PTR2355: Princípios de Geoprocessamento

CLAUDIO Luiz MARTE
José Alberto QUINTANILHA

2sem2011

Introdução e Justificativa

As mudanças no uso dos solos (urbanos) são, muitas vezes, decorrentes das mudanças ocorridas no sistema viário.

Por outro lado, grandes mudanças no cenário urbano induzem ou promovem a necessidade de mudanças ou introdução de novas facilidades de vias de transportes ainda não existentes numa região.

Particularmente em metrópoles como São Paulo, essas mudanças são rápidas e a detecção da mudança deve acompanhar essa aceleração.

Introdução e Justificativa

Uma das ferramentas com aplicação nessa direção é o uso das **imagens de satélites de sensoriamento remoto orbital** de alta resolução espacial e de sensores que operam fora do espectro visível, aliados a informações cadastrais e de fotografias aéreas.

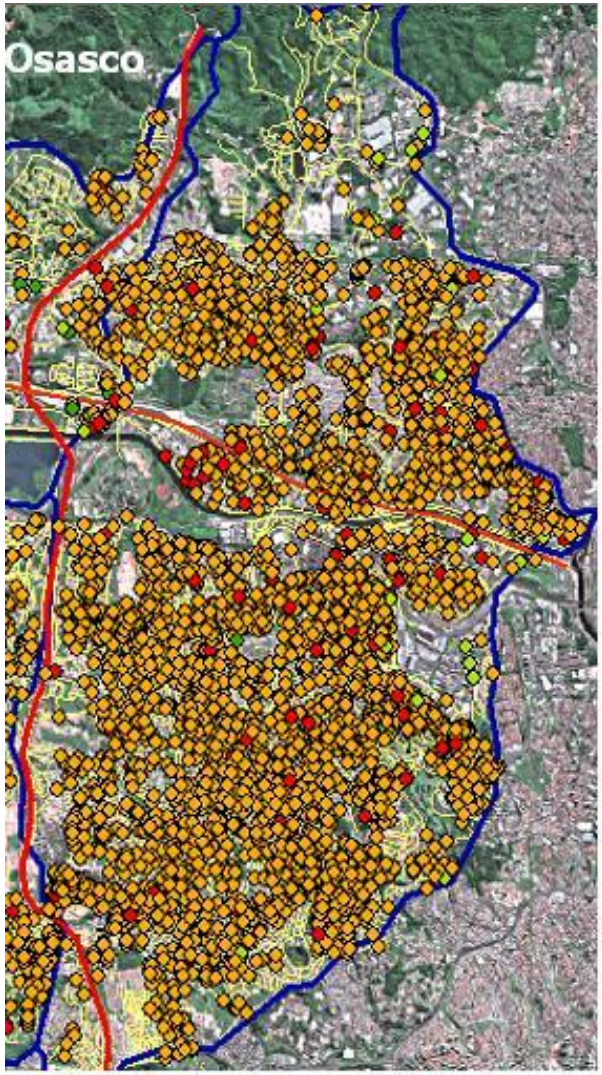
Um dos principais desafios para o uso dessas imagens de alta resolução espacial e dos produtos provenientes desses novos sensores, além do grande volume de dados, é o seu processamento e conseqüente extração de informações.

Objetivos da Disciplina

Introduzir os princípios da análise de imagens para a interpretação de dados de sensoriamento remoto em estudos urbanos relacionados às vias de transporte, com ênfase no processamento e classificação de imagens do espectro óptico;

Apresentar as vantagens da utilização dessas novas tecnologias para o mapeamento de mudanças no uso e ocupação de solos urbanos, provocadas por alterações no sistema viário.

Espacialização das empresas



Empresas Espacializadas por Quantidade de Funcionários (Porte) no Município de Osasco

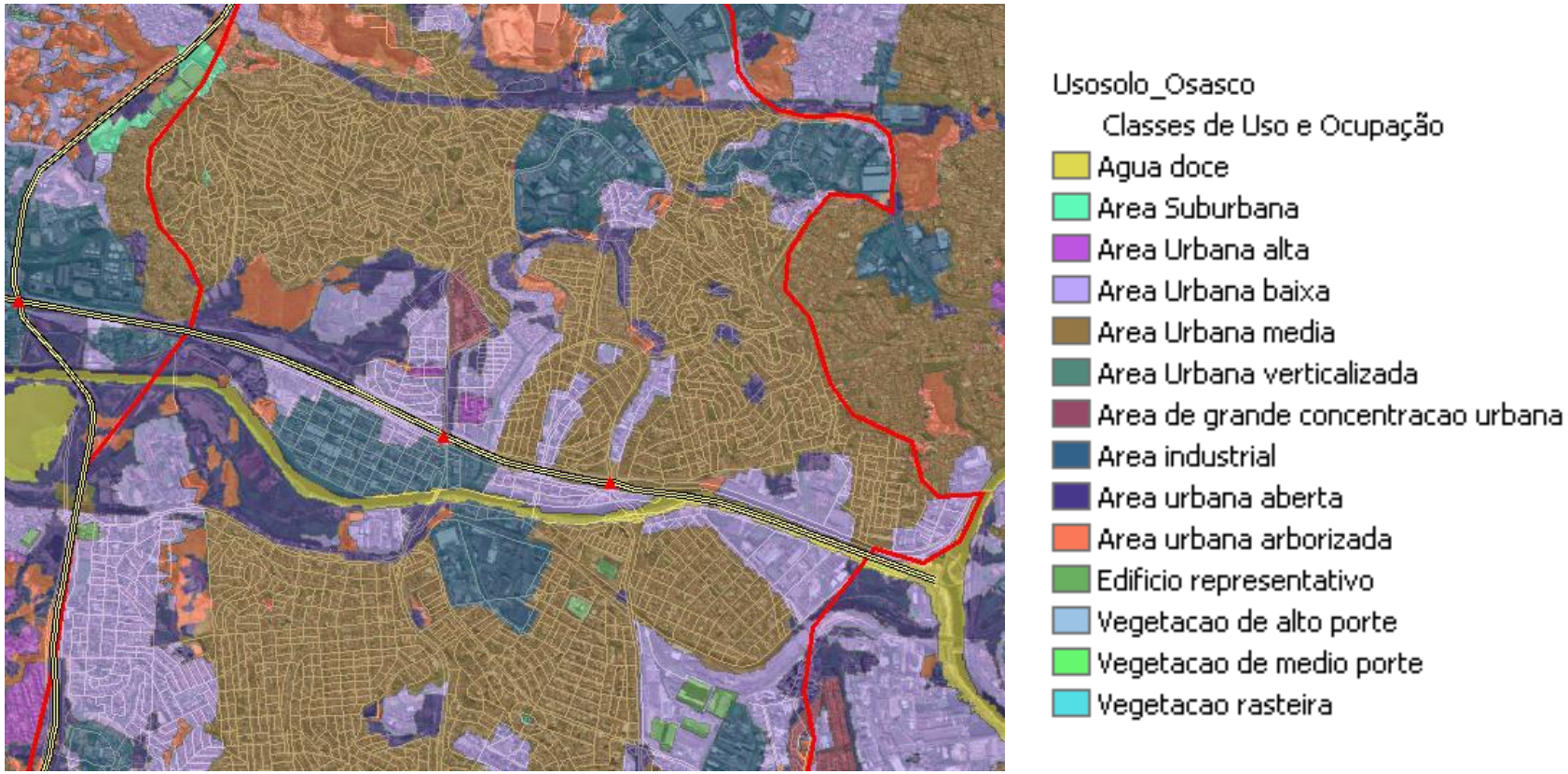
- Micro – 0 a 9
- Pequena – 10 a 49
- Média – 50 a 499
- Grande - > 500

Empresas_Osasco
Grupos de Empresas por código de atividade

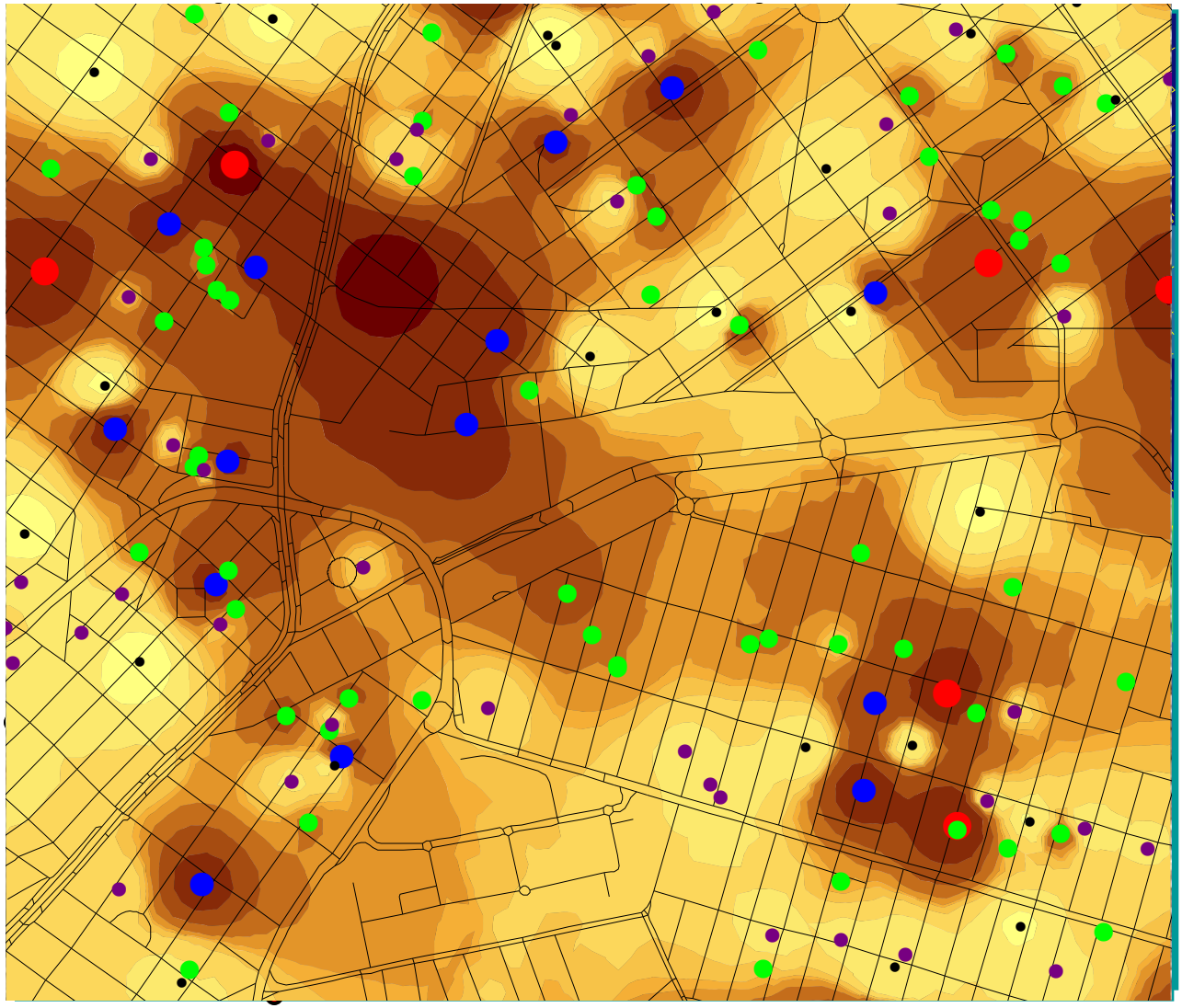
- ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, DEFESA E SEGURIDADE SOCIAL
- AGRICULTURA, PECUÁRIA, SILVICULTURA E EXPLORAÇÃO FLORESTAL
- ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO
- ATIVIDADES IMOBILIÁRIAS, ALUGUÉIS E SERVIÇOS PRESTADOS ÀS EMPRESAS
- COMÉRCIO, REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES
- CONSTRUÇÃO
- EDUCAÇÃO
- INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
- INDÚSTRIAS EXTRATIVAS
- INTERMEDIAÇÃO FINANCEIRA, SEGUROS, PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR
- ORGANISMOS INTERNACIONAIS E OUTRAS INSTITUIÇÕES EXTRATERRITORIAIS
- OUTROS SERVIÇOS COLETIVOS, SOCIAIS E PESSOAIS
- PESCA
- PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE, GÁS E ÁGUA
- SAÚDE E SERVIÇOS SOCIAIS
- SERVIÇOS DOMÉSTICOS
- TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E COMUNICAÇÕES

Resultados

- **Mapa temático de uso e ocupação do solo**



Informações Espaciais - Aplicações



Arruamento Digital

Setores Censitários

1991, 1996 e 2000

- Rendas mais altas
- Rendas mais baixas

Espacialização:

- Hospitais
- Escolas
- Industrias
- Áreas verdes
- Comércio

Análises DEA

- Áreas com alta eficiência na atratividade de empresas
- Áreas com baixa eficiência na atratividade de empresas

Bibliografia (Informações Espaciais)

- **Caderno Didático do INPE sobre SIG**. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/geodesastres/imagens/publicacoes/cadernos/Caderno4_sig.pdf

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

- RODRIGUES, M.; Cugnasca.; C.E.; Queiroz Filho, A.P. de. **Rastreamento de Veículos**. Oficina de Textos Editora, São Paulo, 2009.

- BURROUGH, P.A., Me DONNELL, R.A. 1998. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford Univ. Press, New York.

Fundamentos de Informações Espaciais

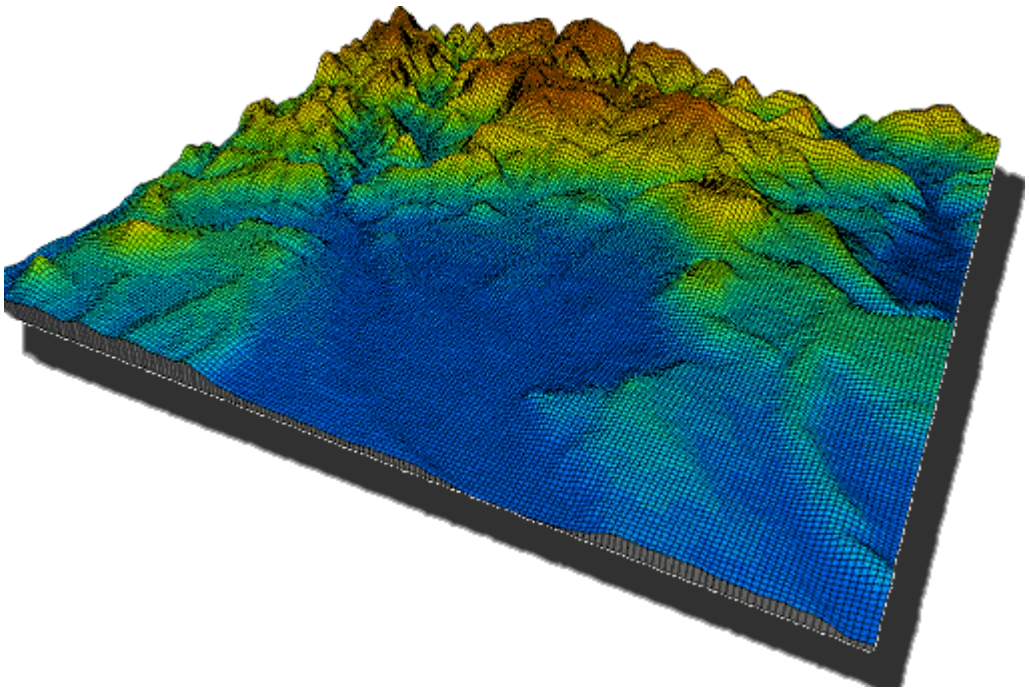
Área de Informações Espaciais

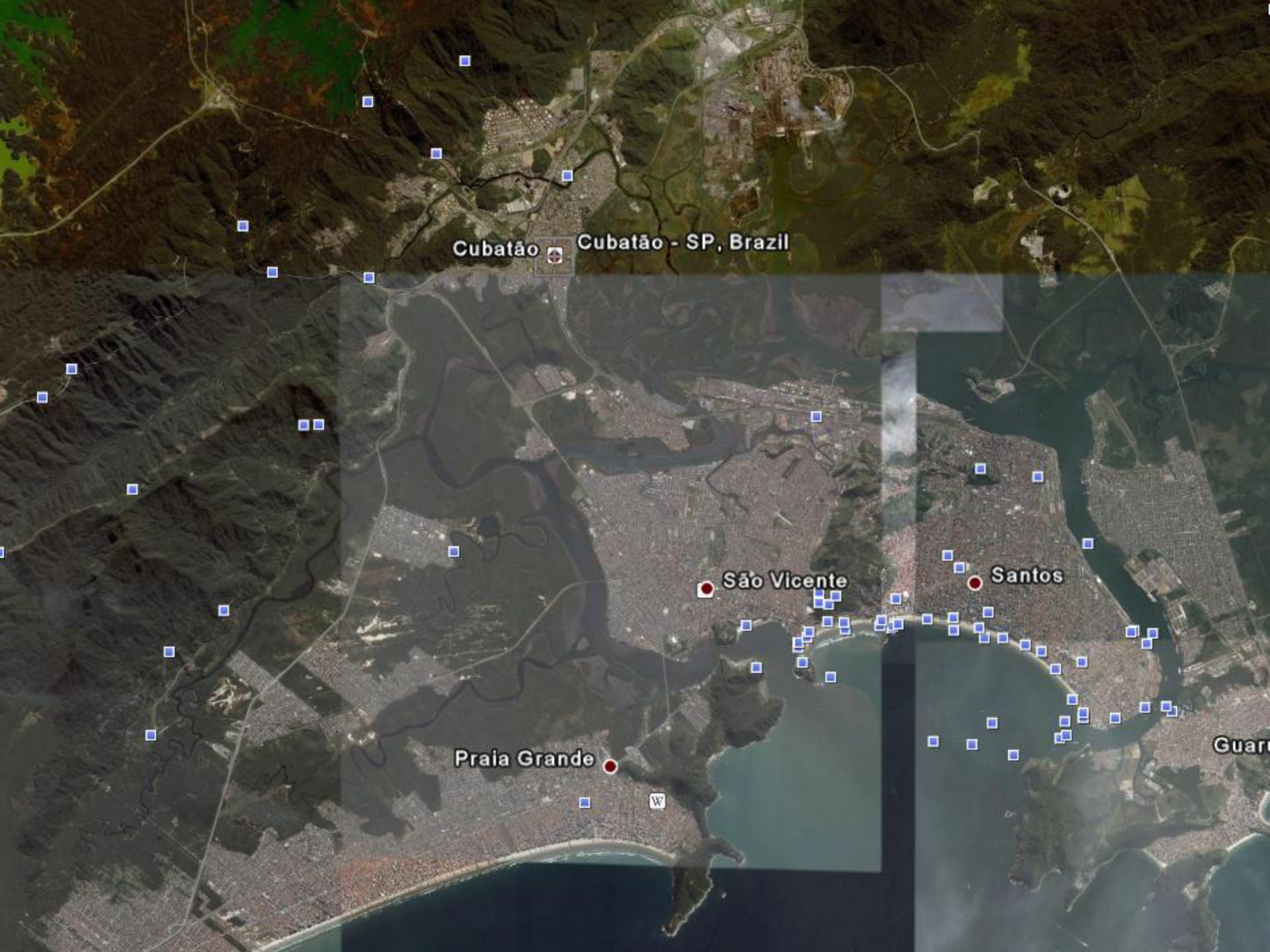
- Tem por interesse entes de natureza espacial. Ou seja entes cujos atributos relevantes são de natureza espacial.

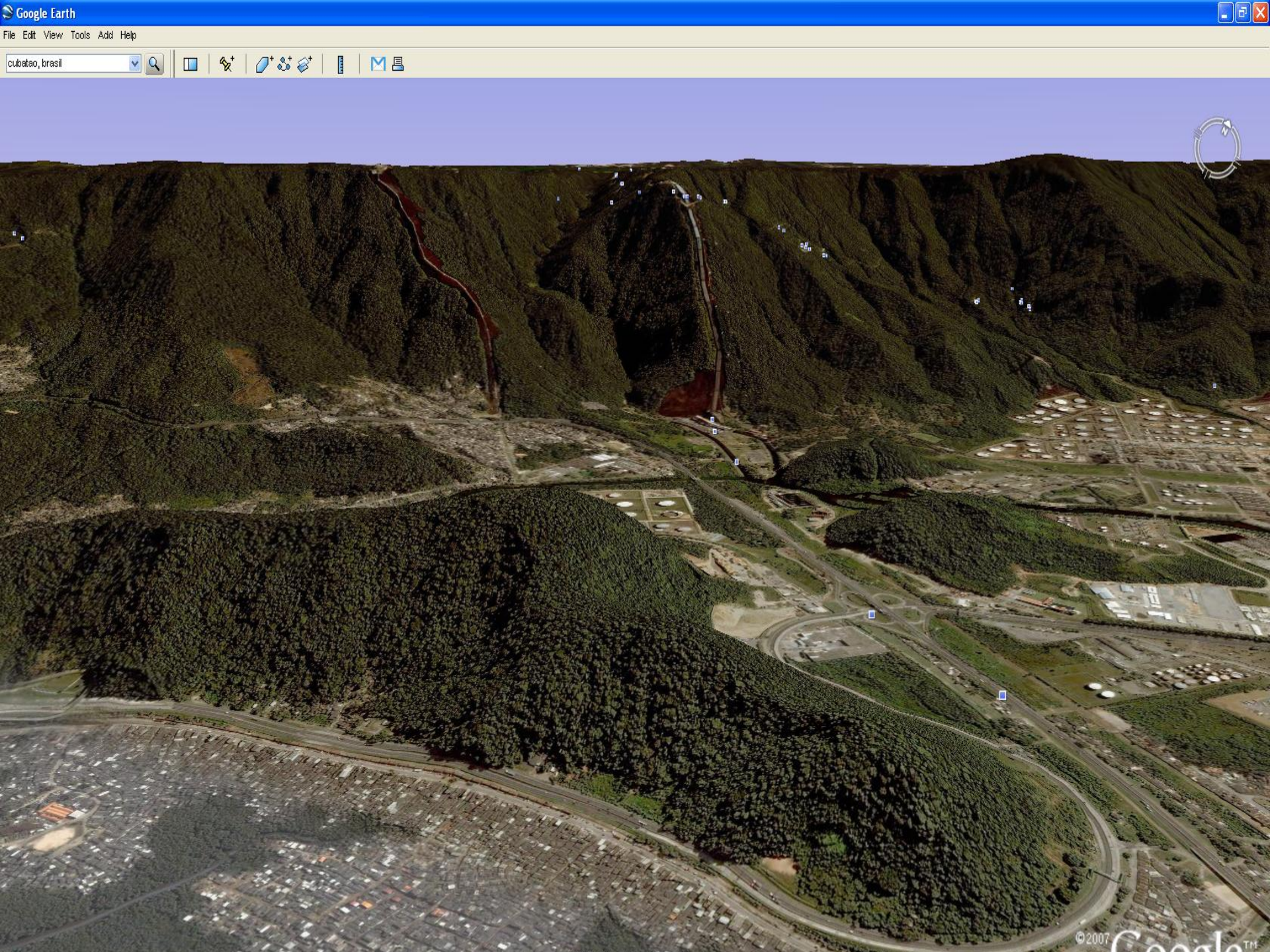
- Tem por interesse a locação de entes, a aquisição de dados, a modelagem, a concepção, o projeto, o desenvolvimento e a implementação de sistemas de informação espacial

MODELOS PARA REPRESENTAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS

Agenda 1




Cubatão
Cubatão - SP, Brazil
São Vicente
Santos
Praia Grande


Google Earth
File Edit View Tools Add Help
cubatao, brasil
©2007 Google

Modelagem de Dados Espaciais

Surgem, então, modelos e meios para a representação de dados espaciais, baseados nas seguintes premissas:

- A Existência de Fenômenos e Objetos Convencionais: com ou sem referência espacial;
- Aspectos Espaciais: possibilidade de modelagem das características espaciais;
- Relacionamentos espaciais: diferenciação dos demais relacionamentos;
- Aspectos Temporais: características temporais dos dados e fenômenos;

- **Múltiplas Representações**: possibilidade do fenômeno ter mais de uma representação espacial:
  - ✓ **Representações matriciais;**
  - ✓ **Representações vetoriais.**

Conceitos Fundamentais (1)

O espaço geográfico é modelado segundo duas visões:

- o Modelo de Campos (Matricial) [Raster] e
- o Modelo de Objetos (Vetorial).

Conceitos Fundamentais (2)

- No *modelo de campos (matricial/Raster)* o mundo real é visto como uma superfície contínua, onde os entes espaciais variam continuamente no espaço.
  - ✓ Um mapa de um atributo geoquímico (teor de areia, por exemplo) associa o teor deste mineral a cada ponto do mapa e descreve a sua distribuição espacial.

- O *modelo de objetos (vetorial)*, também conhecido como *visão de objetos*, representa o mundo real como entes identificáveis no espaço.
  - ✓ Num cadastro urbano espacial, os lotes de um município são identificados de forma individual, com atributos que o distinguem dos demais.

Conceitos Fundamentais (3)

- Modelo de campos (raster)

  Foco no espaço e o que nele há

- Modelo de objetos (vetorial)

  Foco no ente e onde ele está

Modelo de Campos

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

Representação Matricial (Raster)

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

- Exemplo: imagens de satélites.

Tipos de valores que podem ser atribuídos às células :

- ✓ Valores inteiros
- ✓ Valores reais
- ✓ Alfanuméricos

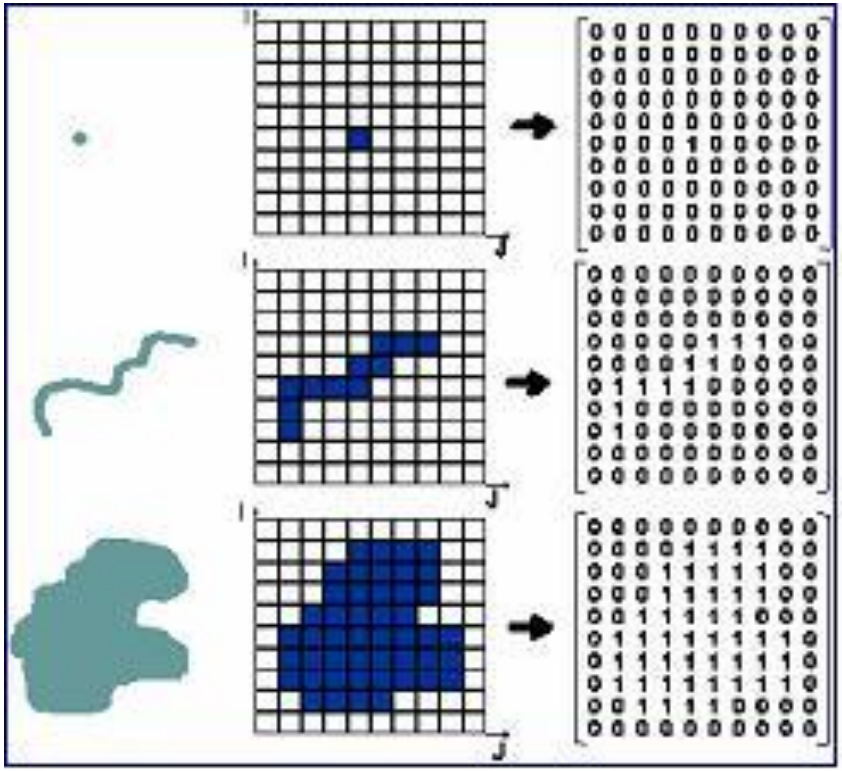
Representação Matricial (Raster)

- Formato compatível scanners e sensores

- É mais adequada para representar feições ou fenômenos contínuos no espaço, como:

  elevação, precipitação, declividade, teores...

