

**SIG**

**SISTEMAS DE INFORMAÇÕES  
GEOGRÁFICAS**

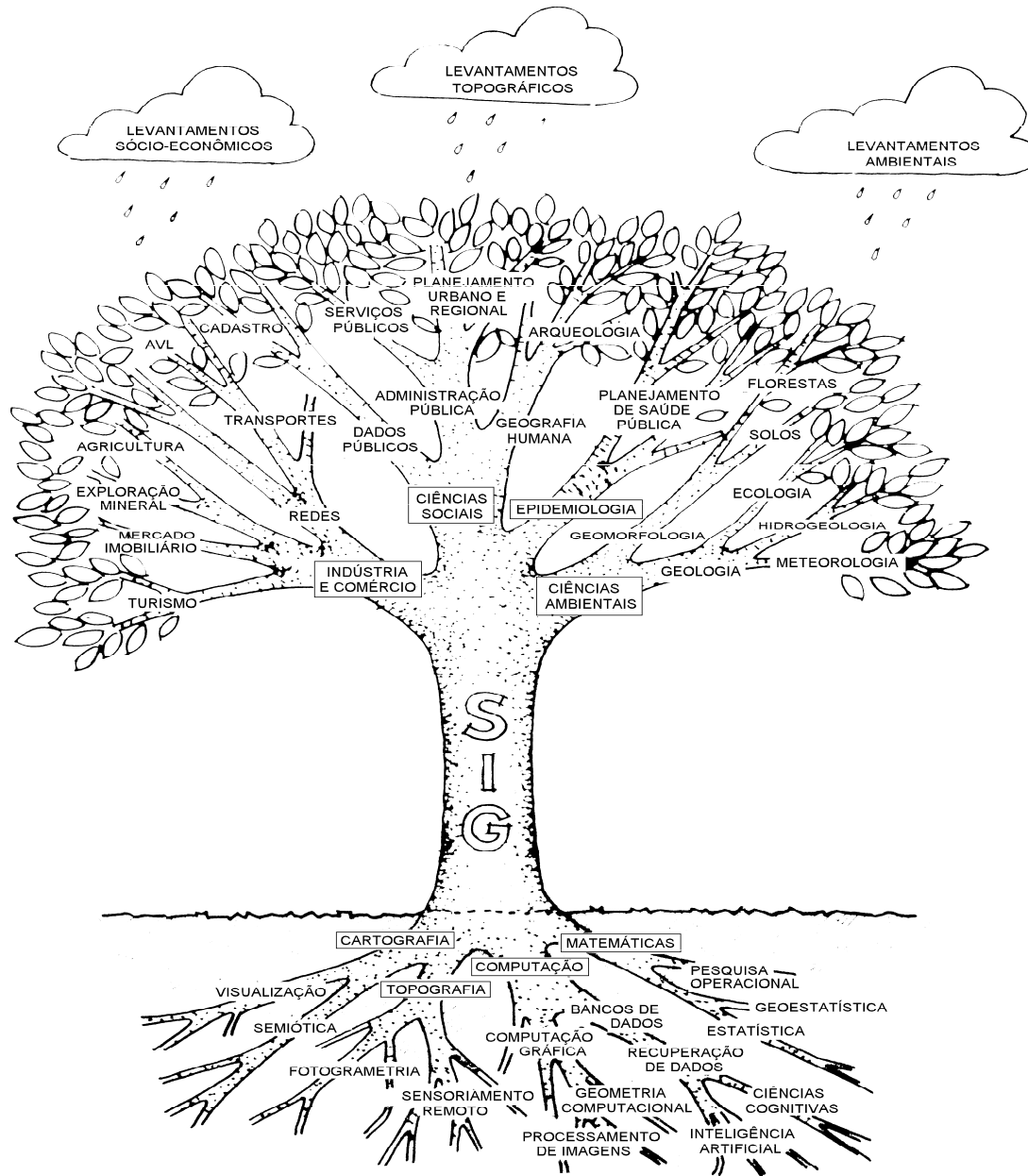
2009

Marcos Rodrigues

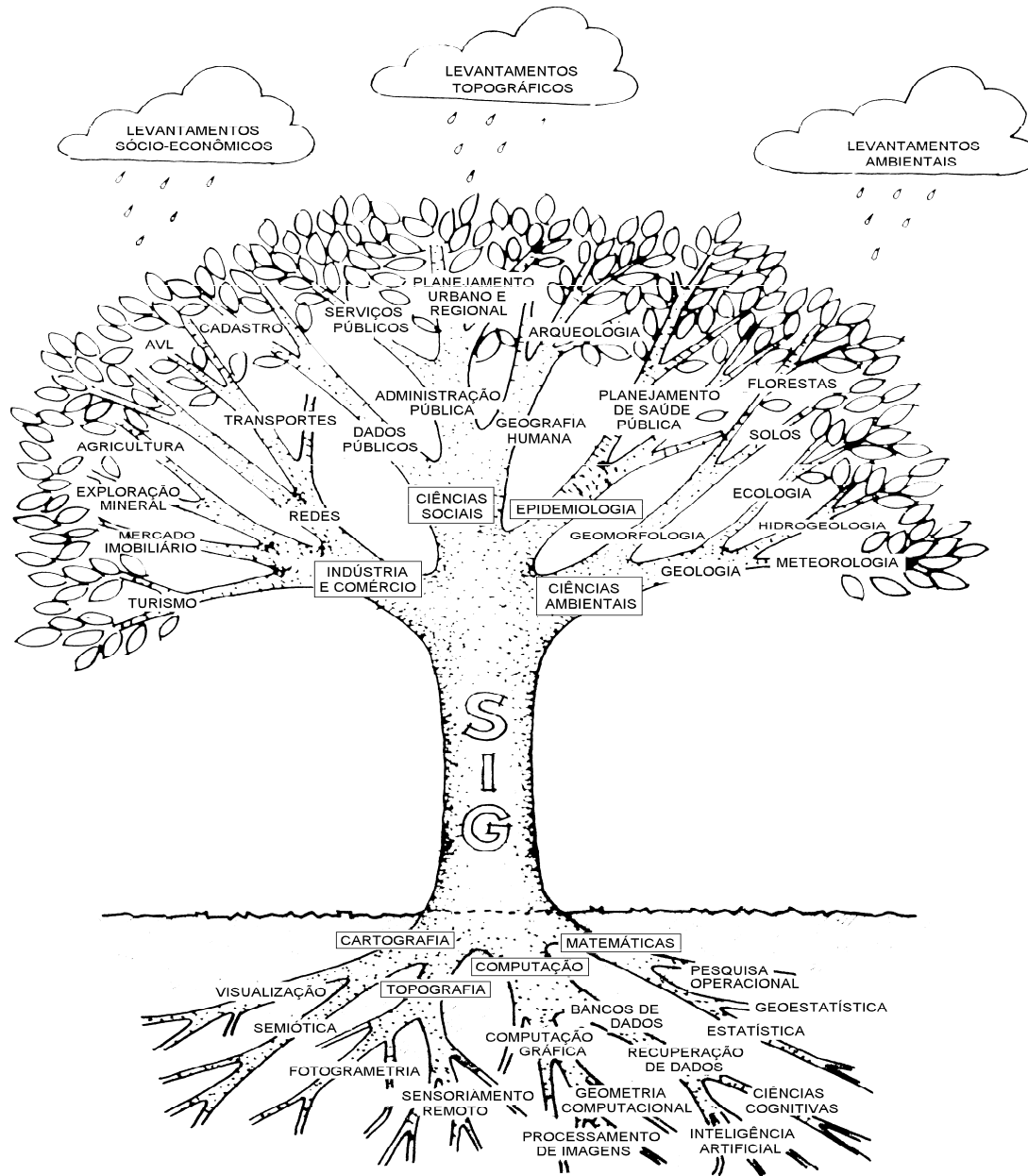
# Sistemas de Informações Geográficas

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

# A árvore SIG



# A árvore SIG



# SIG e interdisciplinaridade

- **Ciências da computação:** manuseio e armazenamento de informações espaciais
  - Modelagem de dados
  - Banco de dados
  - Computação gráfica
  - Processamento de imagens
  - Inteligência artificial
  
- **Estatística:**
  - Estatística tradicional
  - Geoestatística

# SIG e interdisciplinaridade...

- **Cartografia/Geografia:** possuem a função comum de armazenamento e apresentação de dados geográficos
  - Visualização
  - Semiótica (símbolos)
- **Técnicas para levantamentos:** aquisição de dados
  - Topografia e Geodésia
  - Sensoriamento remoto (aerofotogrametria e orbital)
  - Levantamento de campo
  - Posicionamento (GPS)
- **Matemática:** análise de dados espaciais
  - Geometria
  - Topologia
  - Teoria dos grafos

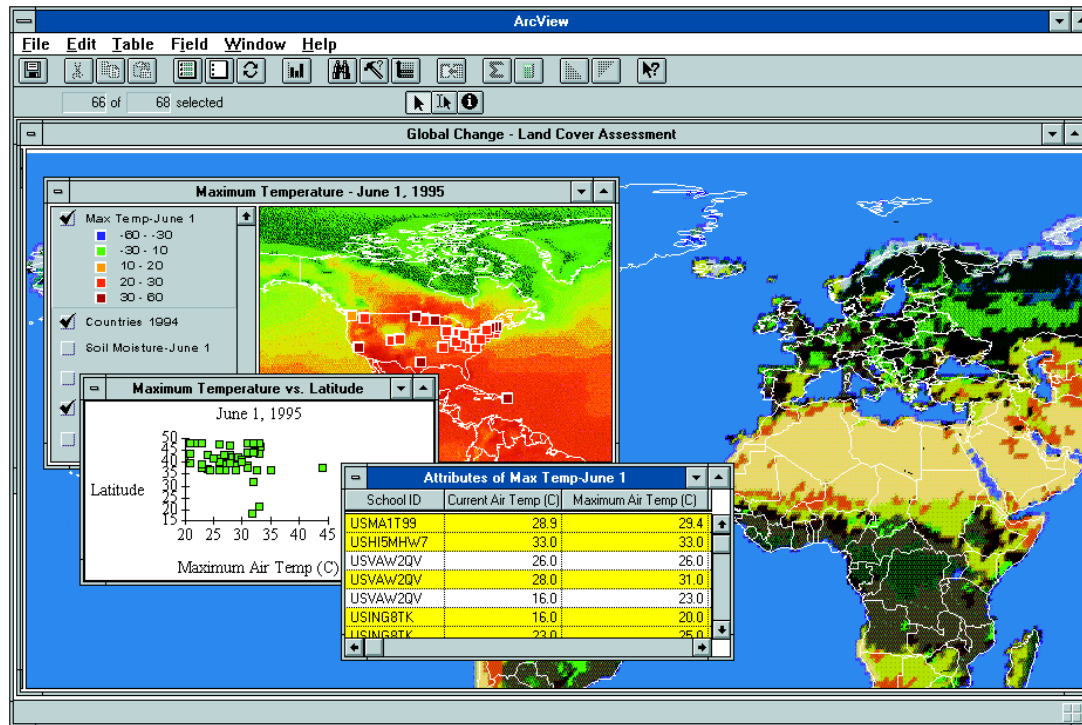
# Componentes de um SIG

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

# Componentes de um SIG

- **Software** (*strictu senso*)
- **Hardware**
- **Banco de dados**
- **Componentes Organizacionais**

# Software



# Software

- Funcionalidades (depois! )
- Características dos software
- Softwares mais utilizados
- Softwares livres
- Consórcio OpenGIS (OGC)

# Software

## Características

- **Escalabilidade**
  - a flexibilidade de configuração de um sistema conforme porte
- **Armazenamento e Conversão de Dados**
  - armazenamento em Bancos de Dados
  - conversão de dados para outros formatos.
- **Interface com o Usuário**
  - facilidade com que o usuário irá interagir com o sistema

- **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

- **Análise**

- pesquisas espaciais e por atributos, interpolação, conectividade, proximidade e adjacência, entorno, sobreposição etc.

- **Saída**

- mapas, imagens, gráficos etc..

# Software 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

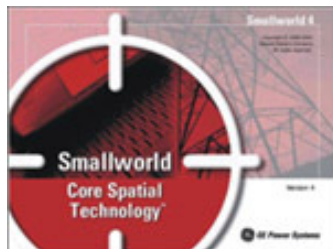


- **Autodesk MAP** (<http://autodesk.com>) EUA:
  - Grande difusão no mercado CAD, o que facilita o treinamento
  - Vem agregando cada vez mais funcionalidades SIG



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

idrisi  
**Kilimanjaro**



- **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

# Softwares Livres

- **MapServer**: ambiente de desenvolvimento de Código Aberto para construção de aplicativos espaciais na internet (compatível com OGC) <http://mapserver.gis.umn.edu>
- **TerraLib**: Biblioteca de funções SIG <http://www.terralib.org>
- **PostgreSQL**: banco de dados geográfico compatível com OGC <http://www.postgresql.org.br/>
- **JTS Topology Suite**: biblioteca de funções topológicas. <http://www.vividsolutions.com/jts/jtshome.htm>
- **GRASS GIS** <http://www.grass.itc.it>
- **SPRING**: software comercial gratuito <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>

## Interoperabilidade

Habilidade de transferir e utilizar informações de maneira uniforme e eficiente entre várias organizações e sistemas de informação

# Consórcio OGC

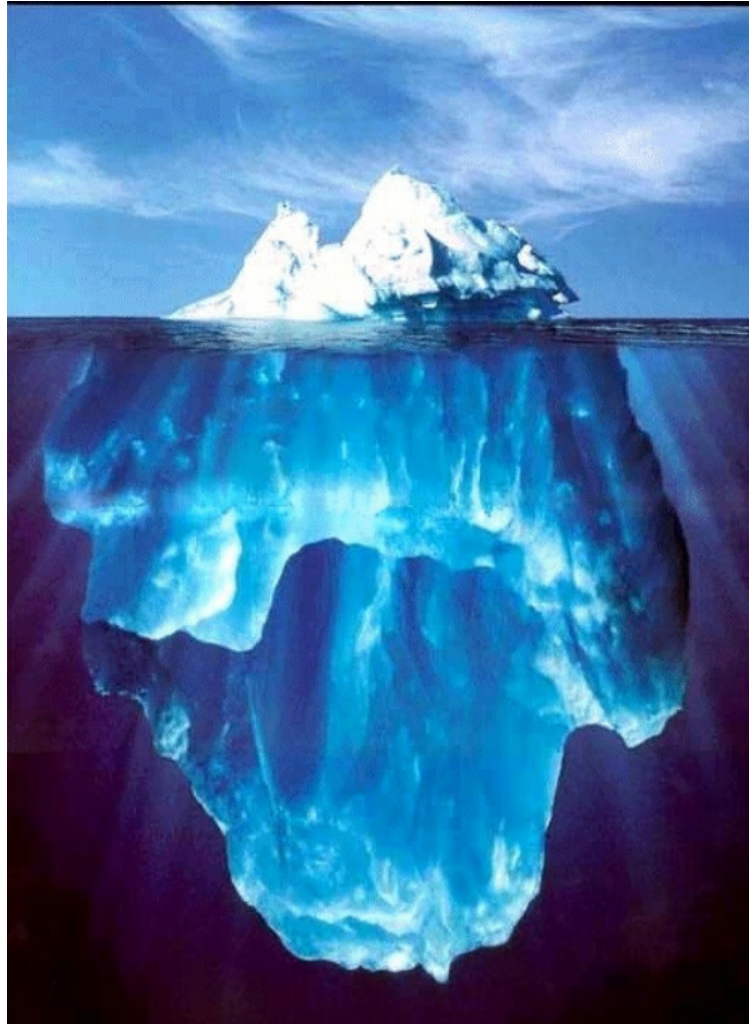


- **Open Geospatial Consortium** (<http://opengeospatial.org>)
- Fundado em 1994 por organizações SIG.
- Possui mais de 300 membros de destaque entre fabricantes de software e hardware, empresas e instituições de ensino.
- **Objetivos:**
  - criar padrões para resolver problemas de interoperabilidade;
  - conscientizar desenvolvedores e usuários dos produtos que utilizam especificações OGC.
- **Processo OGC** (formas como os membros trabalham juntos):
  - identificação do problema de interoperabilidade;
  - definição de propostas p/ especificação (RCF/IP/SP)

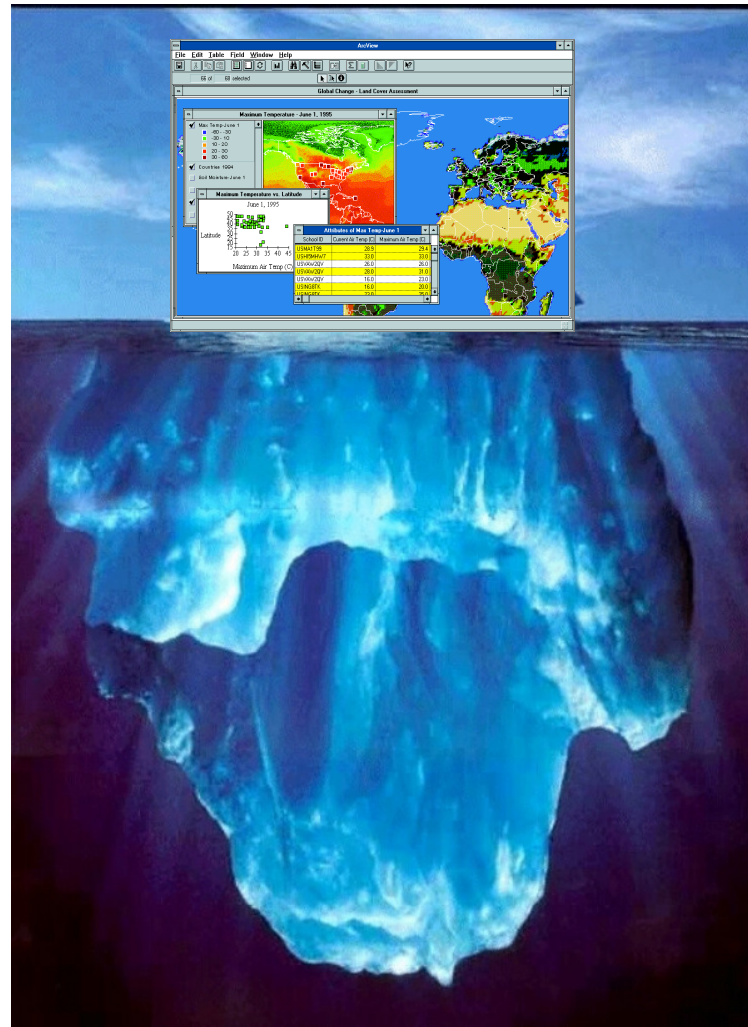
# Alegoria

representar pensamentos, idéias, qualidades sob forma figurada

# Alegoria do Iceberg



# Alegoria do Iceberg



# Alegoria do Barco

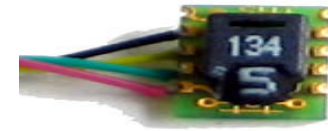


# Hardware

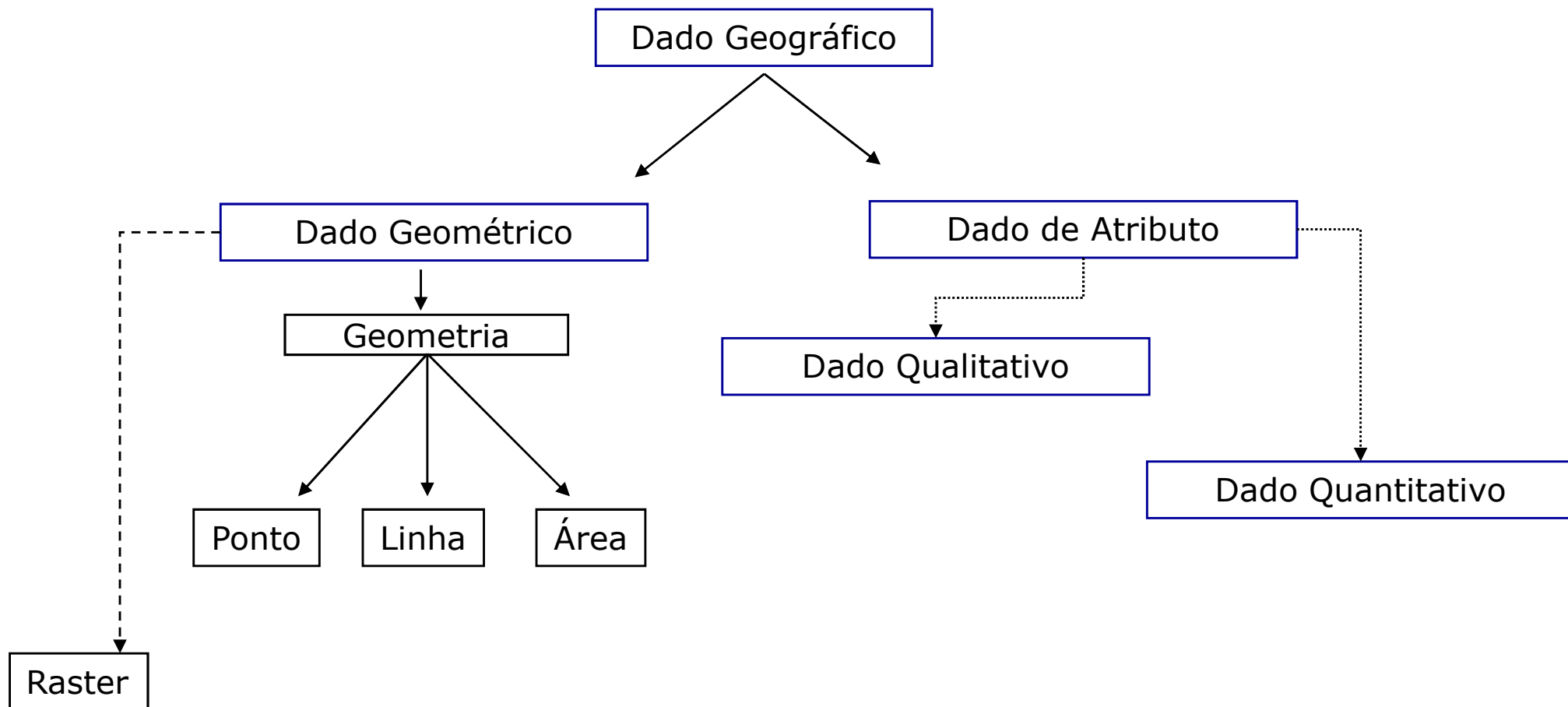


- Processador;
- Disco Rígido;
- Memória;
- Scanners;
- Plotters
- Sensores
- Rastreadores
- etc..

