Rondônia	9,6
14	Roraima	8,6
42	Santa Catarina	6,8
35	São Paulo	6,2
28	Sergipe	23,9
17	Tocantins	21

Fonte: IBGE - Censo 2000

Base de dados

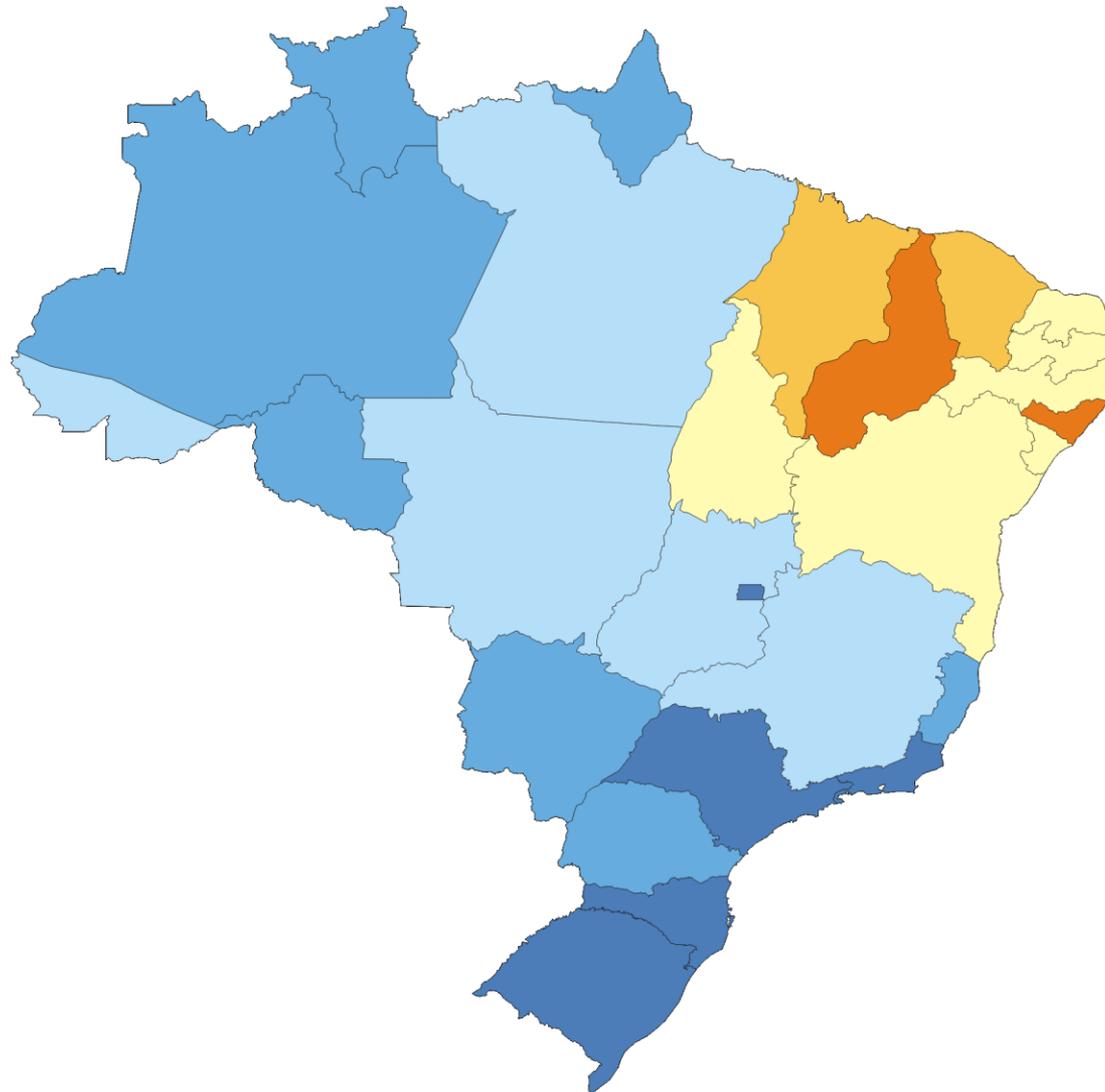
=



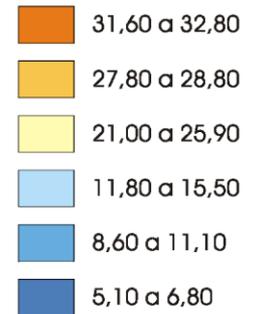
Mapa temático

Taxa de analfabetismo de pessoas com 15 anos ou mais no Brasil

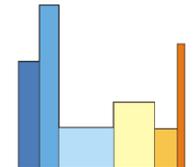
Mapa



Taxa de analfabetismo (%)