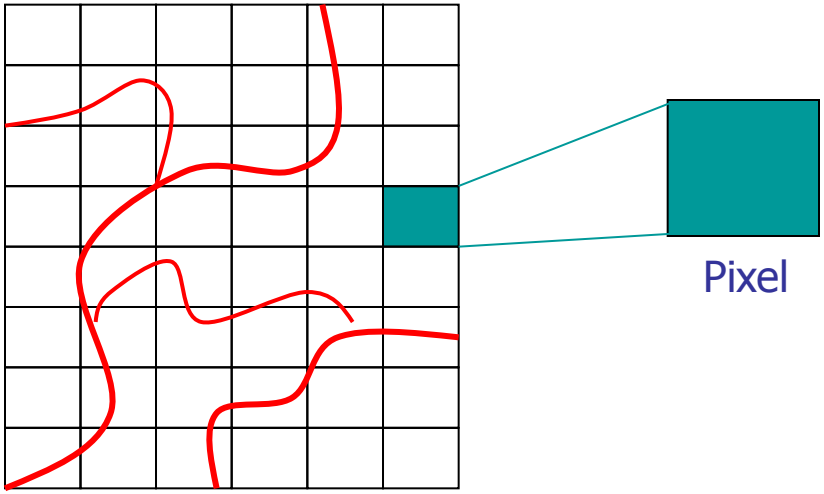
Representação Matricial



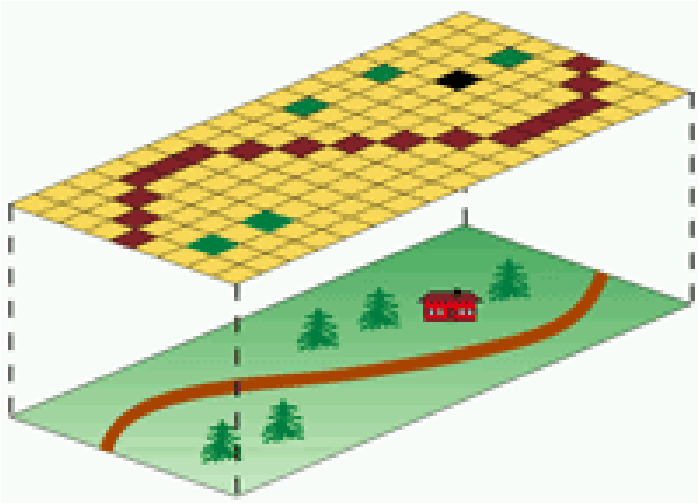
Entes são representados por células subjacentes aos quais estão associados valores

Representação Matricial (1)

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

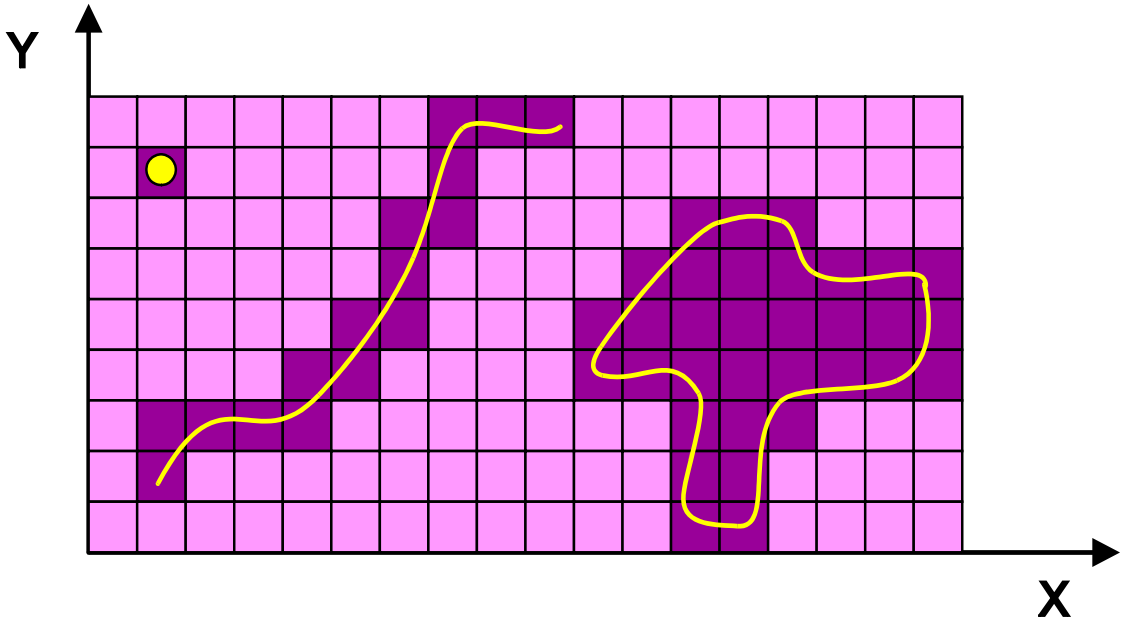


Grid de Células



Representação do mundo real no modelo matricial

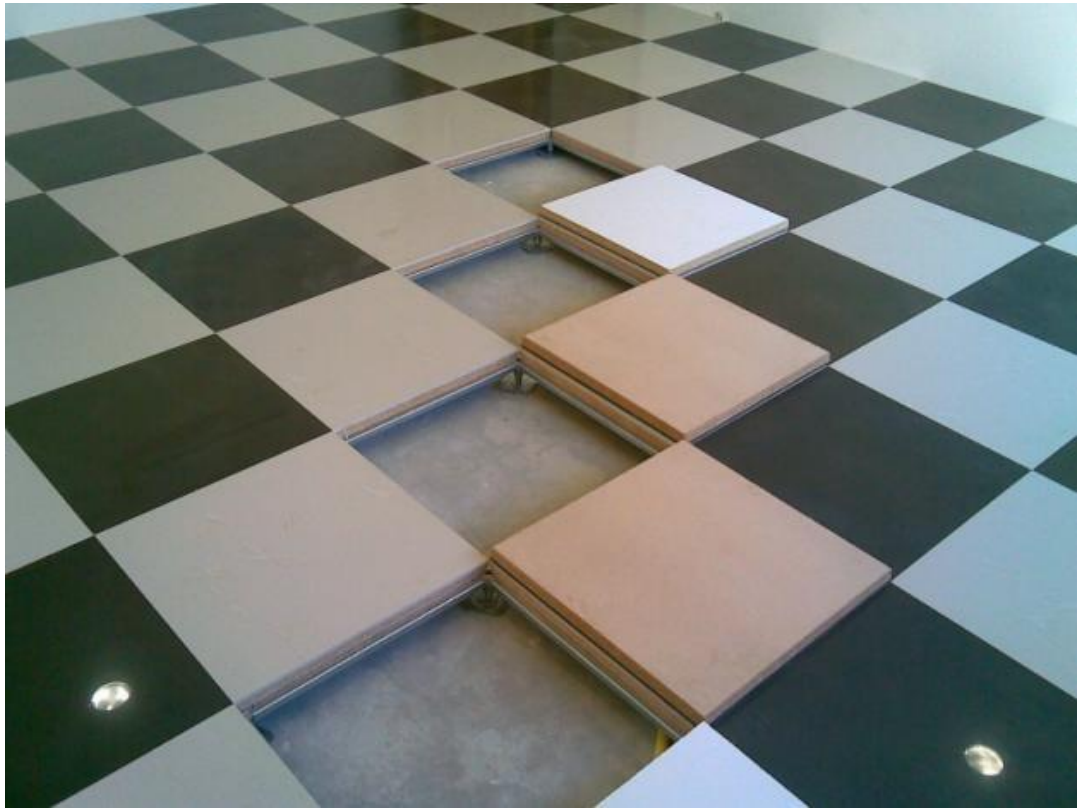
Representação Matricial (2)

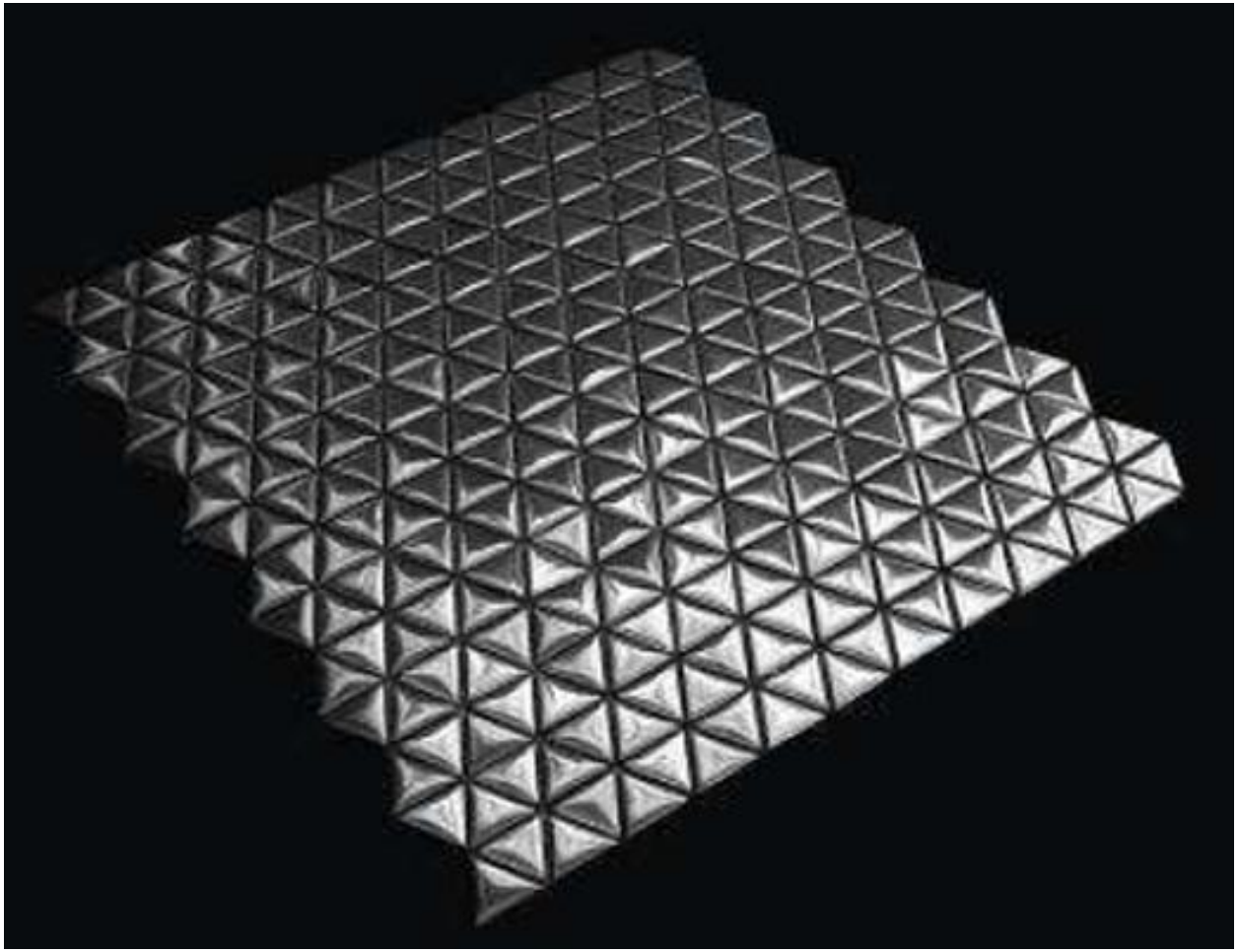


0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Representação Matricial - formas

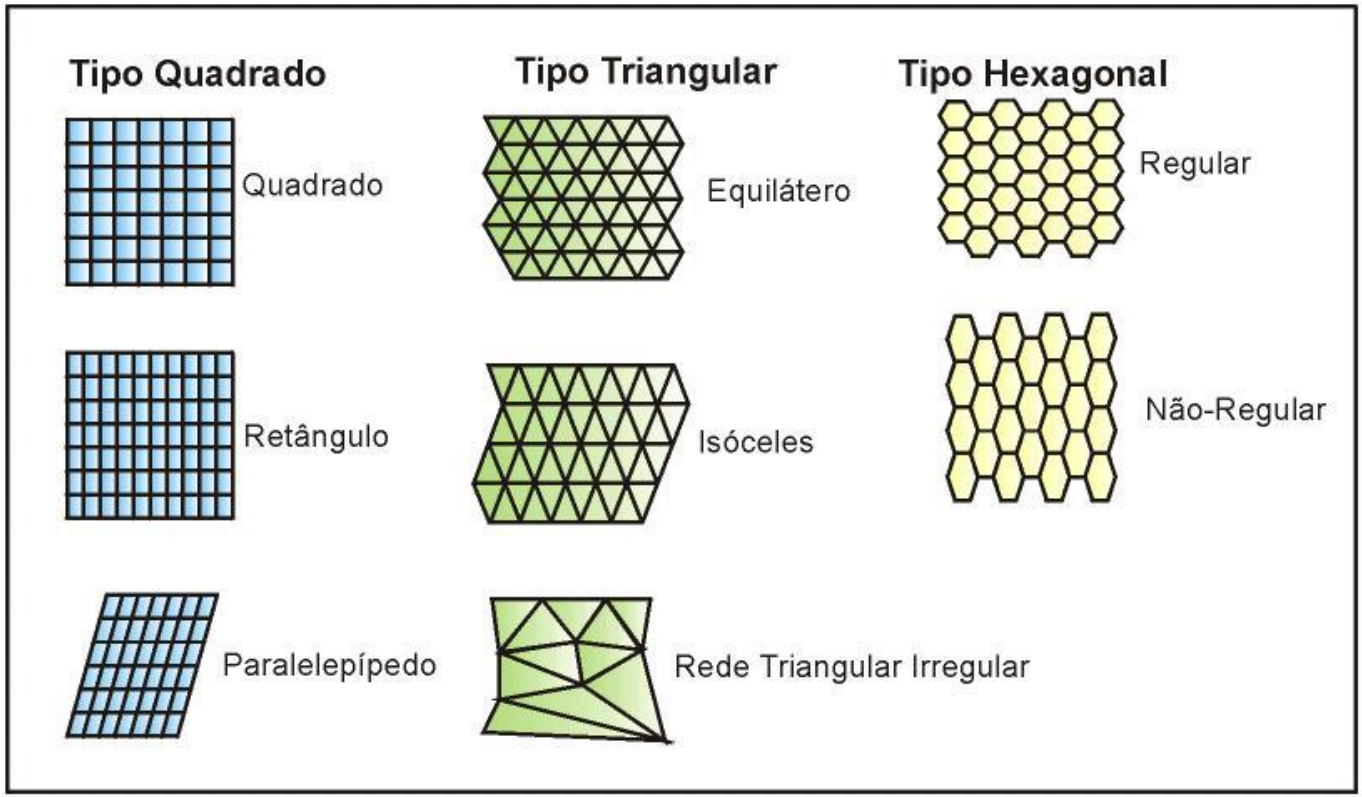
- Somente três polígonos regulares permitem cobertura homogênea do espaço:
  - Quadrados (Usados na maioria dos casos);
  - Triângulos eqüiláteros;
  - Hexágonos regulares.





Representação Matricial - figuras

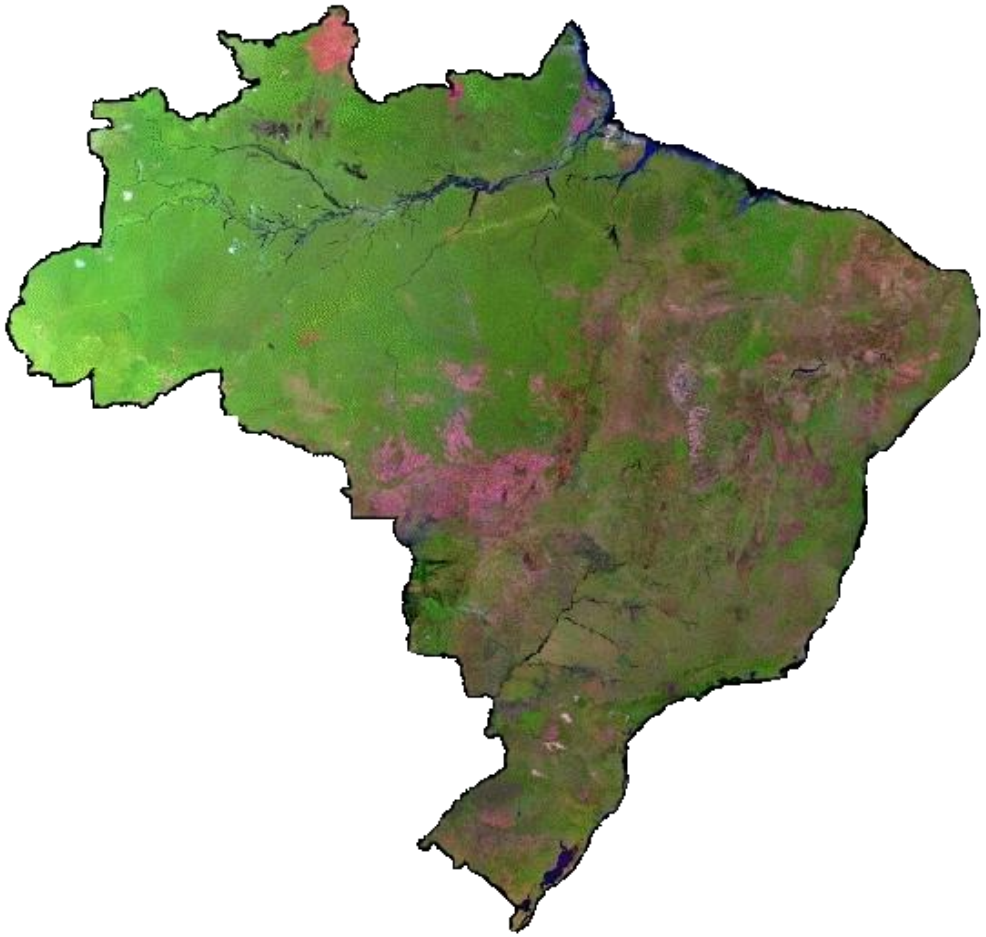
Raster – Formas geométricas regulares



Formatos Geométricos de células raster.
FONTE : A. Jon Kimerling, Associação Cartográfica Internacional. Versão em Português: UNESP – Campus de Presidente Prudente, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

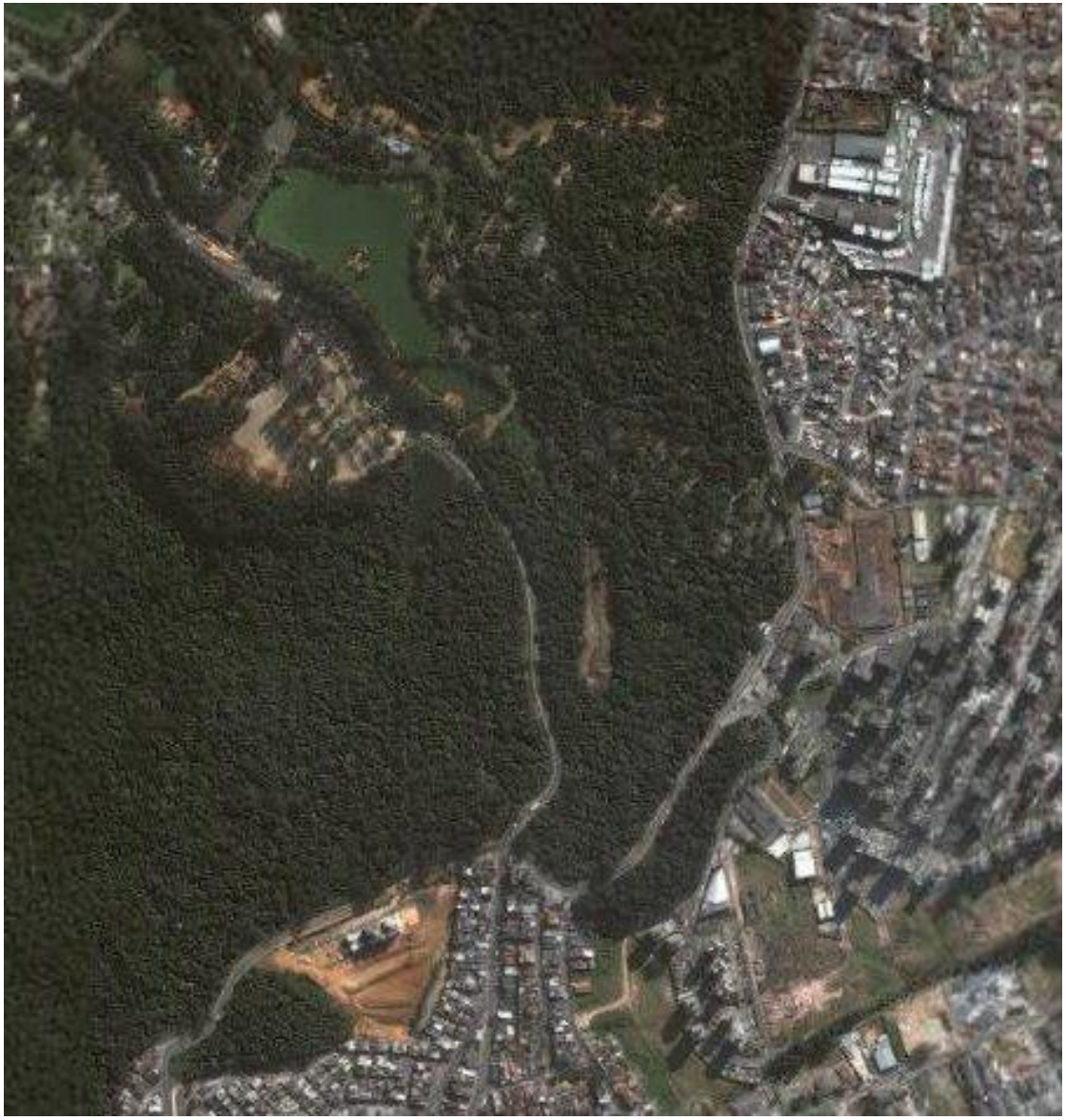
Representação Matricial – exemplo (1)

Imagens
de Satélite

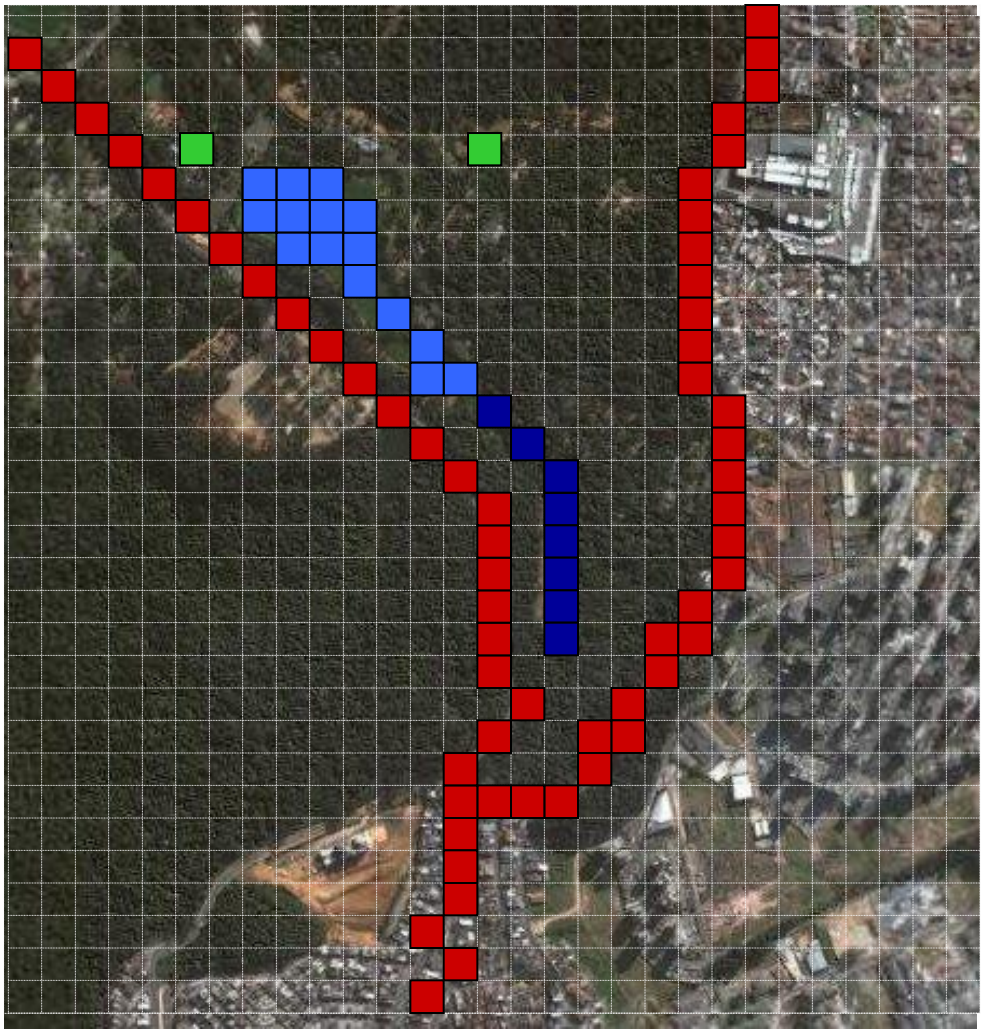


Mosaico de Imagens de Satélite do Brasil

Representação Matricial – exemplo (2A)



Representação Matricial – exemplo (2B)



Modelo de Objetos (1)

No Modelo Vetorial (de Objetos) o mundo é representado por:

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

Modelo de Objetos (2)

- É ideal para representar entes com distribuição espacial discreta
  - ✓ Exemplo: torres de telefonia, postes e ruas.
- Entes com localização geográfica, forma e os contornos bem definidos;
- Gera menores volumes de informação do que o modelo matricial (Raster);

Modelo de Objetos (3)

- Facilitam a representação de <u>relações topológicas:</u>
  - Conectividade
  - Pertinência
  - Adjacência
  - .....

Amassar o mapa !

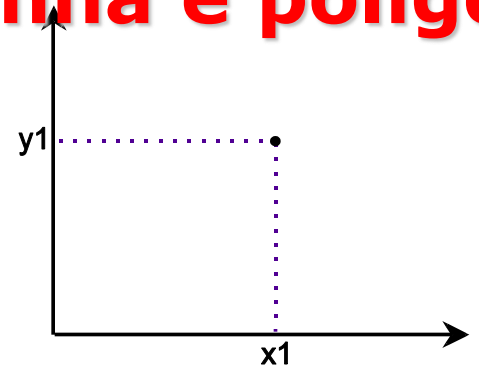
Representação Vetorial

- Associa entes a pontos, linhas e polígonos referencidos por um sistema de coordenadas.

- Exemplos
  - Ponto (ex: poste)
  - Linha (ex: estrada)
  - Polígono (ex: quadra)

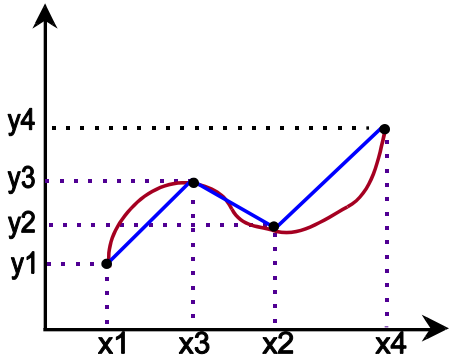
Representação Vetorial: ponto, linha e polígono

- Ponto



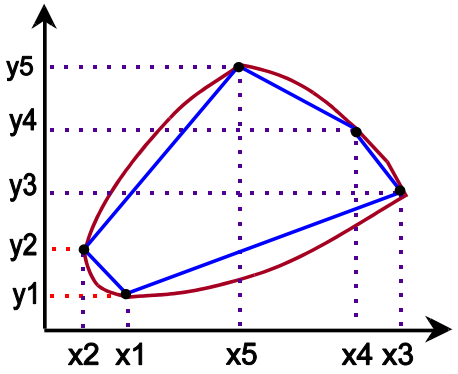
x1, y1

- Linha



x1, y1
x2, y2
x3, y3
x4, y4

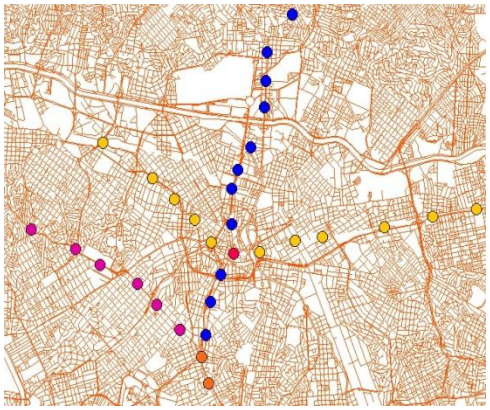
- Polígono



x1, y1
x2, y2
x3, y3
x4, y4
x5, y5
x1, y1

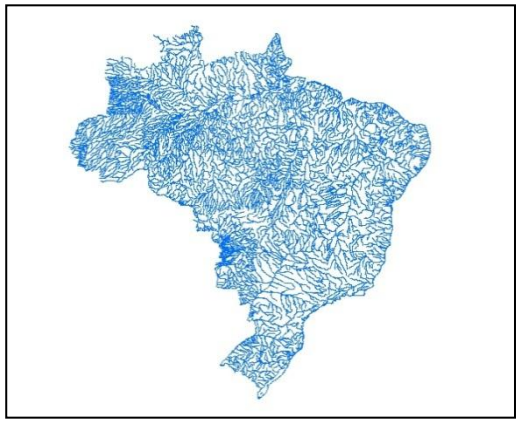
Representação Vetorial – exemplos (1A)

- Pontos



Pontos representando a localização de estações de Metrô

- Linhas



Linhas representando Hidrografia

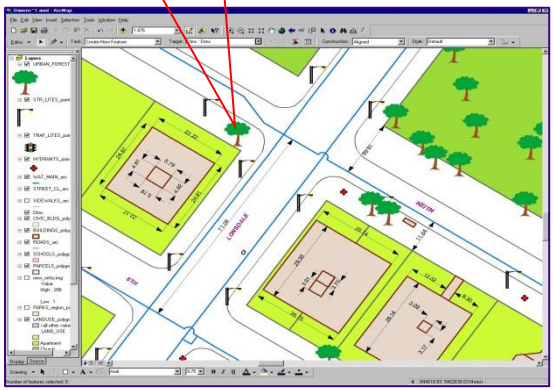
- Polígonos

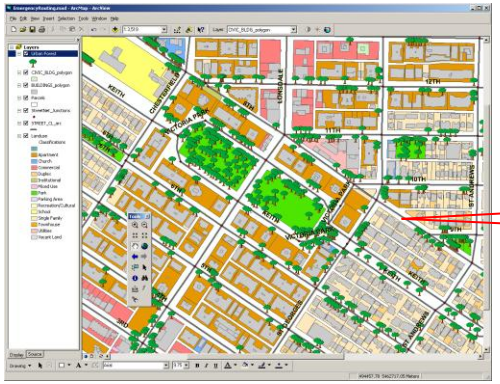
Polígonos representando os Estados brasileiros

Representação Vetorial – exemplos (1B)

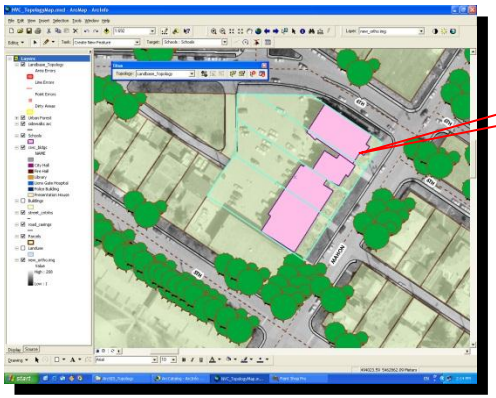
Os entes vetoriais (ponto, linha e polígono) simbolizam o mundo real.