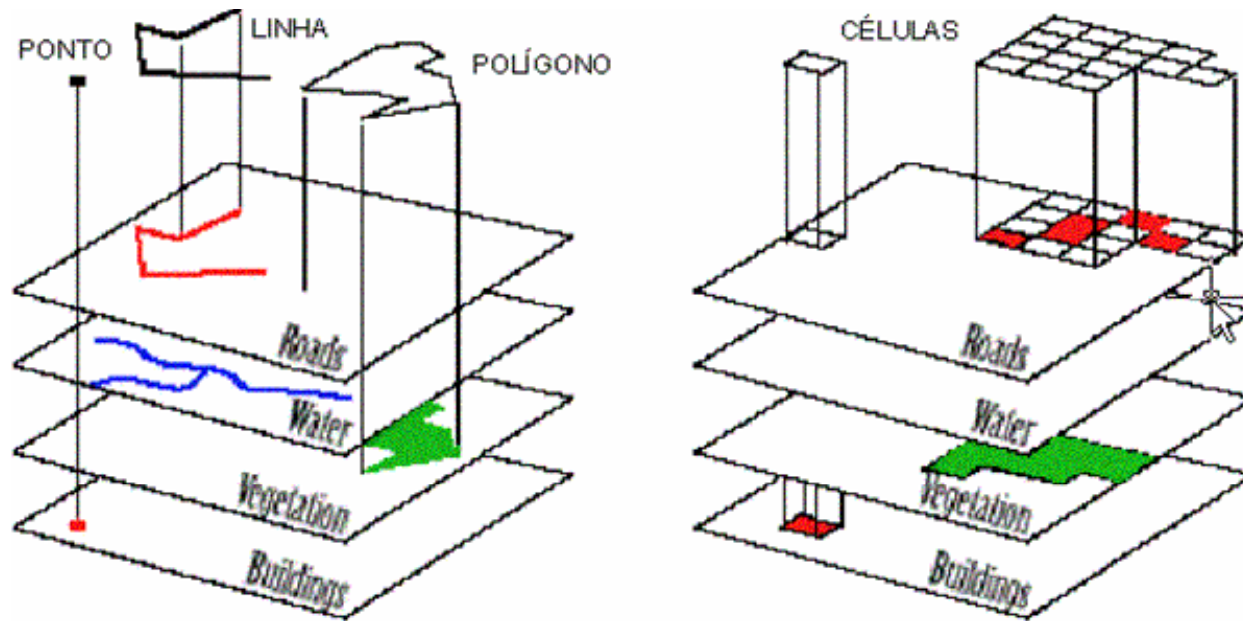
# Dispositivos



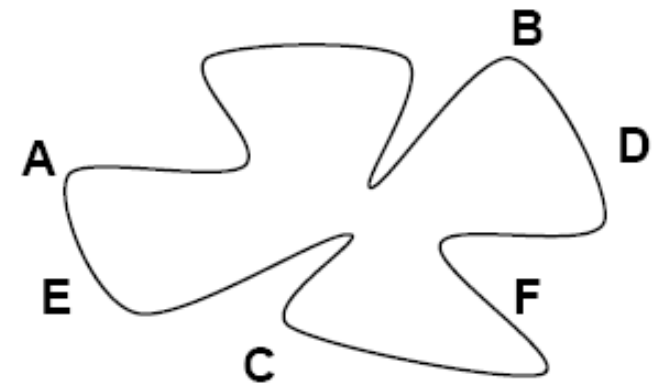
# BD : Brevíssima recapitulação sobre a natureza dos dados



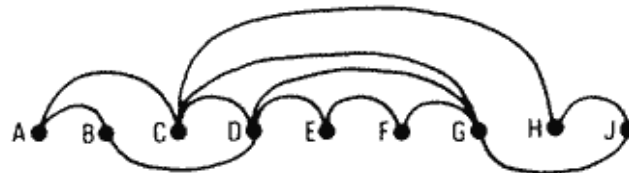
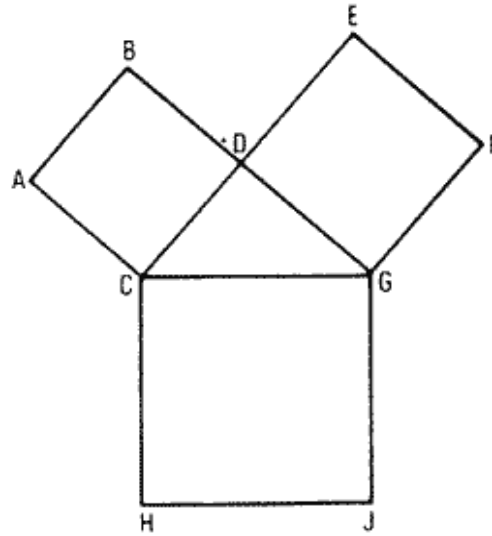
# BD : Brevíssima recapitulação sobre a natureza dos dados



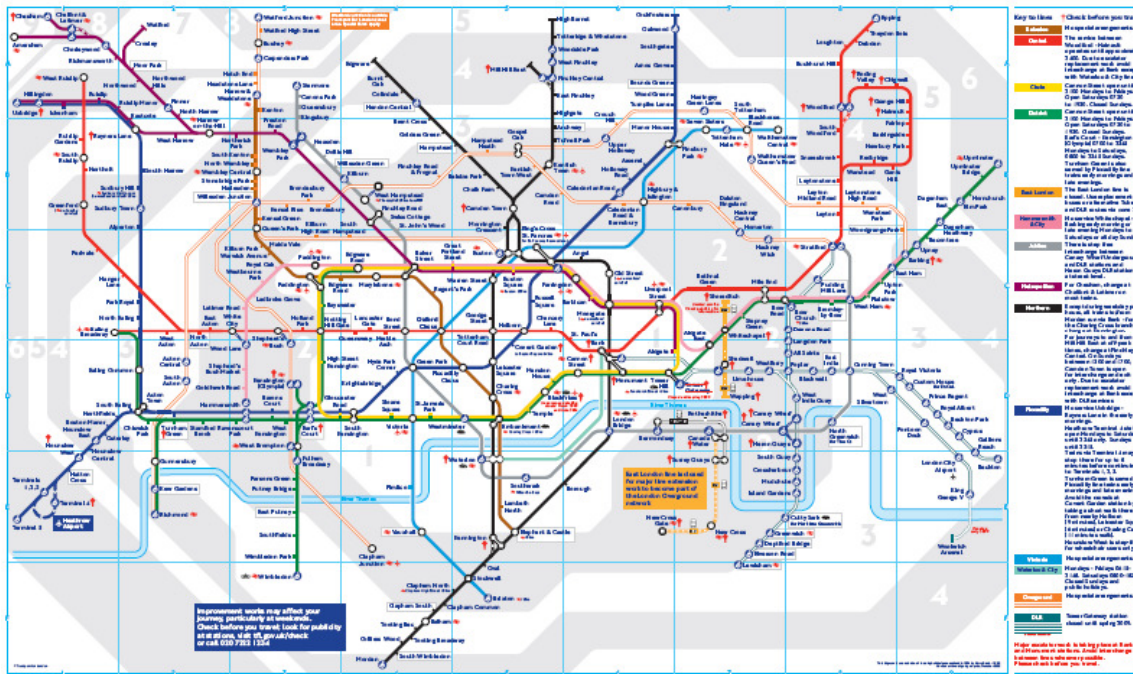
BD : Brevíssima recapitulação sobre a natureza dos dados



BD : Brevíssima recapitulação sobre a natureza dos dados



# BD : Brevíssima recapitulação sobre a natureza dos dados



MAYOR OF LONDON

tfl.gov.uk 020 7222 1234

Transport for London



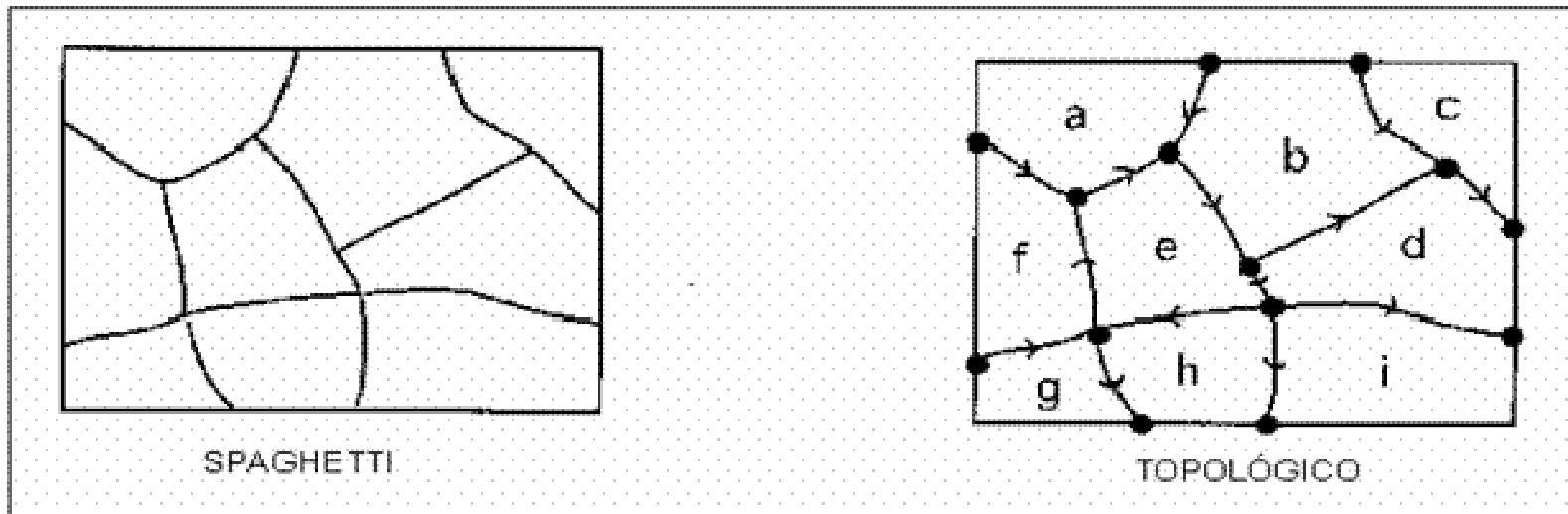
Mapa do metrô de Londres



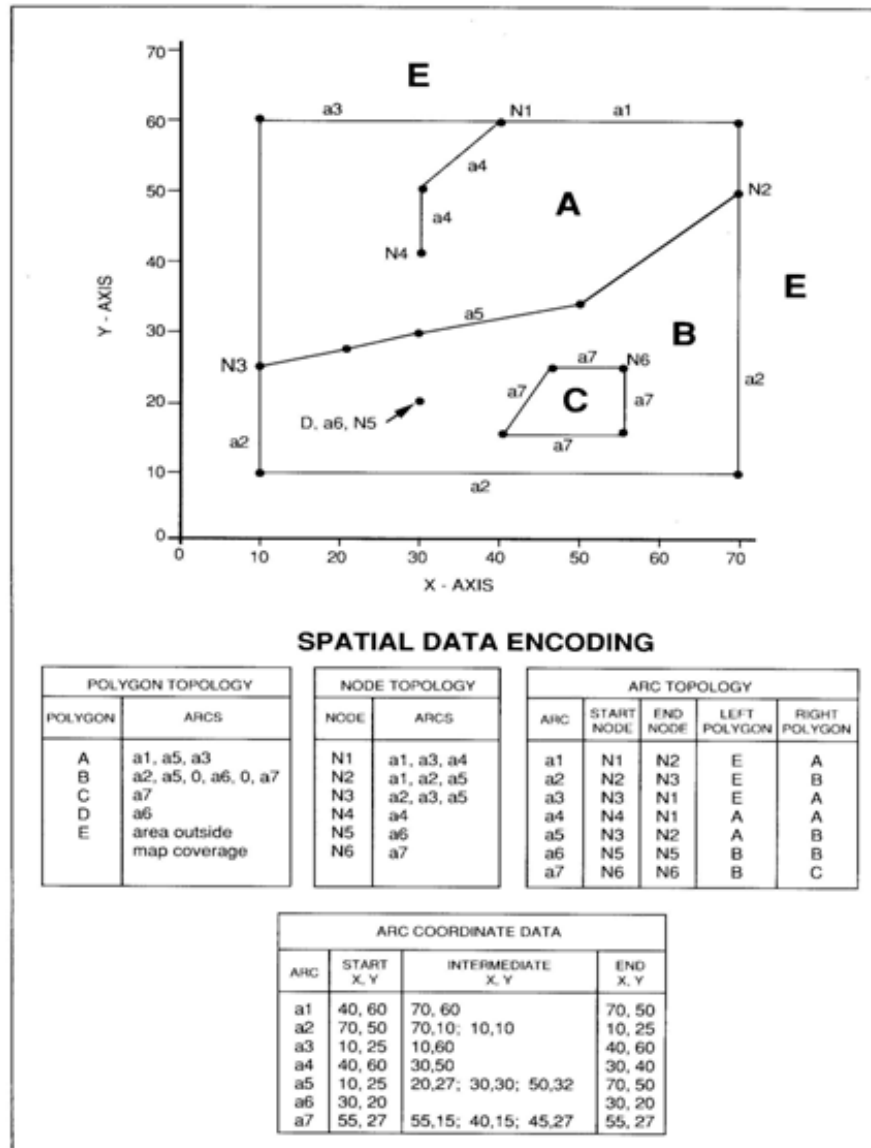
Mapa do metrô de Paris

BD : Brevíssima recapitulação sobre a natureza dos dados

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



# BD : Brevíssima recapitulação sobre a natureza dos dados



# 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 com algum propósito.

- **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.

# Gerenciadores de Bancos de Dados

Todos os principais gerenciadores tem extensões espaciais ou capacidades de resolver questões espaciais ou armazenar dados espaciais

(eventualmente no padrão OGC):

- 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

# Componentes organizacionais



- Estruturas organizacionais
- Normas
- Procedimentos
- Pessoas
- .....

# 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

- Dados analógicos -> digitais;
- Planejamento:
  - avaliação e classificação dos documentos disponíveis;
  - seleção das informações a serem incluídas na base de dados;
  - definição da forma como estes dados serão representados no sistema; e
  - opção pelo processo mais adequado de introdução.
- crescente automatização.