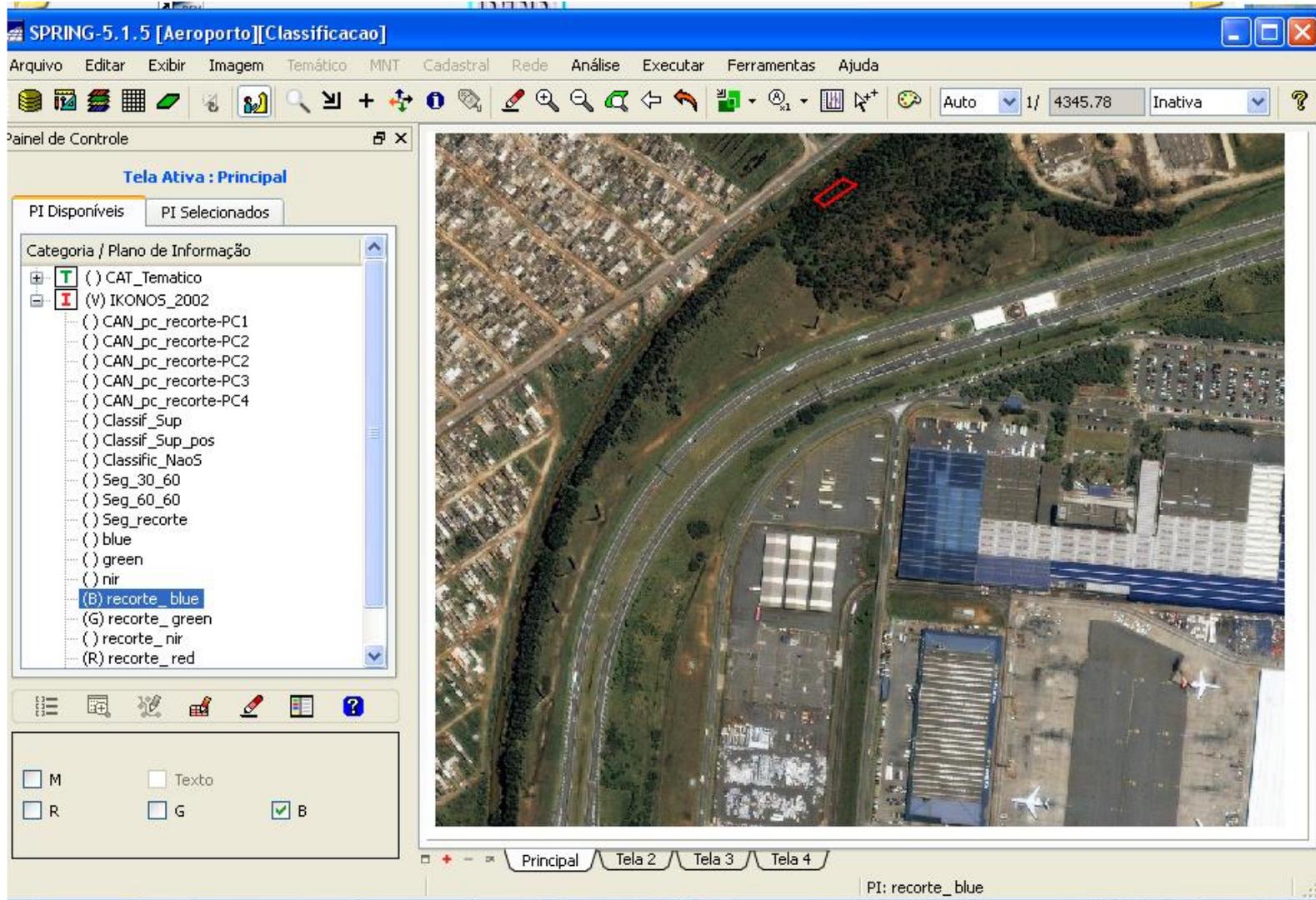
25.92%



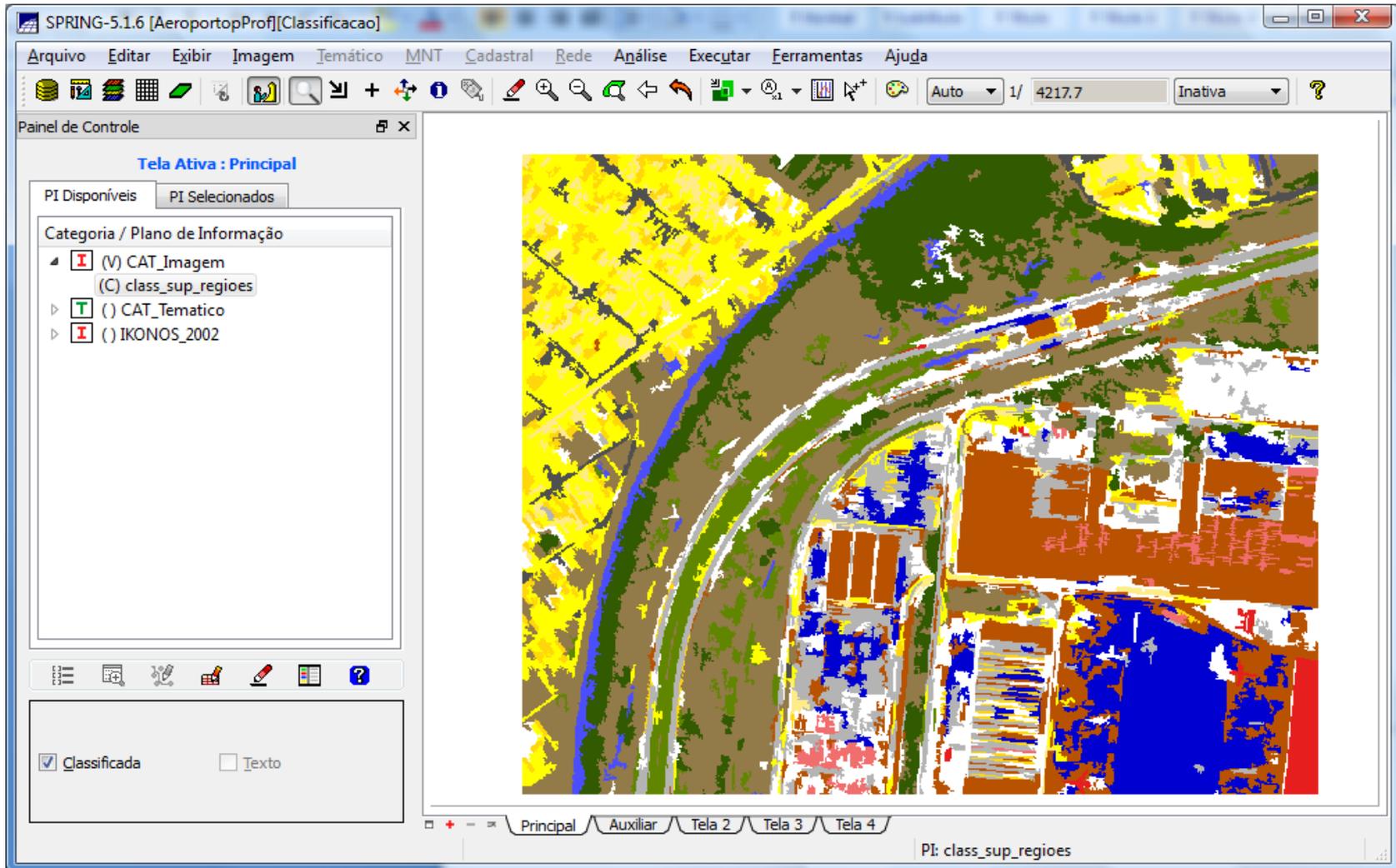
Fonte: IBGE/2000

Fonte: Alfredo P. Queiroz F^o

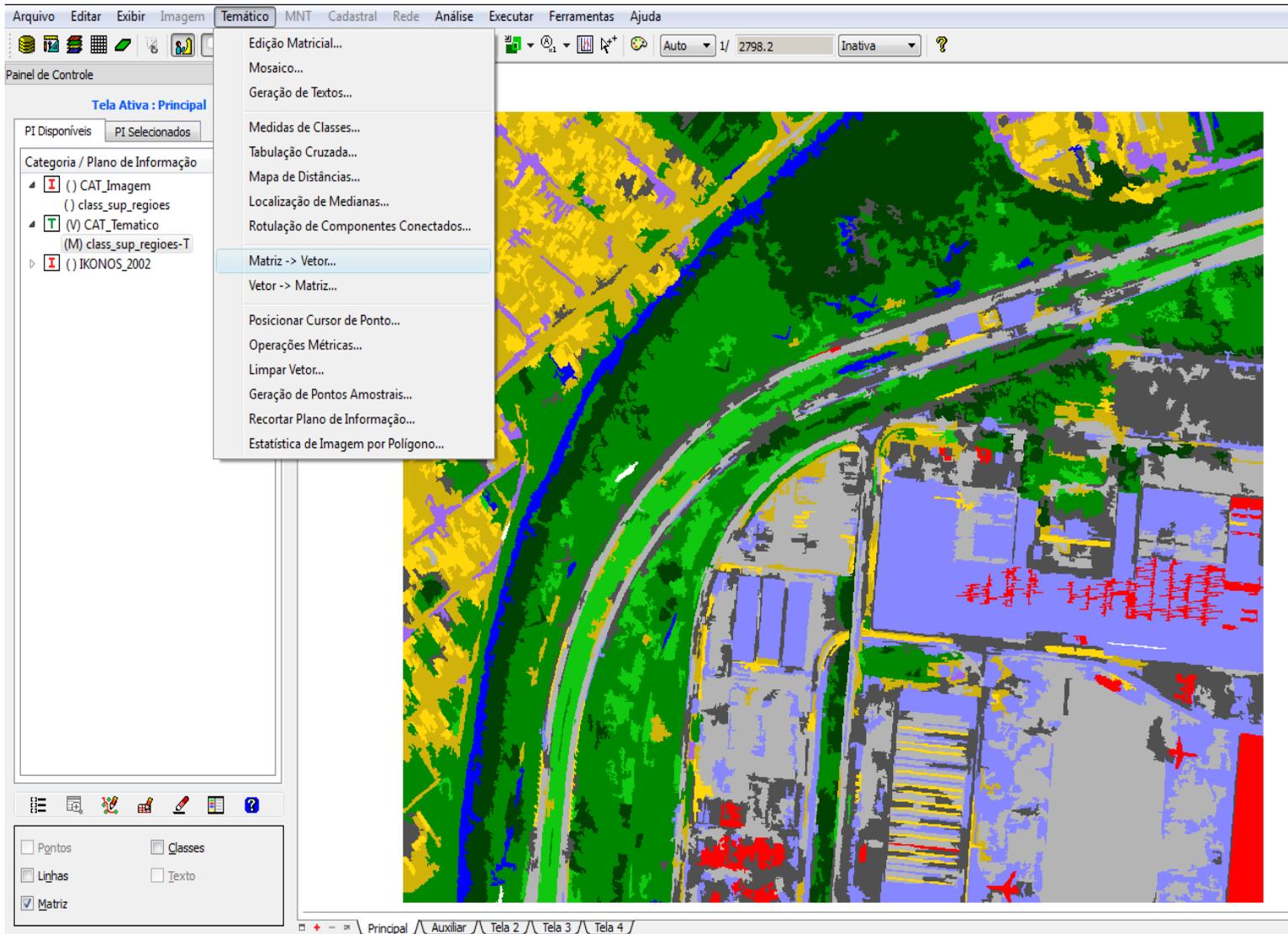
Lab SR (4): Aeroporto de Guarulhos



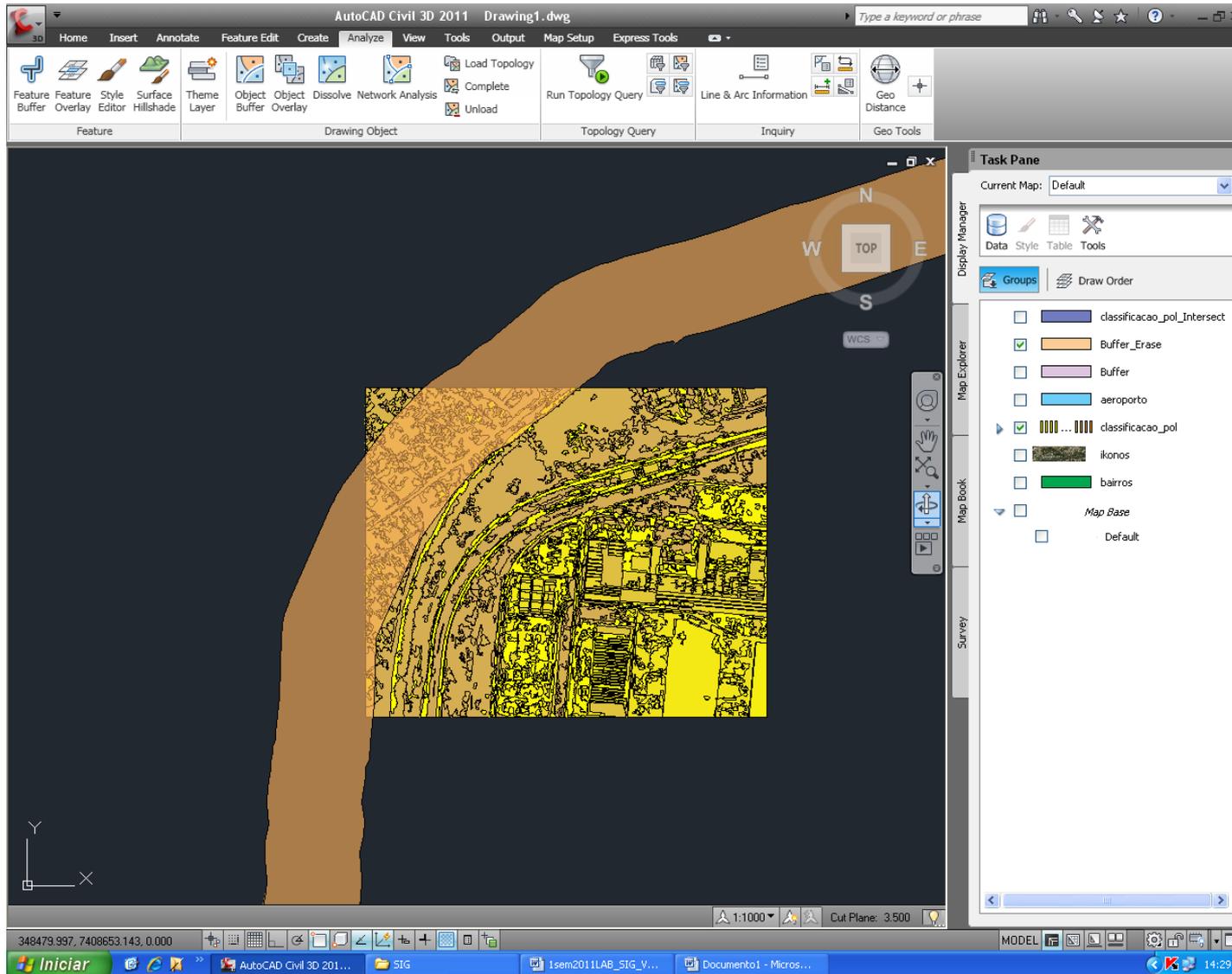
Lab SR (4): Matriz \rightarrow Vetor



Lab SR (4): Matriz \rightarrow Vetor



Lab SIG (1)



Questões para estudo