Ponto = Árvore



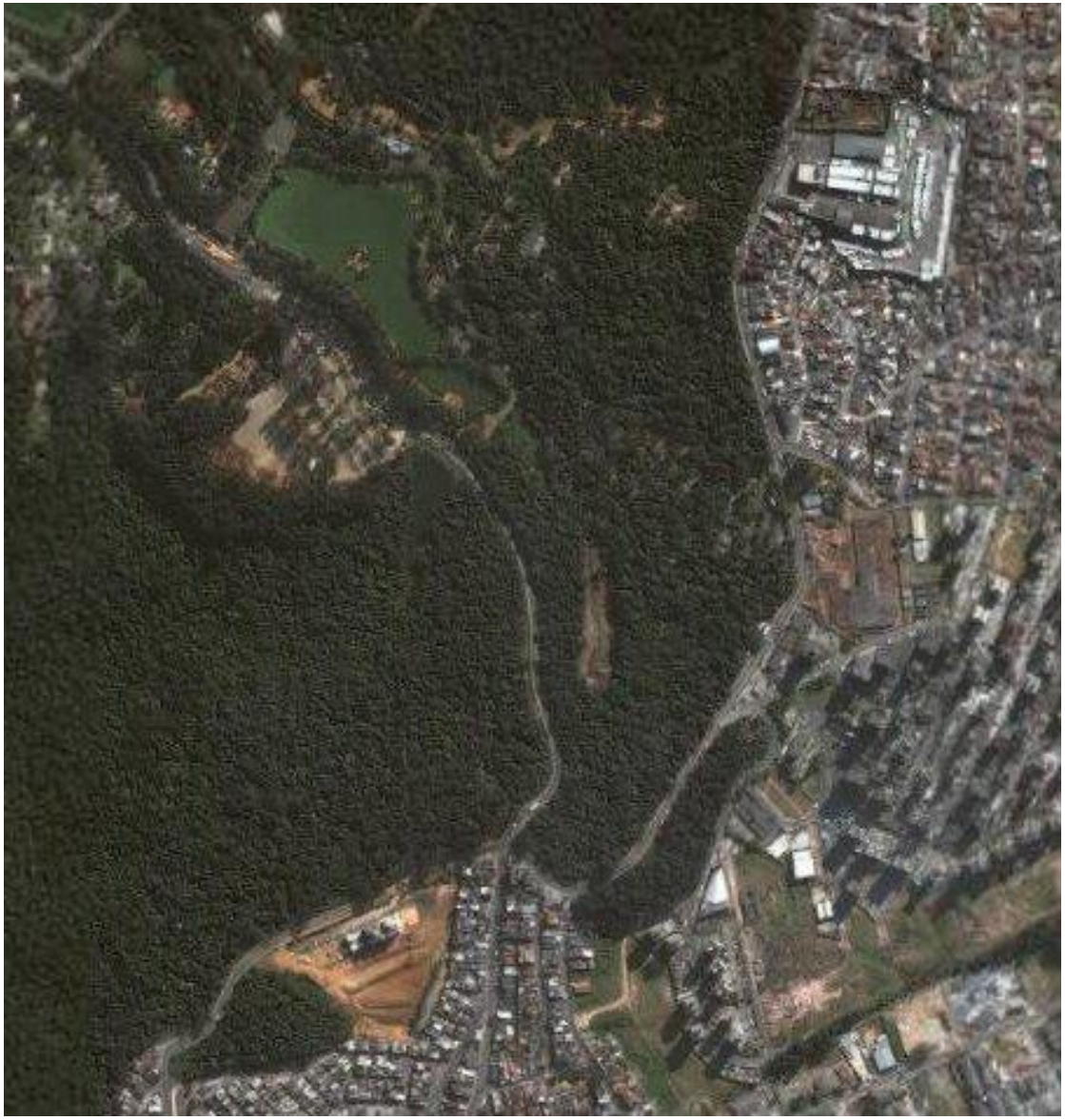


Linhas = Ruas



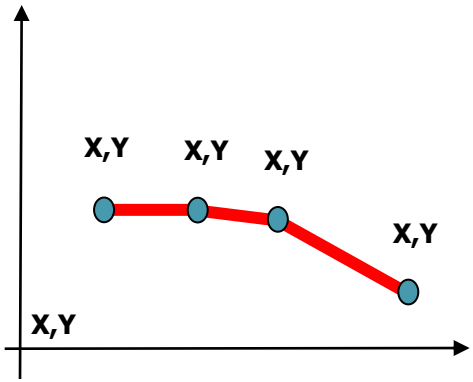
Polígonos = Lotes

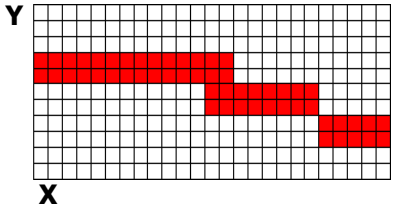
Representação Vetorial – exemplos (2A)



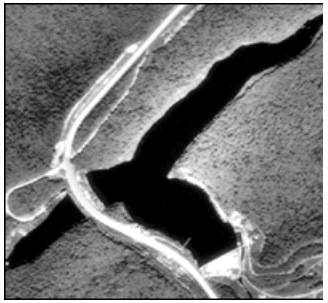
Representação Vetorial – exemplos (2B)

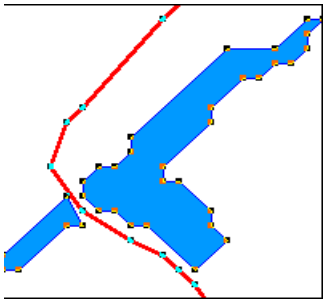
O Mundo Real representado nos formatos Vetorial e Matricial

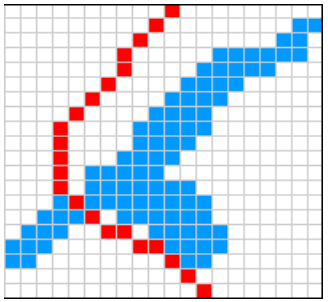




Rodovia representada nos formatos vetorial (à esquerda) e matricial (à direita)

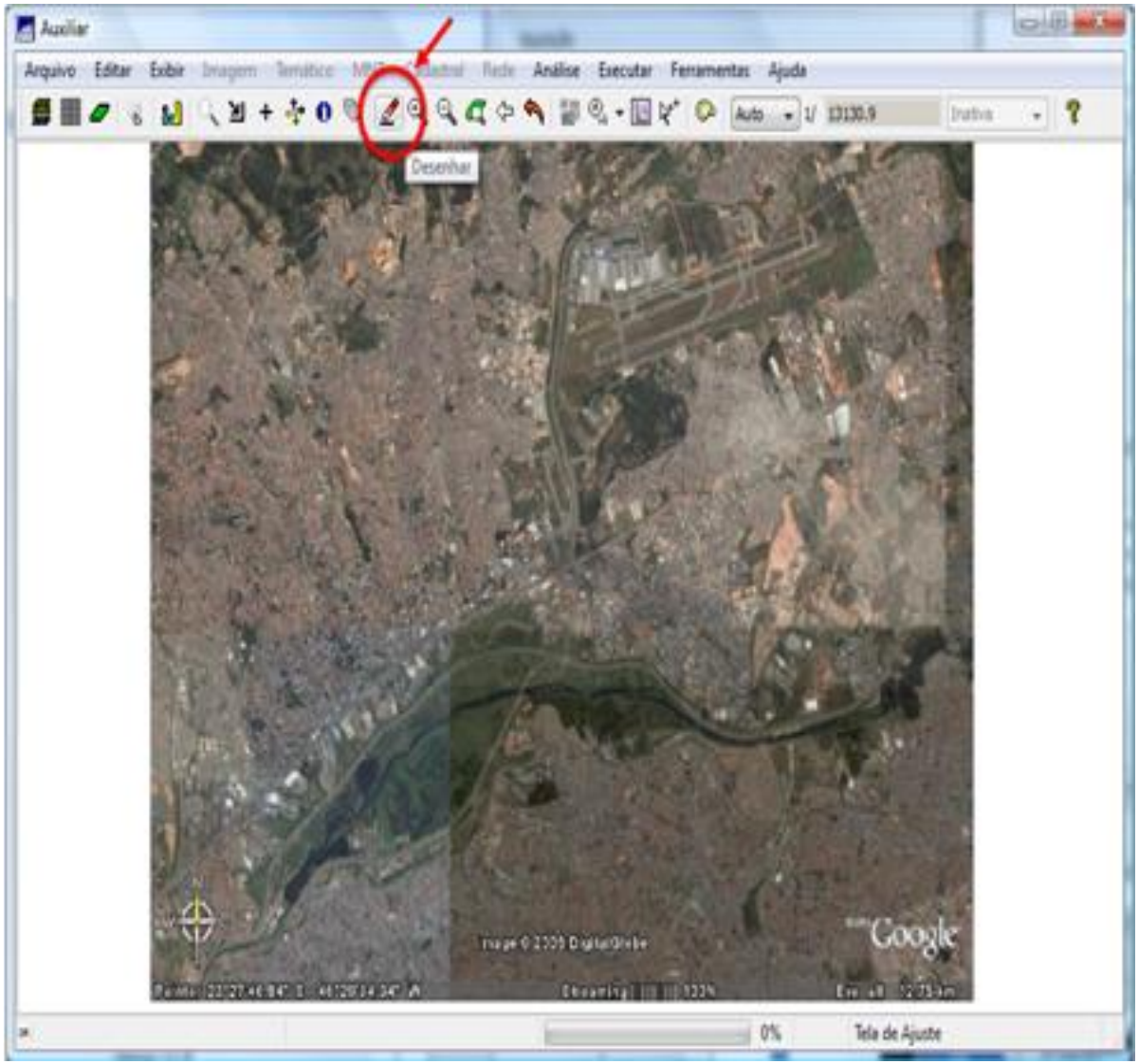






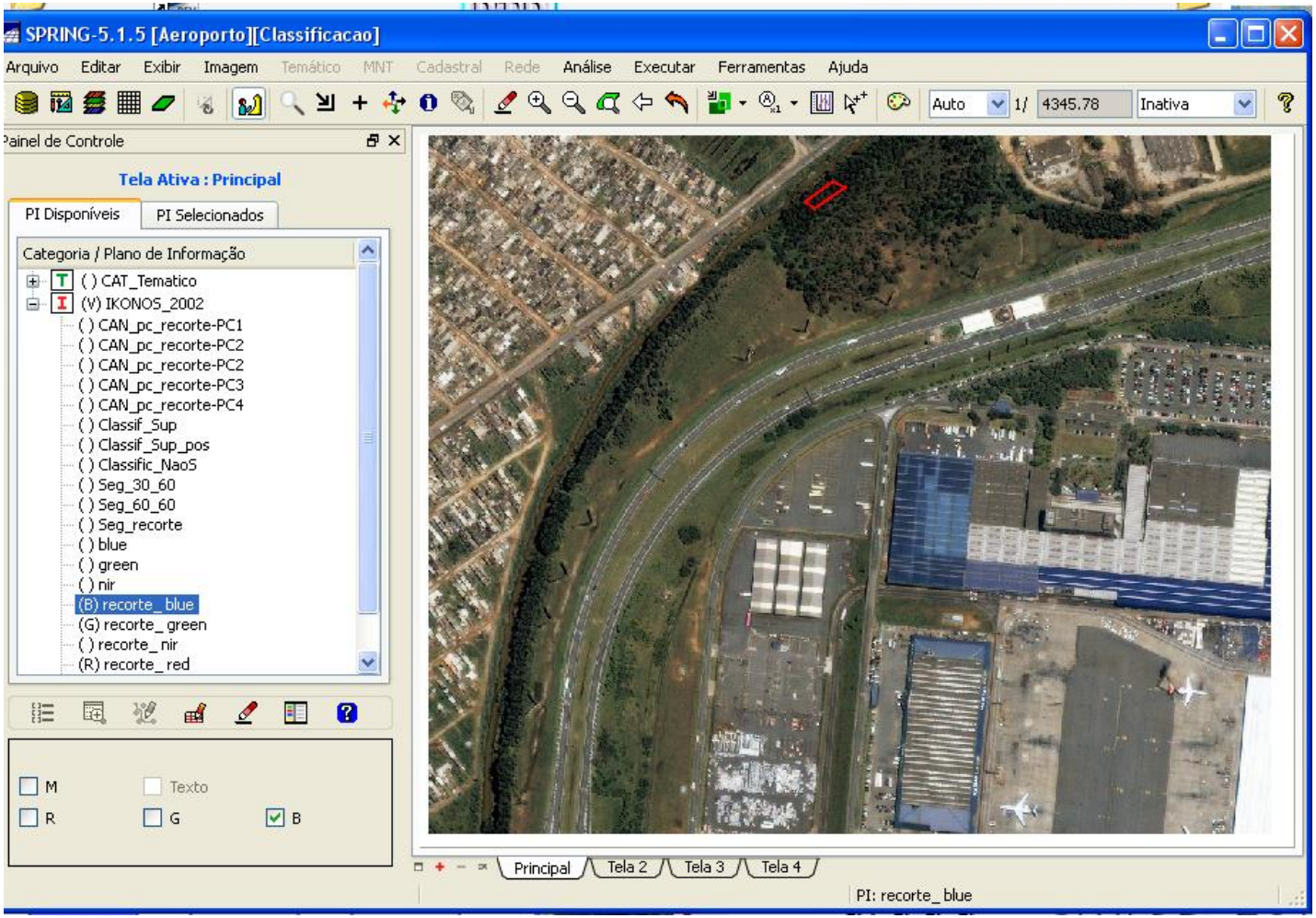
Rios representados nos formatos vetorial (à esquerda) e matricial (à direita)

Lab SIG: Aeroporto de Guarulhos

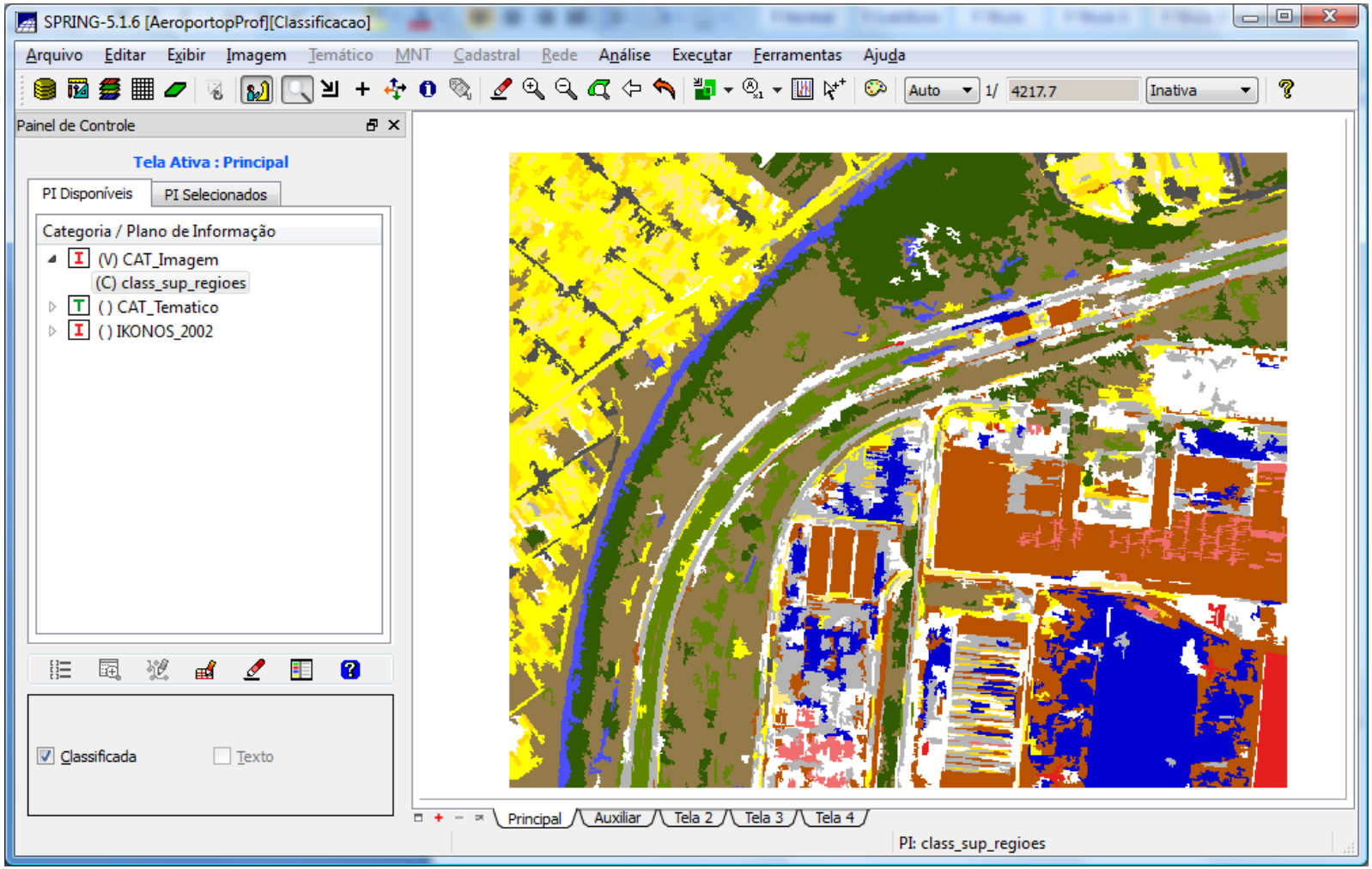


Lab SIG: Aeroporto de Guarulhos

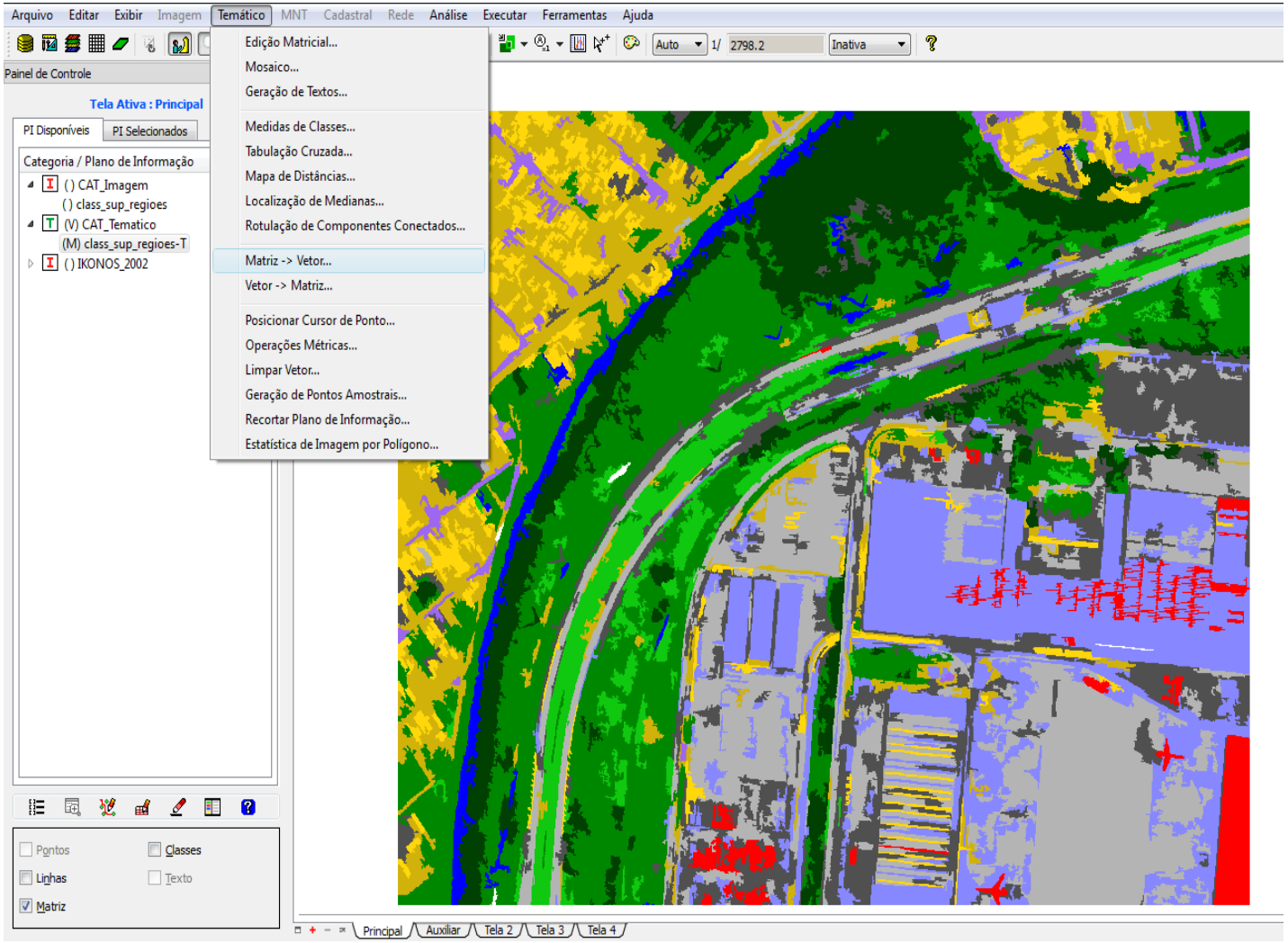
Lab SIG: Aeroporto de Guarulhos



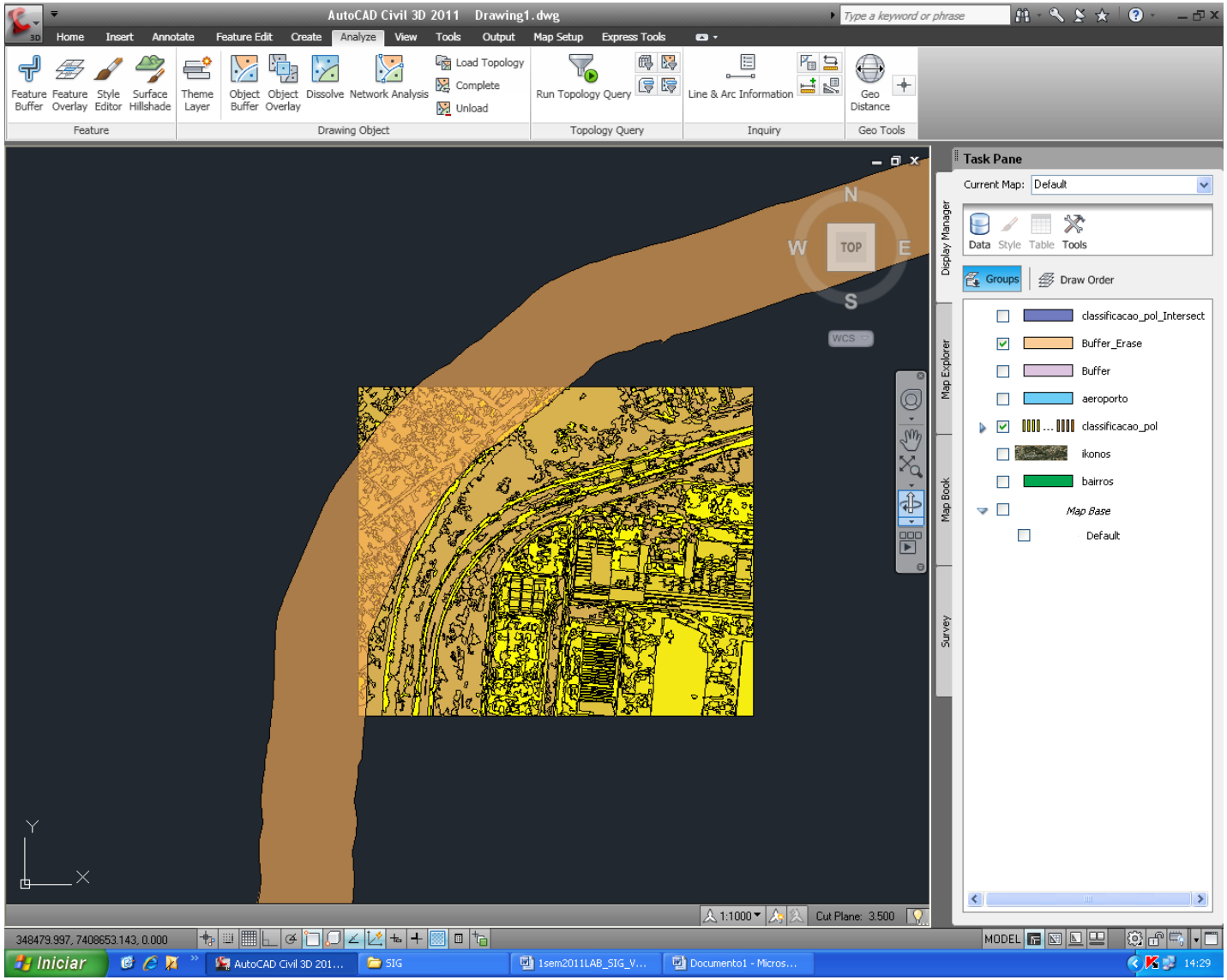
Lab SIG: Matriz → Vetor



Lab SIG: Matriz → Vetor



Lab SIG


AutoCAD Civil 3D 2011 Drawing1.dwg
Home
Insert
Annotate
Feature Edit
Create
Analyze
View
Tools
Output
Map Setup
Express Tools
Feature Buffer
Feature Overlay
Style Editor
Surface Hillshade
Theme Layer
Object Buffer
Object Overlay
Dissolve
Network Analysis
Load Topology
Complete
Unload
Run Topology Query
Line & Arc Information
Geo Distance
Feature
Drawing Object
Topology Query
Inquiry
Geo Tools
Task Pane
Current Map: Default
Data
Style
Table
Tools
Groups
Draw Order
classificacao_pol_Intersect
Buffer_Erase
Buffer
aeroporto
classificacao_pol
ikonos
bairros
Map Base
Default
Display Manager
Map Explorer
Map Book
Survey
N
W
TOP
E
S
WCS
Y
X
1:1000
Cut Plane: 3.500
348479.997, 7408653.143, 0.000
MODEL
Iniciar
AutoCAD Civil 3D 201...
SIG
1sem2011LAB_SIG_V...
Documento1 - Micros...
14:29

Representações: escolha

A escolha entre a representação matricial e vetorial para um mapa temático depende do objetivo em vista.

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.

No entanto, para um mesmo grau de precisão, o espaço de armazenamento necessário para uma representação matricial é substancialmente maior.

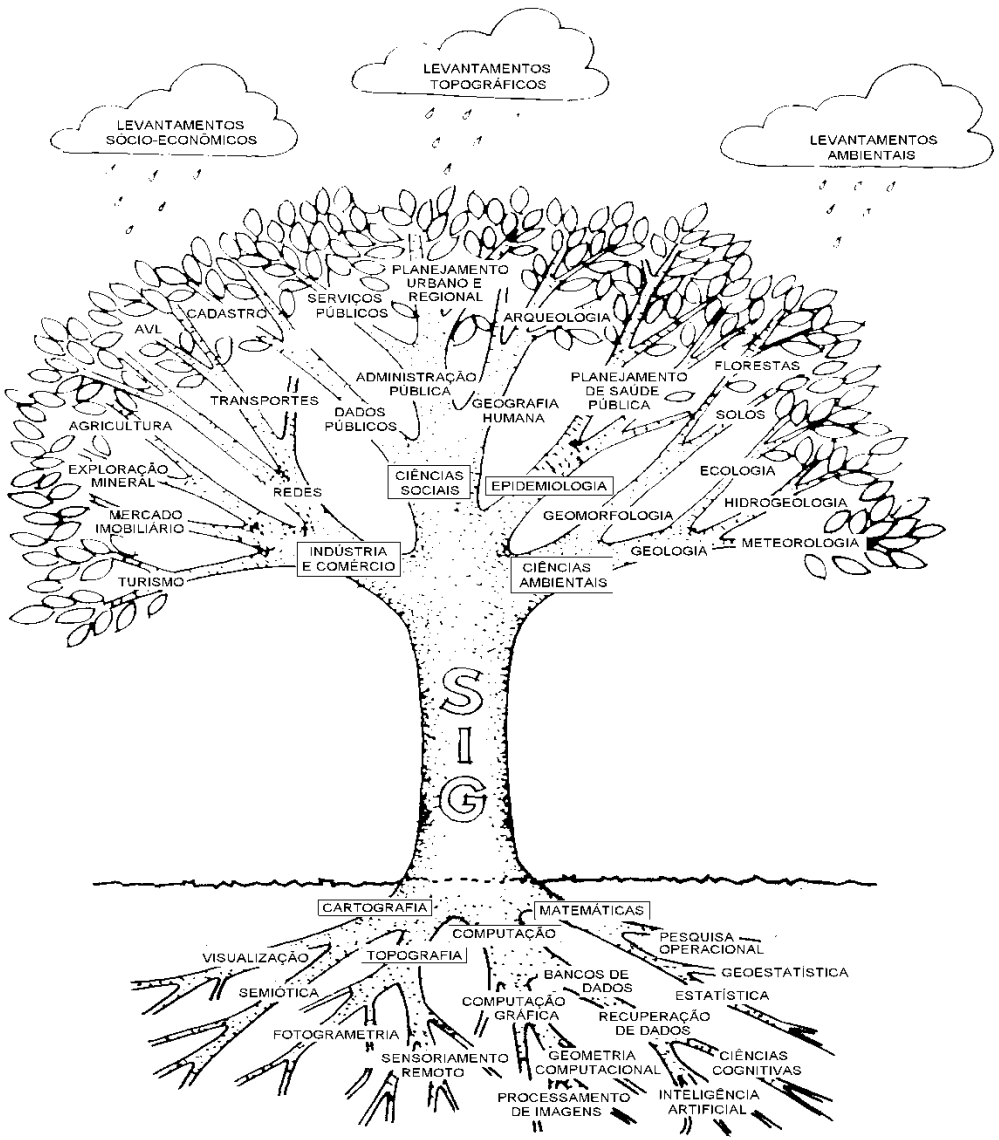
SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Agenda 2

Sistemas de Informações Geográficas

São sistemas que visam a coleta, armazenamento,manipulação, análise e apresentação de informações sobre entes de expressão espacial

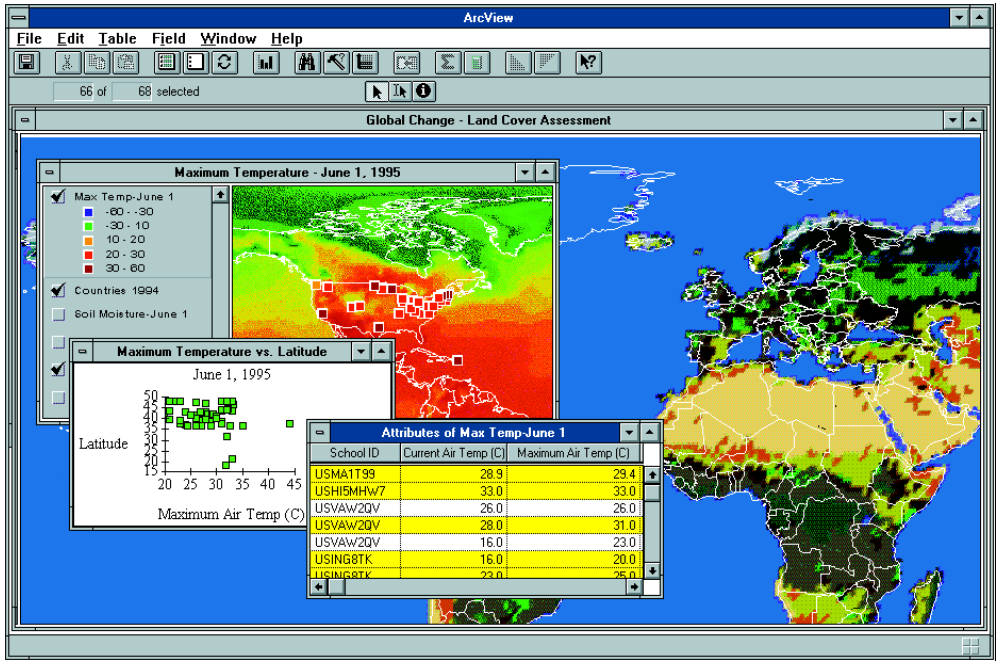
A árvore SIG


LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS
LEVANTAMENTOS SÓCIO-ECONÔMICOS
LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS
PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL
SERVIÇOS PÚBLICOS
CADASTRO
AVL
ARQUEOLOGIA
FLORESTAS
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
PLANEJAMENTO DE SAÚDE PÚBLICA
TRANSPORTES
GEOGRAFIA HUMANA
SOLOS
DADOS PÚBLICOS
AGRICULTURA
EXPLORAÇÃO MINERAL
CIÊNCIAS SOCIAIS
EPIDEMIOLOGIA
ECOLOGIA
REDES
HIDROGEOLOGIA
MERCADO IMOBILIÁRIO
GEOMORFOLOGIA
INDÚSTRIA E COMÉRCIO
GEOLOGIA
METEOROLOGIA
TURISMO
CIÊNCIAS AMBIENTAIS
S
I
G
CARTOGRAFIA
MATEMÁTICAS
COMPUTAÇÃO
PESQUISA OPERACIONAL
VISUALIZAÇÃO
TOPOGRAFIA
BANCOS DE DADOS
GEOESTATÍSTICA
SEMIÓTICA
ESTATÍSTICA
COMPUTAÇÃO GRÁFICA
RECUPERAÇÃO DE DADOS
FOTOGRAMETRIA
SENSORIAMENTO REMOTO
GEOMETRIA COMPUTACIONAL
CIÊNCIAS COGNITIVAS
PROCESSAMENTO DE IMAGENS
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Componentes de um SIG

- **Software**
- **Hardware**
- **Banco de dados**
- **Componentes Organizacionais**

Software


ArcView
File Edit Table Field Window Help
66 of 68 selected
Global Change - Land Cover Assessment
Maximum Temperature - June 1, 1995
Max Temp-June 1
-60 - -30
-30 - 10
10 - 20
20 - 30
30 - 60
Countries 1994
Soil Moisture-June 1
Maximum Temperature vs. Latitude
June 1, 1995
Latitude
Maximum Air Temp (C)
Attributes of Max Temp-June 1
School ID | Current Air Temp (C) | Maximum Air Temp (C)
USMA1T99 | 28.9 | 29.4
USHI5MHW7 | 33.0 | 33.0
USVAW2QV | 26.0 | 26.0
USVAW2QV | 28.0 | 31.0
USVAW2QV | 16.0 | 23.0
USING8TK | 16.0 | 20.0

Software / BD

- Características
- Softwares mais utilizados (livres)
- Bancos de Dados
- Natureza Espacial dos Dados
- Funcionalidades e Operações

Software - Características

- **Customização**
  - possibilidade e facilidade que o *software* oferece para criar rotinas e comandos específicos de interesse, de forma a facilitar o uso

- **Tratamento de Imagens**
  - Processamento de imagens

- **Análises**
  - pesquisas espaciais (e por atributos), interpolação, conectividade, proximidade e adjacência, entorno, sobreposição etc.