# 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.

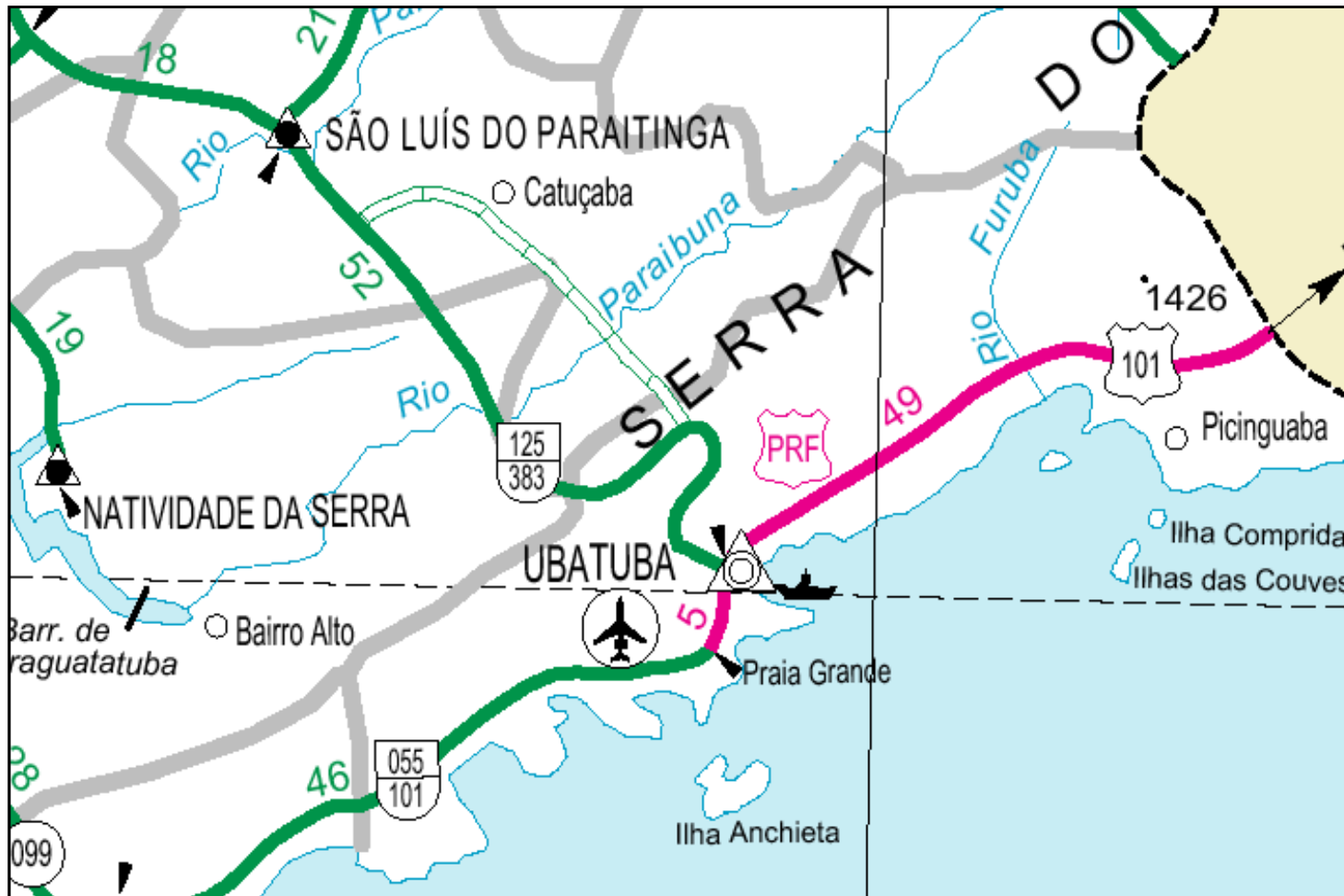
# Categorias de Funcionalidades

- 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

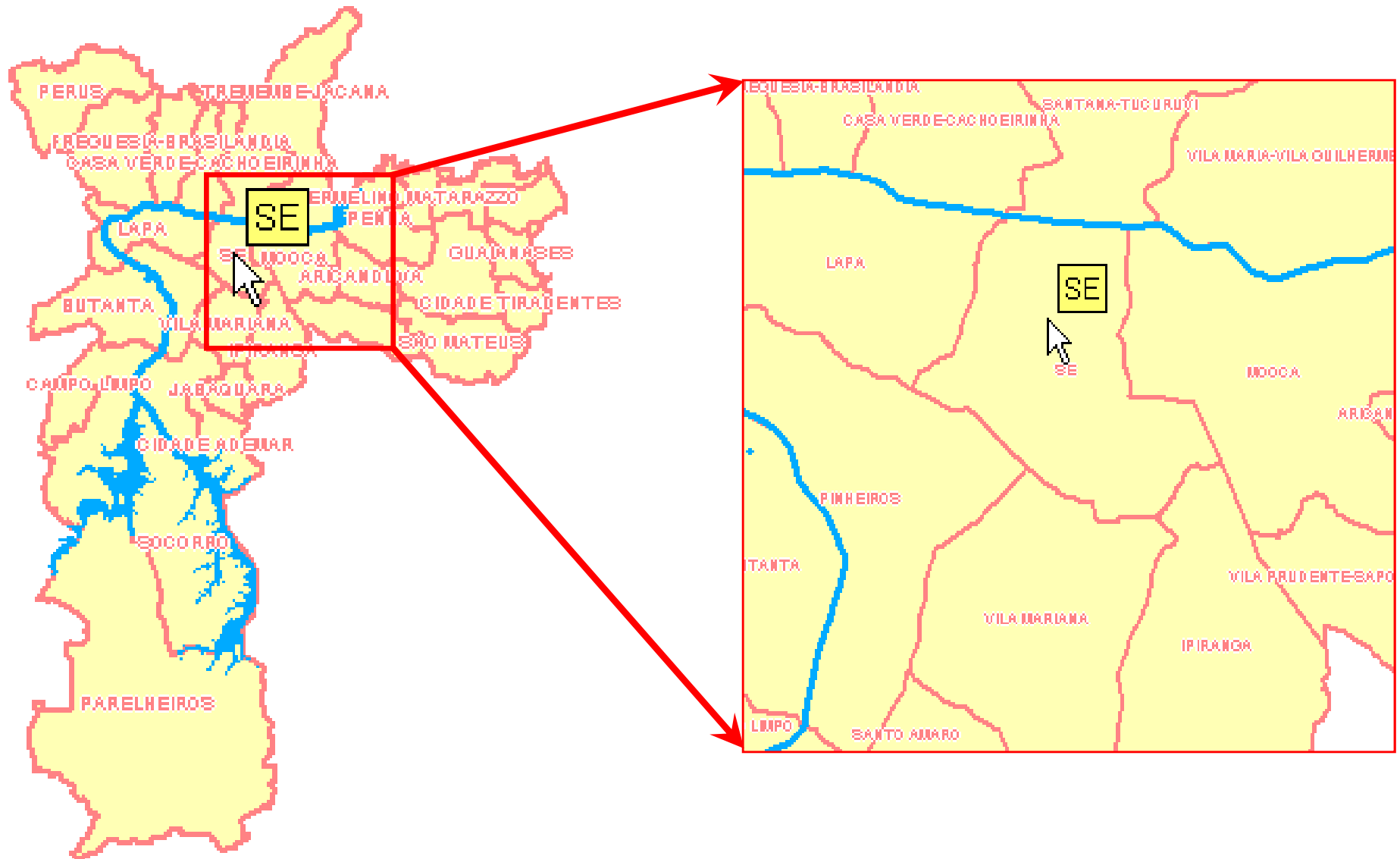


Mapa Rodoviário de São Paulo - Federal

Fonte: Depto Nacional de Infra-Estrutura de Transportes

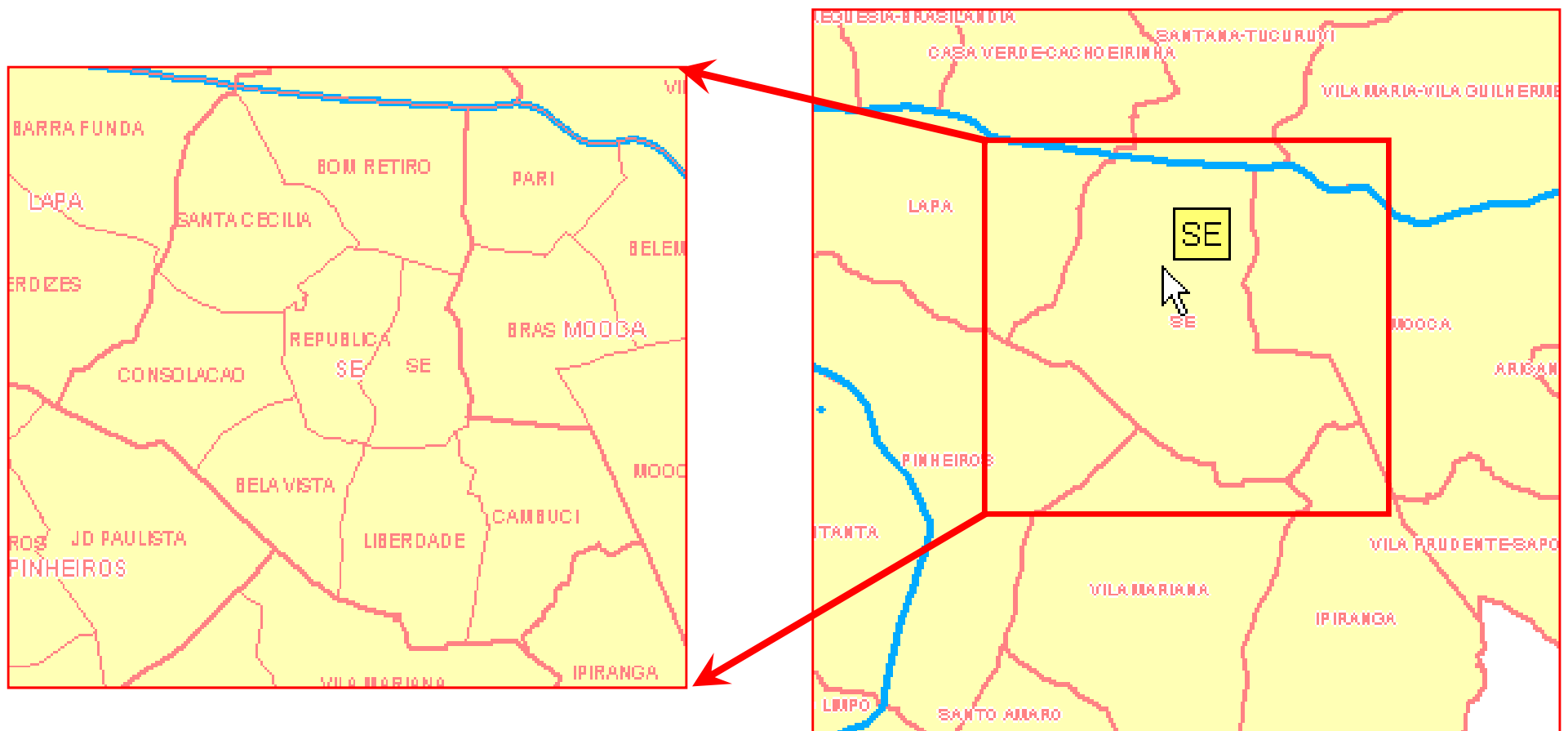
# Exibição e Produção Cartográfica

## Recursos de Consulta – *Zoom* (1)



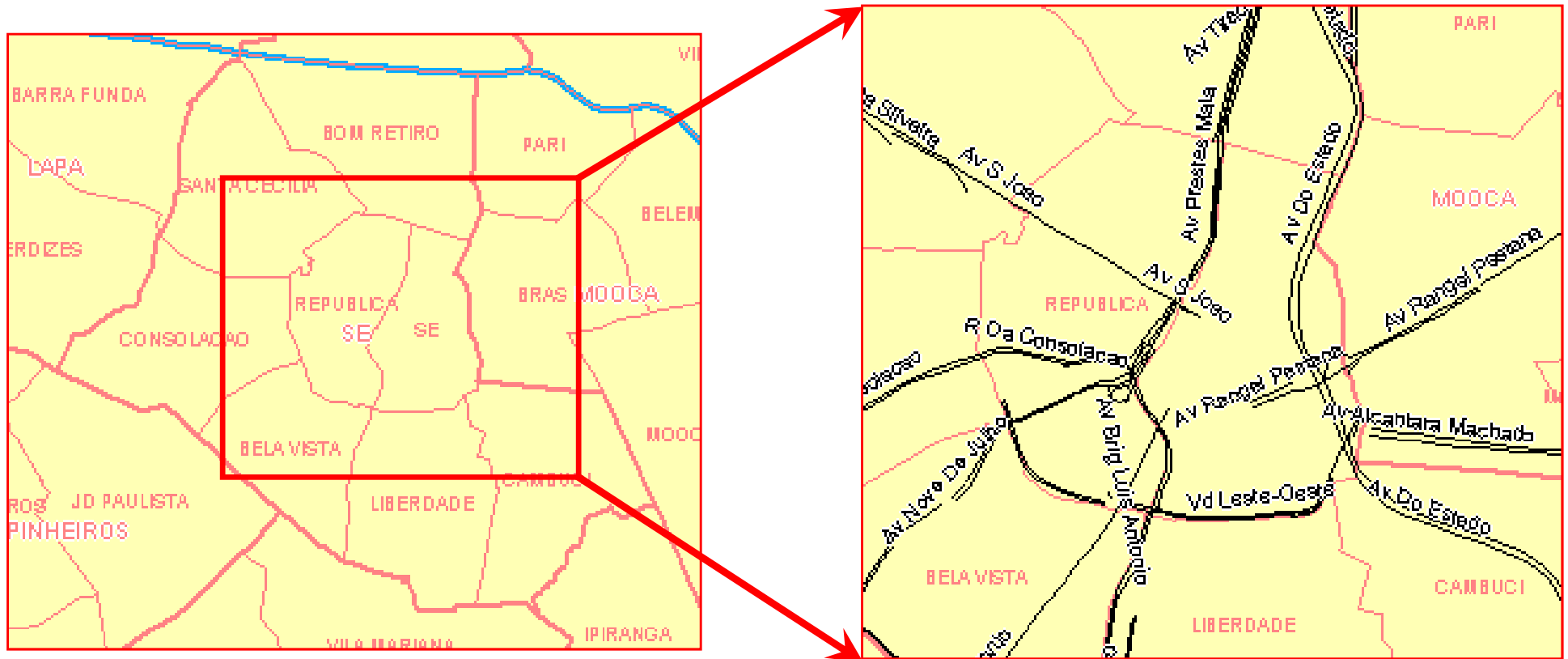
# Exibição e Produção Cartográfica

## Recursos de Consulta – Zoom (2)



# Exibição e Produção Cartográfica

## Recursos de Consulta – *Zoom* (3)



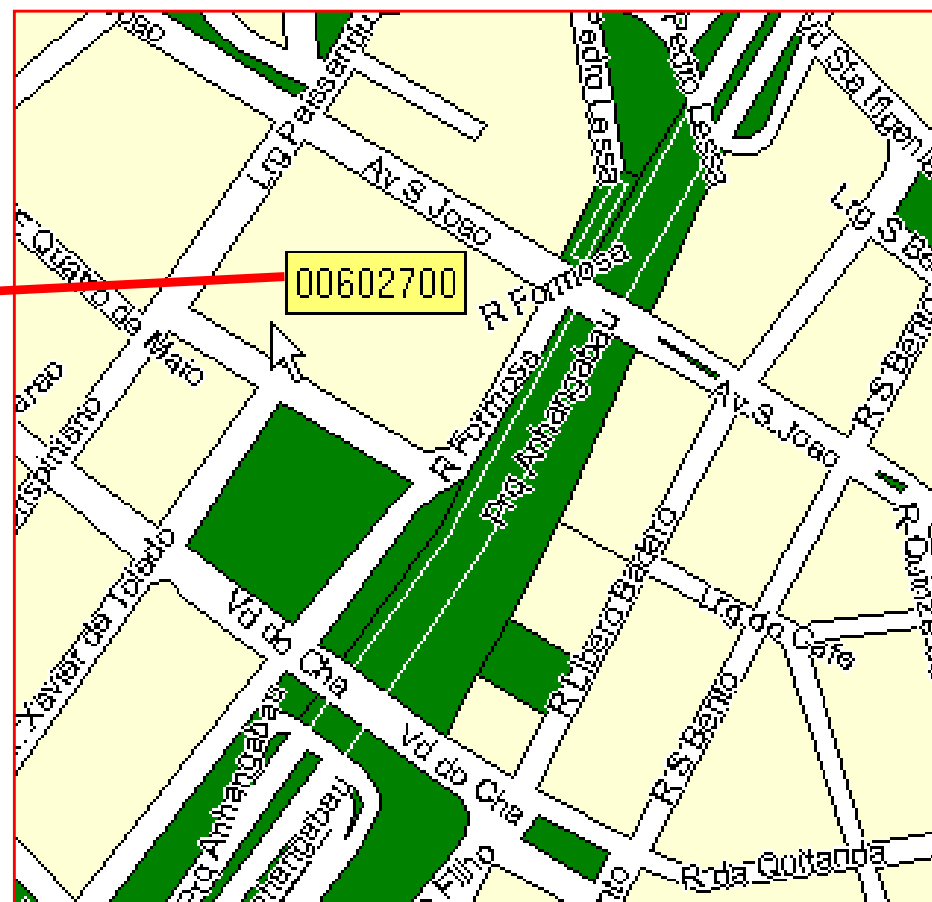




# Exibição e Produção Cartográfica

## Recursos de Consulta

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







# Operações Espaciais

# Operações Espaciais

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

# Operações Espaciais

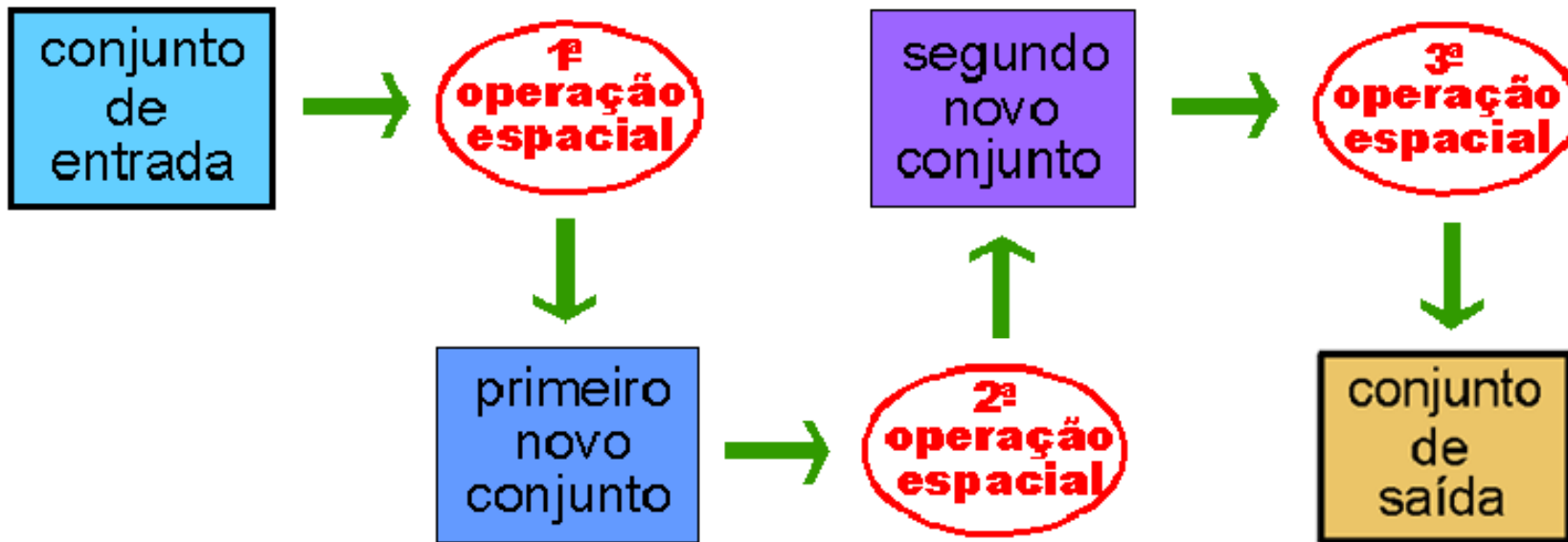
- **Estrutura;**
- **Cardinalidade;**
- **Escopo;**
- **Operações**
  - **Seleção.**
  - **Classificação;**
  - **Dissolução;**
  - **Proximidade;**
  - **Sobreposição;**
  - **Álgebra de mapas.**

# Estrutura



- Entrada: conjuntos de dados espaciais
- Saída:
  - espacial: novo conjunto de dados espaciais
  - não-espacial: valor escalar / tabela / lista

# Estrutura



- Cada operação espacial gera uma saída, que pode tornar-se entrada para outra operação espacial e assim, sucessivamente.

# Operações Espaciais

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

# Cardinalidade



## **Operação 1 : 1**

**Ex: Plano de dados raster → vetorização → plano de dados vetorial**

# Cardinalidade



## Operação 1 : n

- Ex: grid de elevações → feições lineares  
→ planos de dados de inclinação e de aspecto (direção da inclinação)  
→ curvas de nível

# Cardinalidade



## Operação n : 1

Sobreposição de buffer de desapropriação, mapa de zoneamento e quadras

# Cardinalidade



## Operação $n : n$

Dados de cobertura vegetal, município e distrito geram listas de tipos de cobertura vegetal por m e d

# Operações Espaciais

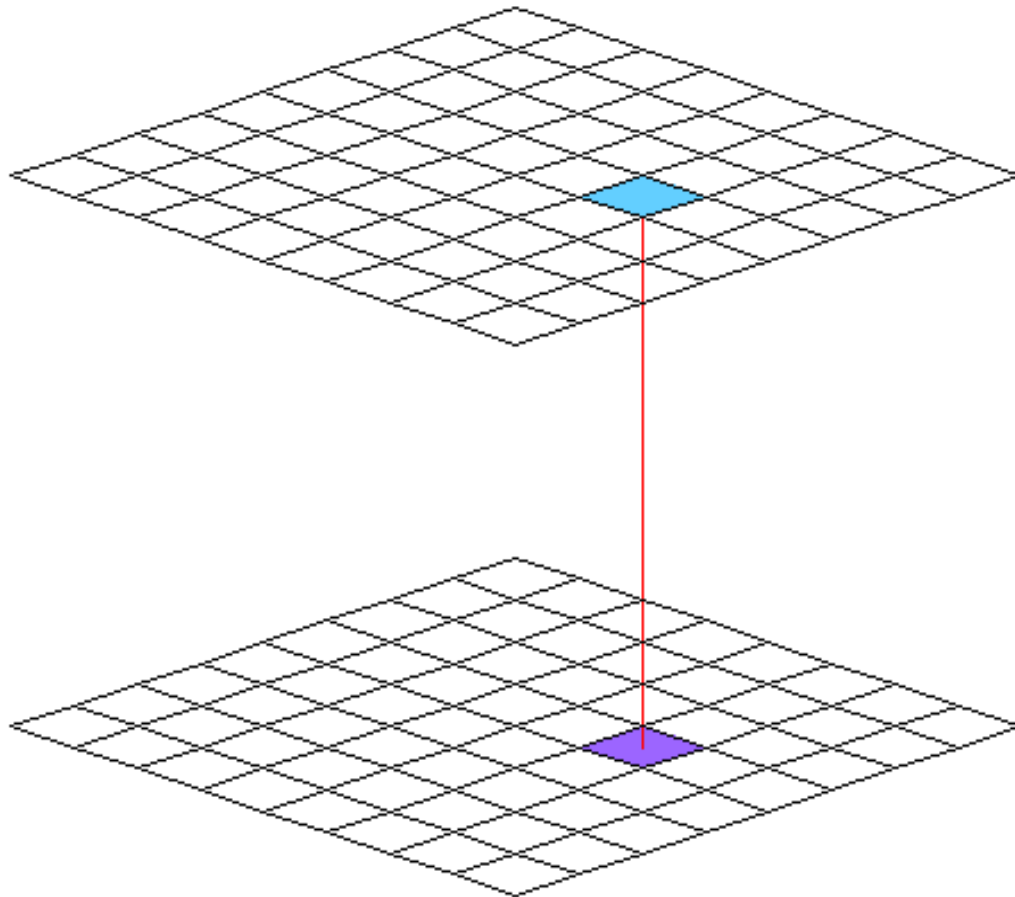
- Estrutura;
- Cardinalidade;
- **Escopo;**
- Operações
  - Seleção.
  - Classificação;
  - Dissolução;
  - Proximidade;
  - Sobreposição;
  - Álgebra de mapas.