LONGLEY, PAUL A.; GOODCHILD, MICHAEL, F.; MAGUIRE, DAVID, J.;
RHIND, DAVID, W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª ed.
Bookman, Porto Alegre, 2013, 539p

Capítulo 3: A Representação Geográfica [2 - PRINCÍPIOS]

Pág 97

Básicas: Questões 1 e 2

Maior tempo para pesquisa (opcionais): Questões 3 e 4

Questões para estudo

Questão 2 (Complemento) Use a Tabela 3.3 para avaliar a adequação das duas formas de representação para algumas aplicações de SIG.

Justifique as afirmações abaixo:

- para a produção de cartas e em operações que requeiram maior precisão, a representação vetorial é mais adequada.
- as operações de álgebra de mapas são mais facilmente realizadas no formato matricial.

Tabela 3.3 Vantagens relativas das representações matricial e vetorial

Aspecto	Matricial	Vetorial
Volume de dados	Depende do tamanho da célula	Depende da densidade de vértices
Fontes de dados	Sensoriamento remoto, imagens	Dados sociais e ambientais
Aplicações	Recursos naturais, ambientais	Sociais, econômicas, administrativas
Software	SIG matricial, processamento de imagens	SIG vetorial, cartografia automatizada
Resolução	Fixa	Variável