- **Saída**
  - mapas, imagens, gráficos etc..

Software

- Características
- Softwares mais utilizados (livres)
- Bancos de Dados
- Natureza Espacial dos Dados
- Funcionalidades e Operações

Softwares mais utilizados

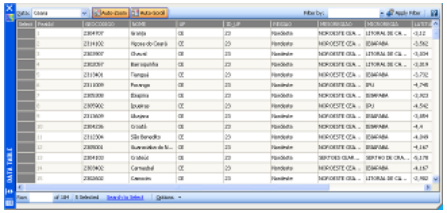
- **ArcGIS** (http://esri.com/software/arcgis) EUA:
  - Escalável: ArcView / ArcEditor / ArcInfo
  - Extensões: Análise espacial, topográfica, geoestatística, impressão, etc.

- **GeoMedia** (http://intergraph.com) EUA:
  - Um dos dois mais populares
  - Especialista na integração de dados

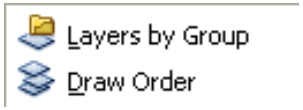
- **Autodesk MAP** (http://autodesk.com) EUA:
  - Grande difusão no mercado CAD, o que facilita o treinamento
  - Vem agregando cada vez mais funcionalidades SIG

- **MapInfo** (http://mapinfo.com) EUA:
  - Flexibilidade e facilidade de se incorporar a outros aplicativos

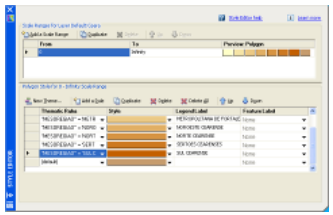
Lab SIG: Civil 3D (AutoCad MAP)



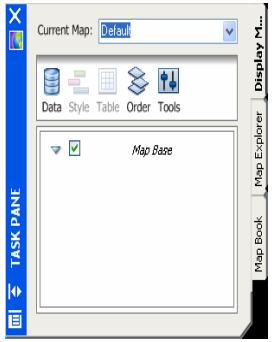
Visualização de Tabelas

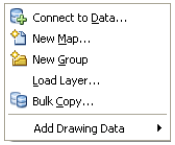


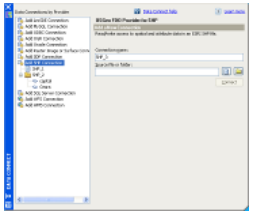
Ordenar
Layers



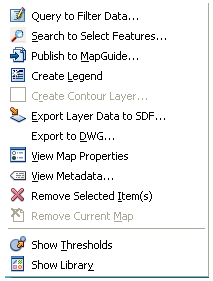
Criar Mapas Temáticos







Acesso Direto a Dados



Criar Legendas

Softwares mais utilizados

- **Idrisi** (http://clarklabs.org/IdrisiSoftware) Universidade de Clark, EUA:
  - possibilita processamento de imagens e funções SIG

- **ERDAS** (http://gis.leica-geosystems.com) EUA:
  - processamento de imagens

- **MicroImages** (http://microimages.com) EUA:
  - TNTmips - software de sensoriamento remoto, SIG e CAD

- **SPRING** (http://www.inpe.br) Brasil:
  - funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais

- **Smallworld**
  - utilities

Software

- Características
- Softwares mais utilizados (livres)
- Bancos de Dados
- Natureza Espacial dos Dados
- Funcionalidades e Operações

Banco de Dados

- **Formatos de arquivos**:
  - **Vetoriais**: TIGER, HPLG, DXF, Postscript, DLG, SHAPE, Access, SQL Server, Oracle, DB2, PostGIS, etc.
  - **Raster**: DEN, GIFF, TIFF, JPEG, EPS, SID;.

- **Base de Dados**:
  - coleção de dados logicamente estruturados para um propósito específico.

- **Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados**:
  - coleção de programas que permitem criar e manipular base de dados
  - Conjunto de funcionalidades para gestão de bancos de dados.

Software

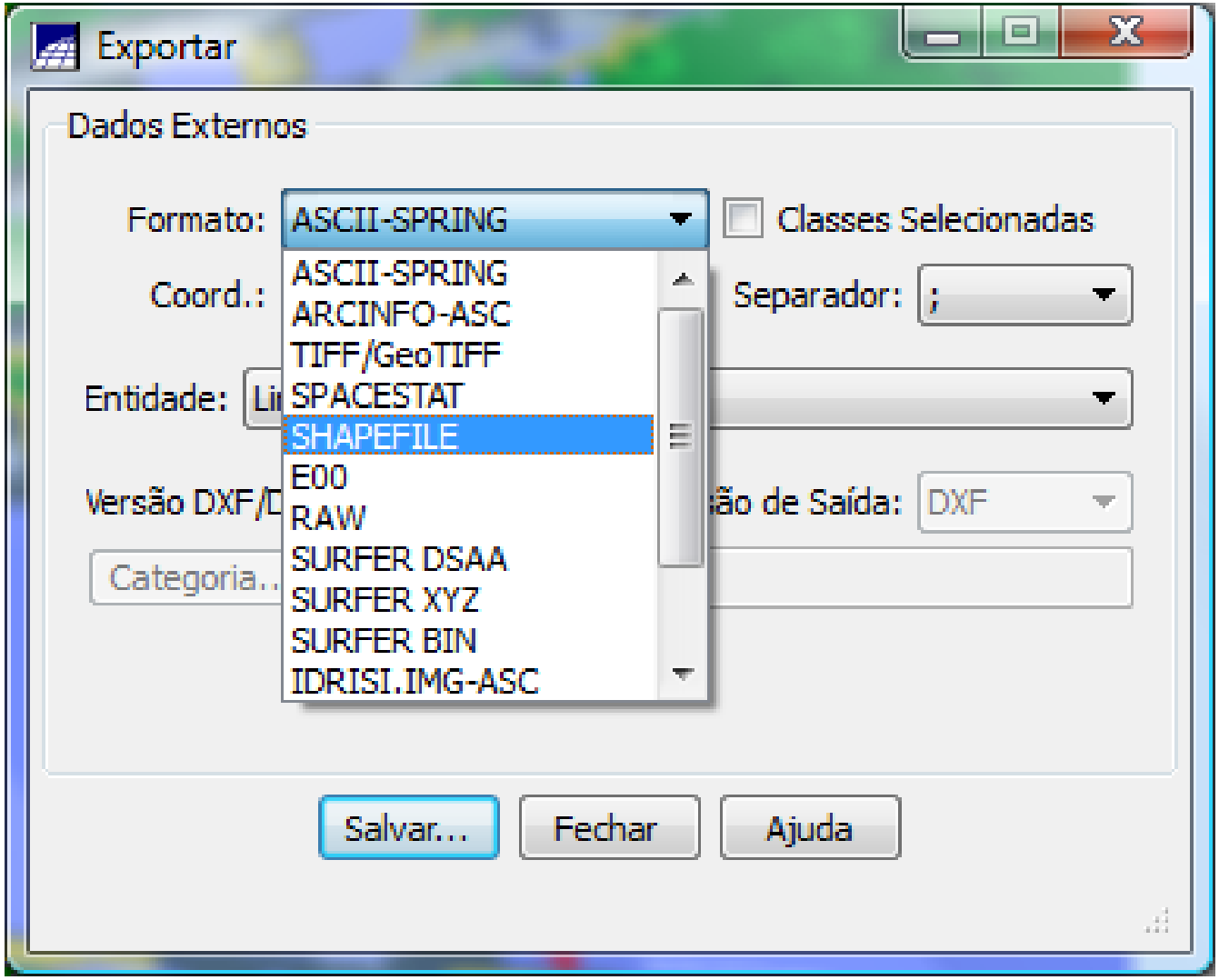
- Características
- Softwares mais utilizados (livres)
- Bancos de Dados
- Natureza Espacial dos Dados
- Funcionalidades e Operações

Gerenciadores de Bancos de Dados

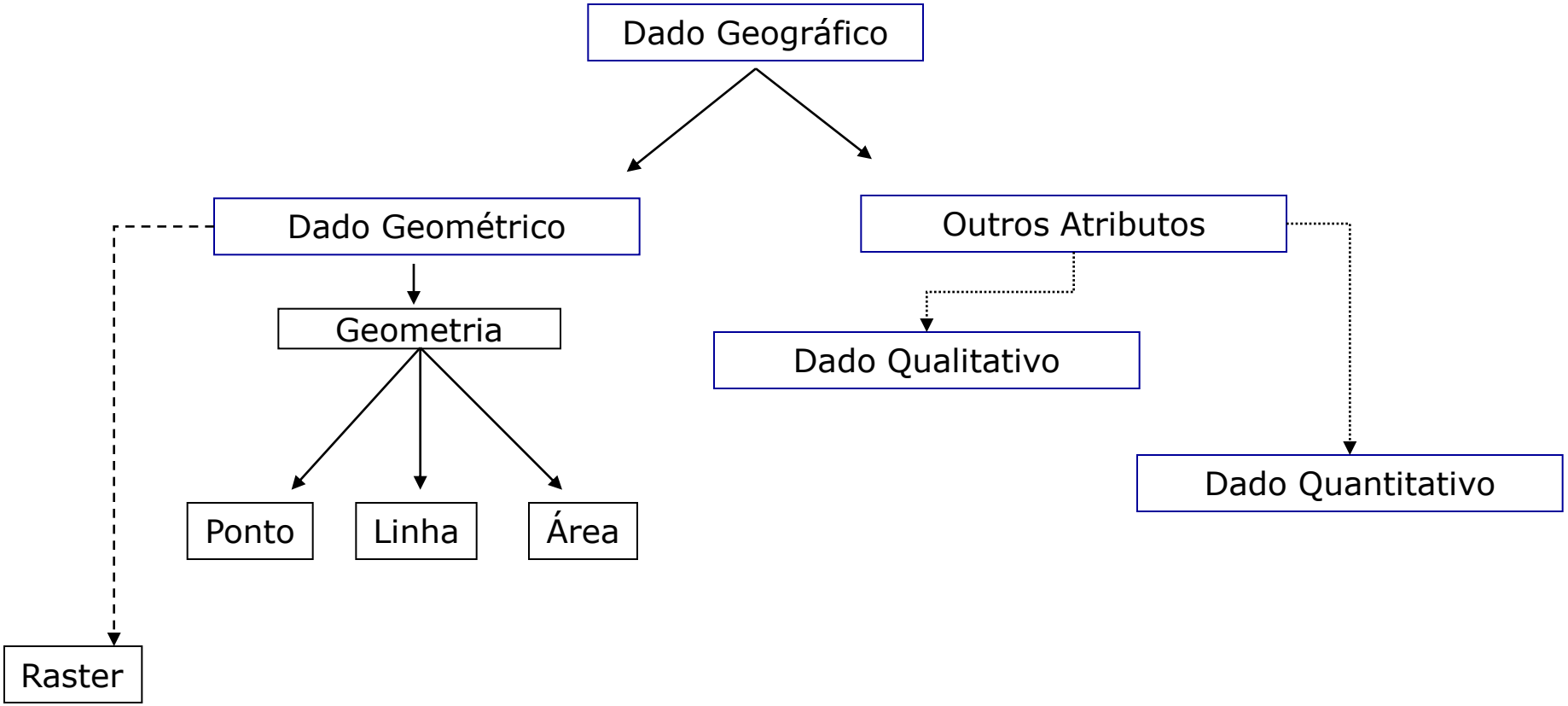
Os principais gerenciadores tem extensões espaciais ou capacidades de resolver questões espaciais ou armazenar dados espaciais:

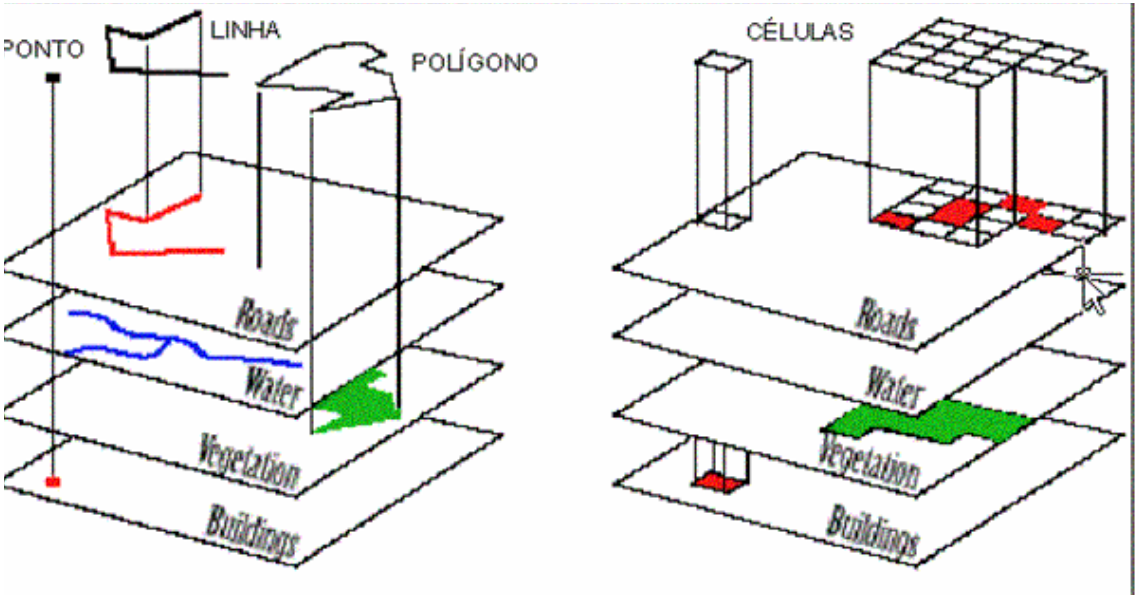
- Oracle (Oracle Spatial & Oracle Locator: Location Features)
- DB2 da IBM (DB2 Spatial Extender)
- SQL Server 2008 da Microsoft
- Sybase
- Teradata (Spatial Query Server)
- MySQL
- PostGreSQL

Lab SIG


Exportar
Dados Externos
Formato:
ASCII-SPRING
Classes Selecionadas
Coord.:
Separador:
;
Entidade:
Versão DXF/D
ão de Saída:
DXF
Categoria...
ASCII-SPRING
ARCINFO-ASC
TIFF/GeoTIFF
SPACESTAT
SHAPEFILE
E00
RAW
SURFER DSAA
SURFER XYZ
SURFER BIN
IDRISI.IMG-ASC
Salvar...
Fechar
Ajuda

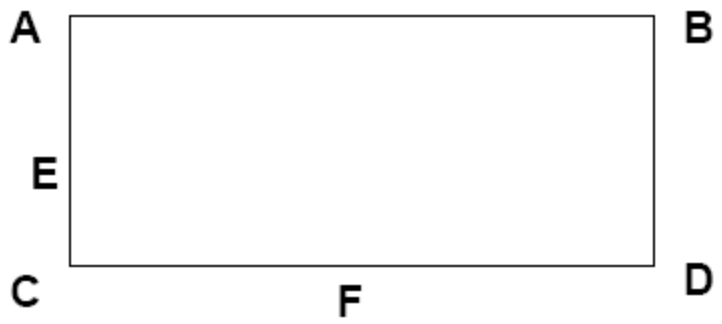
Natureza dos dados

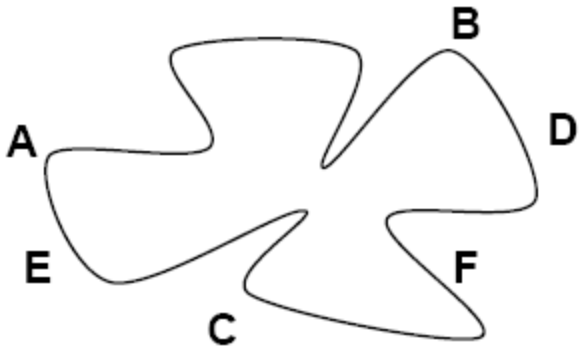




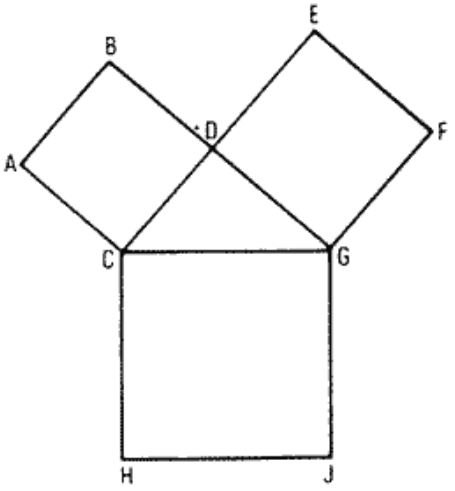
Natureza dos dados

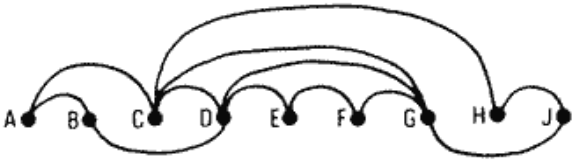
Natureza dos dados





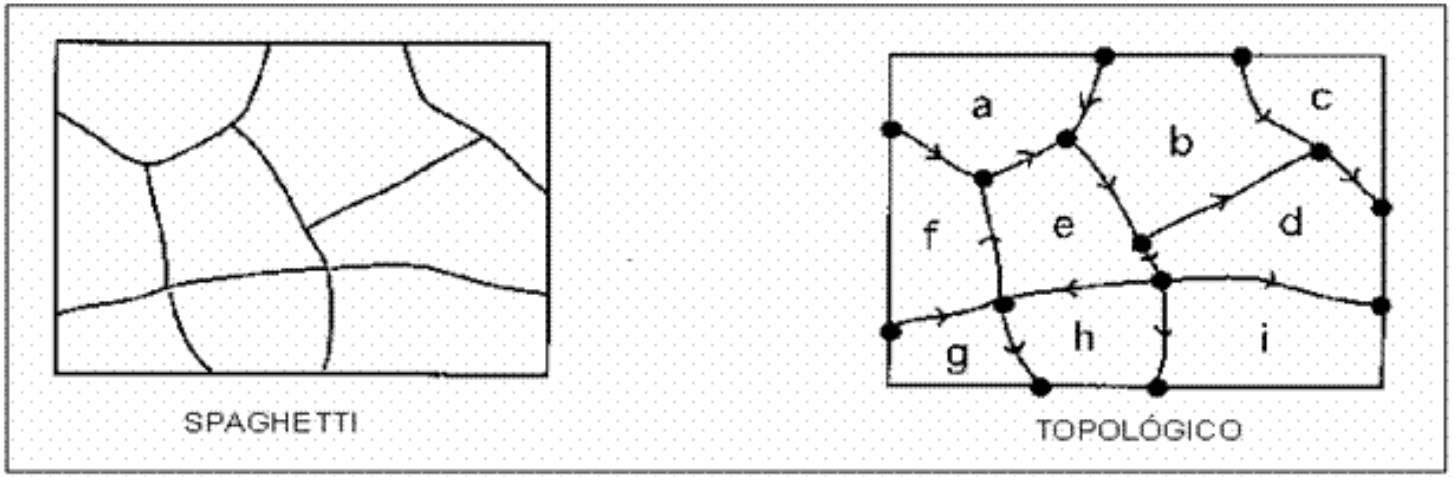
Natureza dos dados



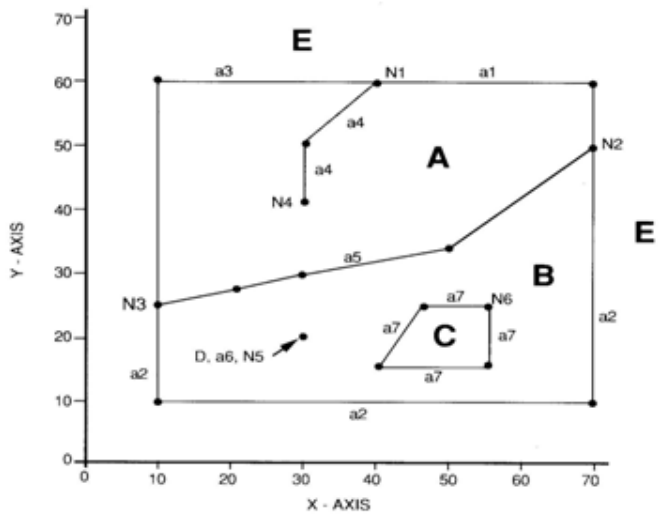


Natureza dos dadosc

- **Foco no arco => SPAGHETTI**
- **Foco na estrutura => TOPOLOGICO**



Natureza dos dados



SPATIAL DATA ENCODING

POLYGON TOPOLOGY	
POLYGON	ARCS
A	a1, a5, a3
B	a2, a5, 0, a6, 0, a7
C	a7
D	a6
E	area outside map coverage

NODE TOPOLOGY	
NODE	ARCS
N1	a1, a3, a4
N2	a1, a2, a5
N3	a2, a3, a5
N4	a4
N5	a6
N6	a7

ARC TOPOLOGY				
ARC	START NODE	END NODE	LEFT POLYGON	RIGHT POLYGON
a1	N1	N2	E	A
a2	N2	N3	E	B
a3	N3	N1	E	A
a4	N4	N1	A	A
a5	N3	N2	A	B
a6	N5	N5	B	B
a7	N6	N6	B	C

ARC COORDINATE DATA			
ARC	START X, Y	INTERMEDIATE X, Y	END X, Y
a1	40, 60	70, 60	70, 50
a2	70, 50	70,10; 10,10	10, 25
a3	10, 25	10,60	40, 60
a4	40, 60	30,50	30, 40
a5	10, 25	20,27; 30,30; 50,32	70, 50
a6	30, 20		30, 20
a7	55, 27	55,15; 40,15; 45,27	55, 27

Software

- Características
- Softwares mais utilizados (livres)
- Bancos de Dados
- Natureza Espacial dos Dados
- **Funcionalidades e Operações**

Funcionalidades & Operações

- **Categorias de Funcionalidades**
  - Entrada e Conversão de Dados
  - Gerenciamento e Recuperação de Dados
  - Manipulação e Análise
  - Exibição e Produção Cartográfica

- **Operações Espaciais**

  - Seleção
  - Classificação
  - Dissolução
  - Proximidade
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas
  - .....
  - .....

Categorias de Funcionalidades

- **Entrada e Conversão de Dados;**
- Gerenciamento e Recuperação de Dados;
- Manipulação e Análise;
- Exibição e Produção Cartográfica.

Entrada e Conversão de Dados

- Digitalização de dados gráficos e digitação de informações alfanuméricas correspondentes;
- Associação de imagens digitais ao banco de dados;
- Detecção de erros;
- Correção ou “limpeza” de dados;
- Receber, converter e tratar dados de outros SIGs

Categorias de Funcionalidades

- Entrada e Conversão de Dados;
- **Gerenciamento e Recuperação de Dados;**
- Manipulação e Análise;
- Exibição e Produção Cartográfica.

Gerenciamento e Recuperação de Dados

- manter a consistência da base de dados;
- controlar o acesso concorrente (simultâneo) aos dados;
- executar operações de backup e recuperação;
- garantir a segurança no acesso às informações;
- garantir acesso eficiente e rápido às informações.

Categorias de Funcionalidades

- Entrada e Conversão de Dados;
- Gerenciamento e Recuperação de Dados;
- **Manipulação e Análise;**
- Exibição e Produção Cartográfica.

Manipulação e Análise

- Análise Geográfica;
- Processamento Digital de Imagens;
- Modelagem Digital de Terreno;
- Geodésia e Fotogrametria;
- Modelagem de redes.

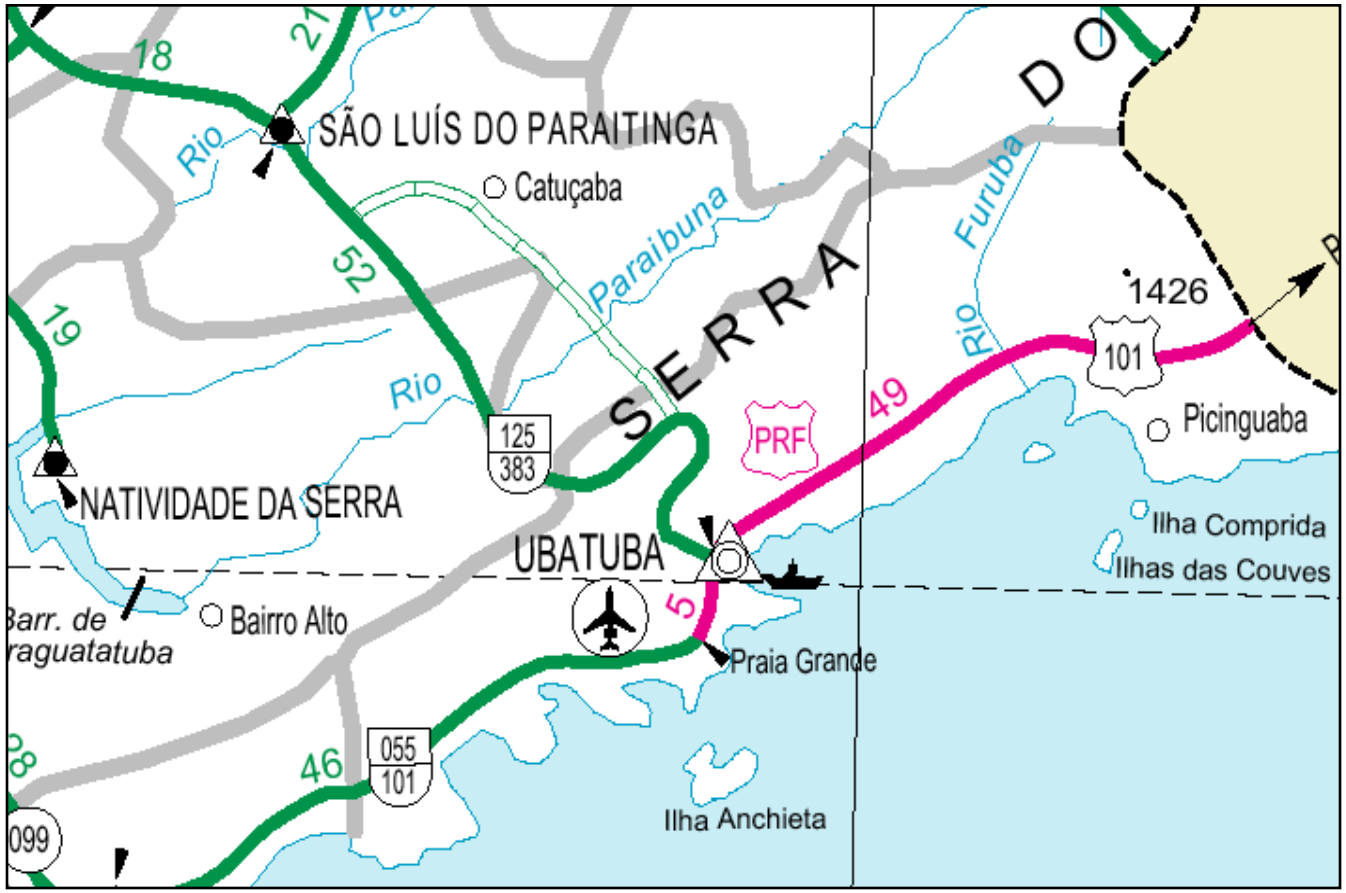
Categorias de Funcionalidades

- Entrada e Conversão de Dados;
- Gerenciamento e Recuperação de Dados;
- Manipulação e Análise;
- **Exibição e Produção Cartográfica**.

Exibição e Produção Cartográfica

- Produção automatizada de mapas e relatórios.
- Interação com usuário.