# Escopo

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

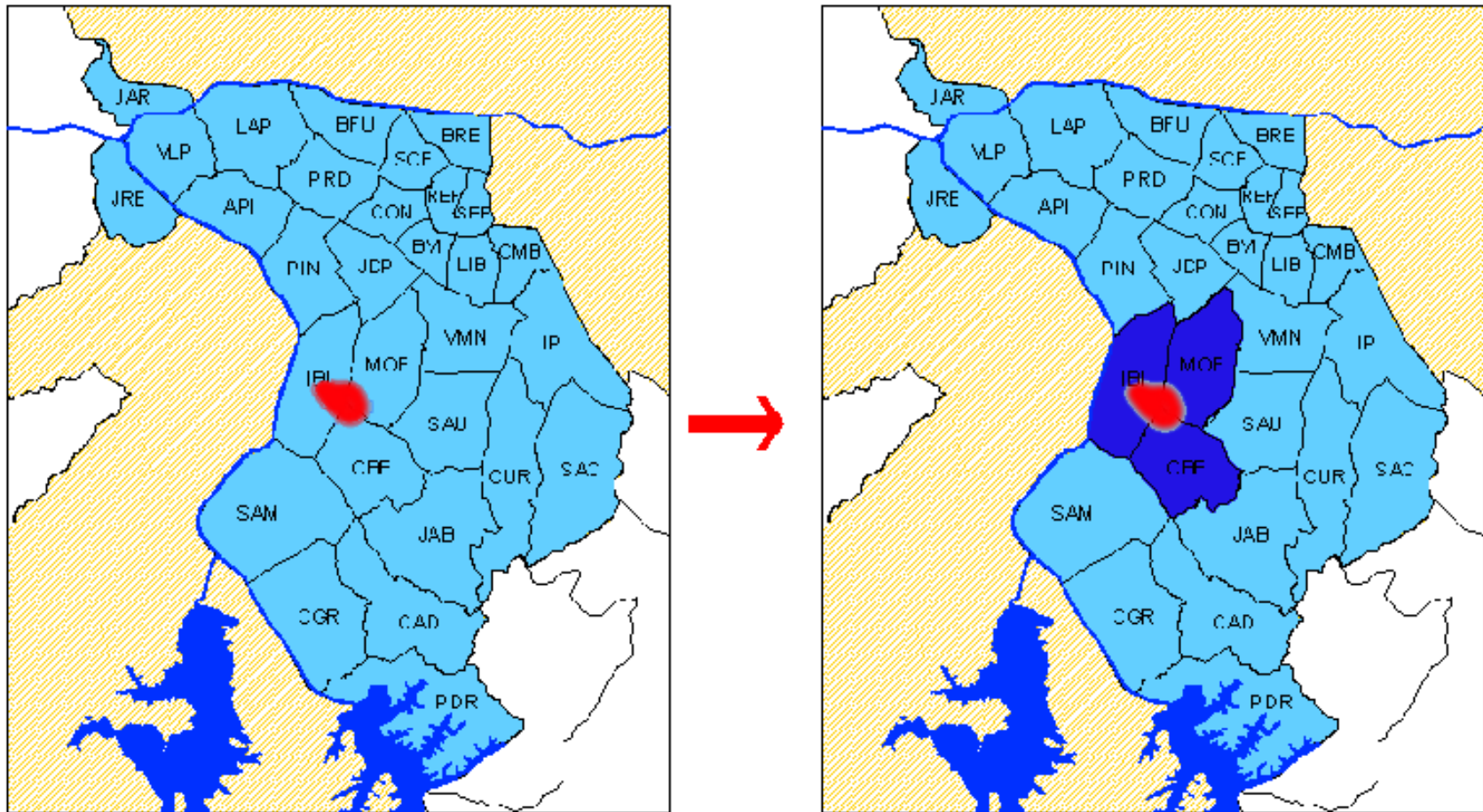
$$S = 2 \times E + 1$$

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

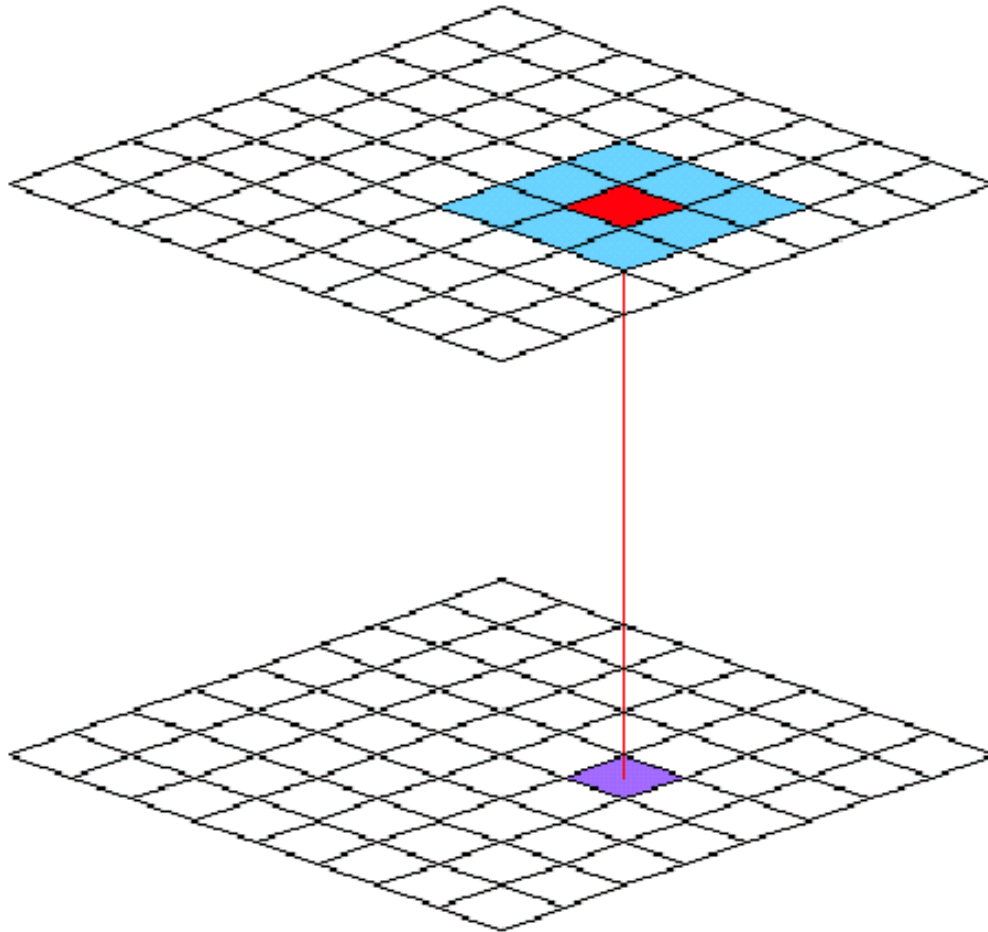
## Operação Local Vetorial



Verificar em quais polígonos uma determinada área intercepta

# Escopo

## Operação de Vizinhança Raster



Exemplo numérico

10	8	-9
20	11	5
10	9	-4

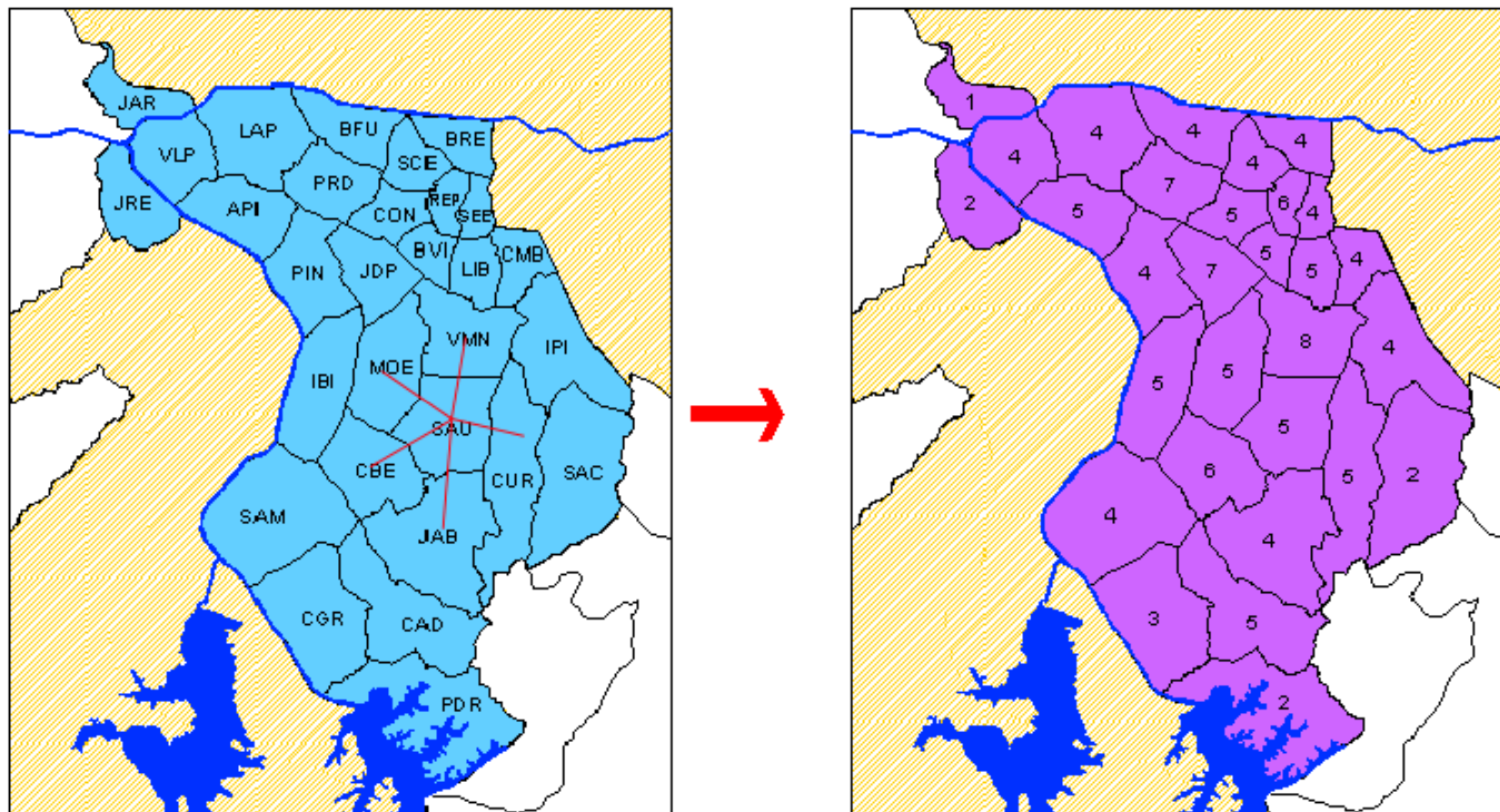
$S = \text{Máx. adj. E}$

20	20	13
20	20	13
20	20	11

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

# Escopo

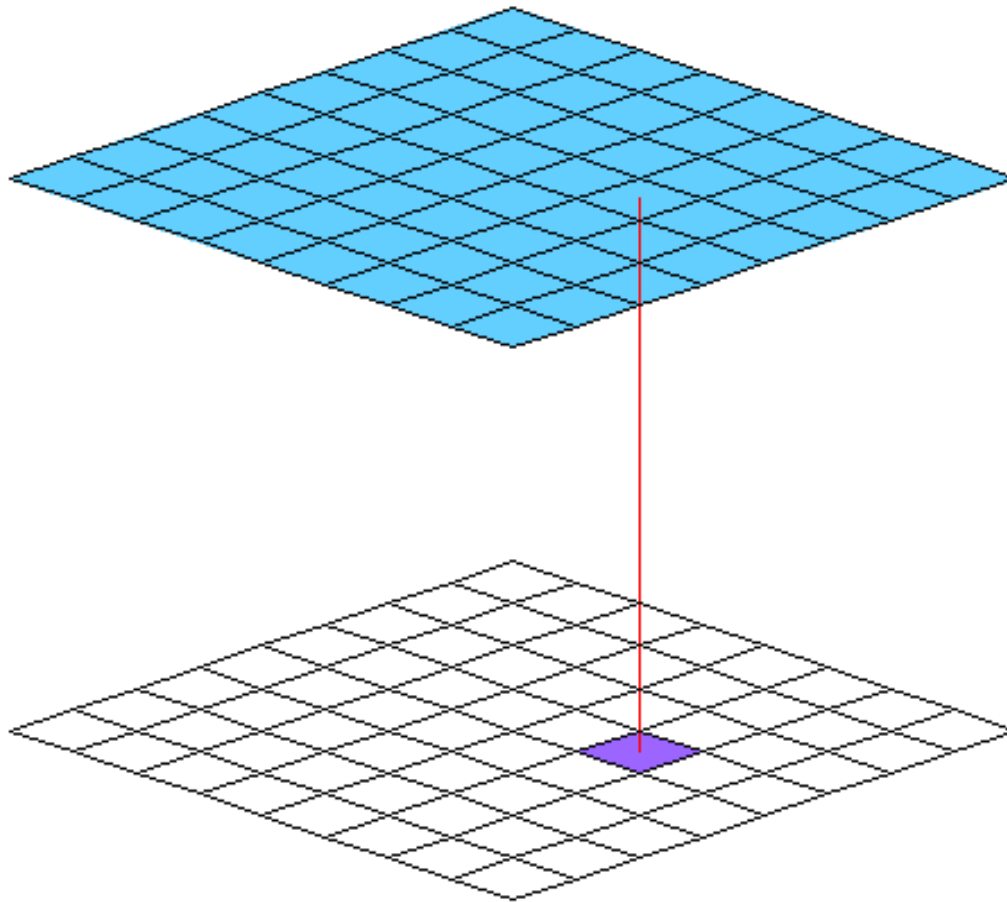
## Operação de Vizinhaça Vetorial



Determinação do número de distritos vizinhos para cada distrito municipal  
SAL=5

# Escopo

## Operação Global Raster



### Exemplo numérico

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

$$S = E - \text{Média}(E)$$

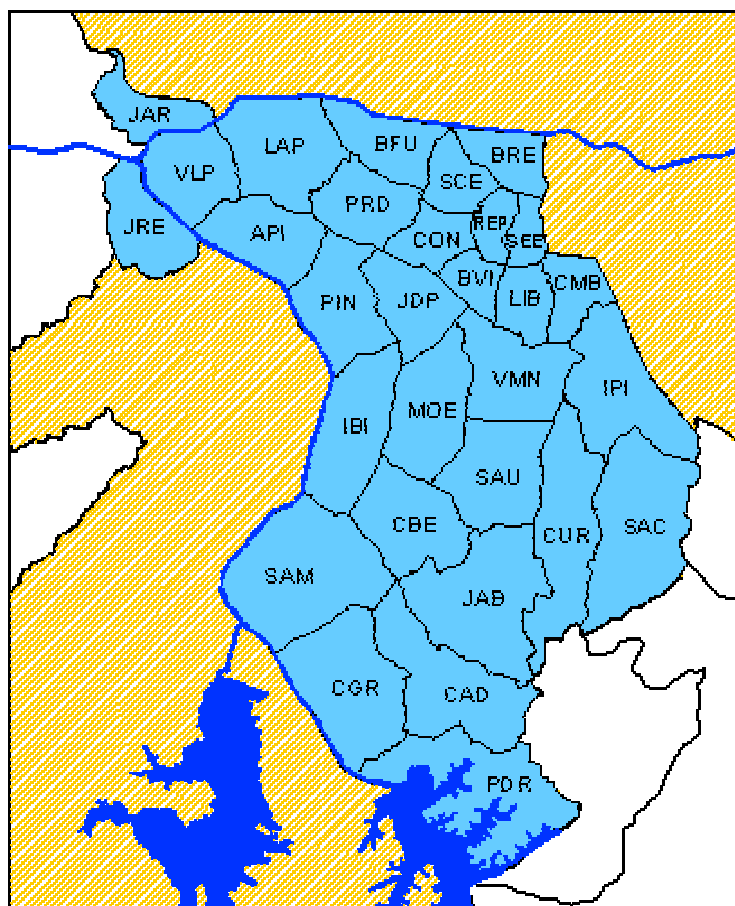
4	2	-15	4
14	5	-1	7
4	3	-10	0
-11	1	-8	1

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

$$S = (-4) - (10 + 8 - 9 \dots - 2 + 7) / 16 = (-4) - (96 / 16) = -4 - 6 = \mathbf{-10}$$

# Escopo

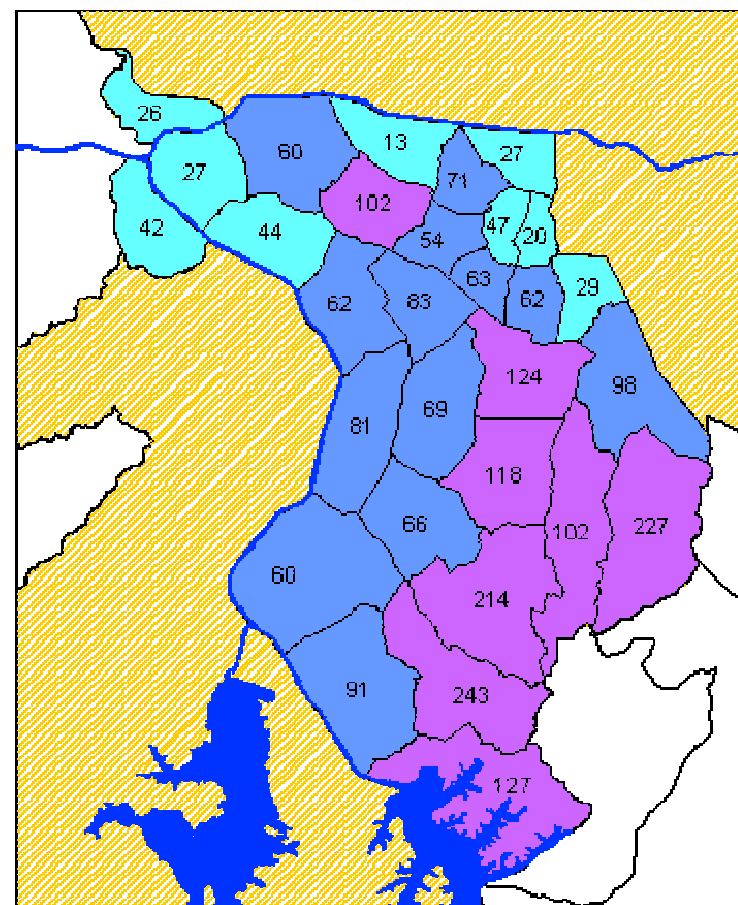
## Operação Global Vetorial



### LEGENDA

- 0 a 50
- 51 a 100
- $\geq 101$

( x 1.000 hab. )



Classificação dos distritos municipais por faixa de população

# Operações Espaciais

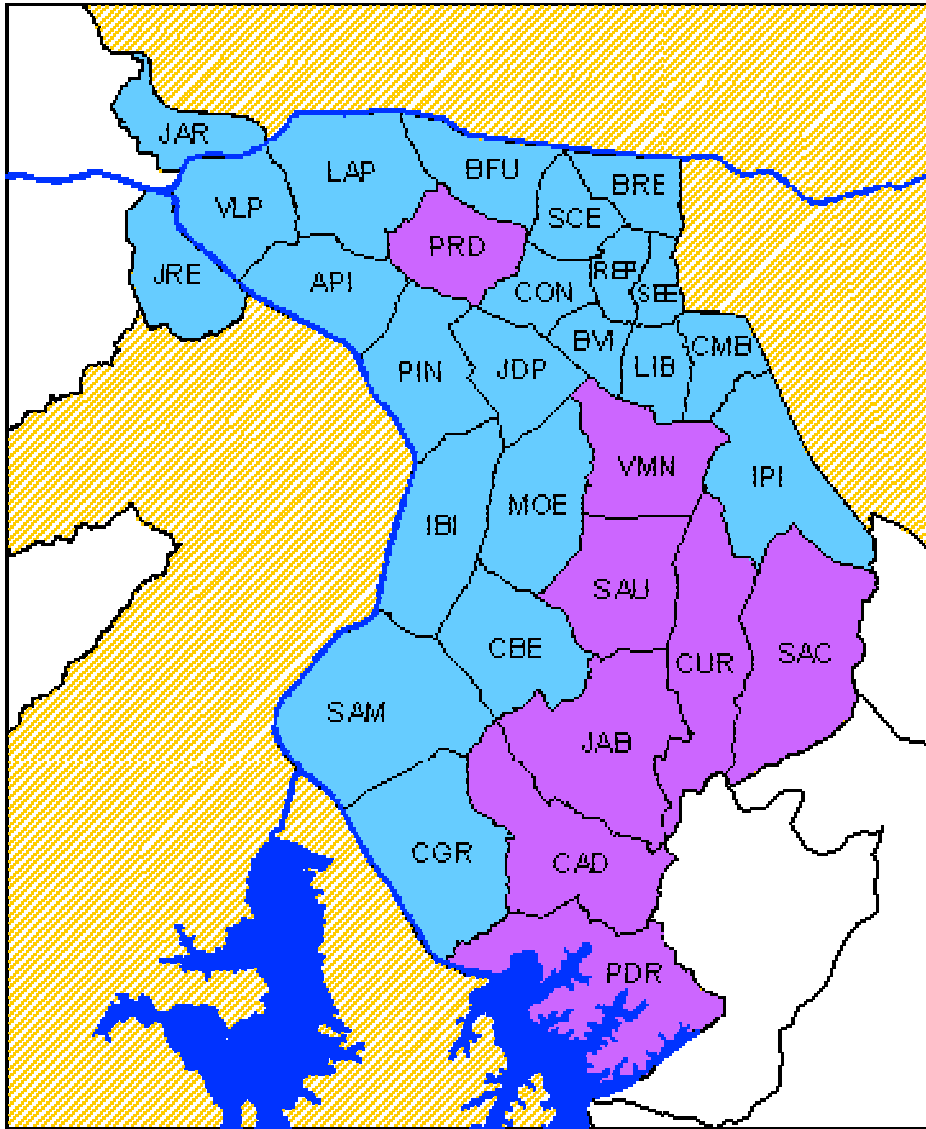
- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - **Seleção**
  - Classificação
  - Dissolução
  - Proximidade
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

# 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

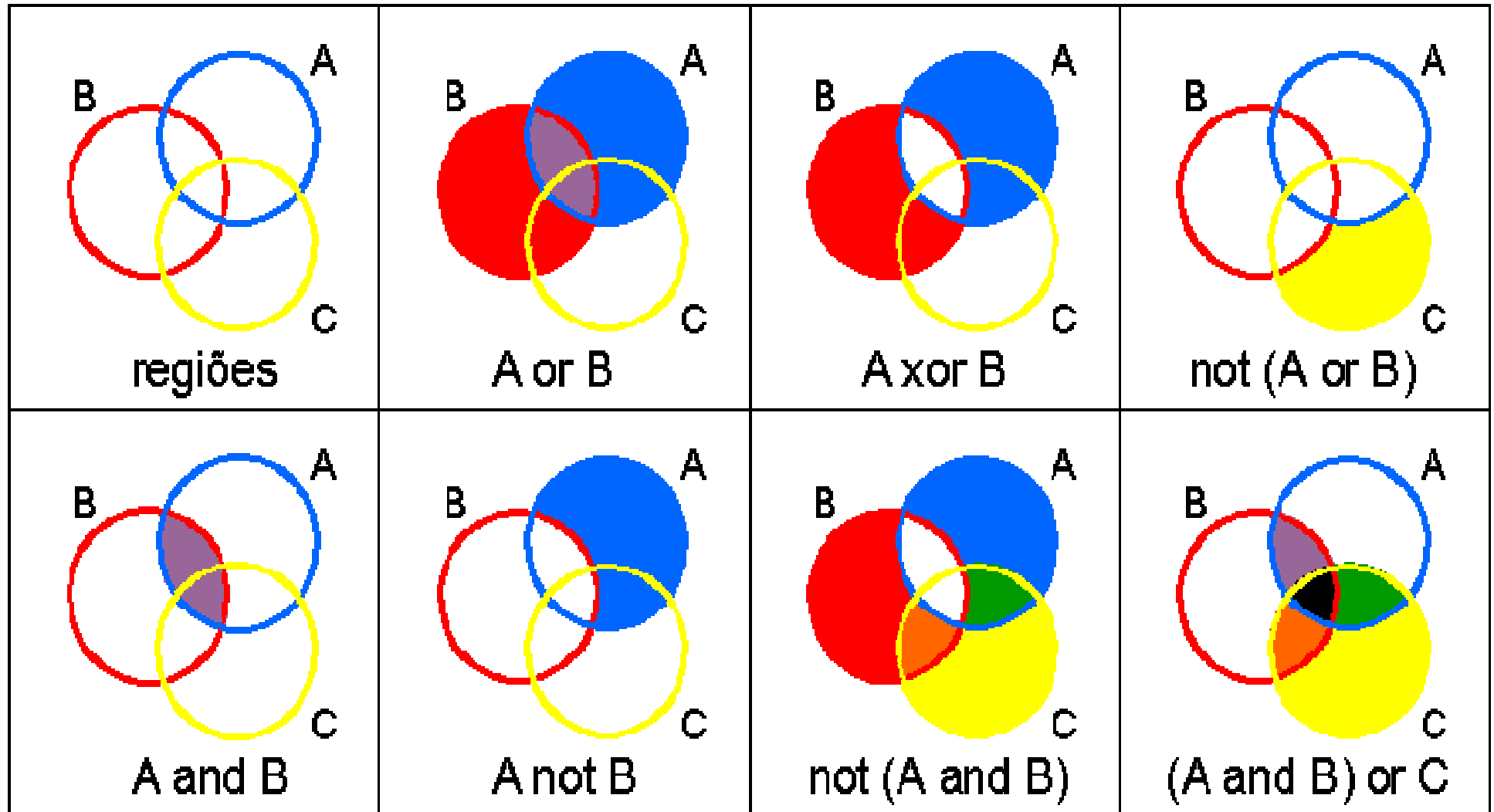


- condições de seleção são geralmente formalizadas com uso dos operadores
  - "menor que" ( $<$ )
  - "maior que" ( $>$ )
  - "igual" ( $=$ )
  - "diferente" ( $<>$ )
- **exemplo:** seleção dos distritos municipais com: população  $>$  100.000 hab.

# Seleção: álgebra booleana

- feições podem ser seletivamente recuperadas ou reclassificadas em seus atributos, através do uso de regras padronizadas de Álgebra Booleana, incorporadas a 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

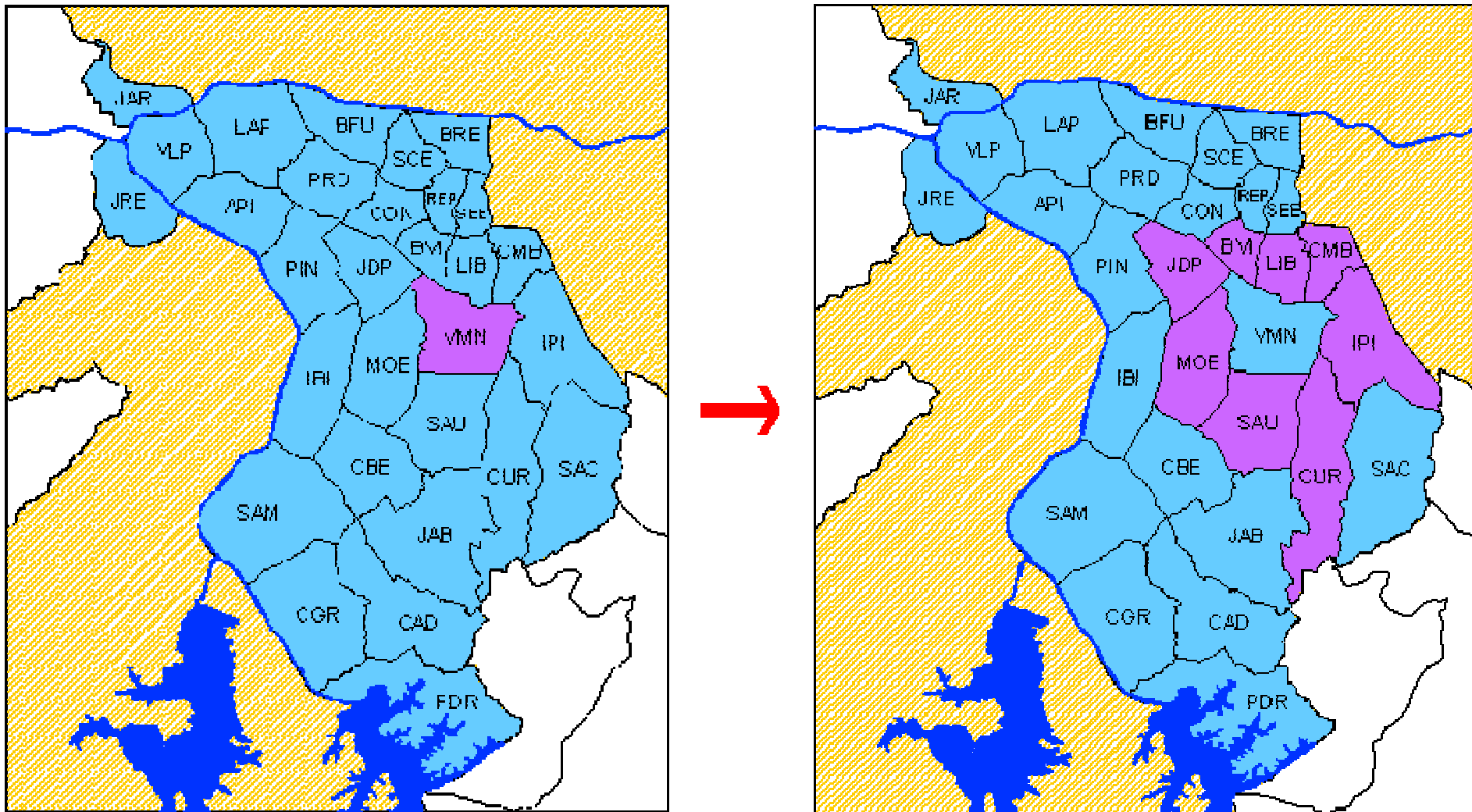
- “disjunto de ...”
- “encontram...”
- “é igual a ...”
- “dentro de ...”
- “contém ...”
- “cobre ...”
- “é coberto por ...”
- sobreposição

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

# Seleção: tipos de operações

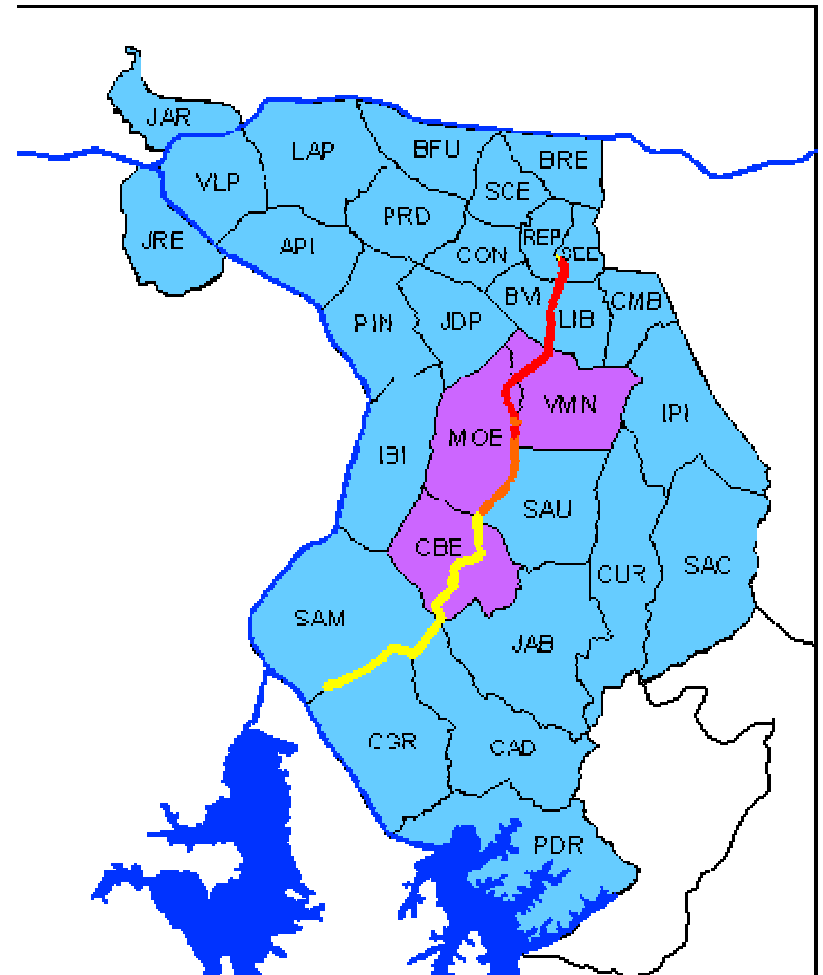
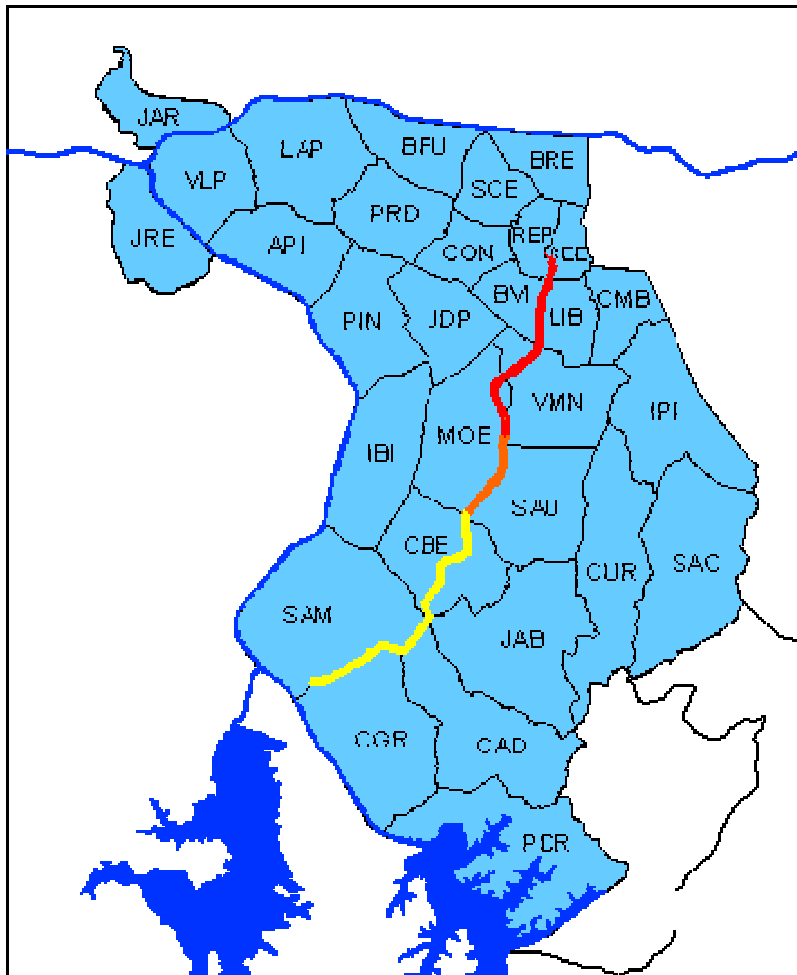
- **Operações de Adjacência** : são usadas para identificar aquelas feições que são adjacentes à outras feições. Situação típica de adjacência ocorre quando 2 polígonos possuem um lado comum.
  - **Raster**: em um plano de dados “raster”, exaustiva comparação célula por célula deve ser conduzida para 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



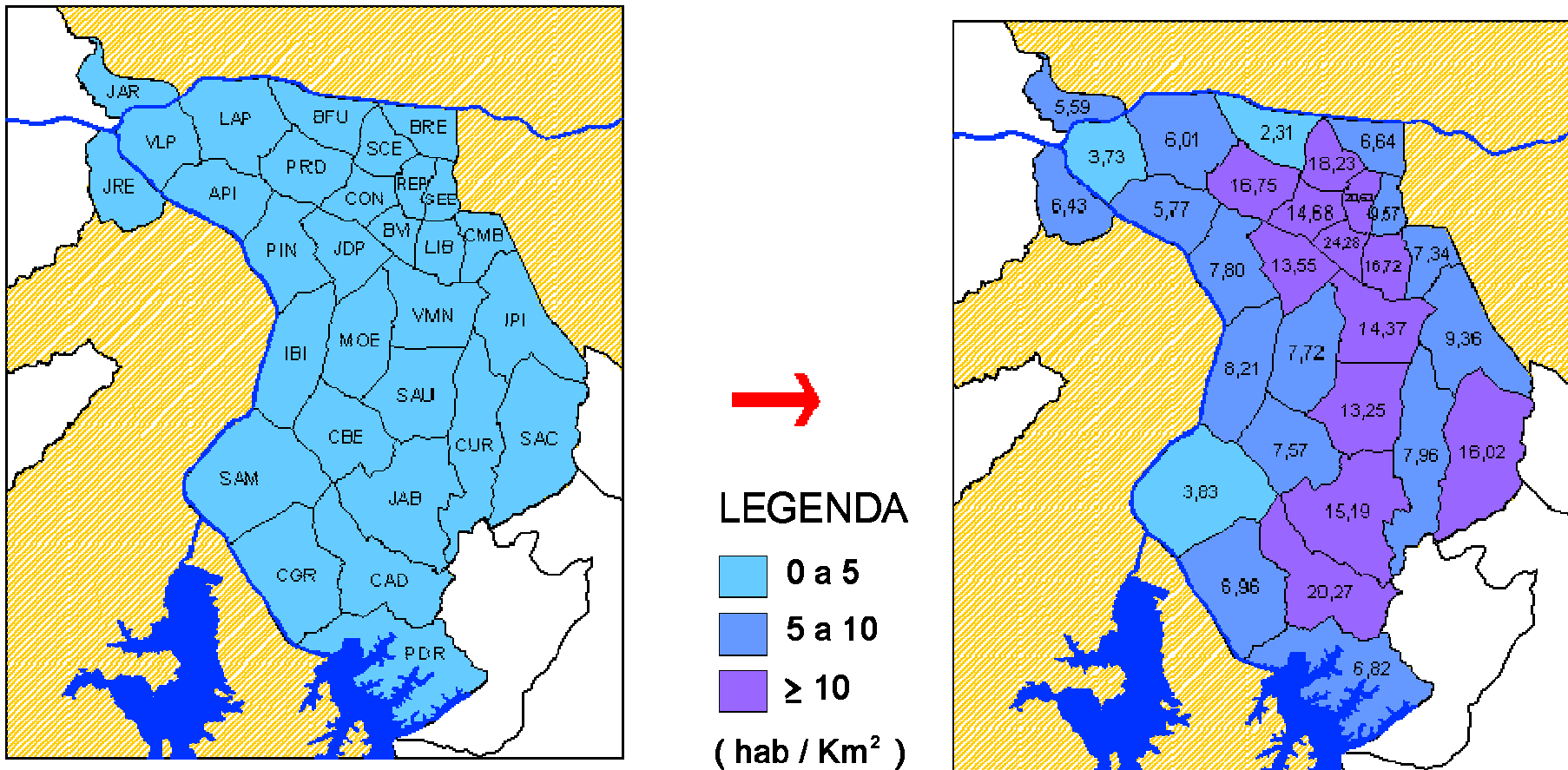
**Operação** : seleção de todos os distritos municipais que contêm trechos do eixo viário formado pelas Avenidas 23 de Maio/Rubem Berta/ Washington Luís.

# Operações Espaciais

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

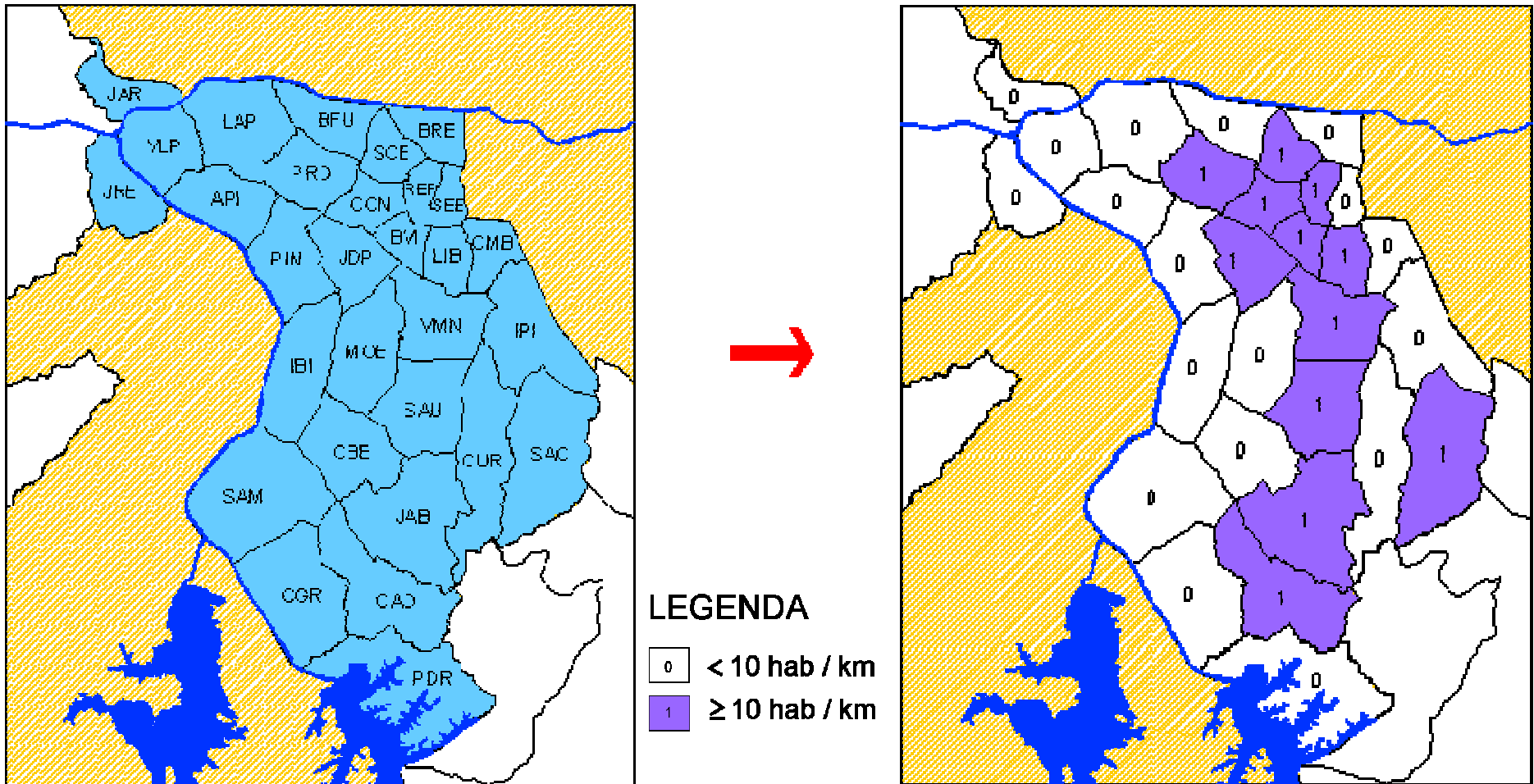
# Classificação: Conceitos

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



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

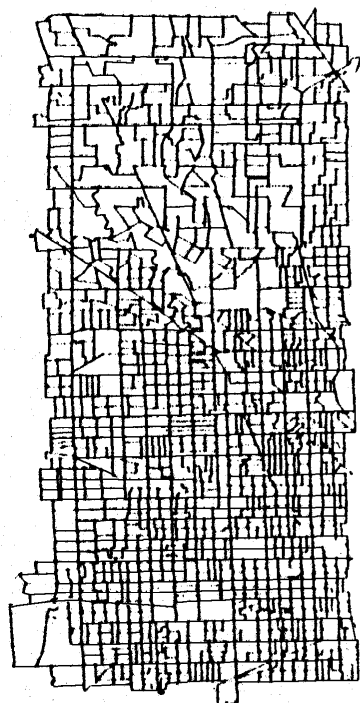
# Classificação: Tipo Binária



**Operação de classificação binária** : seleção dos distritos com densidade superior ou igual a 10 hab. / km<sup>2</sup>

# Classificação: Tipo Automática

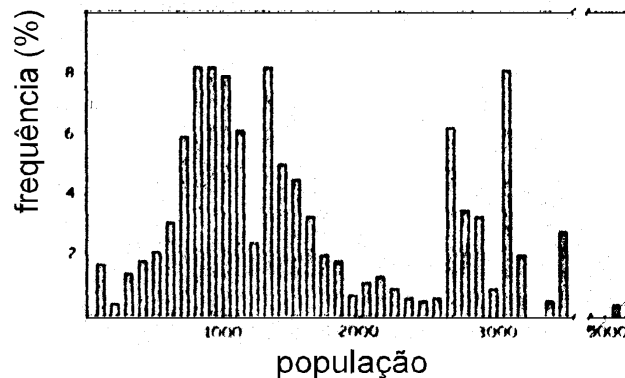
Uso de fórmulas matemáticas ou algoritmos para definição de limites entre as classes