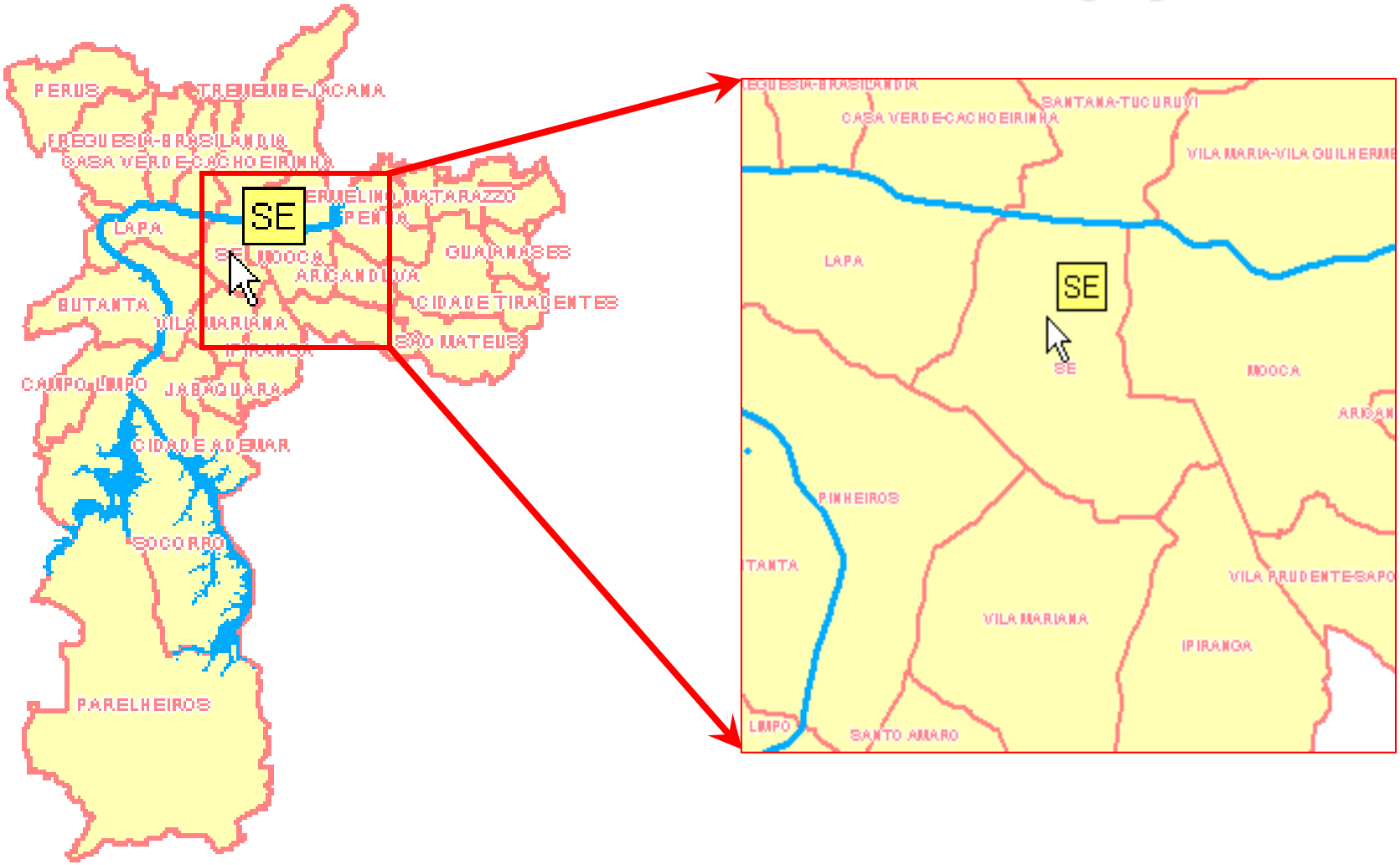
Exibição e Produção Cartográfica



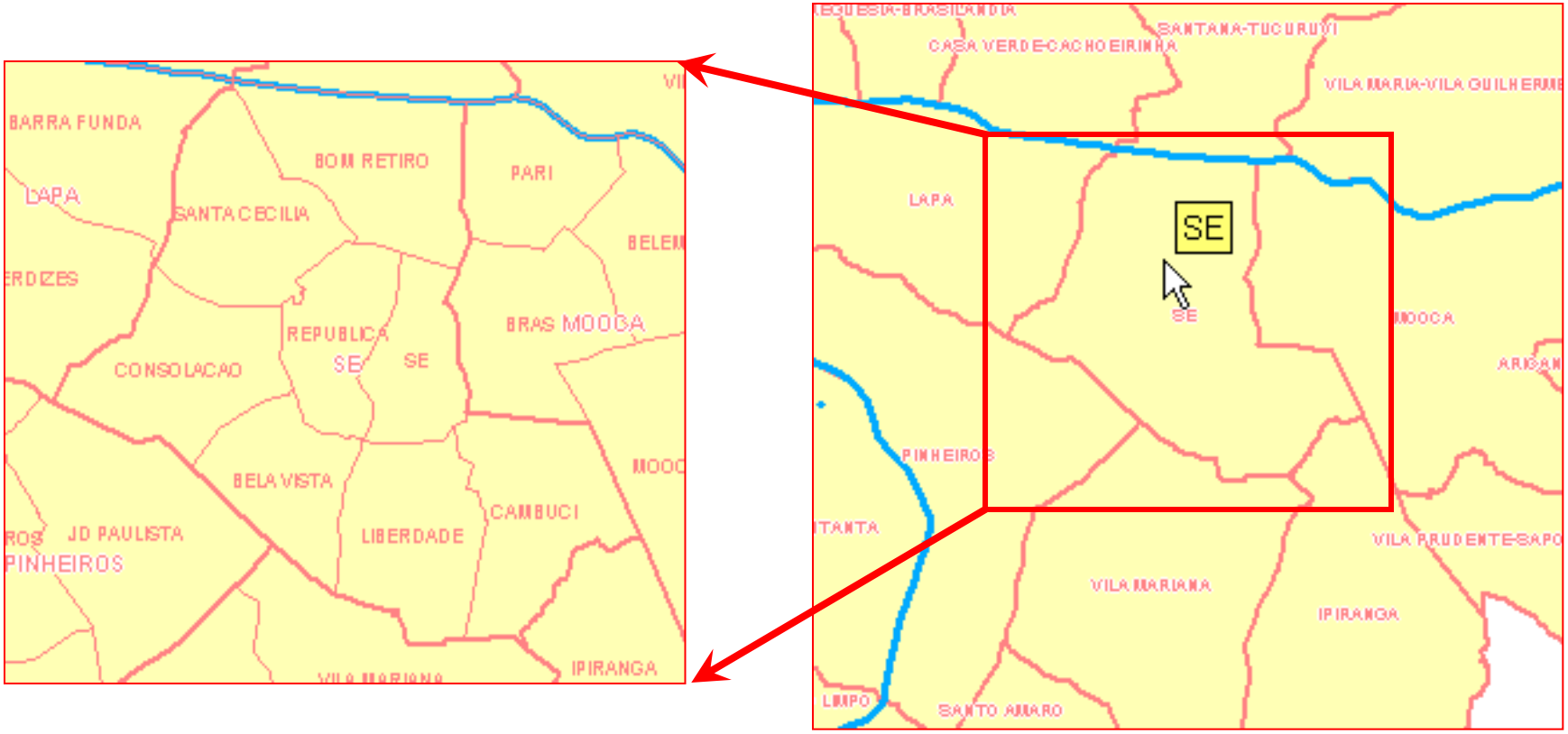
Mapa Rodoviário de São Paulo - Federal

Fonte: Depto Nacional de Infra-Estrutura de Transportes

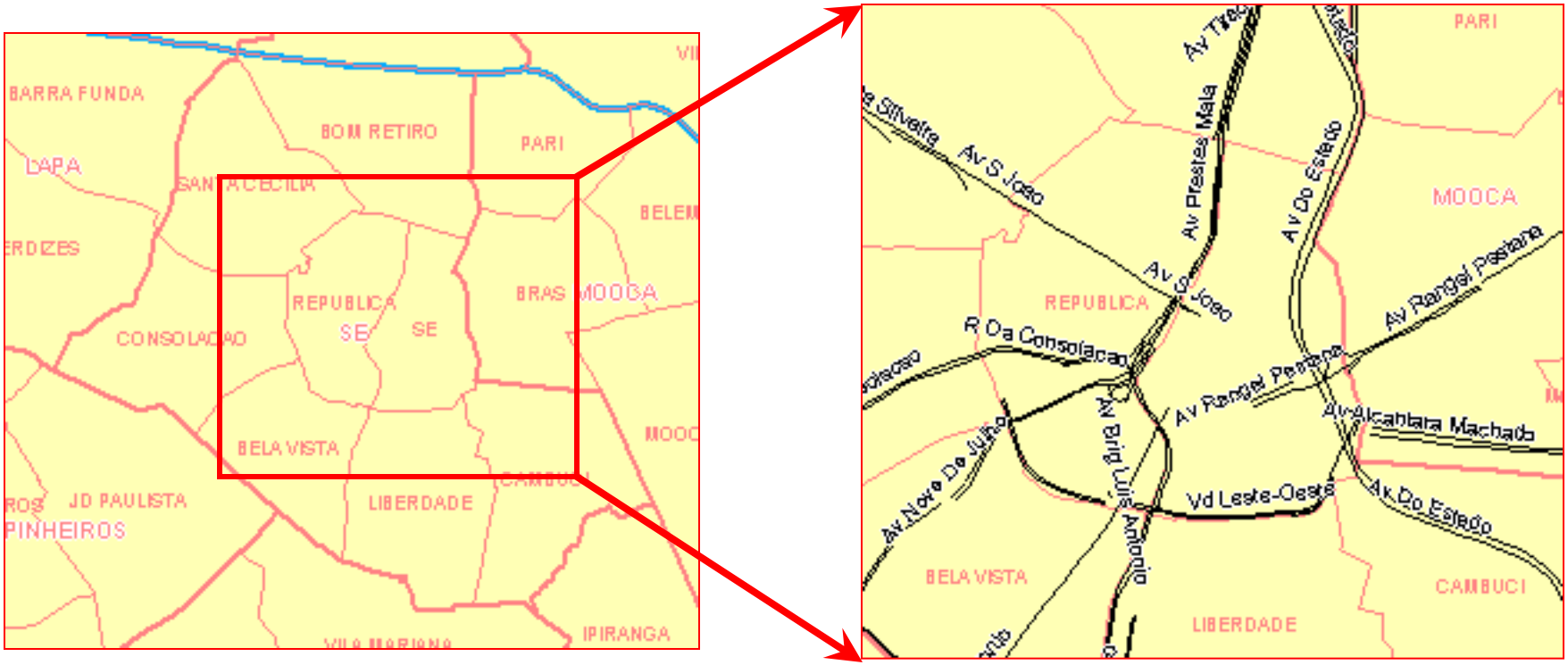
Exibição e Produção Cartográfica
Recursos de Consulta – *Zoom* (1)



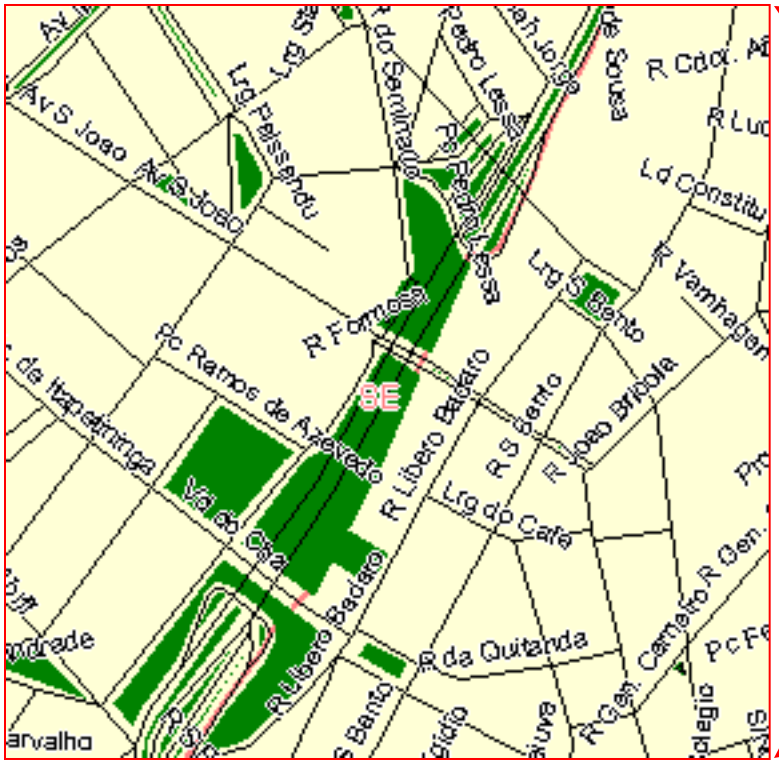
Exibição e Produção Cartográfica
Recursos de Consulta – *Zoom* (2)

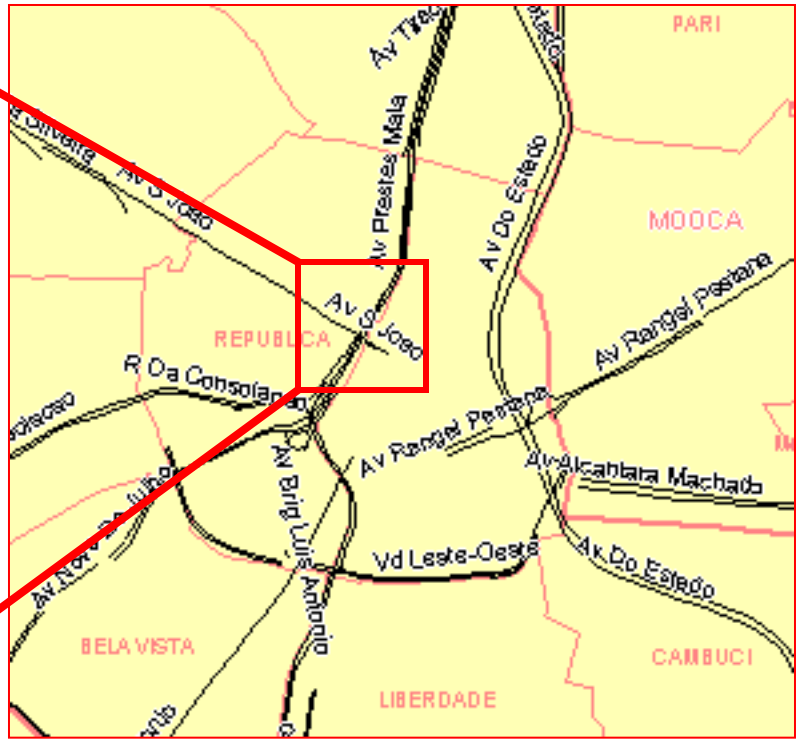


Exibição e Produção Cartográfica
Recursos de Consulta – *Zoom* (3)

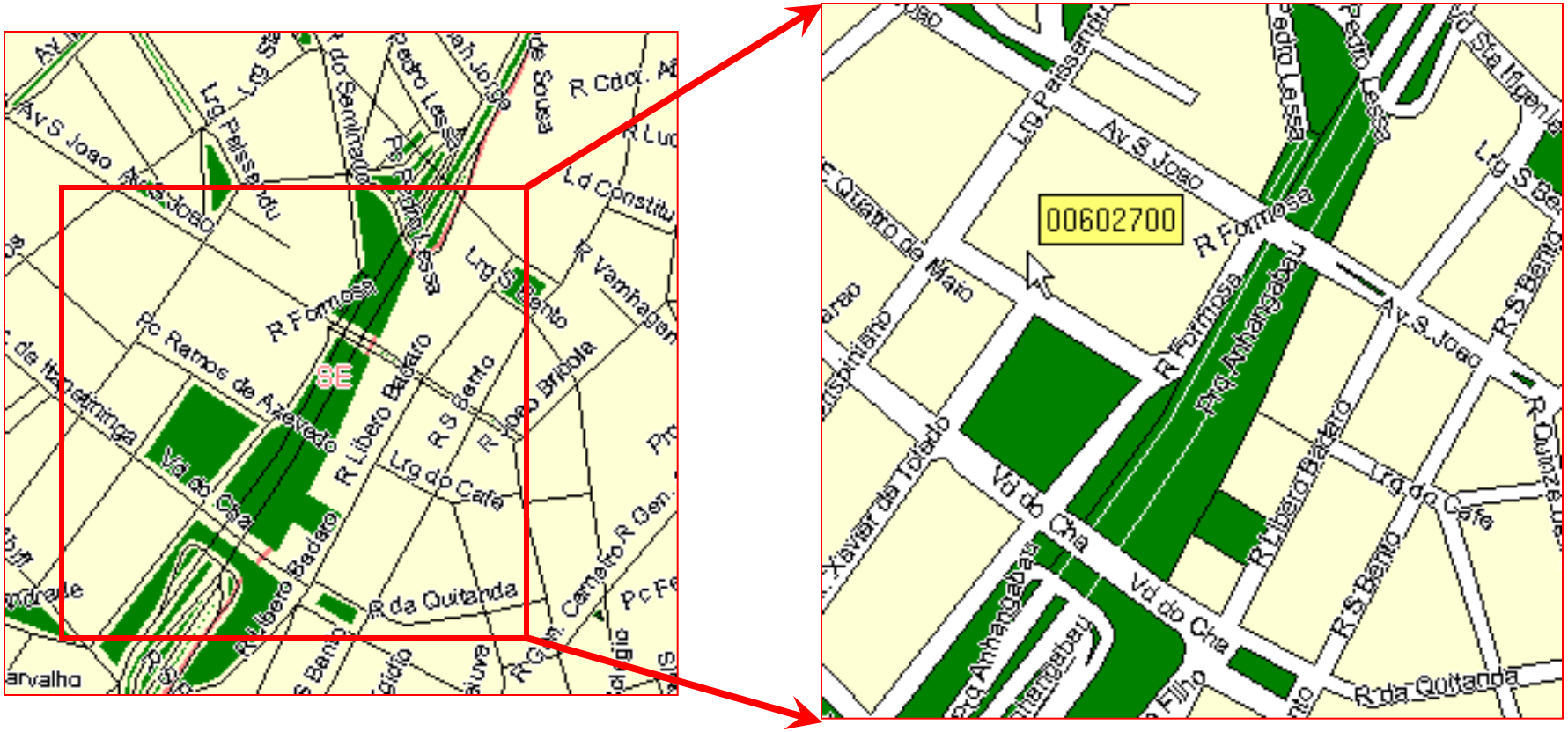


Exibição e Produção Cartográfica
Recursos de Consulta – *Zoom* (4)



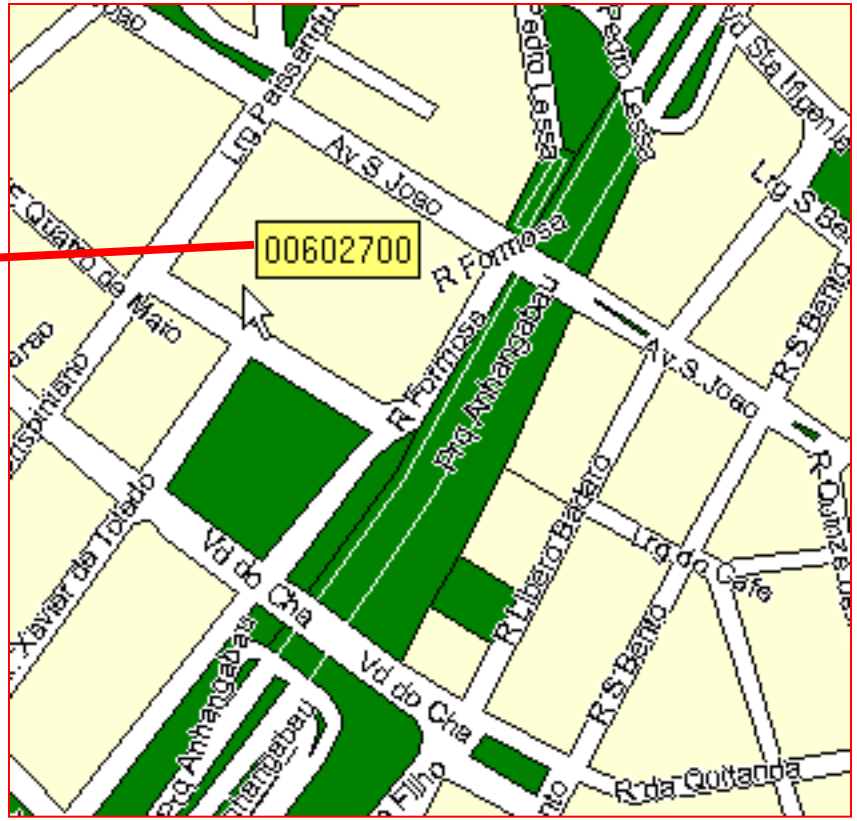


Exibição e Produção Cartográfica
Recursos de Consulta – *Zoom* (5)

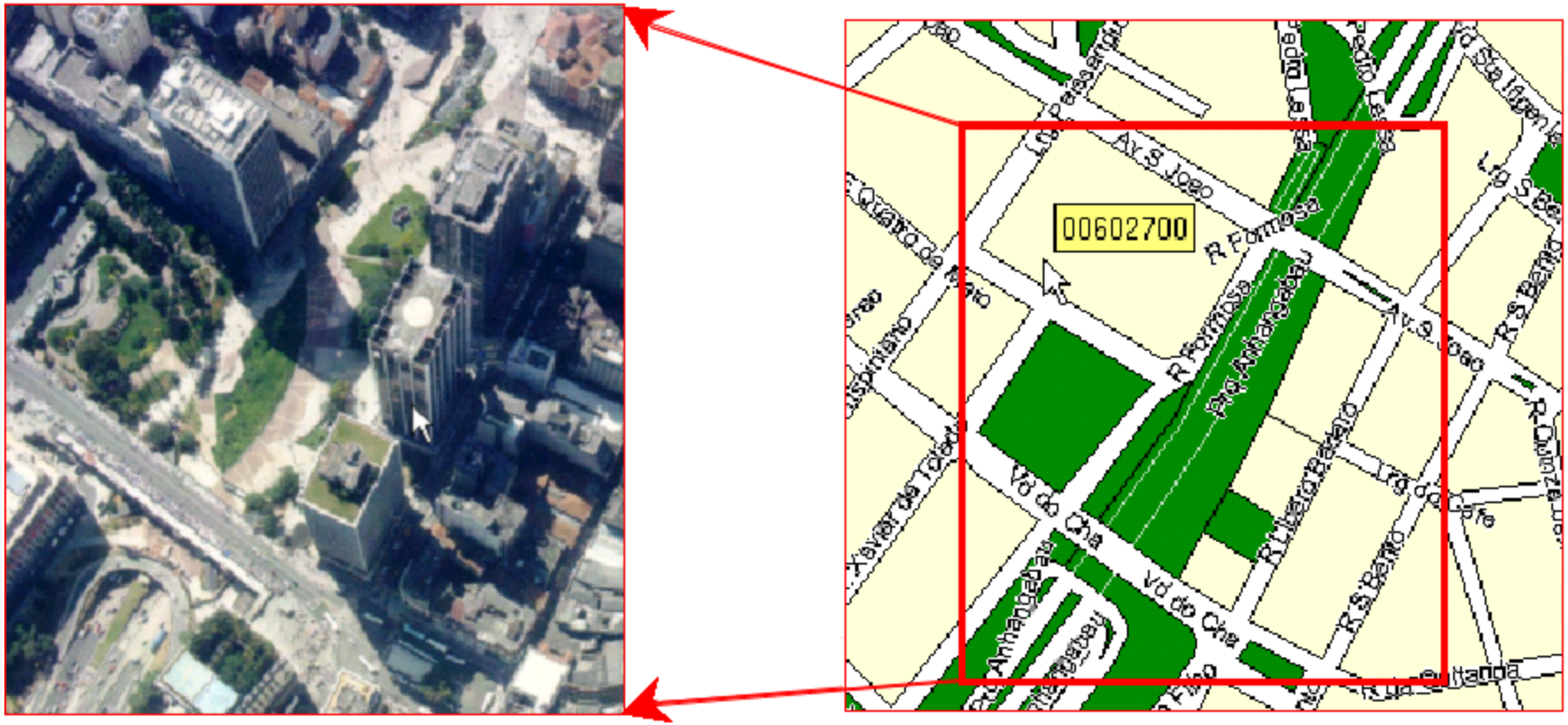


Exibição e Produção Cartográfica
Recursos de Consulta

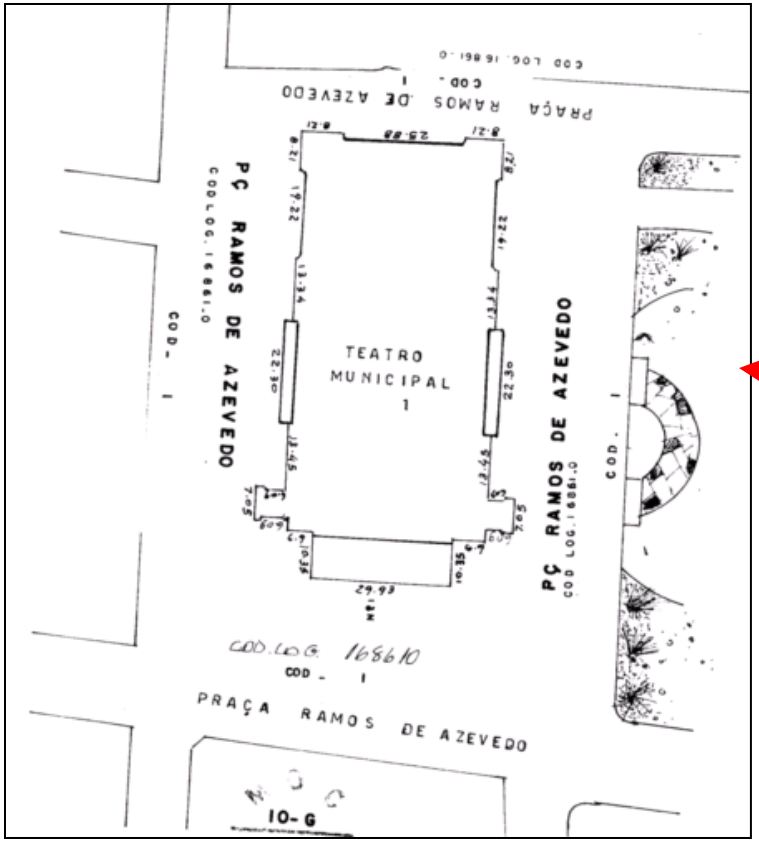
Setor:	006
Quadra:	027
Faces de Quadra	4
Qtde Contribuintes:	226
Logradouros:	Lotes
R CONS CRISPINIANO	25
R FORMOSA	49
AV S JOAO	91
PC RAMOS DE AZEVEDO	61

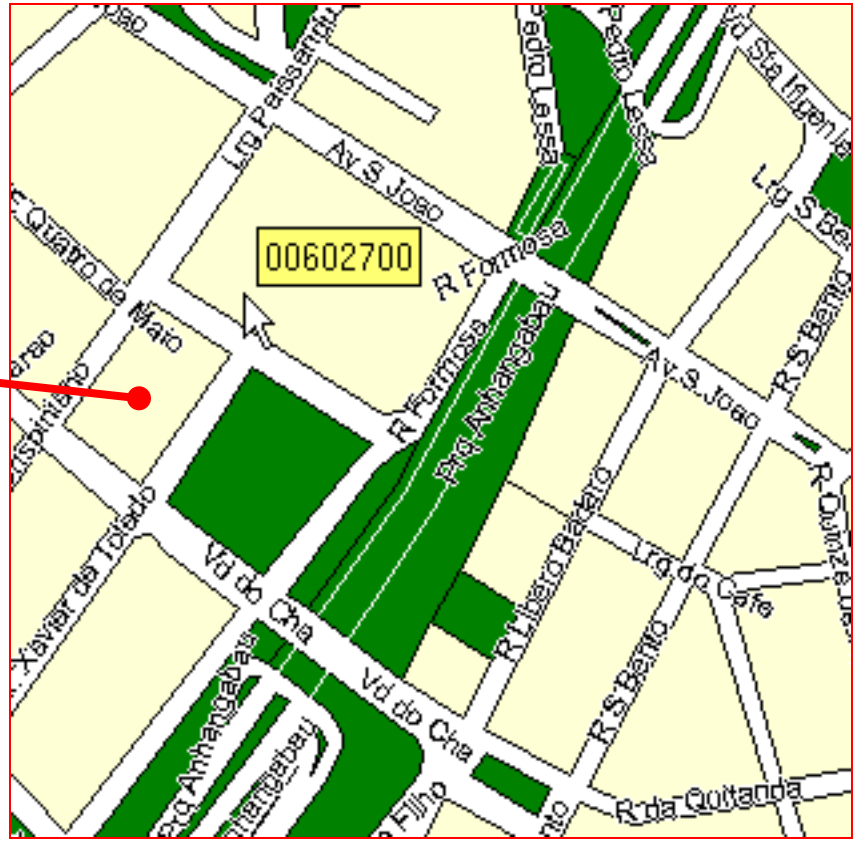


Exibição e Produção Cartográfica
Associação de Imagem



Exibição e Produção Cartográfica
Associação de Imagem





Operações Espaciais

Operações Espaciais

- Escopo;
- Operações
  - Seleção;
  - Classificação;
  - Dissolução;
  - Proximidade;
  - Sobreposição;
  - Álgebra de mapas.

Operações Espaciais

- **Escopo;**
- Operações
  - Seleção.
  - Classificação;
  - Dissolução;
  - Proximidade;
  - Sobreposição;
  - Álgebra de mapas.

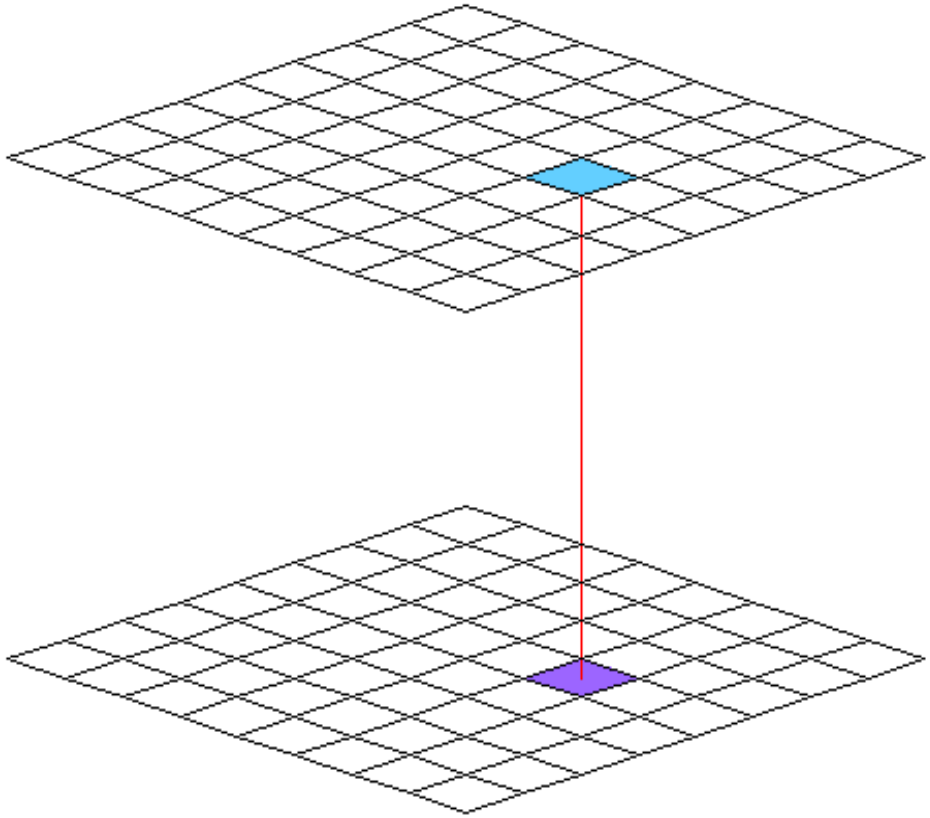
Escopo

- **Operação Local:**
  - atributos de regiões adjacentes às localizações de entrada não contribuem para os dados de saída correspondentes.