Quadras

- 1.074 polígonos
- população para Quadras séries de 0 a 5.133

Um gráfico de barras mostra a frequência de população para as quadras



- Exemplo : divisão de polígonos de quadras em 3 classes de população: baixa / média / alta

# Operações Espaciais

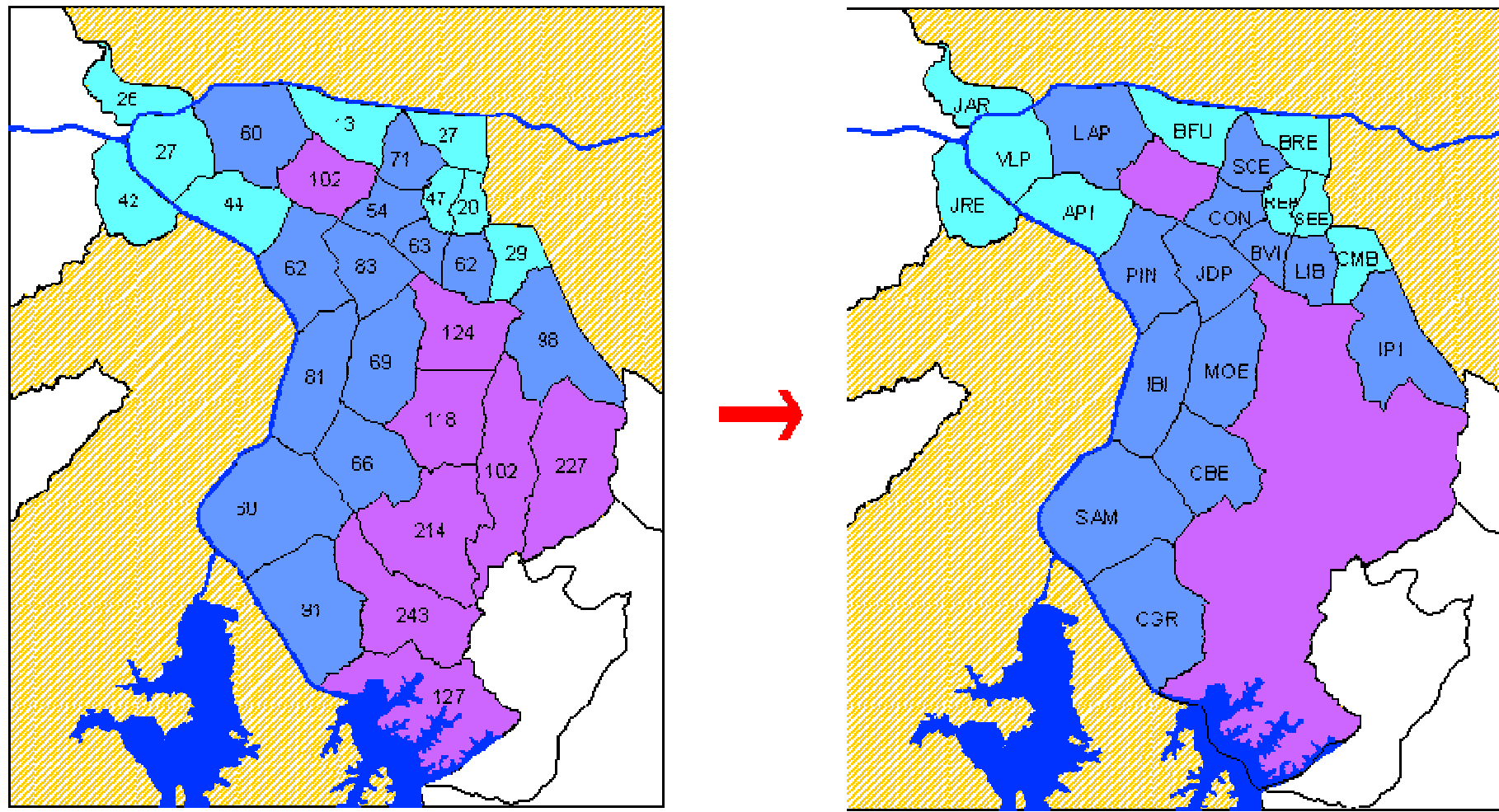
- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - Classificação
  - **Dissolução**
  - Proximidade
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

# 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  $\geq 100$  hab. / km. Essa operação pode ser chamada de Agregação de Polígonos.

# Operações Espaciais

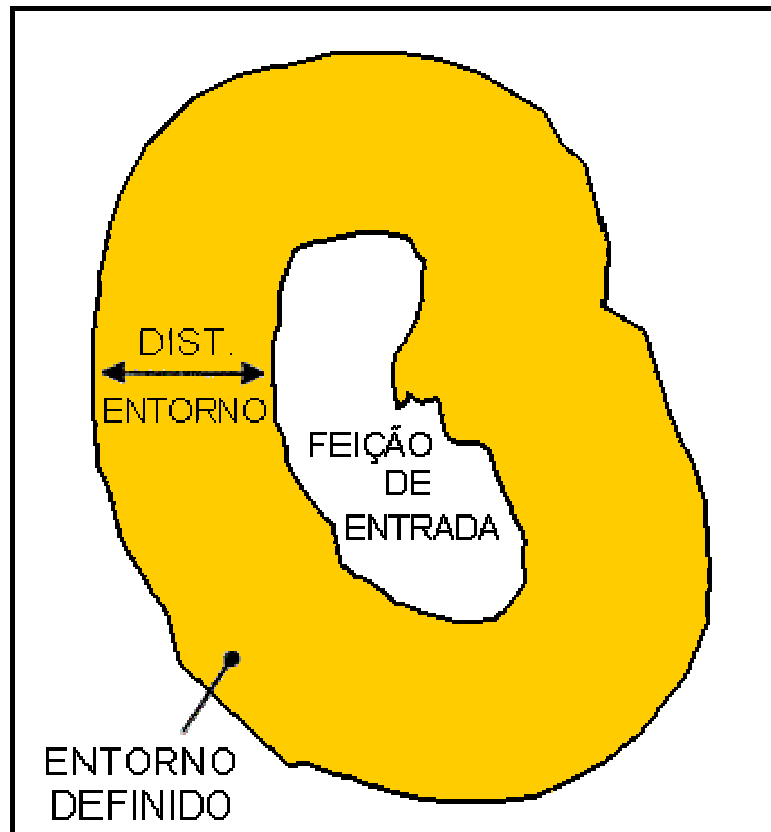
- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - Classificação
  - Dissolução
  - **Proximidade**
  - Sobreposição
  - Álgebra de mapas

# Proximidade: Conceito

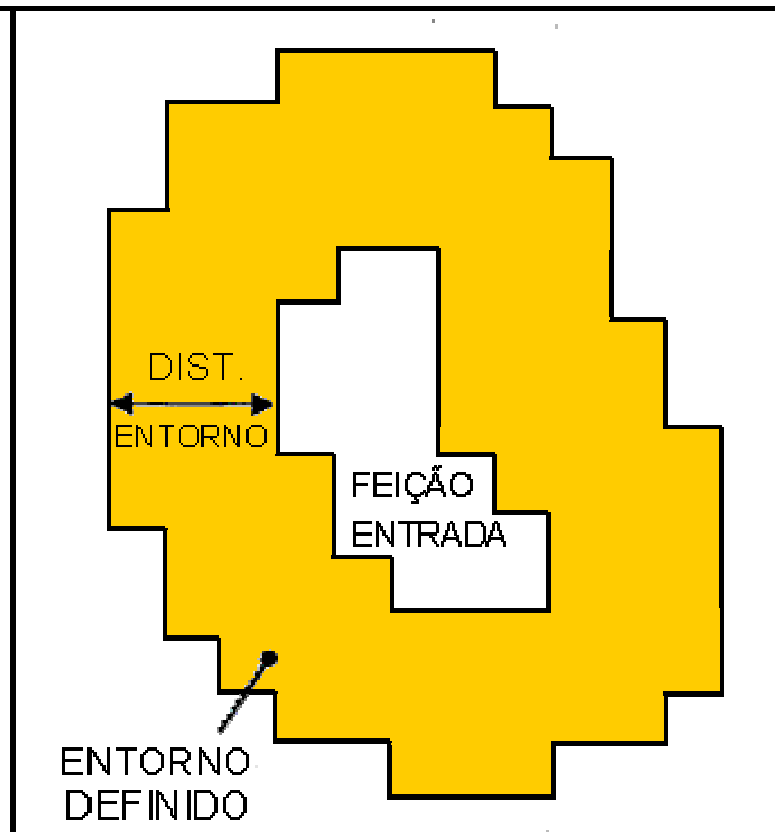
- **Proximidade:** operação que consiste na definição de entornos (buffers), para distinguir áreas que estão dentro de determinada distância-limite
- ***buffer*** : região que corresponde a distâncias menores ou iguais a uma distância-limite, originada a partir de uma ou mais feições.

# Proximidade: Conceito

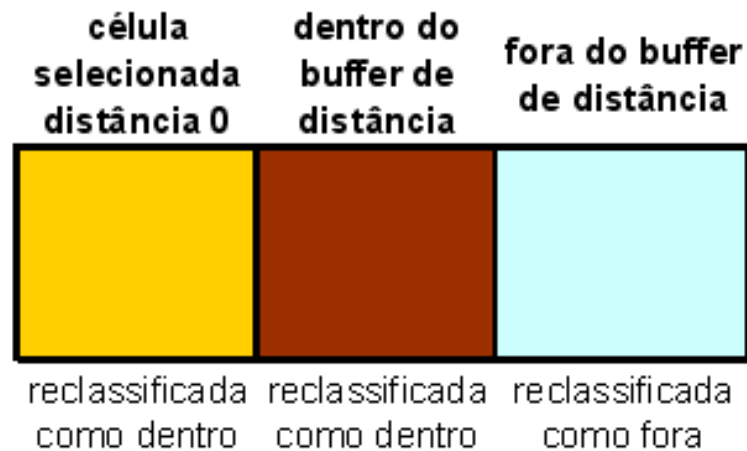
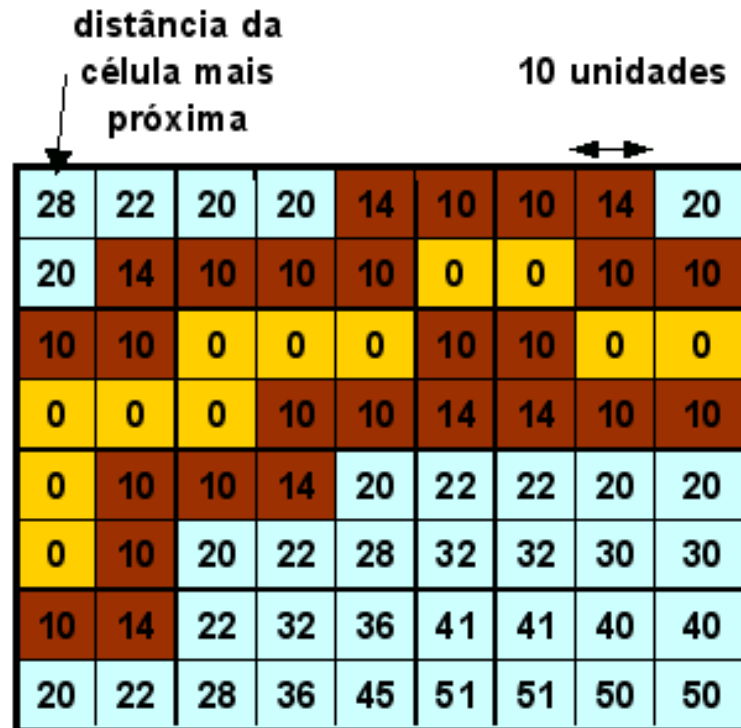
VETORIAL



RASTER

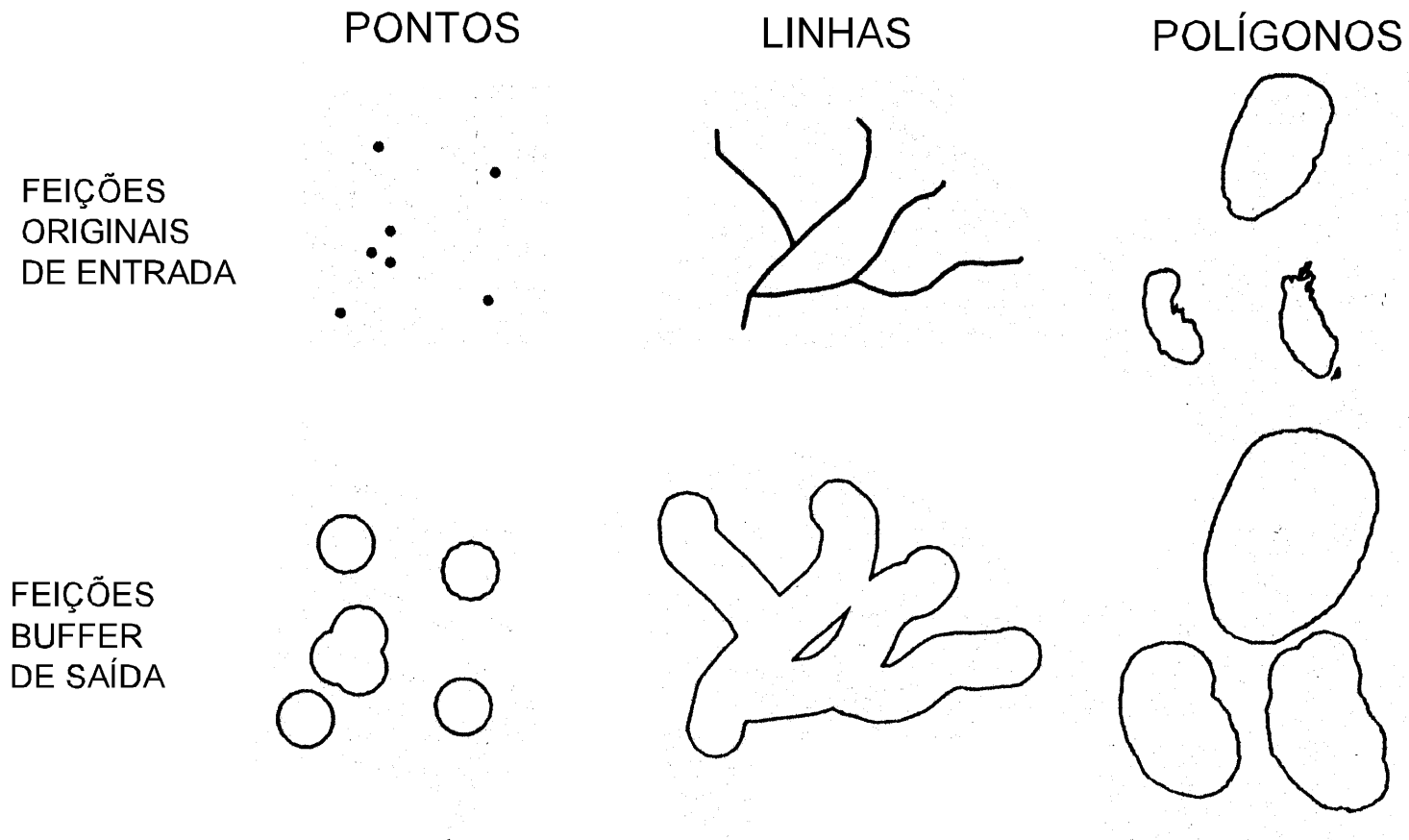


# Proximidade: Dados *Raster*



# 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.

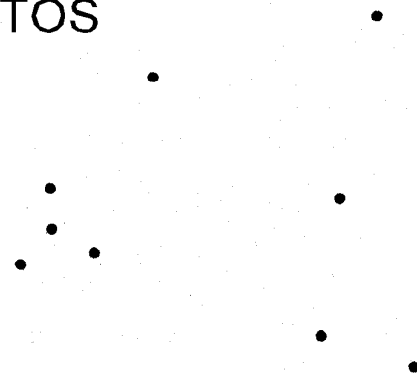


# Proximidade: Dados Vetoriais

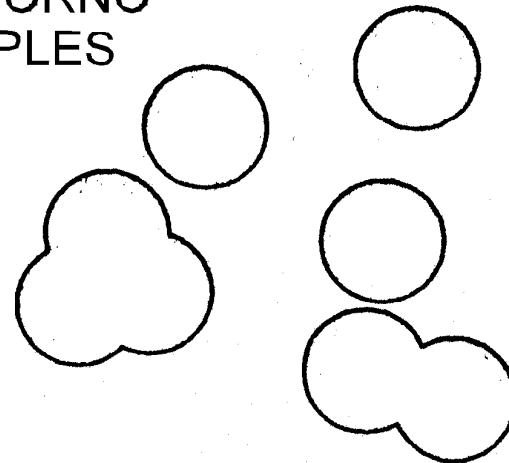
- **Tipos de Operações de proximidade vetorial:**
  - **Entorno simples:** delineamento de áreas a uma distância fixa, uniforme; para todas as feições de entrada; as linhas de interseção entre entornos são dissolvidas;
  - **Entorno composto:** neste caso, as linhas de interseção entre entornos são mantidas, 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;
  - **Entorno variável:** as distâncias-limites são variáveis, de acordo com a feição de entrada.