- **Operação de Vizinhança:**
  - atributos de regiões vizinhas às localizações de entrada influenciam os dados de saída correspondentes.

- **Operação Global:**
  - dados de saída, correspondentes às localizações de entrada, são influenciados pelos atributos de todas as regiões de entrada.

Escopo
Operação Local Raster



Exemplo numérico

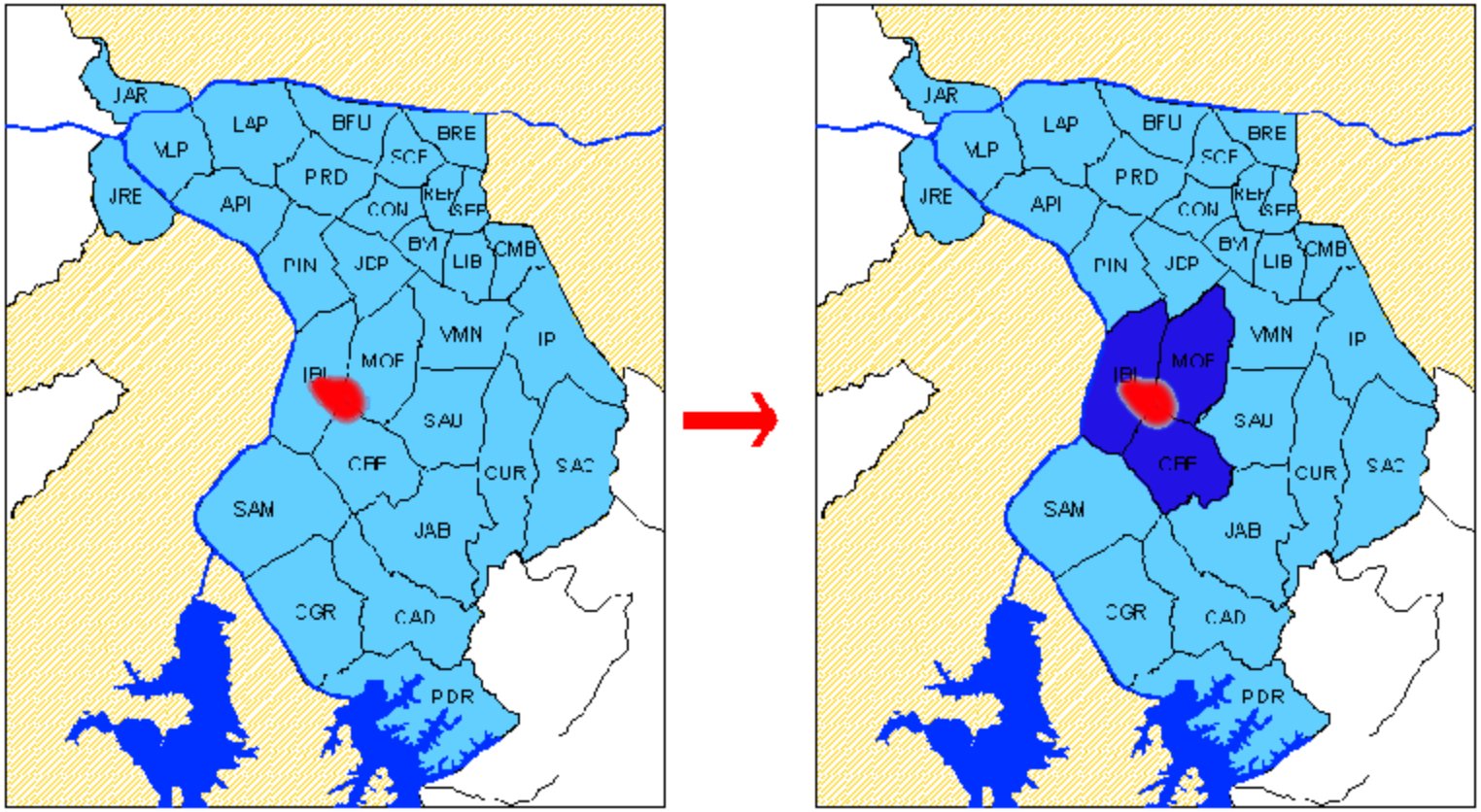
10	8	-9
20	11	5
10	9	-4

$$S = 2xE + 1$$

21	17	-17
41	23	11
21	19	-7

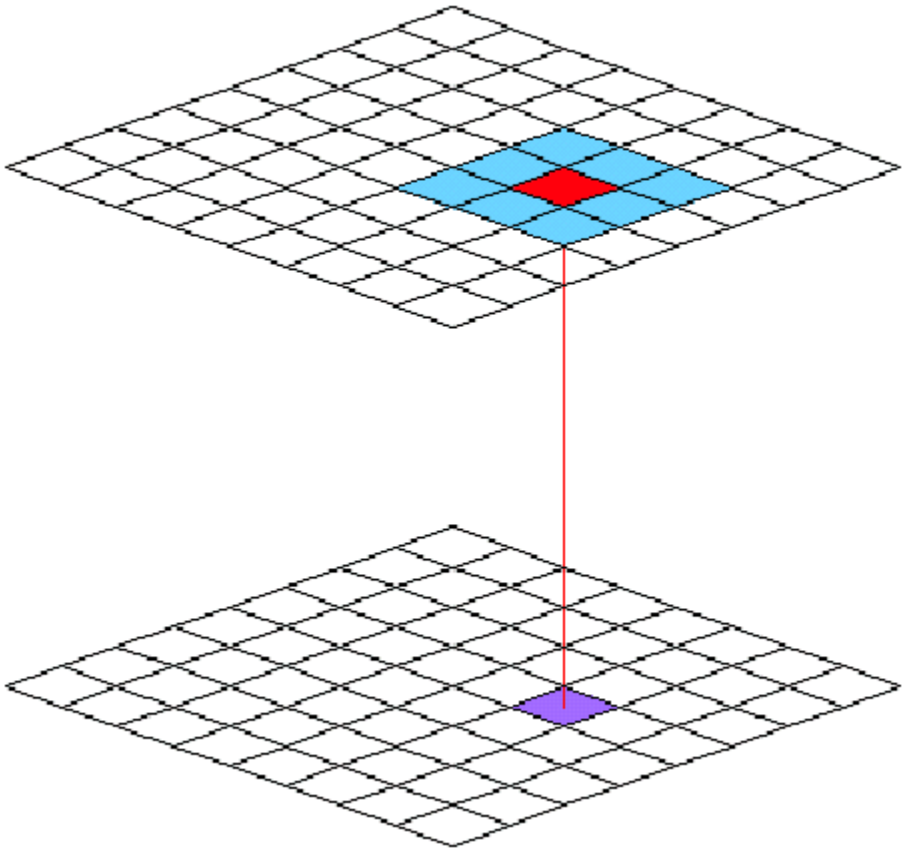
Operação de álgebra de mapas, onde a Saída (S) = 2 x Entrada (E) + 1 = 2x11+1 =23

Escopo
Operação Local Vetorial



Verificar em quais polígonos uma determinada área intercepta

Escopo
Operação de Vizinhança Raster



Exemplo numérico

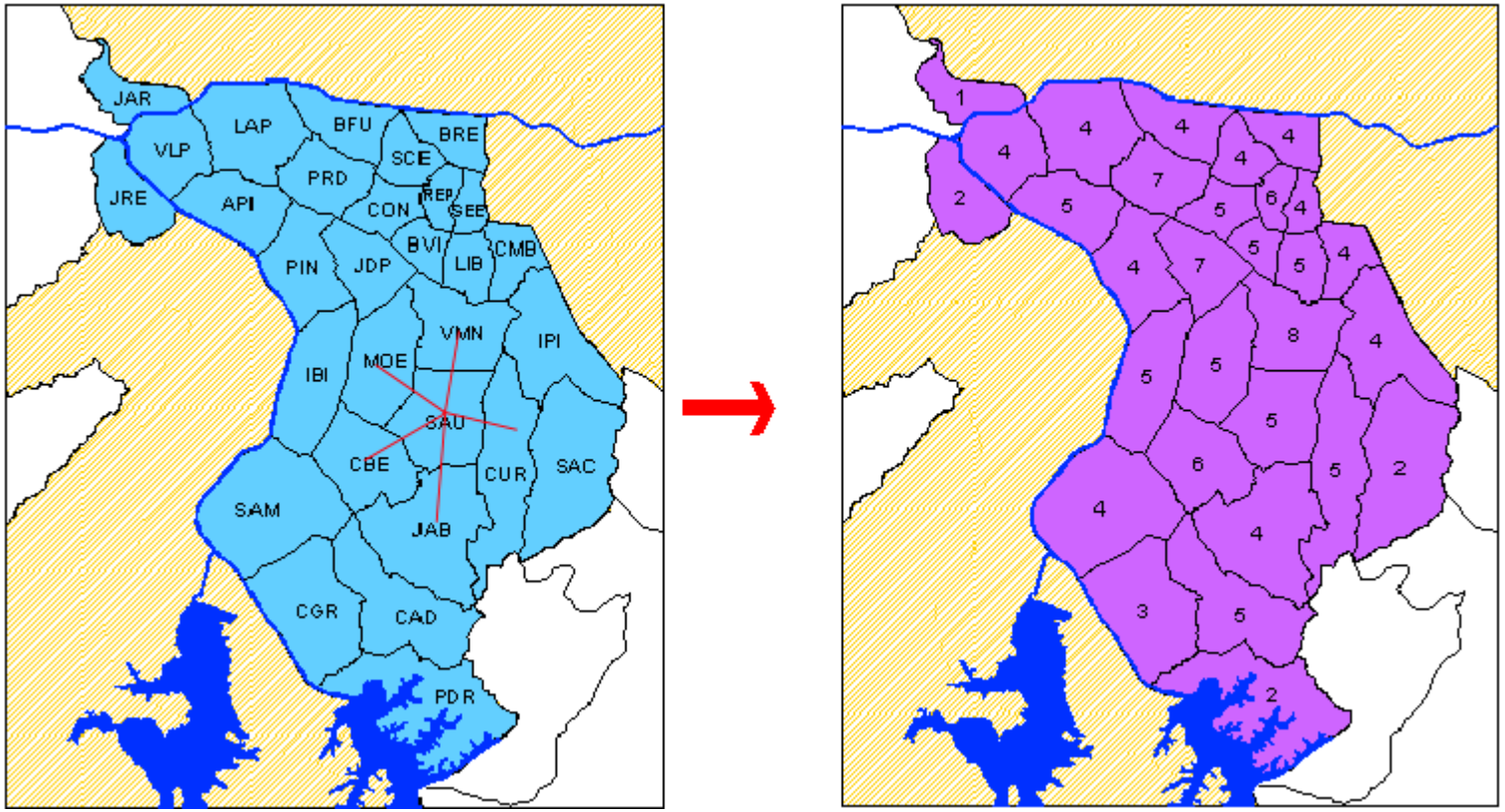
10	8	-9
20	11	5
10	9	-4

S = Máx. adj. E

20	20	13
20	20	13
20	20	11

Saída = Máximo valor adjacente à célula de Entrada (E). S=20

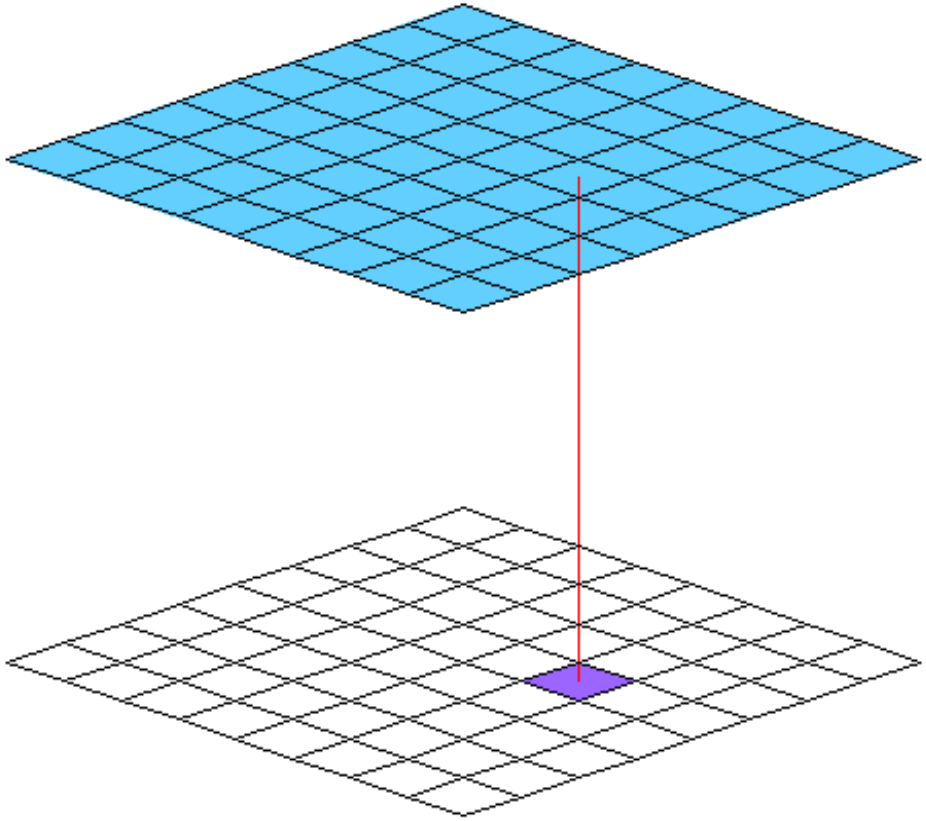
Escopo
Operação de Vizinhança Vetorial



Determinação do número de distritos vizinhos para cada distrito municipal

SAU=5

Escopo
Operação Global Raster



Exemplo numérico

10	8	-9	10
20	11	5	13
10	9	-4	6
-5	7	-2	7

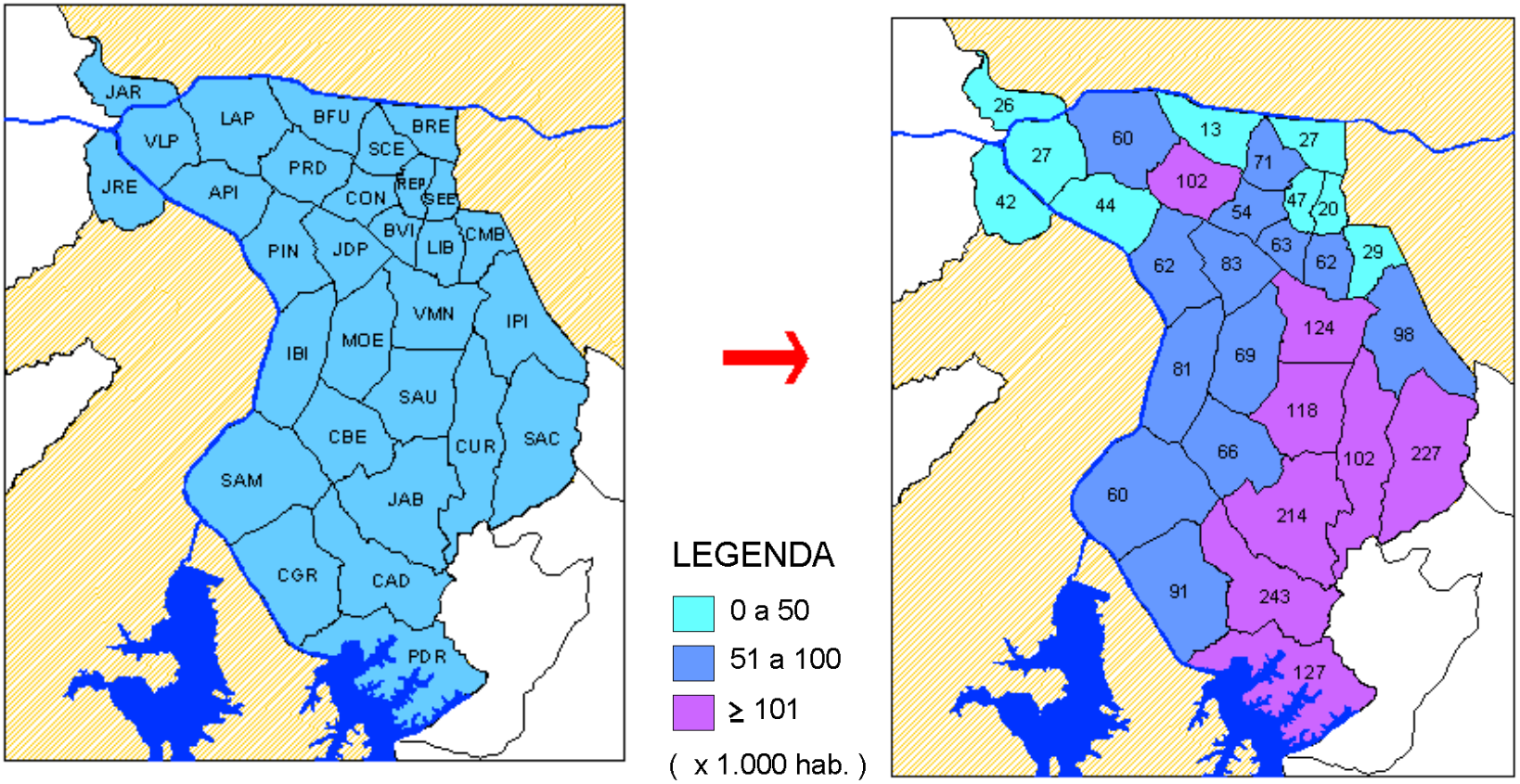
S = E - Média(E)

4	2	-15	4
14	5	-1	7
4	3	-10	0
-11	1	-8	1

Saída (S) = célula de Entrada (E) - média global das células de Entradas.

S=(-4)-(10+8-9...-2+7)/16)=(-4)-(96/16)=-4-6=**-10**

Escopo
Operação Global Vetorial



Classificação dos distritos municipais por faixa de população

Operações Espaciais

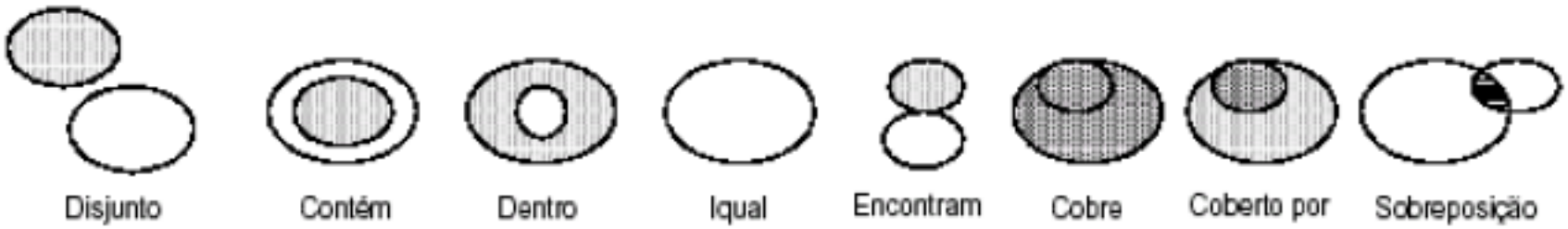
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - Classificação
  - Dissolução
  - Proximidade
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

Relacionamentos Espaciais

Relacionamentos: as principais relações espaciais (topológicas) entre as classes georrefenciadas estão descritas abaixo:

- Disjunto;
- Contém;
- Dentro de;
- Toca;
- Sobrepõe
- Adjacente;
- Perto de;
- Acima/Abaixo;
- Entre;
- Coincide;
- Em frente a;
- À esquerda / à direita.

Relacionamentos Espaciais



Relacionamentos espaciais entre Polígonos

Operações Espaciais

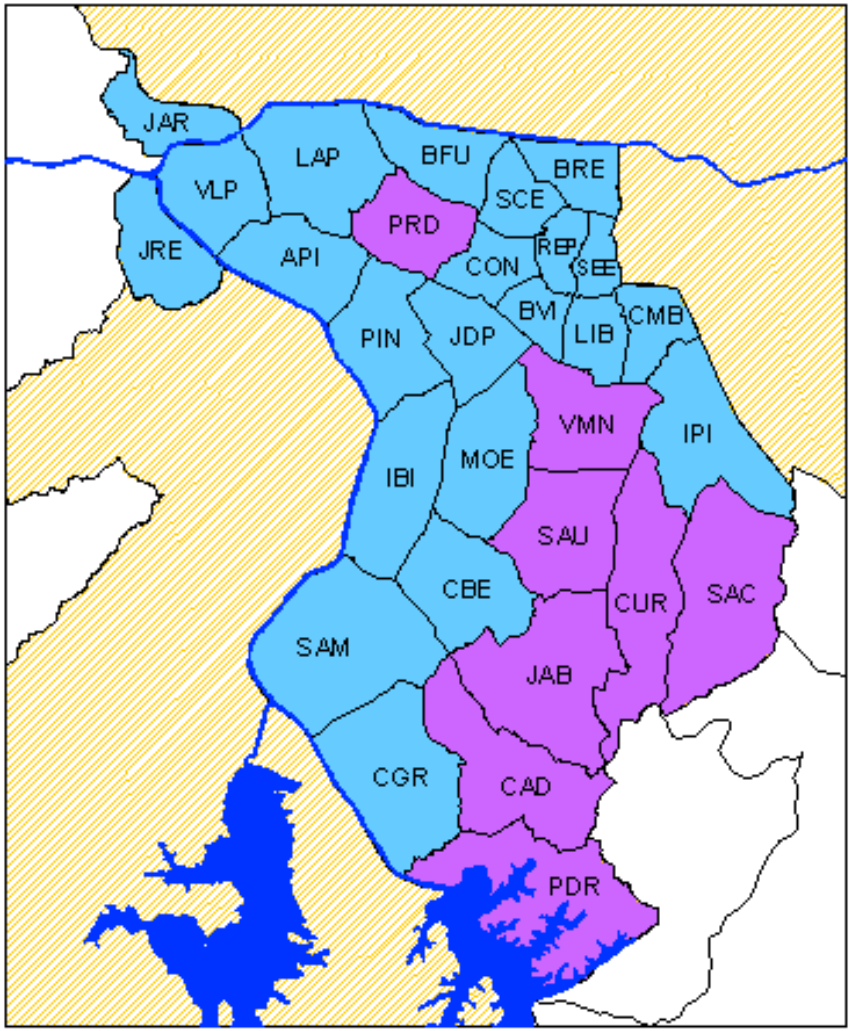
- Escopo;
- **Operações**
  - **Seleção**
  - Classificação
  - Dissolução
  - Proximidade
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

Seleção

Identificação de feições, cujos atributos e geometria atendam a uma ou várias condições e critérios.

- Formas de Seleção de dados:
  - **Manual**: seleção de feições diretamente na tela do computador, através de apontador;
  - **Plano de dados**: seleção de feições pertencentes a determinado conjunto de dados;
  - **Coordenadas**: seleção de feições por localização através de coordenadas conhecidas;
  - **Tabela**: uso de operadores algébricos para seleção entre registros de dados associados a feições geográficas.

Seleção: álgebra de conjuntos



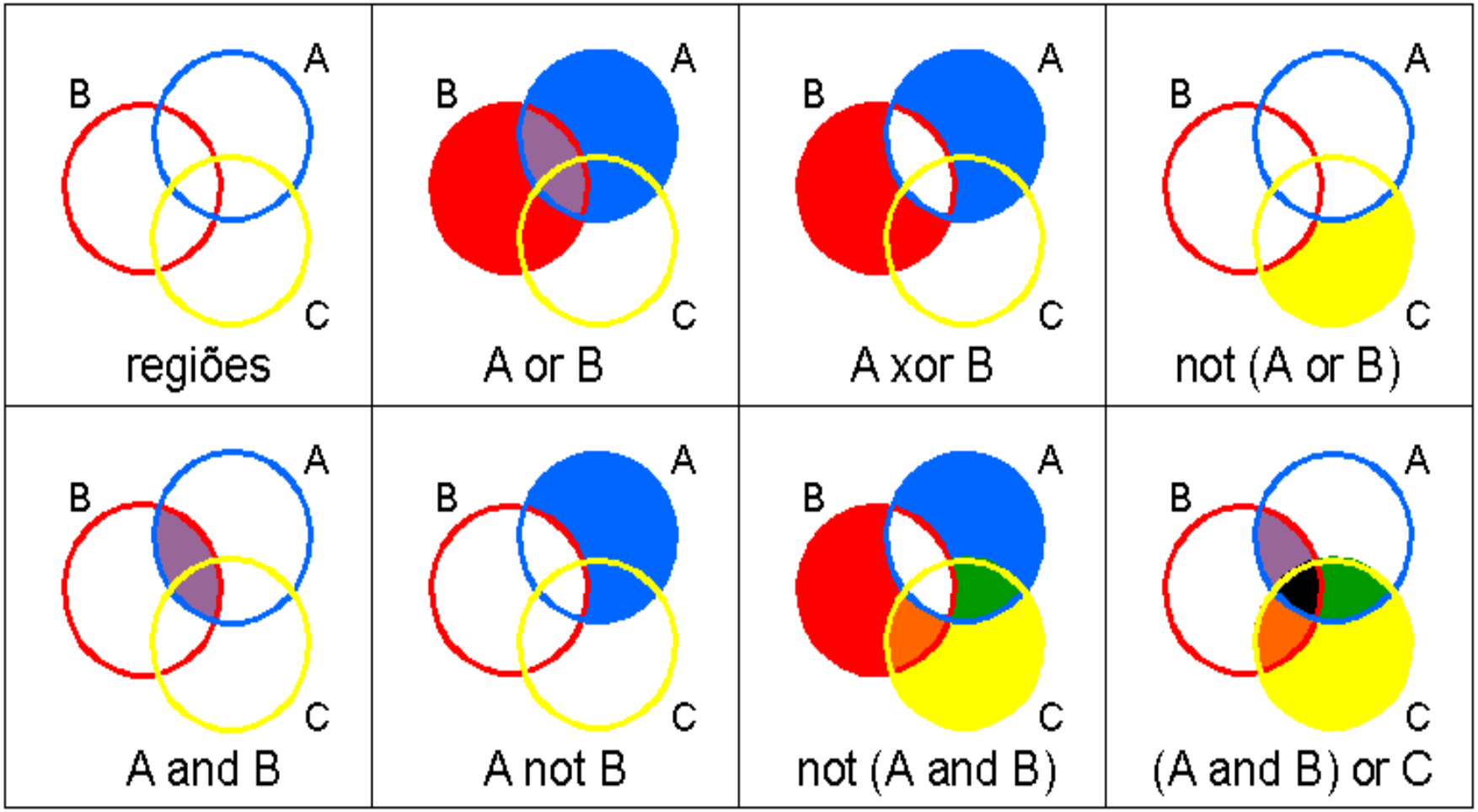
- condições de seleção são geralmente formalizadas com uso dos operadores
  - "menor que" (<)
  - "maior que" (>)
  - "igual" (=)
  - "diferente" (<>)

- **exemplo**: seleção dos distritos municipais com: população > 100.000 hab.

Seleção: álgebra booleana

- feições podem ser seletivamente recuperadas ou reclassificadas em seus atributos, através do uso de regras padronizadas de Álgebra Booleana, incorporadas à linguagem de banco de dados, como SQL;
- os operadores lógicos utilizados são :
  - **"E"(*AND*)**: interseção
  - **"OU"(*OR*)**: união
  - **"OU exclusivo"(*XOR*)**: união, exceto região de interseção
  - **"NÃO"(*NOT*)**: exclusão

Seleção: álgebra booleana



Seleção: operadores

Conjunto mínimo de operadores espaciais :

- ***Freeman*** - **13 operadores** :
  - "à esquerda de ..."
  - "à direita de ..."
  - "ao lado de ..."
  - "acima de ... (mais alto, sobre)"
  - "abaixo de ...(sob)"
  - "atrás de ..."
  - "próximo a ..."
  - "longe de..."
  - "ao lado de ...(adjacente a)"
  - "tocam ... (partilham linhas em comum)"
  - "dentro de ..."
  - "fora de ..."
  - "entre ... e ..."

Seleção: operadores

- ***Peuquet*** - **3 operadores** para definição de relacionamentos topológicos :
  - distância
  - direção
  - conjunto de operadores Booleanos
- ***Egenhofer e Frank*** - **4 operadores** :
  - vizinhança
  - inclusão
  - distância
  - direção
- ***Feuchtwanger*** - **6 operadores** :
  - adjacência
  - proximidade
  - subdivisão
  - sobreposição
  - vizinho mais próximo
  - sub-região

Seleção: operadores

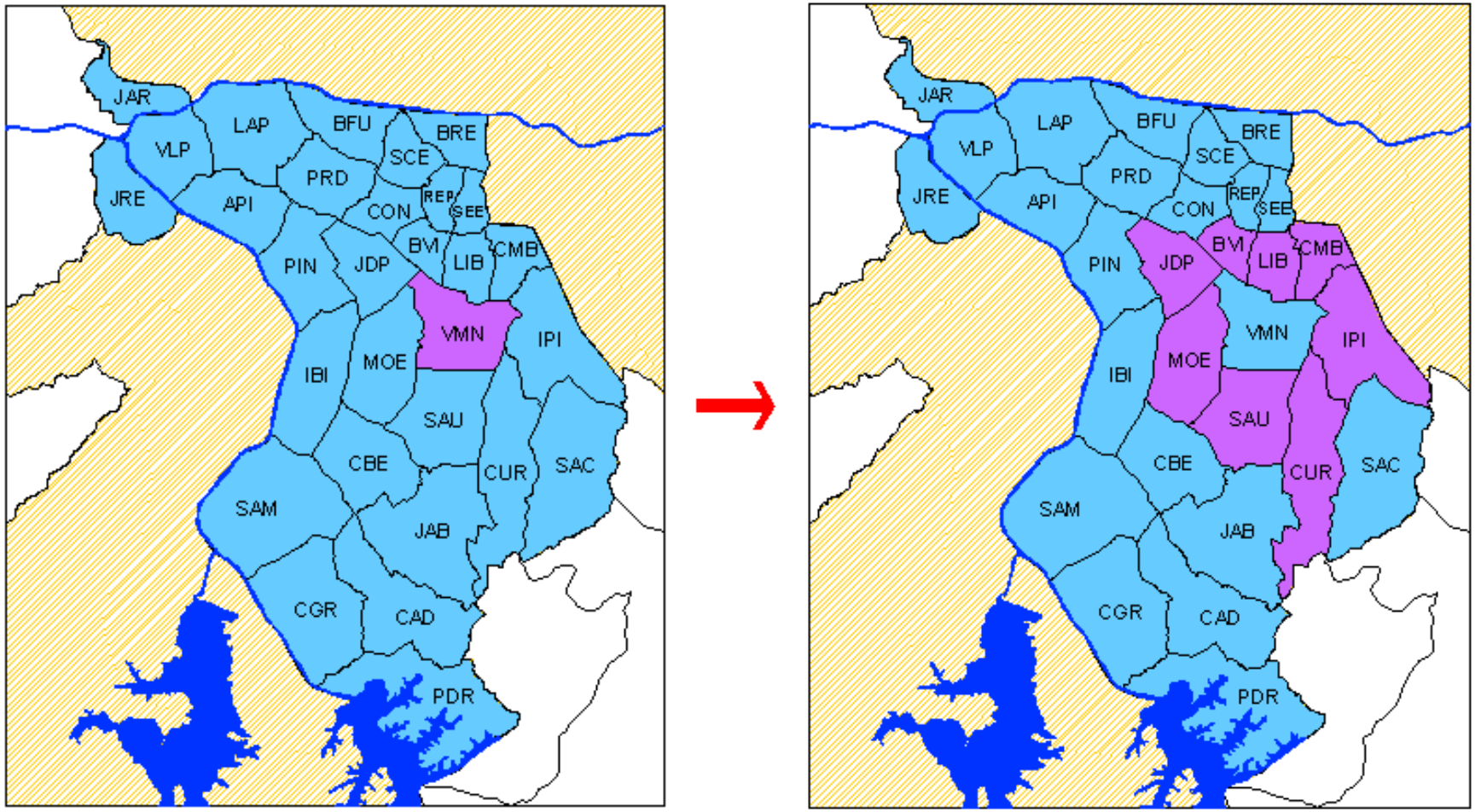
- ***Egenhofer* - 8 operadores**
  - "disjunto de ..."
  - "encontram..."
  - "é igual a ..."
  - "dentro de ..."
  - "contém ..."
  - "cobre ..."
  - "é coberto por ..."
  - sobreposição

A determinação de diferentes conjuntos de operadores pressupõe diferentes tipos de modelos de dados espaciais.

Seleção: tipos de operações

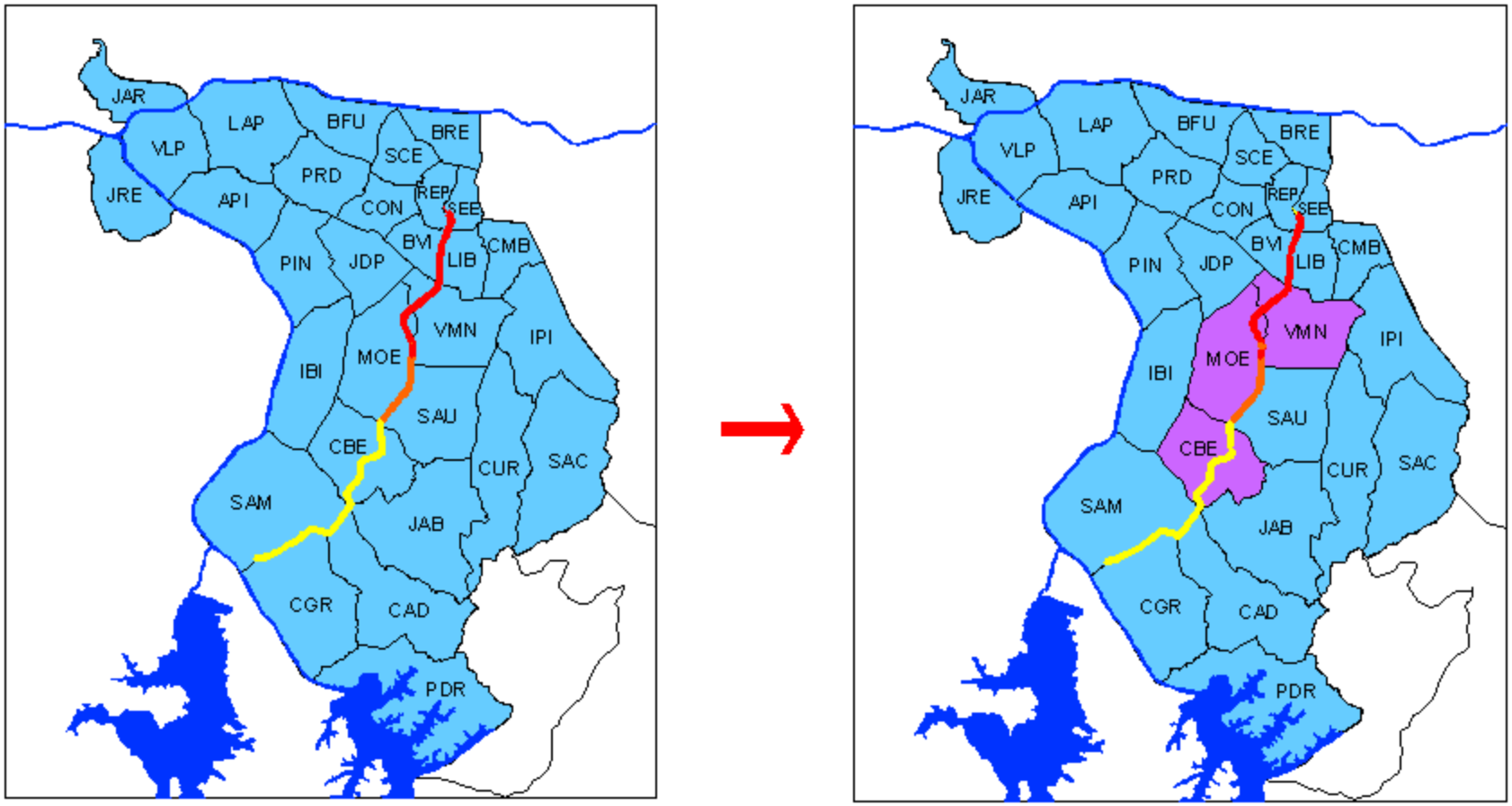
- **Operações de Adjacência** : são usadas para identificar aquelas feições que são adjacentes à outras feições. Situação típica de adjacência ocorre quando 2 polígonos possuem um lado comum.
  - **Raster**: em um plano de dados "raster", exaustiva comparação célula por célula deve ser conduzida para identificar pares adjacentes com valores diferentes
  - **Vetorial**: em um plano de dados vetorial, a adjacência pode ser identificada pela observação de relações topológicas
- **Operações de Continência/Pertinência** : são usadas para identificar todas as feições que contêm ou estão contidas em outras feições

Seleção: Operação de Adjacência



Operação : seleção de todos os distritos municipais adjacentes ao Distrito Vila Mariana.

Seleção: Operação de Continência



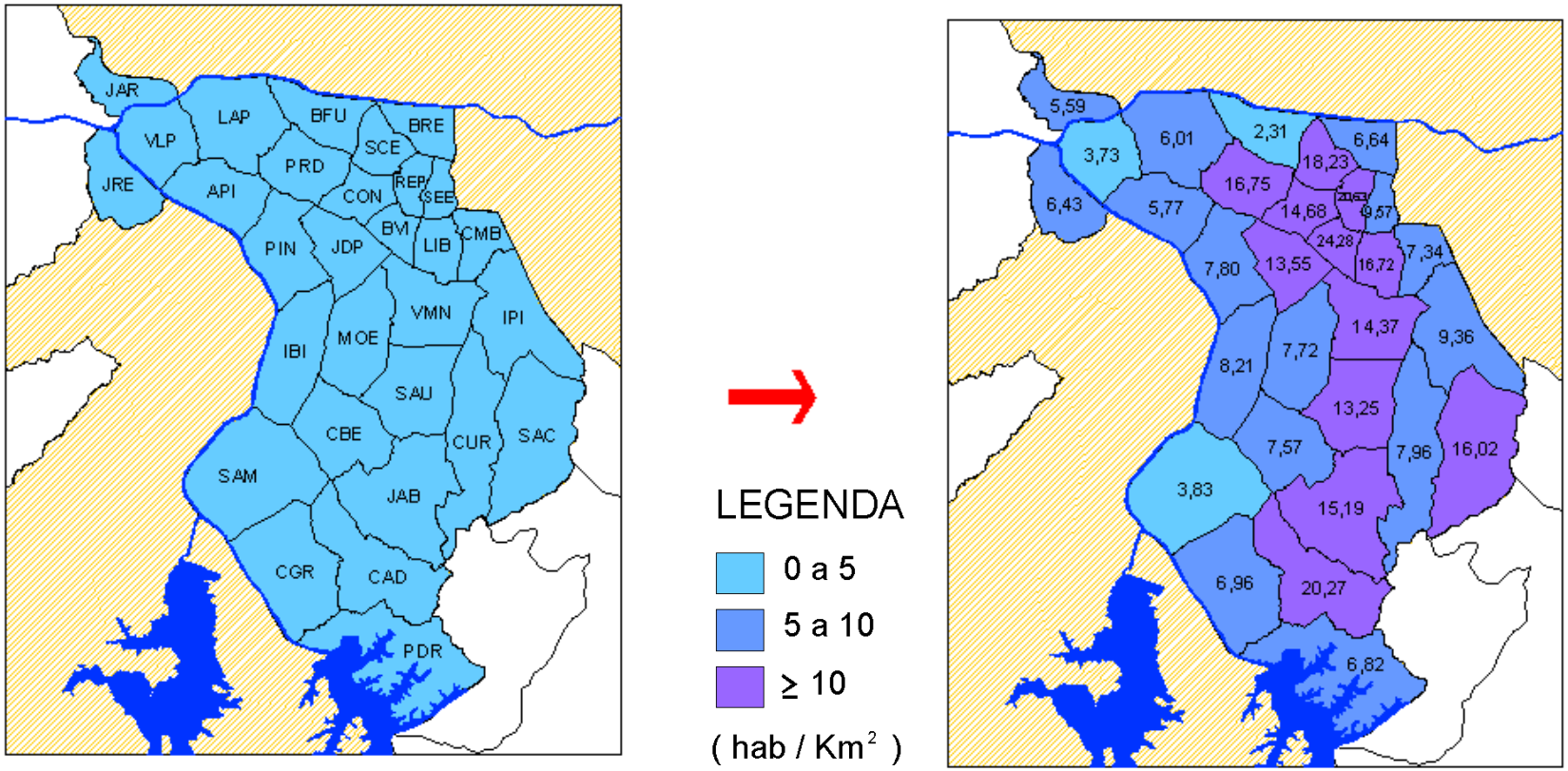
Operação : seleção de todos os distritos municipais que contêm trechos do eixo viário formado pelas Avenidas 23 de Maio/Rubem Berta/ Washington Luís.

Operações Espaciais

- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - **Classificação**
  - Dissolução
  - Proximidade
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

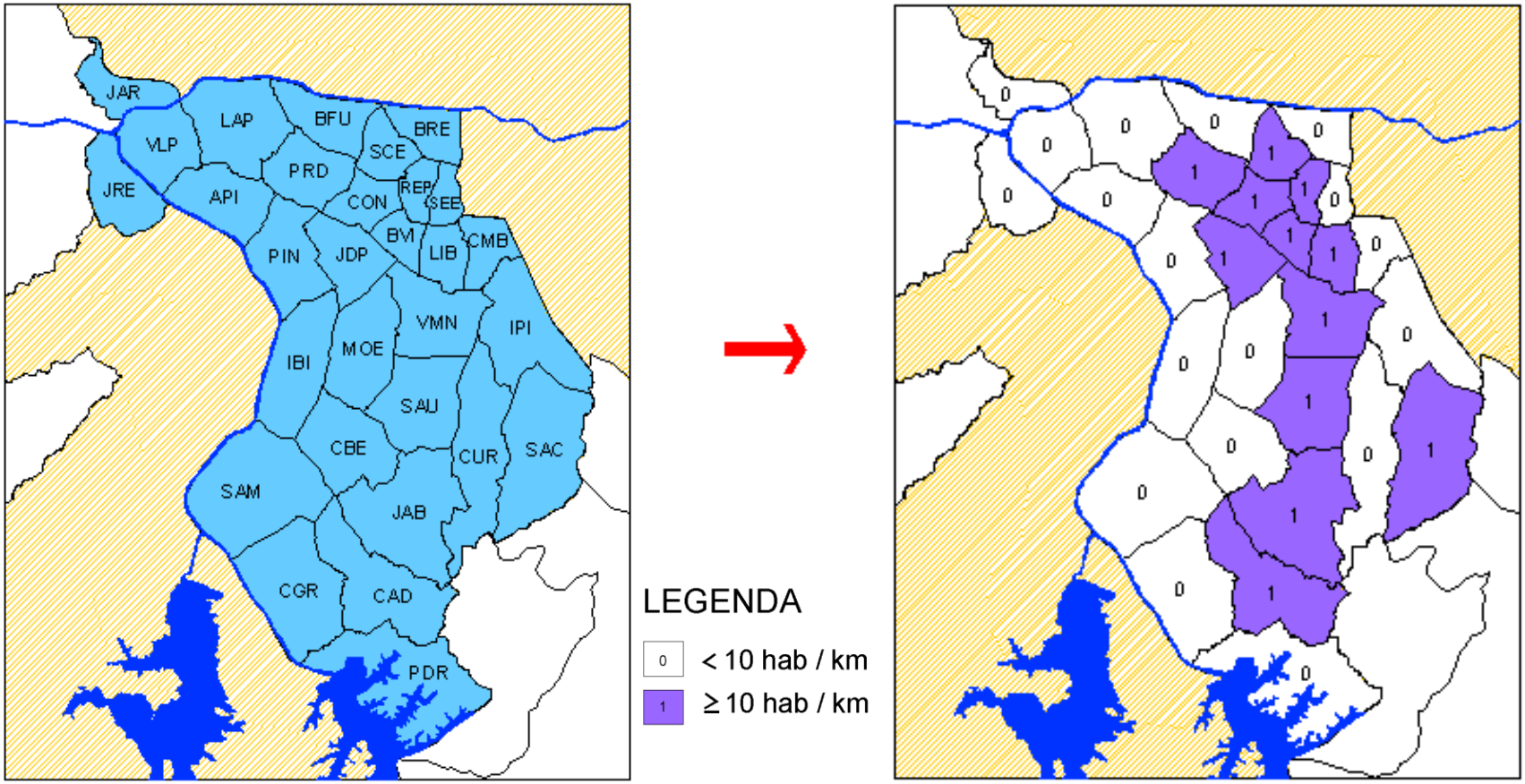
Classificação: Conceitos

Divisão de objetos geográficos em categorias, segundo um conjunto de condições e critérios.



Operação: classificação dos distritos municipais por classe de densidade populacional.

Classificação: Tipo Binária



Operação de classificação binária : seleção dos distritos com densidade superior ou igual a 10 hab. / km²

Operações Espaciais

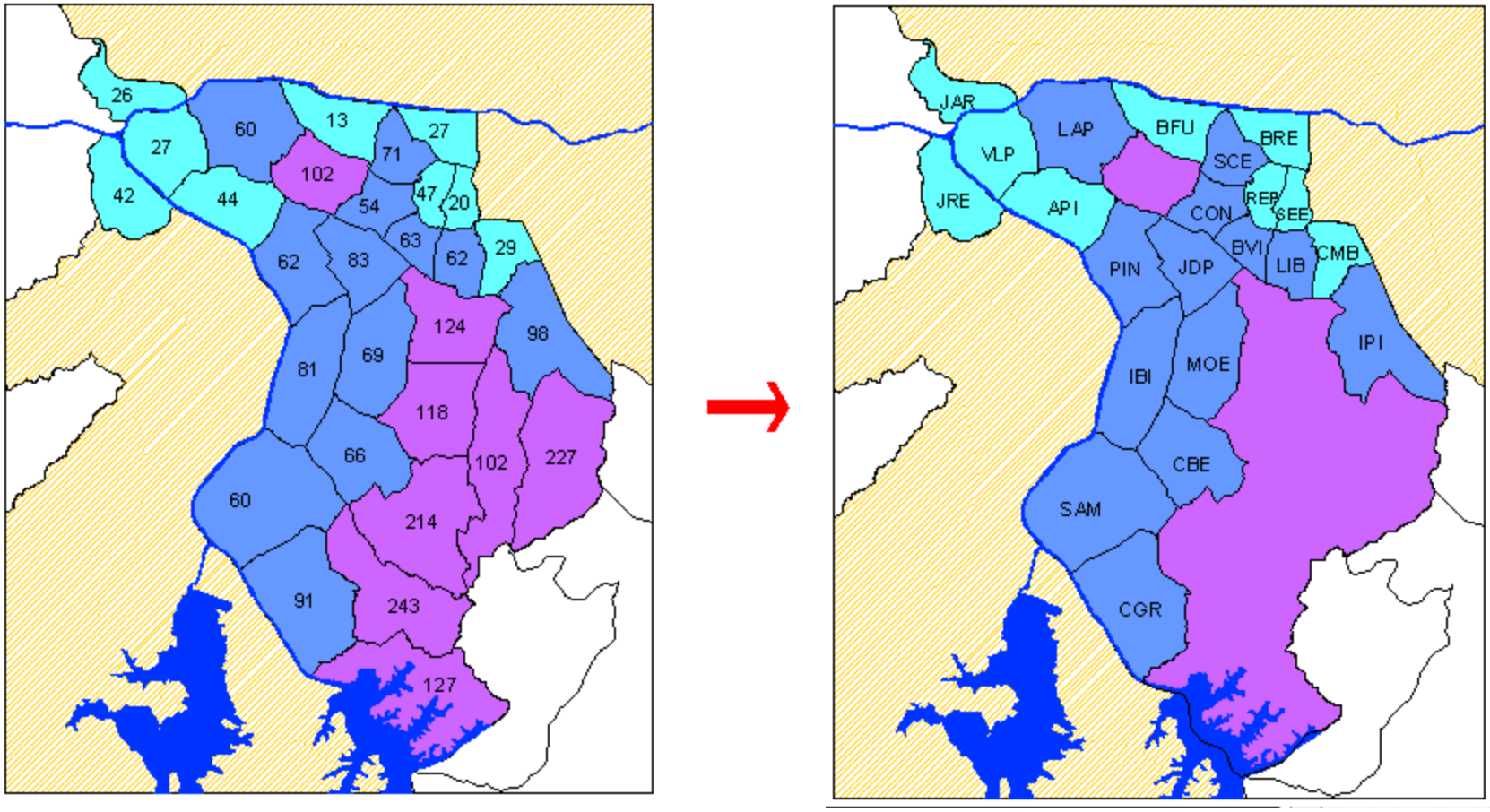
- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - Classificação
  - **Dissolução**
  - Proximidade
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

Dissolução: Conceitos

Eliminação de limites entre áreas

- polígonos adjacentes podem ter mesma classe de valores para um determinado atributo;
- limites entre polígonos são verificados a respeito dos valores em cada um dos lados;
- se os valores pertencem à mesma classe, a linha de limite é removida.

Dissolução



- **Exemplo**: dissolução de limites entre distritos municipais que possuem densidade >= 100 hab. / km. Essa operação pode ser chamada de Agregação de Polígonos.

Operações Espaciais

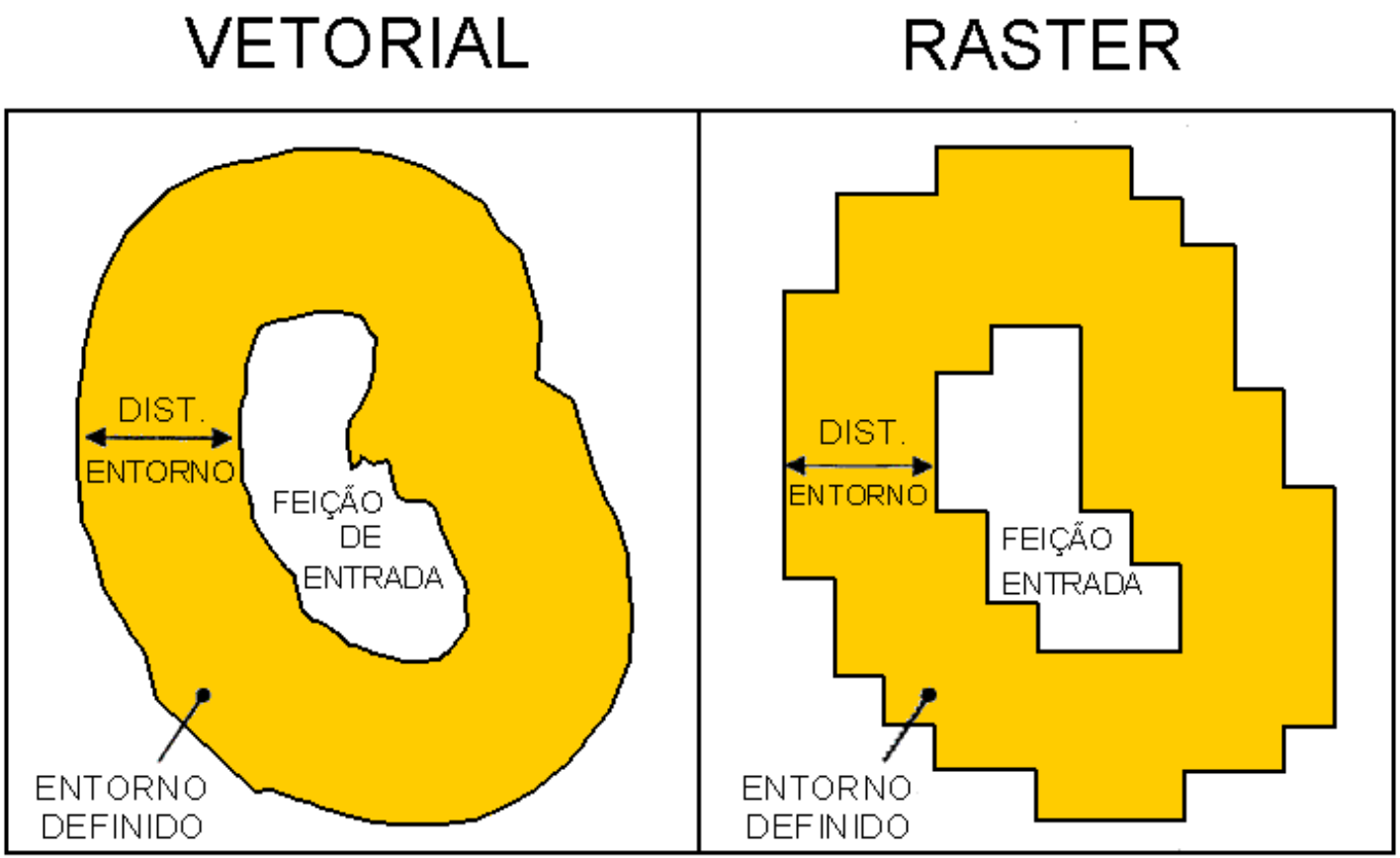
- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - Classificação
  - Dissolução
  - **Proximidade**
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

Proximidade: Conceito

- **Proximidade**: operação que consiste na definição de entornos (buffers), para distinguir áreas que estão dentro de determinada distância-limite

- ***buffer*** : região que corresponde a distâncias menores ou iguais a uma distância-limite, originada a partir de uma ou mais feições.

Proximidade: Conceito



Proximidade: Dados *Raster*

distância da célula mais próxima

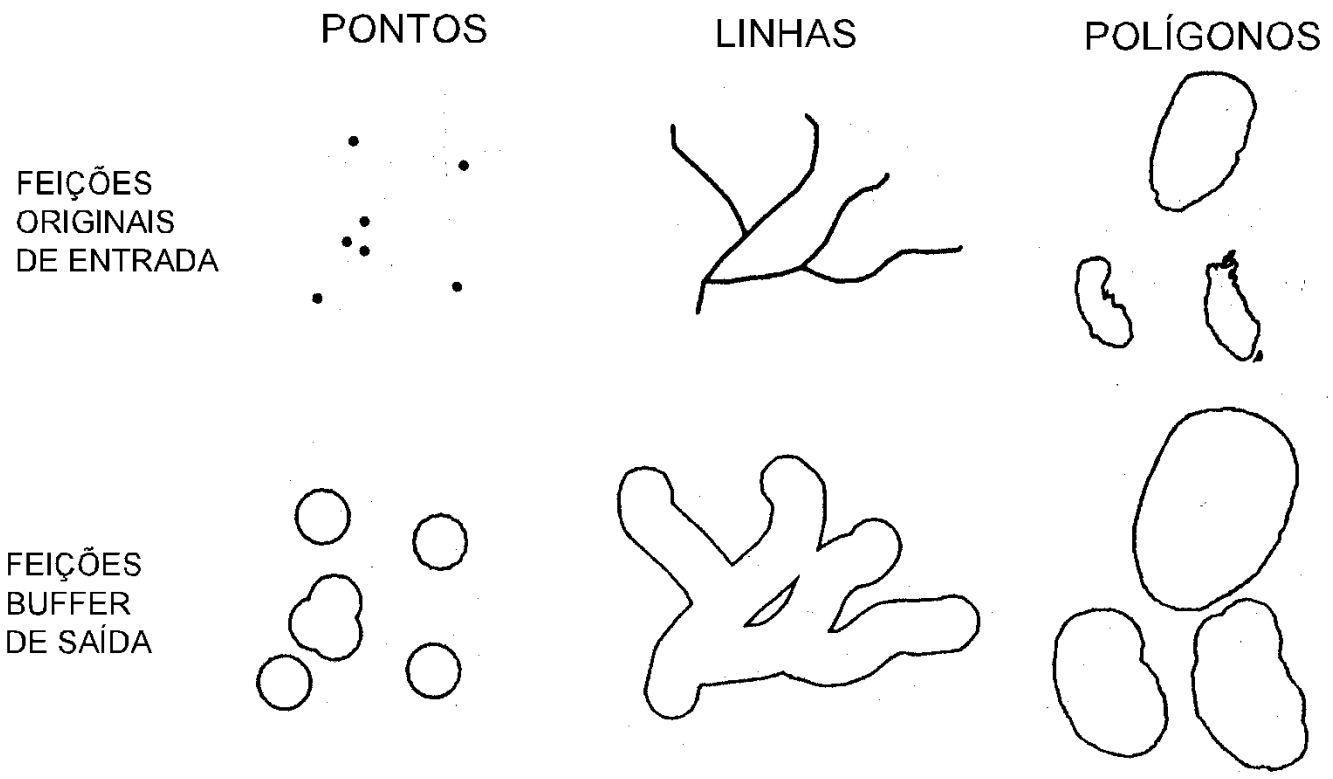
10 unidades

28	22	20	20	14	10	10	14	20
20	14	10	10	10	0	0	10	10
10	10	0	0	0	10	10	0	0
0	0	0	10	10	14	14	10	10
0	10	10	14	20	22	22	20	20
0	10	20	22	28	32	32	30	30
10	14	22	32	36	41	41	40	40
20	22	28	36	45	51	51	50	50

célula selecionada distância 0	dentro do buffer de distância	fora do buffer de distância
reclassificada como dentro	reclassificada como dentro	reclassificada como fora

Proximidade: Dados Vetoriais

- Operação de proximidade vetorial pode ser aplicado a feições de pontos, linhas e áreas e, para qualquer situação, o produto é sempre um conjunto de feições de áreas.



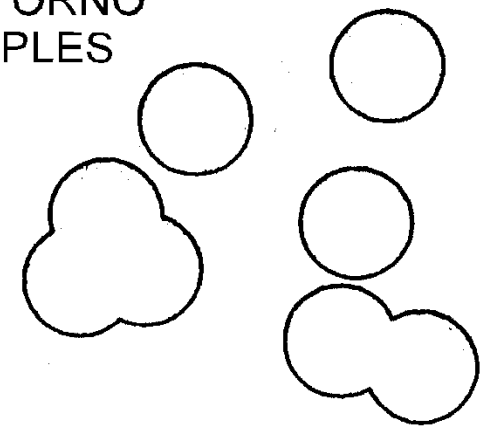
Proximidade: Dados Vetoriais

- **Tipos de Operações de proximidade vetorial:**
  - **Entorno simples**: delineamento de áreas a uma distância fixa, uniforme; para todas as feições de entrada; as linhas de interseção entre entornos são dissolvidas;
  - **Entorno composto**: neste caso, as linhas de interseção entre entornos são mantidas, o que permite a análise das áreas de sobreposição;
  - **Entorno múltiplo**: conceito de entorno simples (com dissolução) aplicado a múltiplas distâncias, a partir das feições de entrada.