# Proximidade: Dados Vetoriais

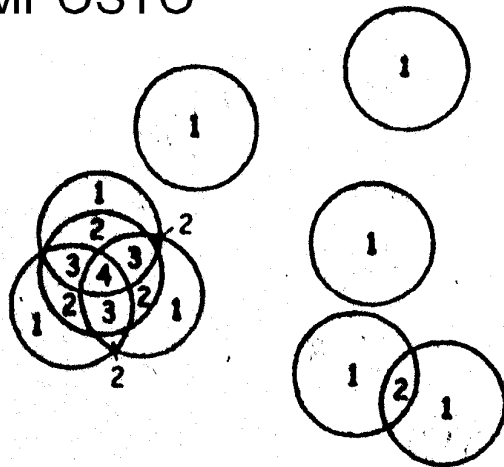
CONJUNTO DE PONTOS



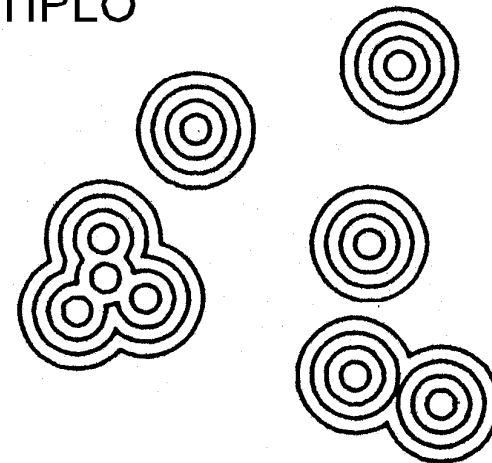
ENTORNO SIMPLES



ENTORNO COMPOSTO

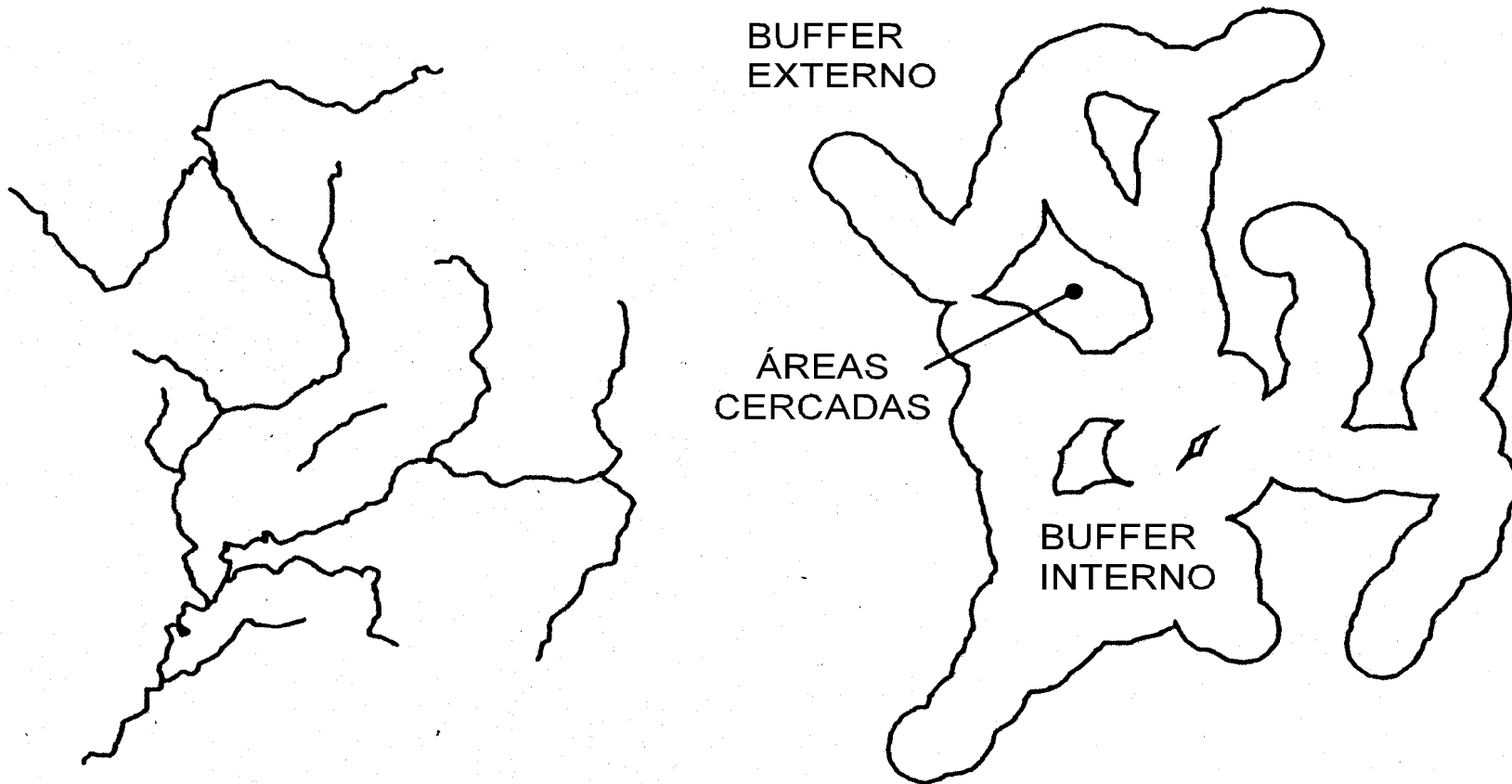


ENTORNO MÚLTIPLO



# Proximidade: Dados Vetoriais

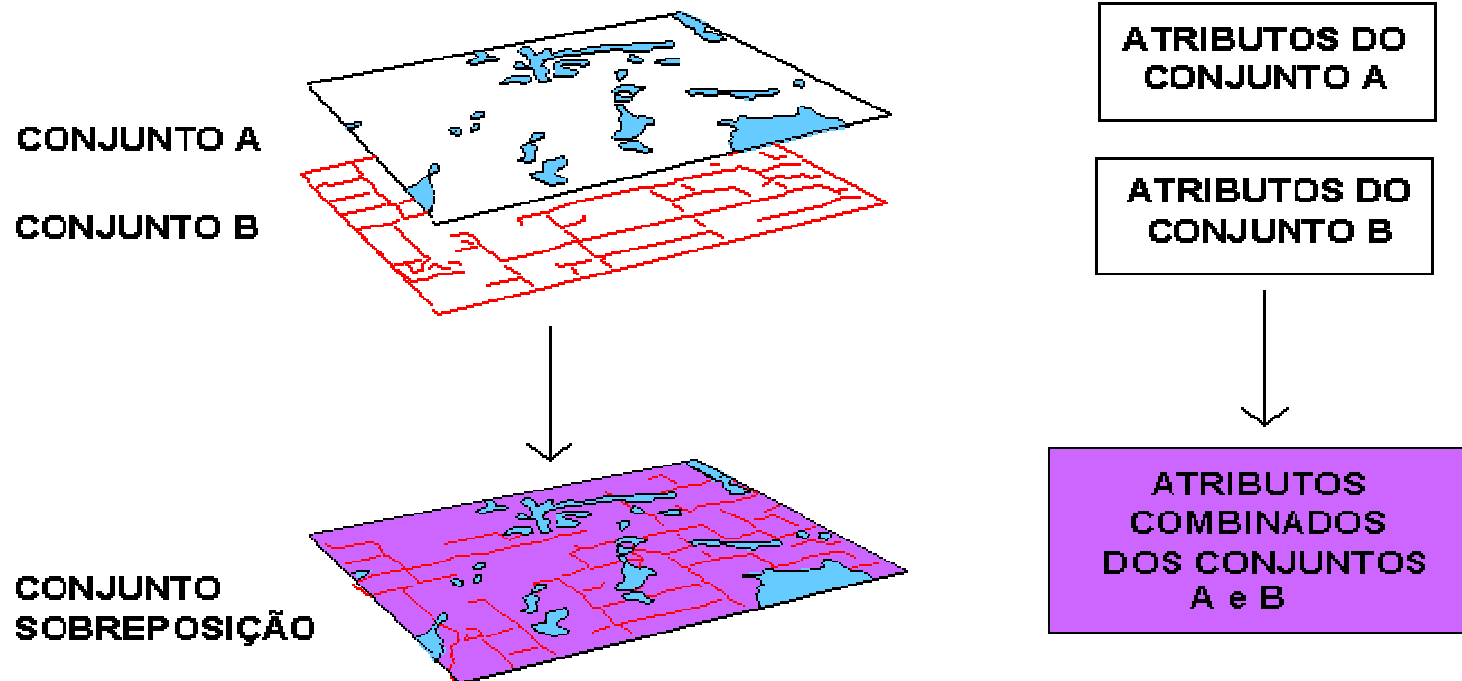
Criação de três tipos de áreas:



# Operações Espaciais

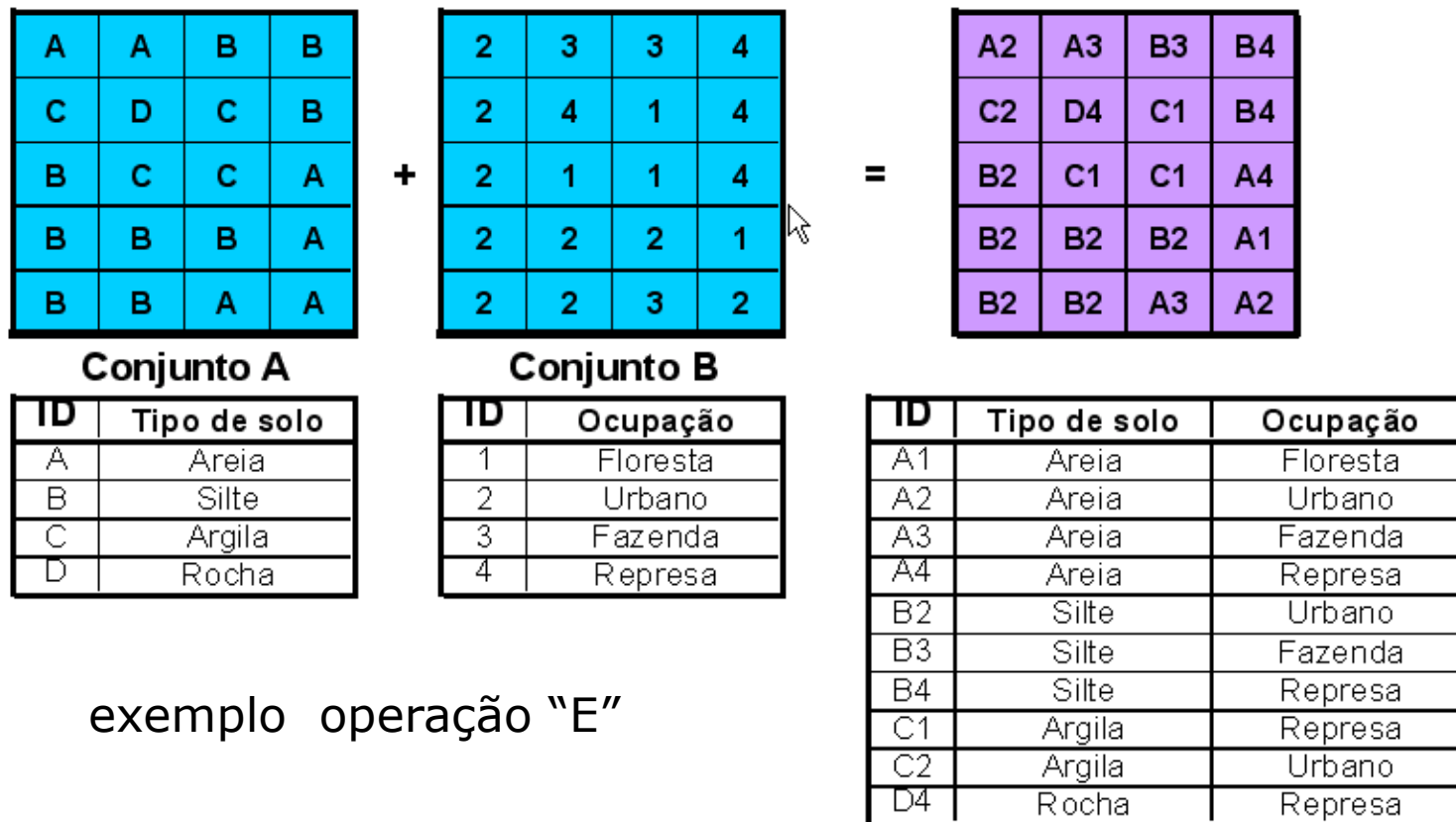
- Estrutura;
- Cardinalidade;
- Natureza do Modelo de Dados;
- Escopo;
- **Operações**
  - Seleção
  - Classificação
  - Dissolução
  - Proximidade
  - **Sobreposição**
  - Álgebra de mapas

# Sobreposição



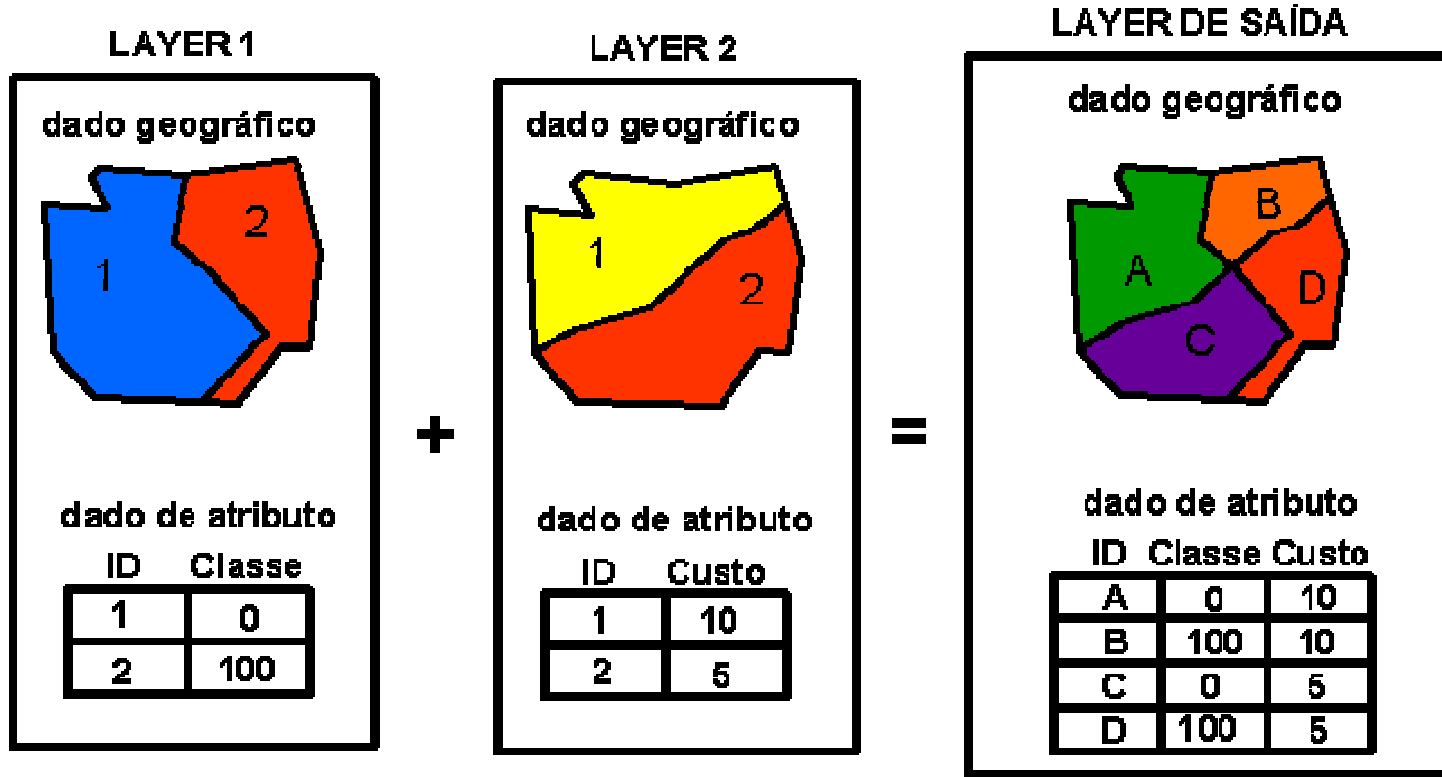
# Sobreposição *Raster*

- 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).

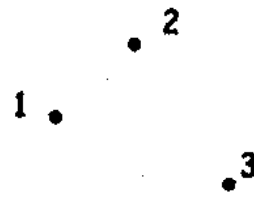
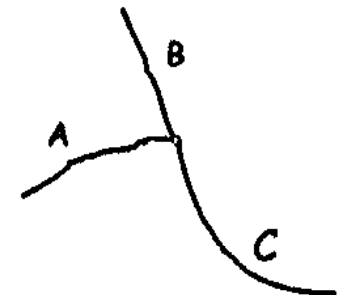
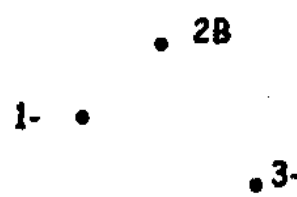
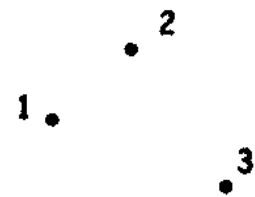
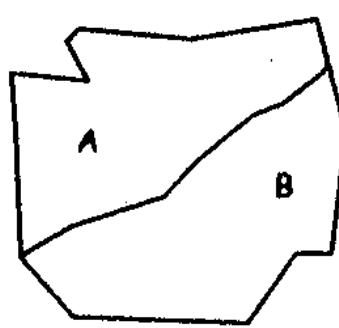
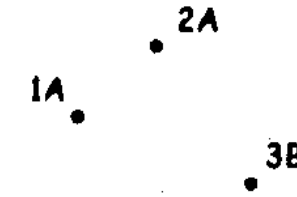


# Sobreposição *Vetor*

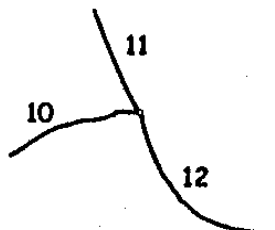

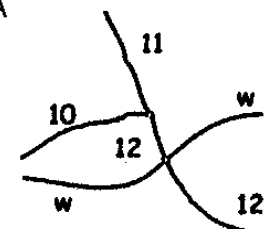
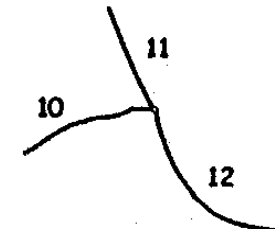
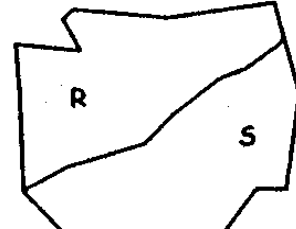
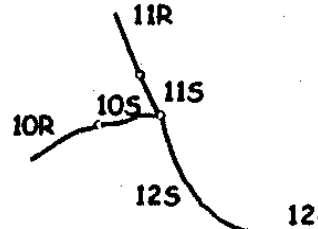
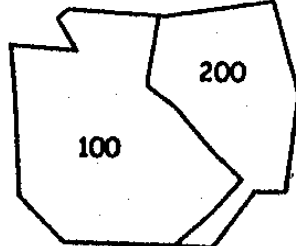
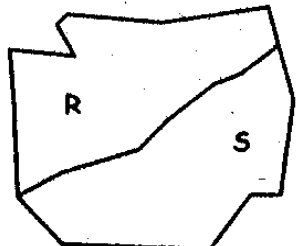
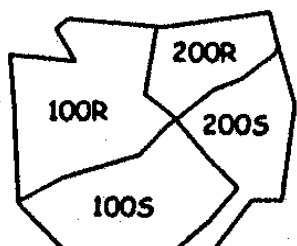
- Sobreposição vetorial envolve a combinação e fusão da geometria de pontos, linhas, polígonos e de atributos associados a 2 conjuntos, para criação de um novo conjunto de dados;



# Sobreposição Vetor

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

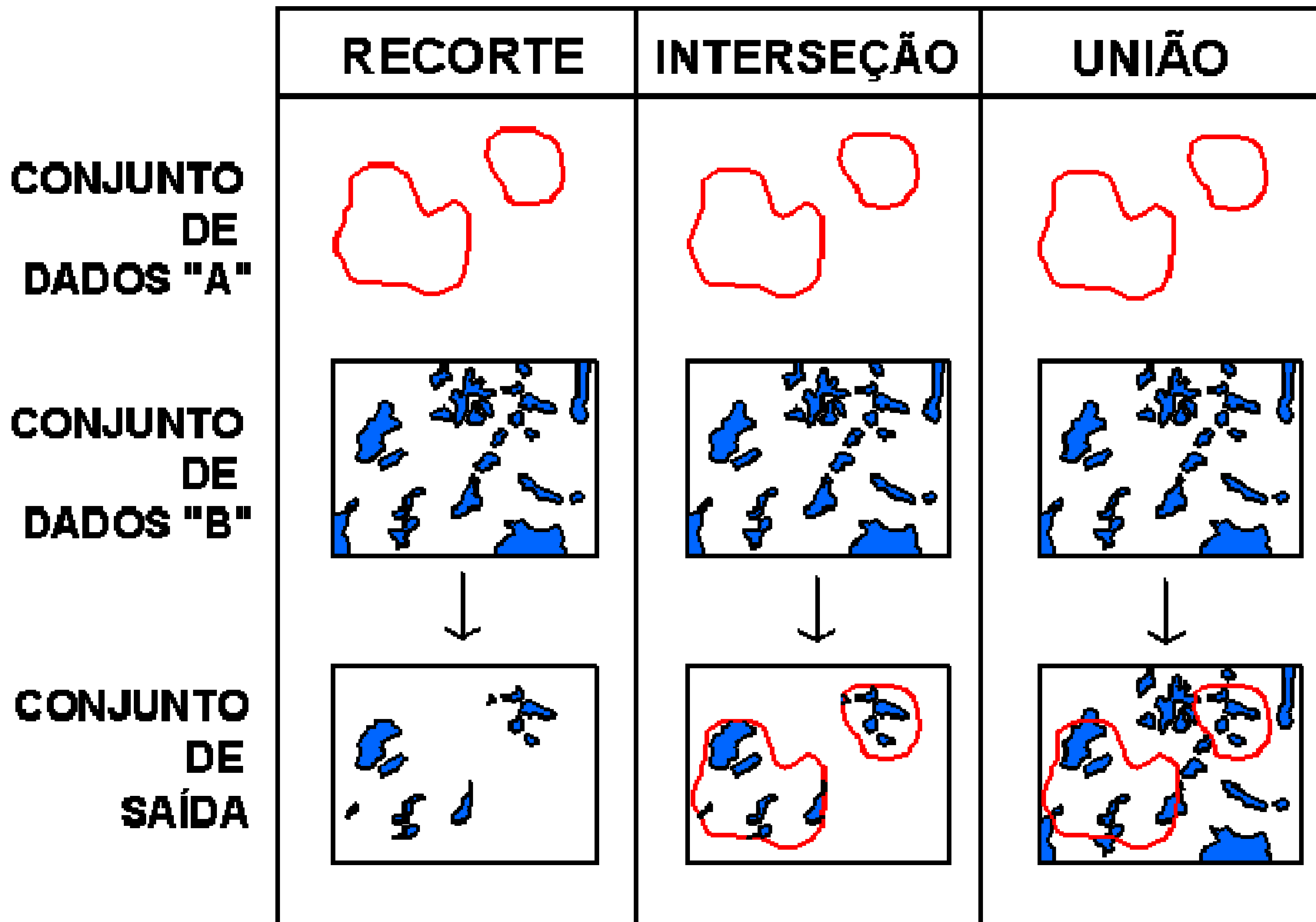
# Sobreposição *Vetor*

PLANO DE ENTRADA 1	PLANO DE ENTRADA 2	PLANO DE SAÍDA
<p>LINHA</p> 	<p>LINHA</p> 	<p>LINHA</p> 
<p>LINHA</p> 	<p>POLÍGONO</p> 	<p>LINHA</p> 
<p>POLÍGONO</p> 	<p>POLÍGONO</p> 	<p>POLÍGONO</p> 

# Sobreposição Casos espaciais

- **Recorte:** combinação de interseção e eliminação; o polígono limitante define a região de corte a ser aplicada ao conjunto de dados de interesse;
- **Interseção:** combinação de dados de ambos os conjuntos, para a região de corte (correspondente ao operador espacial *AND*);
- **União:** combinação de todos os dados de ambos os conjuntos (correspondente ao operador espacial *OR* ).