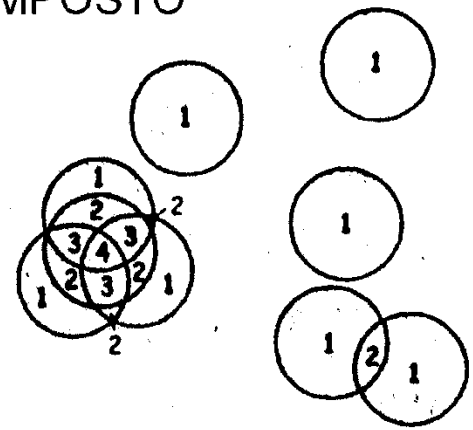
Proximidade: Dados Vetoriais

CONJUNTO DE PONTOS

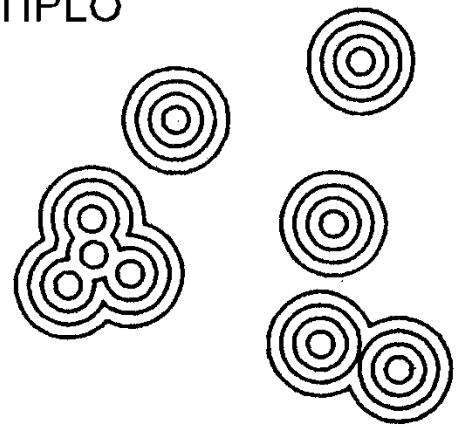
ENTORNO SIMPLES



ENTORNO COMPOSTO

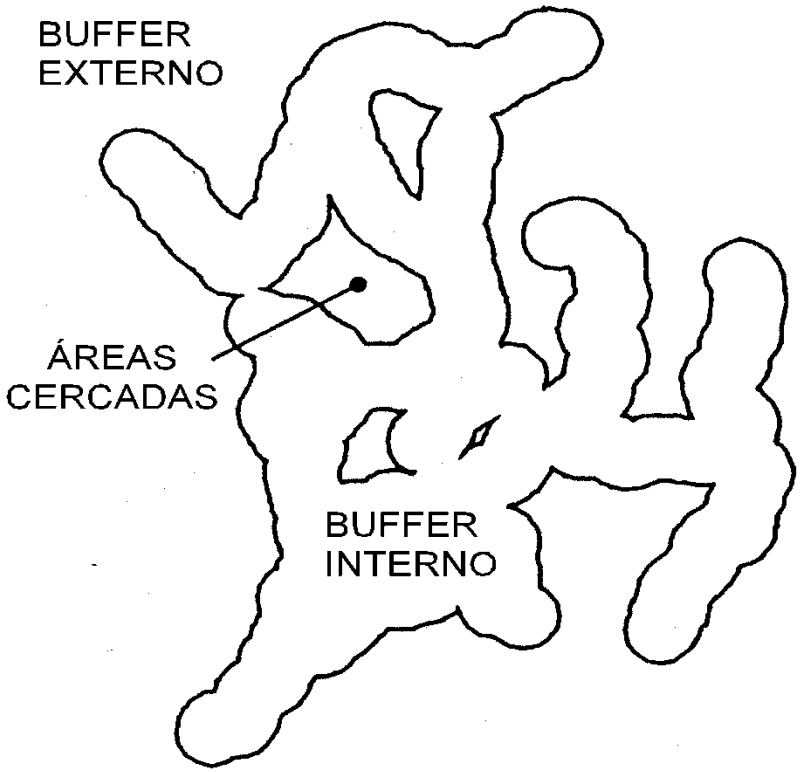


ENTORNO MÚLTIPLO

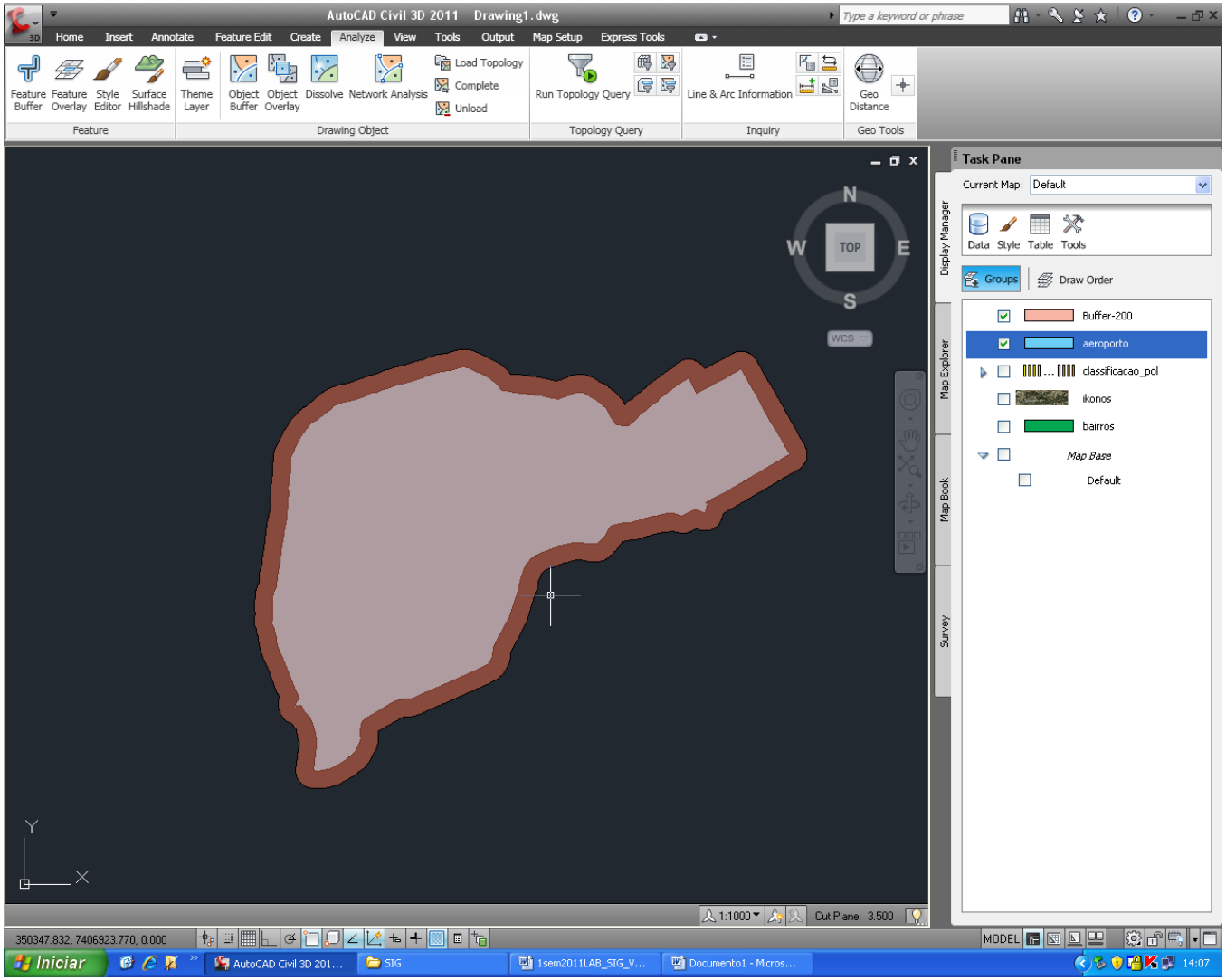


Proximidade: Dados Vetoriais

Criação de três tipos de áreas:



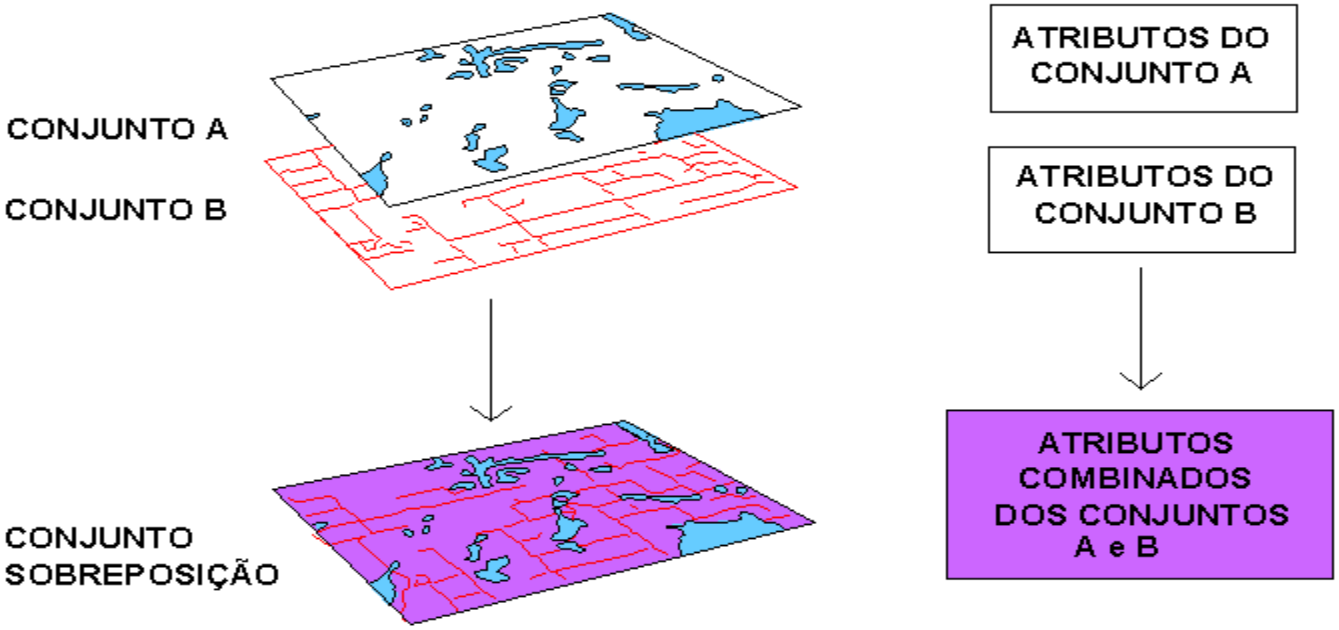
Lab SIG: “Buffer”



Operações Espaciais

- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - Classificação
  - Dissolução
  - Proximidade
  - **Sobreposição**
  - Álgebra de mapas

Sobreposição



Sobreposição *Raster*

- Envolve a combinação célula-a-célula de dois ou mais conjuntos de dados ; os valores de células coincidentes, em conjuntos diferentes, são combinados, de alguma forma, para gerar um valor de saída da célula correspondente (segundo regras).

A	A	B	B
C	D	C	B
B	C	C	A
B	B	B	A
B	B	A	A

Conjunto A

ID	Tipo de solo
A	Areia
B	Silte
C	Argila
D	Rocha

+

2	3	3	4
2	4	1	4
2	1	1	4
2	2	2	1
2	2	3	2

Conjunto B

ID	Ocupação
1	Floresta
2	Urbano
3	Fazenda
4	Represa

=

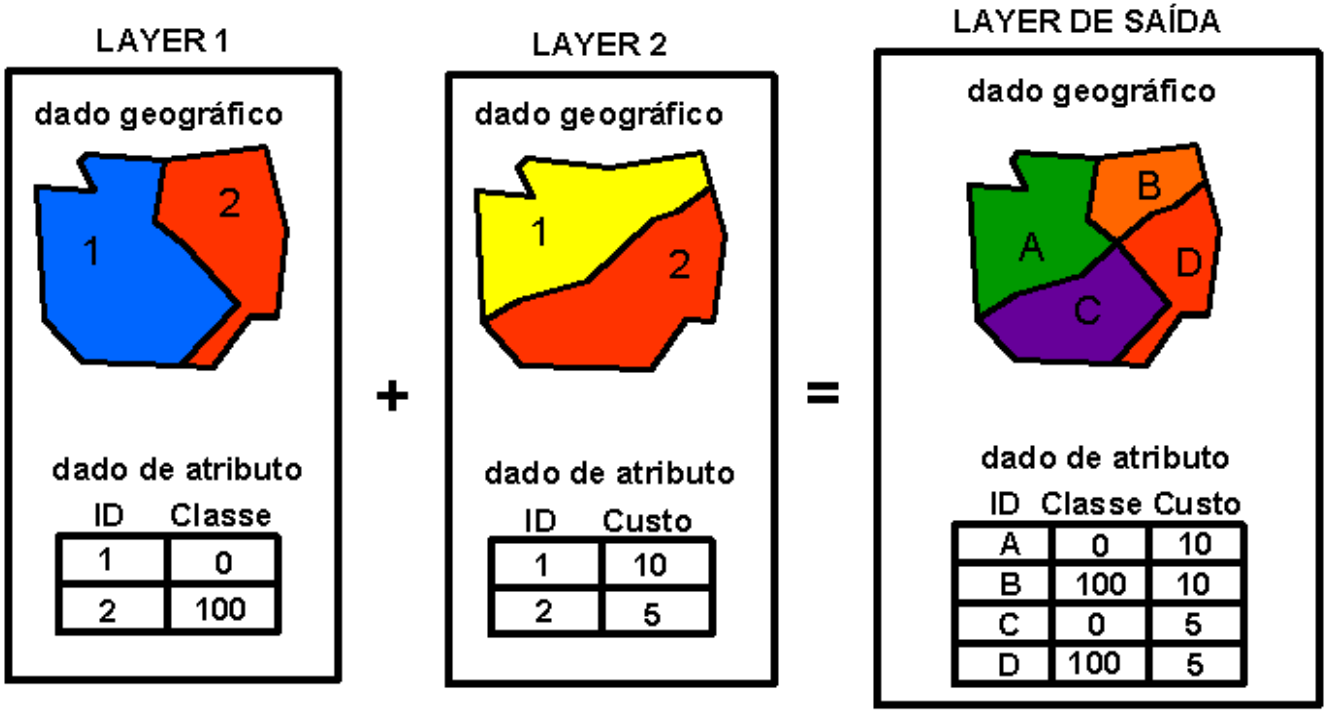
A2	A3	B3	B4
C2	D4	C1	B4
B2	C1	C1	A4
B2	B2	B2	A1
B2	B2	A3	A2

ID	Tipo de solo	Ocupação
A1	Areia	Floresta
A2	Areia	Urbano
A3	Areia	Fazenda
A4	Areia	Represa
B2	Silte	Urbano
B3	Silte	Fazenda
B4	Silte	Represa
C1	Argila	Represa
C2	Argila	Urbano
D4	Rocha	Represa

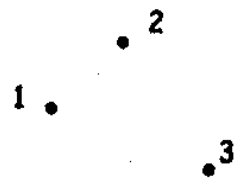
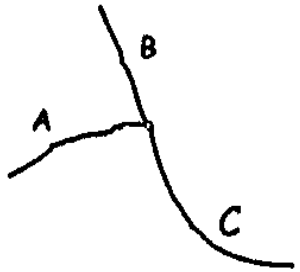
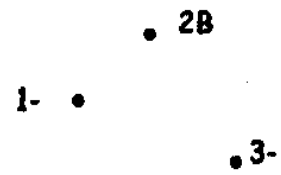
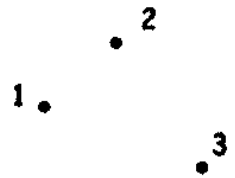
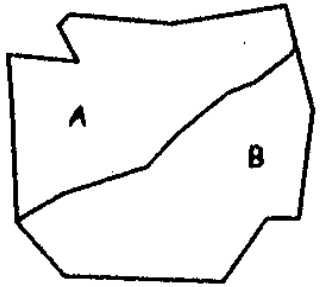
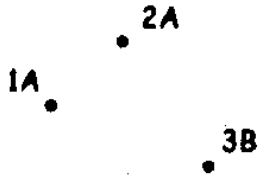
exemplo operação “E”

Sobreposição *Vetor*

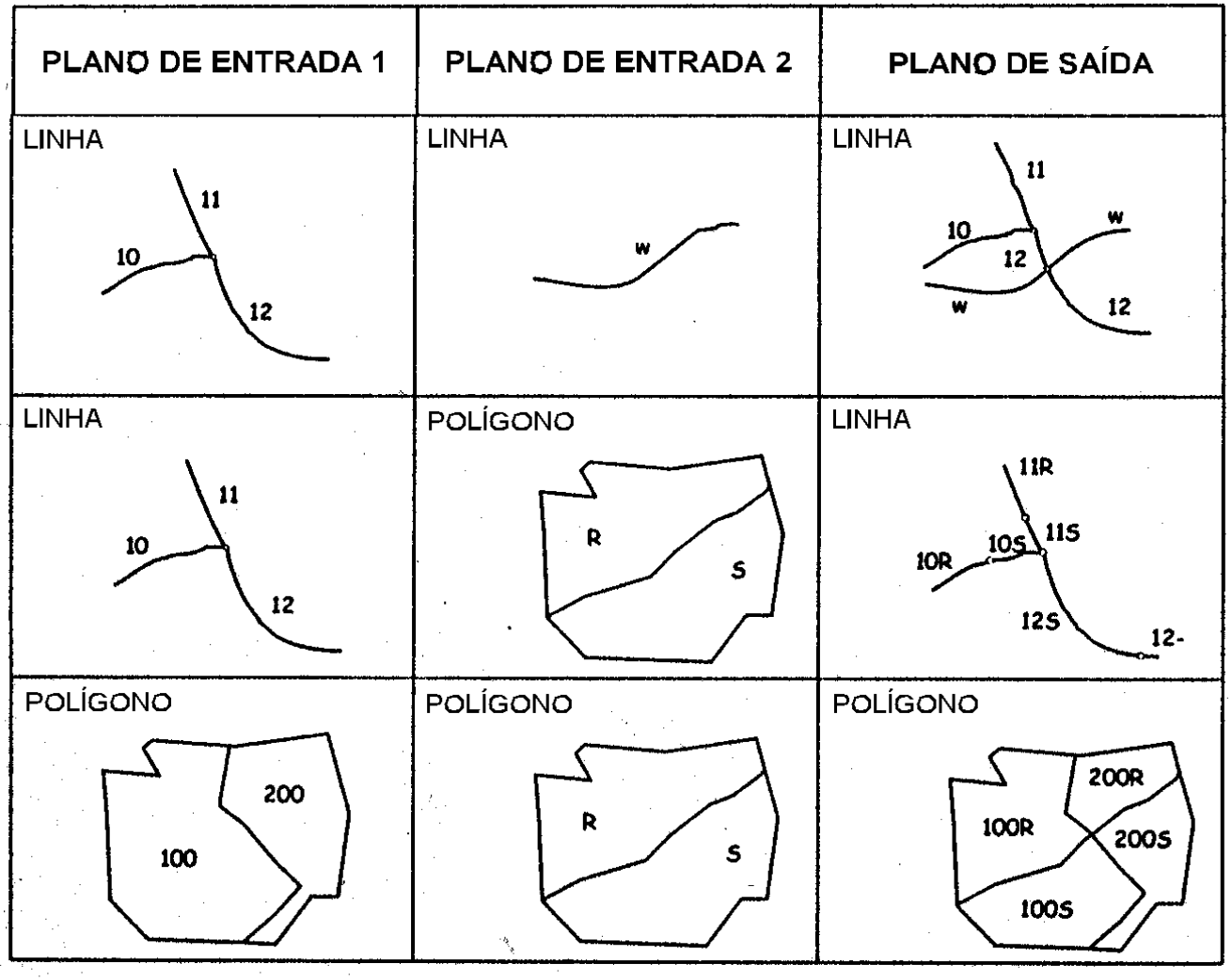
- Sobreposição vetorial envolve a combinação e fusão da geometria de pontos, linhas, polígonos e de atributos associados a 2 conjuntos, para criação de um novo conjunto de dados;



Sobreposição *Vetor*

PLANO DE ENTRADA 1	PLANO DE ENTRADA 2	PLANO DE SAÍDA
PONTO 	LINHA 	PONTO 
PONTO 	POLÍGONO 	PONTO 

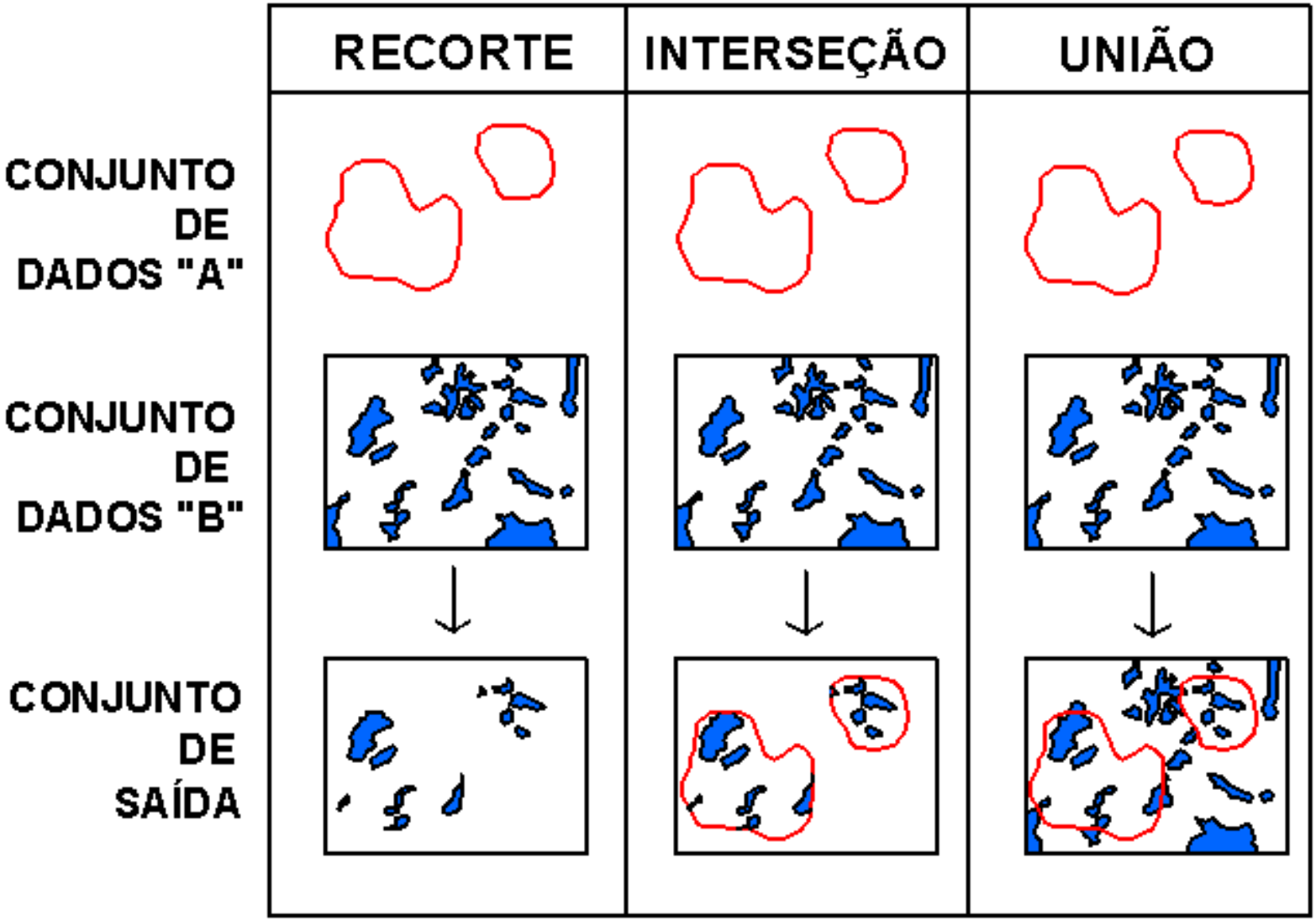
Sobreposição *Vetor*



Sobreposição Casos espaciais

- **Recorte**
- **Interseção**
- **União**

Sobreposição: Casos espaciais



Lab SIG

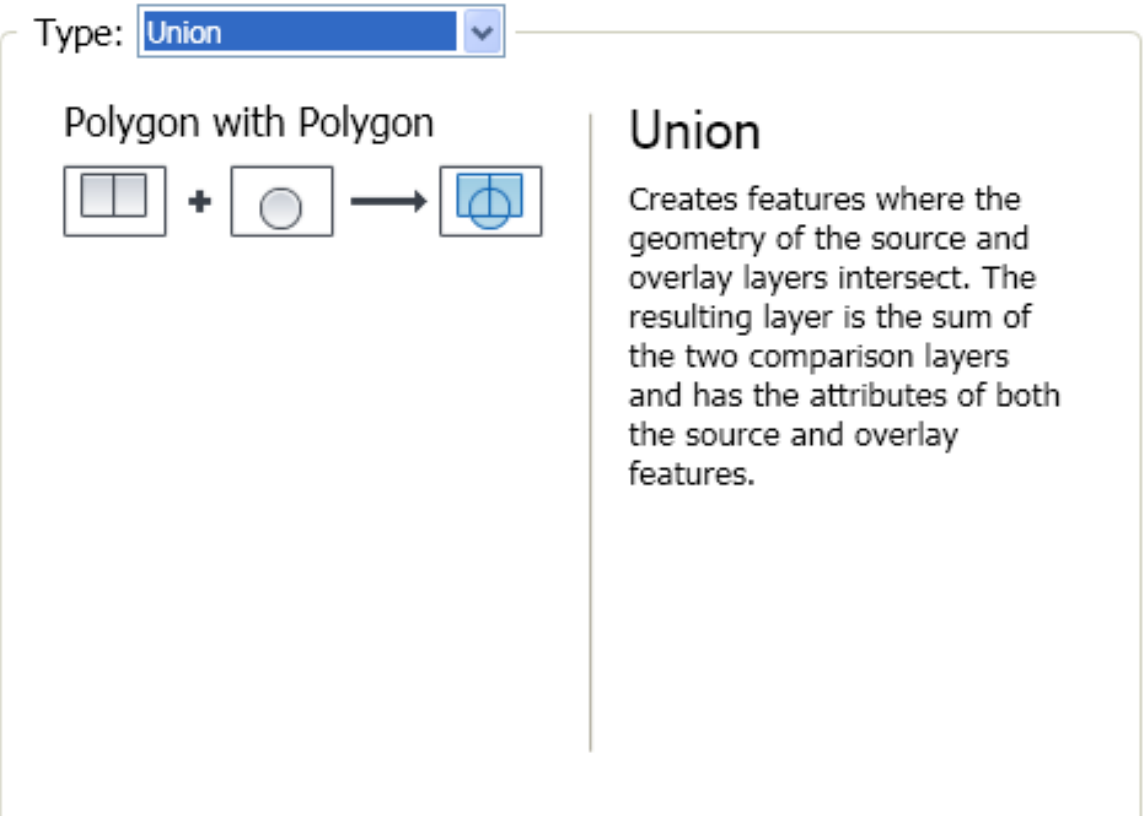
- Podemos utilizar a análise de ***Overlay*** no Civil 3D (Map) para comparar dois *layers* no mapa.

- Por convenção da operação:
  - um *layer* é considerado o *Source*
  - e outro o *Overlay*.

- O resultado dessa comparação é um arquivo SDF com o layer final –
  - Ele pode conter os atributos do Source layer, Overlay layer ou atributos de ambos, dependendo do tipo de comparação escolhida.

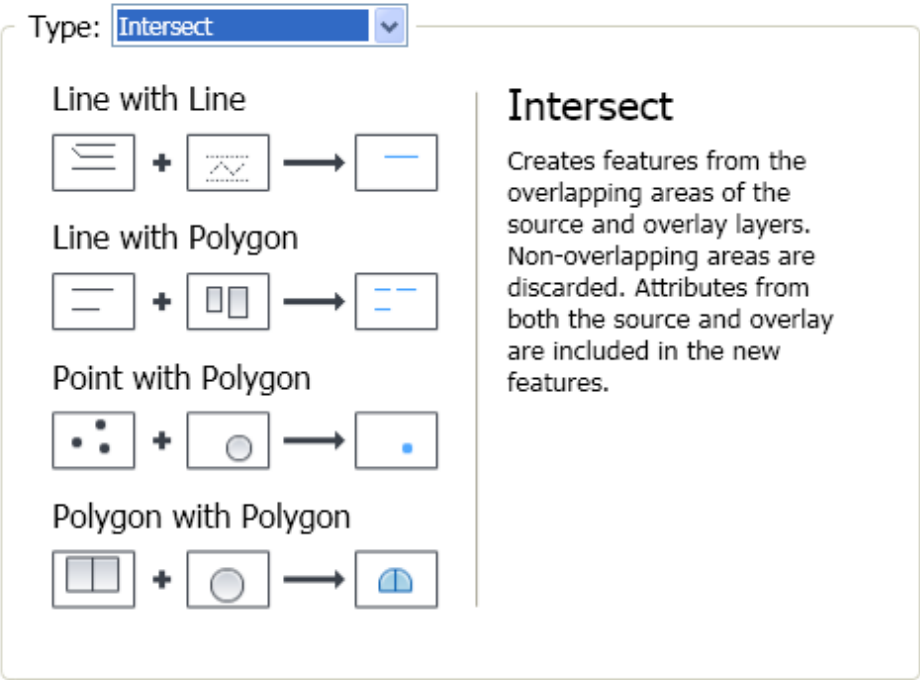
Sobreposição: União

- Combinação de todos os dados de ambos os conjuntos (correspondente ao operador espacial *OR*).



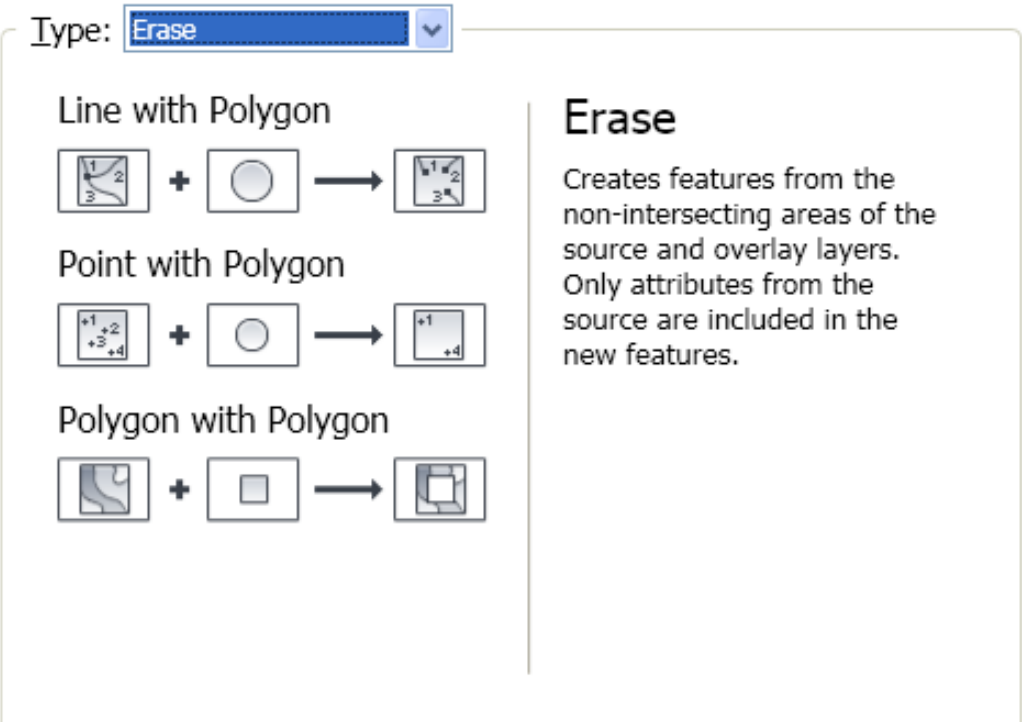
Sobreposição: Intersecção

- Combinação de dados de ambos os conjuntos para a região de corte (correspondente ao operador espacial *AND*).



Sobreposição: Recorte

- Combinação de intersecção e eliminação;
- Cria um novo layer com objetos fonte que não se intersectam (source e layer overlay).



Experimentação Pré-Laboratório

Cairo

http://www.nytimes.com/packages/flash/newsgraphics/2011/0128-cairo-map/index.html

Mapeamento Crime Inglaterra

http://www.police.uk/

Cálculo de Reuso da Água

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

Turismo

http://www.yourtour.com/

Postos de combustível e serviços Shell

http://www.shell.co.uk/

Aeroportos

http://www.skychatter.com/