# Sobreposição: Casos espaciais



# Operações Espaciais

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

# Álgebra de Mapas Conceitos

## Conjunto A Conjunto B

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

8	8	4	11
7	-3	11	1
4	-5	-7	13
-9	7	-3	-1

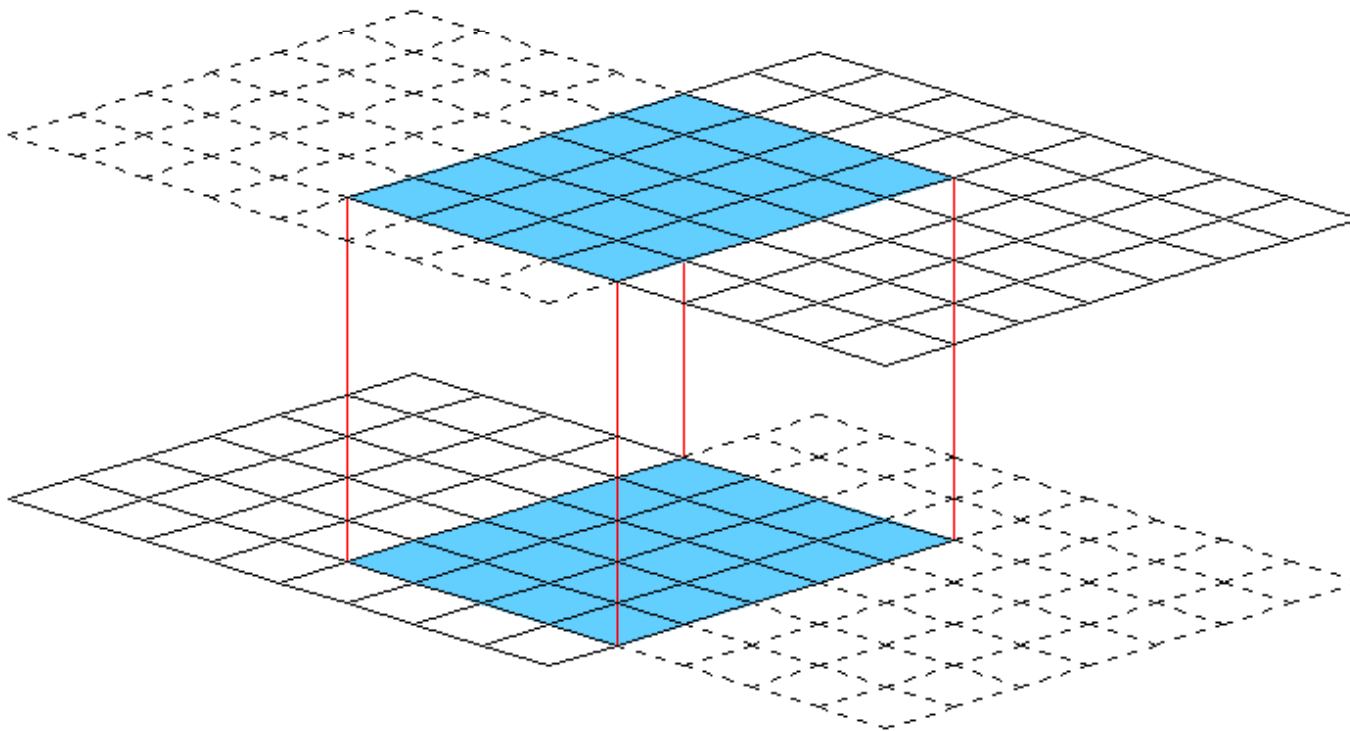
## Conjunto (A+B)

18	16	-5	21
27	8	16	14
14	4	-11	19
-14	14	-5	6

- utilização de operações algébricas célula-a-célula, realizadas sobre dados numéricos armazenados em estrutura raster.
- Um ou mais conjuntos de dados de entrada raster podem ser combinados com operações (+, -, x, /, max, min), gerando um ou mais conjuntos de dados de saída.

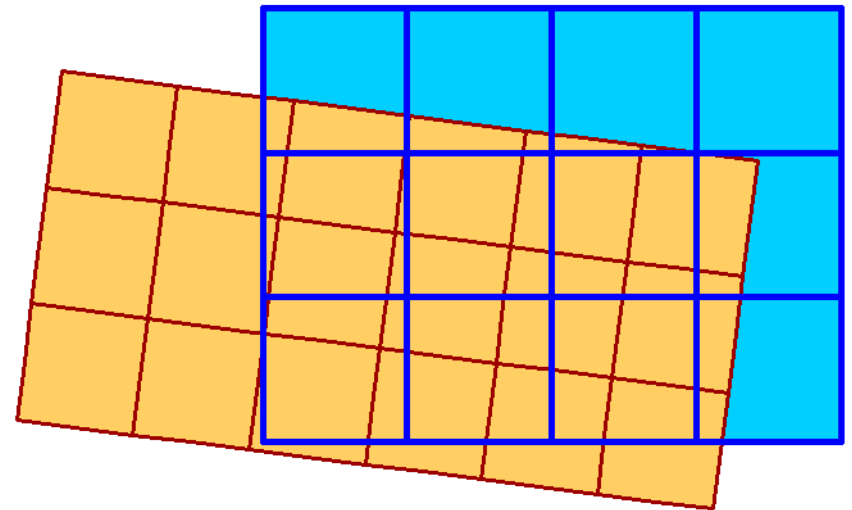
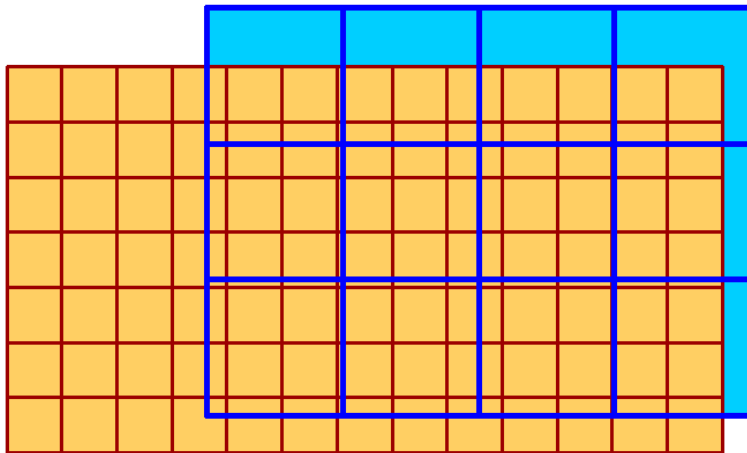
# Álgebra de Mapas: Incompatibilidade

- Em operações binárias (mais de um conjunto de dados de entrada), nem sempre a abrangência dos conjuntos de dados são iguais, mas as áreas de interesse devem possuir dados em todos os conjuntos.

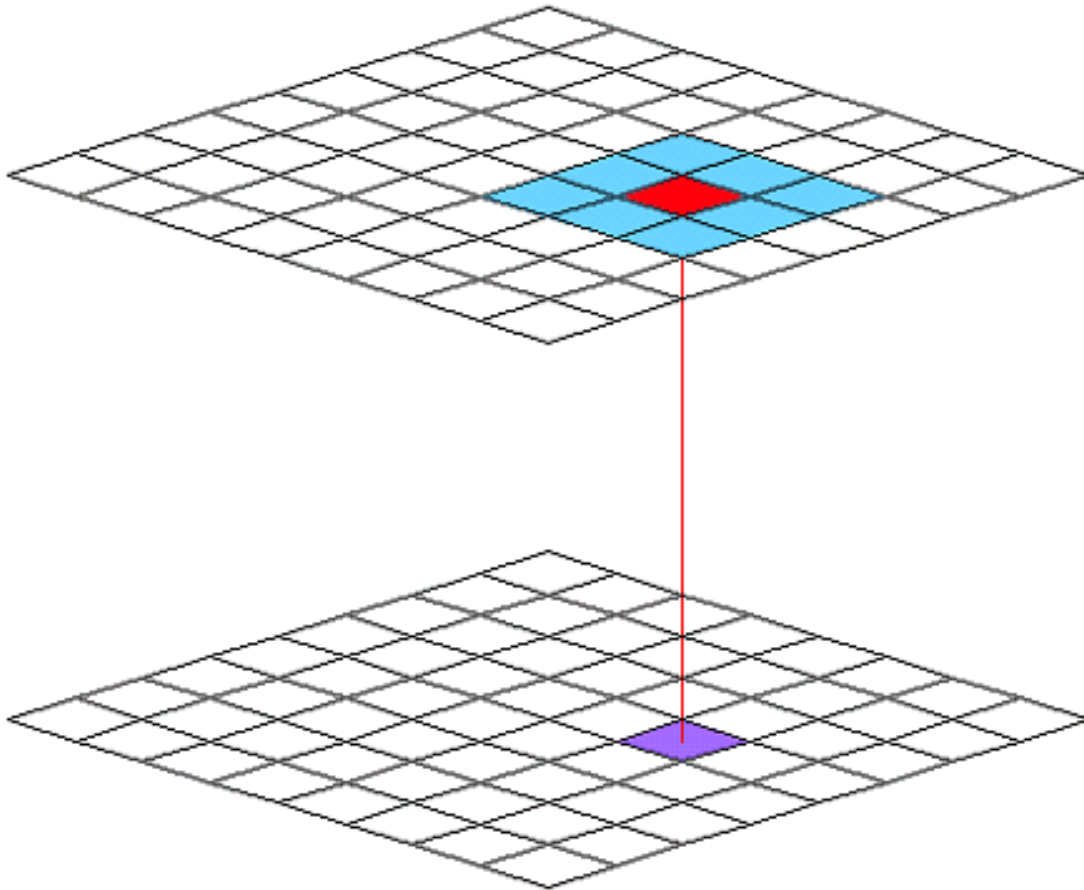


# Álgebra de Mapas: Incompatibilidade

- Podem causar ambigüidades.
- Os conjuntos de dados precisam passar para sistemas de coordenadas compatíveis, por reamostragem ou outro tipo de transformação.



# Álgebra de Mapas: Vizinhança



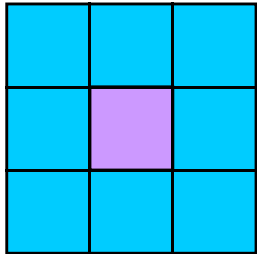
- atributos de regiões vizinhas às localizações de entrada influenciam os dados de saída correspondentes

# Álgebra de Mapas: Vizinhança

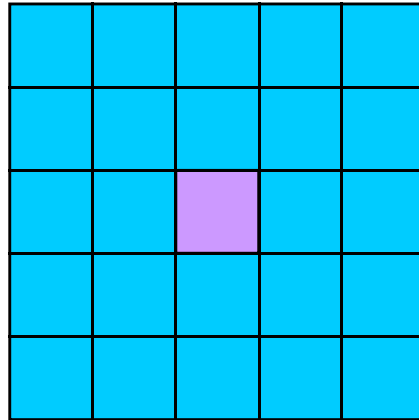
## Janela Móvel


- É uma configuração de células que especificam valores de entrada de uma operação.
- O resultado geralmente é associado à célula no centro da janela.
- Para cada posição da janela o valor é calculado e salvo em um conjunto de dados de saída.

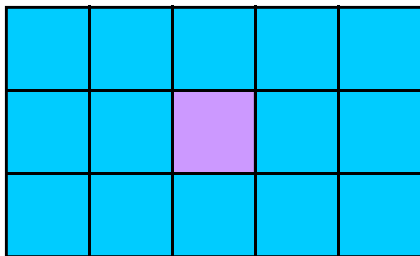
# Álgebra de Mapas: Vizinhança Janela Móvel



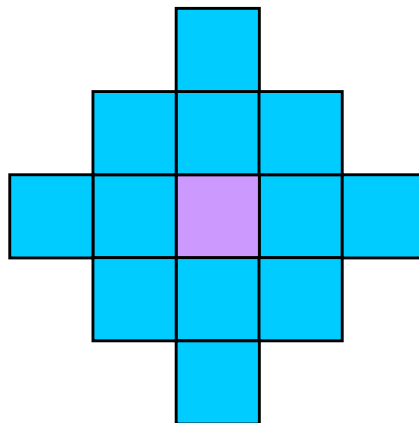
3 x 3



5 x 5



y  
x 5 x 3



Irregular

- É definida por suas dimensões em número de células, nas direções x e y.
- Podem ser de qualquer tamanho ou forma, mas normalmente são quadradas ( $x=y$ ) e em número ímpar de células.

# Álgebra de Mapas: Vizinhança

## Filtro

10	11	5	9	8
7	8	3	7	15
8	9	2	9	14
9	11	6	8	17
7	6	5	7	13
5	4	10	6	9

conjunto de entrada

x

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

filtro

=

	7	7	8	
	7	7	9	
	7	7	9	
	7	7	9	

conjunto de saída

**Média dos vizinhos mais próximos**

# Álgebra de Mapas: Vizinhança

## Erosão das Margens

Em operações de vizinhança, as margens do conjunto de dados de saída podem resultar em valores desajustados, uma vez que a origem não possui dados para completar a operação.

Estes valores devem ser tratados, desconsiderando seus resultados, ou definindo filtros específicos para as margens

<b>esquina</b> <table border="1"><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr></table>	1/4	1/4	1/4	1/4	<b>margem</b> <table border="1"><tr><td>1/6</td><td>1/6</td><td>1/6</td></tr><tr><td>1/6</td><td>1/6</td><td>1/6</td></tr></table>	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	<b>esquina</b> <table border="1"><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr></table>	1/4	1/4	1/4	1/4							
1/4	1/4																						
1/4	1/4																						
1/6	1/6	1/6																					
1/6	1/6	1/6																					
1/4	1/4																						
1/4	1/4																						
<b>margem</b> <table border="1"><tr><td>1/6</td><td>1/6</td></tr><tr><td>1/6</td><td>1/6</td></tr><tr><td>1/6</td><td>1/6</td></tr></table>	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	<b>central</b> <table border="1"><tr><td>1/9</td><td>1/9</td><td>1/9</td></tr><tr><td>1/9</td><td>1/9</td><td>1/9</td></tr><tr><td>1/9</td><td>1/9</td><td>1/9</td></tr></table>	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	<b>margem</b> <table border="1"><tr><td>1/6</td><td>1/6</td></tr><tr><td>1/6</td><td>1/6</td></tr><tr><td>1/6</td><td>1/6</td></tr></table>	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
1/6	1/6																						
1/6	1/6																						
1/6	1/6																						
1/9	1/9	1/9																					
1/9	1/9	1/9																					
1/9	1/9	1/9																					
1/6	1/6																						
1/6	1/6																						
1/6	1/6																						
<b>esquina</b> <table border="1"><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr></table>	1/4	1/4	1/4	1/4	<b>margem</b> <table border="1"><tr><td>1/6</td><td>1/6</td><td>1/6</td></tr><tr><td>1/6</td><td>1/6</td><td>1/6</td></tr></table>	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	<b>esquina</b> <table border="1"><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr><tr><td>1/4</td><td>1/4</td></tr></table>	1/4	1/4	1/4	1/4							
1/4	1/4																						
1/4	1/4																						
1/6	1/6	1/6																					
1/6	1/6	1/6																					
1/4	1/4																						
1/4	1/4																						

Matizes para a função MÉDIA

# Álgebra de Mapas: Passa Alta

Passa alta é uma operação de realce, usada para identificar valores muito abaixo (buracos) ou acima (picos) da média que são os valores distantes do zero

486	525	530	479	471	551	458	563	504	560
521	542	503	470	568	480	504	502	1050	489
549	511	536	500	497	562	548	481	530	548
478	489	558	484	513	905	492	450	562	490
544	508	469	564	463	480	474	518	536	451
539	569	549	562	489	566	550	537	476	482
554	463	481	528	496	529	531	509	474	496
514	481	890	524	470	518	490	538	520	540
564	467	497	491	559	472	457	473	529	546
490	511	516	468	453	470	497	570	100	532
455	455	564	490	497	454	553	499	474	478
532	482	503	476	538	508	549	467	533	469

conjunto de entrada

- 1/9	- 1/9	- 1/9
- 1/9	1	- 1/9
- 1/9	- 1/9	- 1/9

filtro

	80	48	16	122	18	43	-13	586	
	47	85	41	-1	61	62	-34	22	
	28	107	28	18	457	1	-10	117	
	42	-7	110	-44	-15	-26	65	95	
	113	89	113	24	120	90	85	31	
	-46	-26	32	31	72	60	52	19	
	-11	453	34	13	73	43	95	64	
	-29	14	5	129	37	9	62	105	
	66	78	16	20	32	58	172	-356	
	5	131	44	68	2	107	83	69	

conjunto de saída

# Álgebra de Mapas: Passa Baixa Severa

Passa baixa é a operação de suavização das diferenças entre valores. A média é um exemplo.

486	525	530	479	471	551	458	563	504	560
521	542	503	470	568	480	504	502	1050	489
549	511	536	500	497	562	548	481	530	548
478	489	558	484	513	905	492	450	562	490
544	508	469	564	463	480	474	518	536	451
539	569	549	562	489	566	550	537	476	482
554	463	481	528	496	529	531	509	474	496
514	481	890	524	470	518	490	538	520	540
564	467	497	491	559	472	457	473	529	546
490	511	516	468	453	470	497	570	100	532
455	455	564	490	497	454	553	499	474	478
532	482	503	476	538	508	549	467	533	469

conjunto de entrada

$$\times \begin{matrix} \begin{matrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{matrix} \\ \text{filtro} \end{matrix} =$$

	523	511	506	509	515	517	571	581	
	521	510	514	553	563	547	569	567	
	516	513	509	552	548	546	510	507	
	523	528	517	558	548	552	511	500	
	520	521	511	520	509	522	512	498	
	560	561	554	520	515	530	514	508	
	546	536	548	510	502	502	502	514	
	548	538	541	492	487	498	464	483	
	502	495	504	484	490	494	461	467	
	501	496	501	484	502	507	471	458	

conjunto de saída

# Álgebra de Mapas: Passa Baixa Moderada

- Este exemplo de passa baixa dá peso maior ao valor da célula de entrada central, resultando em uma suavização moderada dos valores.

486	525	530	479	471	551	458	563	504	560
521	542	503	470	568	480	504	502	1050	489
549	511	536	500	497	562	548	481	530	548
478	489	558	484	513	905	492	450	562	490
544	508	469	564	463	480	474	518	536	451
539	569	549	562	489	566	550	537	476	482
554	463	481	528	496	529	531	509	474	496
514	481	890	524	470	518	490	538	520	540
564	467	497	491	559	472	457	473	529	546
490	511	516	468	453	470	497	570	100	532
455	455	564	490	497	454	553	499	474	478
532	482	503	476	538	508	549	467	533	469

conjunto de entrada

0,05	0,05	0,05
0,05	0,6	0,05
0,05	0,05	0,05

filtro

	533	506	486	541	496	510	533	839	
	515	524	506	522	563	548	521	547	
	501	538	495	531	744	516	477	537	
	515	496	543	506	511	509	515	520	
	547	537	539	503	540	537	526	486	
	507	517	540	507	523	530	511	489	
	510	731	535	488	511	495	522	517	
	503	516	513	529	479	476	469	508	
	507	507	484	467	479	496	521	265	
	476	533	495	491	476	533	487	467	

conjunto de saída

# Álgebra de Mapas: Overlay

- A união de dois conjuntos de dados raster pode também ser feita por adição



# Bibliografia

- ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1989. 294p.
- BOLSTAD, P. **GIS fundamentals: a first text on geographic information Systems**. White Bear Lake: Eider Press, 2002. 411p.
- BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Fundamentos de geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 2000.
- BRICK, R.M.; PENSE, A. W.; GORDON, R.B. **Structures and properties of engineering materials**. 4.ed. New York: Mc Graw Hill, 1977. (McGraw Hill Series in Materials Science and Engineering).
- BURROUGH, P. A.; MC DONNELL, R. **Principles of geographical information systems**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1998. (Spatial Information Systems and Geostatistics).
- CHEN, P. **The entity-relationship model: toward a unified view of data**. ACM Transactions on Database Systems, 1976. v. 1.
- DOLFUS, O. **A análise geográfica**. São Paulo: Difusão Européia do livro.
- HEYWOOD, I. **An Introduction to geographical information systems.**, Prentice Hall, 2002.
- JONES, C.B. **Geographical information systems and computer cartography**. Harlow: Addison Wesley Longman Ltd, 1997. 319 p.
- LAURINI, R.; THOMPSON, D. **Fundamentals of spatial information systems**. London: Academic Press, 1992. 680 p. (The APIC Series, nº 37)
- MAGUIRE, D.J.; GOODCHILD M.F.; RHIND D.W. **Geographical information systems: principles and applications**. 3.ed. Harlow: Longman Scientific & technical, 1991. v. 1: principles.
- MOELLERING, H. USA. **professor de Geografia na Ohio State University**. Disponível em: < <http://www.geography.ohio-state.edu/faculty/moellering>>.
- NCGIA – National Center for Geographical Information & Analysis . USA. **Recursos didáticos e programas de pesquisa**. Disponível em: <http://www.ncgia.ucsb.edu>
- PEUQUET, D. J.; MARBLE, D. F. **Introductory readings in geographic information systems**. London: Taylor & Francis Ltd., 1990
- PMSP. São Paulo. **Mapas do Município de São Paulo (SEMPA)**. Disponível em: <<http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/planejamento/mapas>>. Acesso em jul. 2004.
- QUINTANILHA, J.A . **Erros em bases digitais de dados espaciais para uso em sistemas de informação geográfica**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.
- RODRIGUES, M. **Introdução ao geoprocessamento**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1980
- UNESCO, GIS PROJECT: TRAINING MODULE ON THE APPLICATIONS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) FOR ON-LINE GOVERNANCE AND ACCESSING PUBLIC DOMAIN INFORMATION. 1999. **Módulos para treinamento em SIG**. Disponível em: <<http://gea.zvne.fer.hr>>. Acesso em: jul. 2004.
- WORBOYS, M. F. **GIS: a computing perspective**. London: Taylor & Francis Ltd, 1997.
- BORGES, C.C. A topologia: considerações teóricas e implicações para o ensino da matemática. CADERNO DE FÍSICA DA UEFS, 03 (02): 15-35, 2005
- MOLIN, J.P., MASCARIN, L. S., VIEIRA JR, P.A. Avaliação de Intervenções em unidades de aplicação localizada de fertilizantes e de populações de milho. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.26, n.2, p.528-536, maio/ago. 2006
- MONTEIRO, A.M., CÂMARA, G., LOPES, E. *Aula \$ Modelos de dados geográficos, INPE, 2008*