

# Sumário

- 1 Aplicações Não-Convencionais
- 2 Revisão e Dicas de Modelagem Conceitual
- 3 BD Orientado a Objetos
- 4 BD Temporal
- 5 BD Geográfico**
- 6 BD XML

# Banco de Dados Geográfico

- BD convencional
  - repositório de fatos do mundo real que possuem atributos alfanuméricos descrevendo as suas características
    - atributos convencionais
- BD Geográfico (BDG)
  - repositório de fatos do mundo real que possuem
    - atributos convencionais
    - atributos que descrevem a sua forma, indicam a sua localização na Terra (sobre/sob) e a sua validade
  - repositório de fatos georreferenciados

# Sistema de Informação Geográfica

- Um BDG é um componente de um Sistema de Informação Geográfica (SIG)
- Sistema responsável por capturar, armazenar, manipular, analisar e apresentar dados geográficos
- Amplo escopo de aplicação
  - lida com dados geográficos de diversas naturezas
    - cadastro e planejamento urbano (lotes, logradouros, redes de infraestrutura, turismo, ...) – órgãos públicos, empresas prestadoras de serviços, ... (dados com geometria bem definida ou estruturas de grafo)
    - meio ambiente e uso da terra (planejamento agrícola e de bacias hidrográficas, controle de queimadas e desmatamento, classificação de solos, ...) – órgãos públicos, forças armadas, ... (dados sobre grandes áreas contínuas de terra)
    - atividades econômicas (análise de distribuição de produtos, de serviços, de aspectos sócio-econômicos, ...) – instituições de pesquisa, empresas de consultoria, ... (dados amostrais e informações estimadas a partir deles)
    - ...

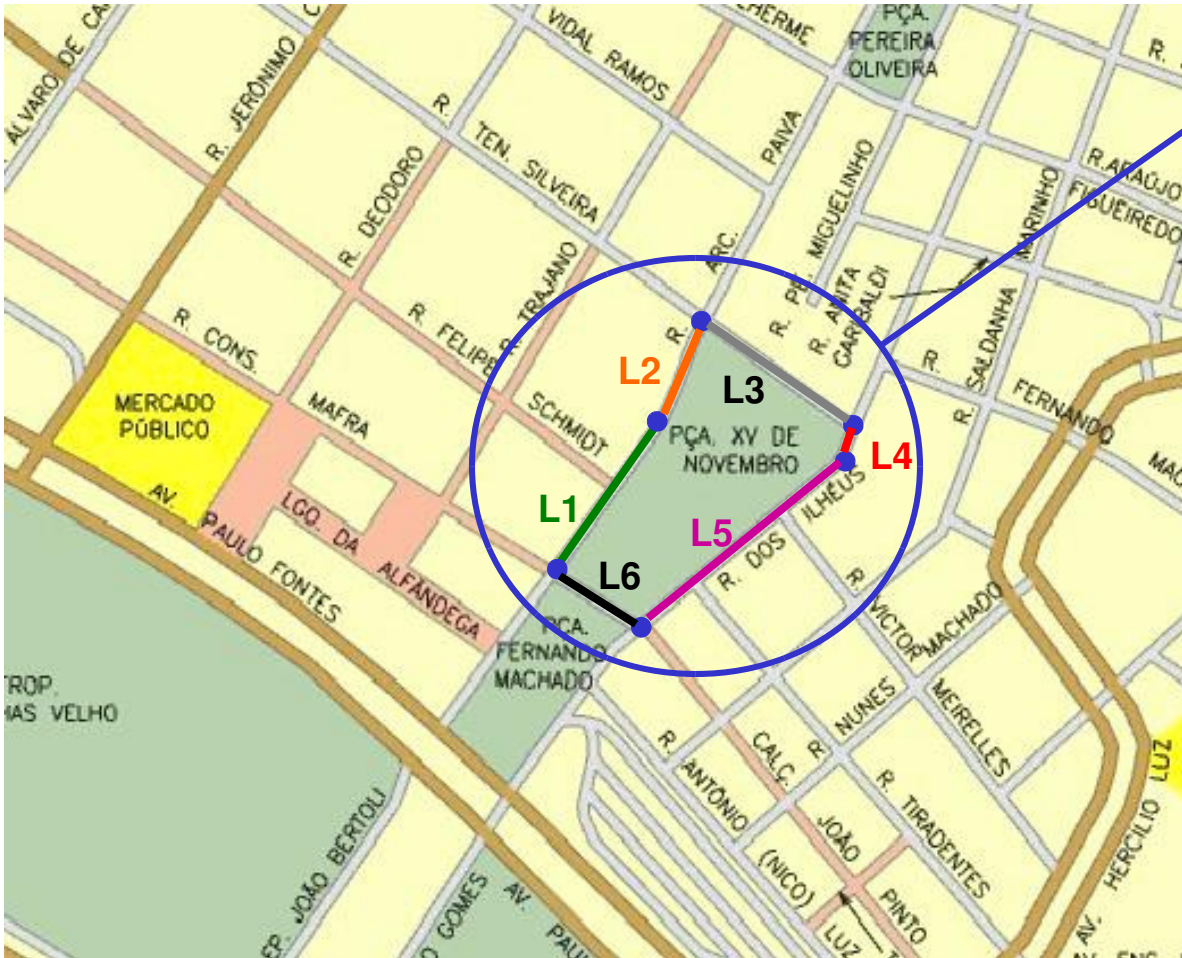
# Dado Geográfico

- Dado espacial
  - possui uma dimensão espacial
    - 2D: linear, poligonal, ...
    - 3D: sólido
    - exemplos: estrutura atômica, peça mecânica, ...
- Dado geográfico
  - é um dado espacial **georreferenciado**
    - possui uma localização sobre a superfície terrestre em um certo instante ou intervalo de tempo
    - exemplos: área urbana 2D, área de relevo 3D, ...
  - componentes
    - convencional, espacial, pictórico e temporal



# Dado Geográfico - Componentes

- Componente espacial
  - propriedades de localização geo-espacial



**forma:** poligonoFechado

**localização:** {

L1: (78,53),(86,73),

...

L6: (88,46), (78,53)

}

# Dado Geográfico - Componentes

- Componente **pictórico**
  - propriedades gráficas (imagens)



**imagem:**

FpolisCentro.jpg

**tamanho:**

520K

**referência: {**

P1: (27°35' S, 45°50' W)

P2: (27°18' S, 45°01' W)

**}**





# Modelos de Dados Geográficos

- BDG suporta dois modelos complementares
  - modelo de campo
  - modelo de objeto
- **Modelo de campo (modelo *raster*)**
  - região geográfica é vista como uma superfície contínua
  - cada ponto da região possui um valor para uma propriedade relevante (tema)
  - ênfase na análise de características contínuas do terreno e não na identificação de objetos neste terreno
    - representação de **mapas temáticos** ou *layers*

# Modelo de Campo - *Raster*

- Exemplo
  - mapa temático de coberturas vegetais



# Modelo de Campo - Especializações

- Tesselação

- região é totalmente coberta por uma grade de células

- célula

- área na qual todos os pontos do terreno possuem o mesmo valor para o tema considerado

- abstração de características comuns de vários pontos do terreno em um único conceito (célula)

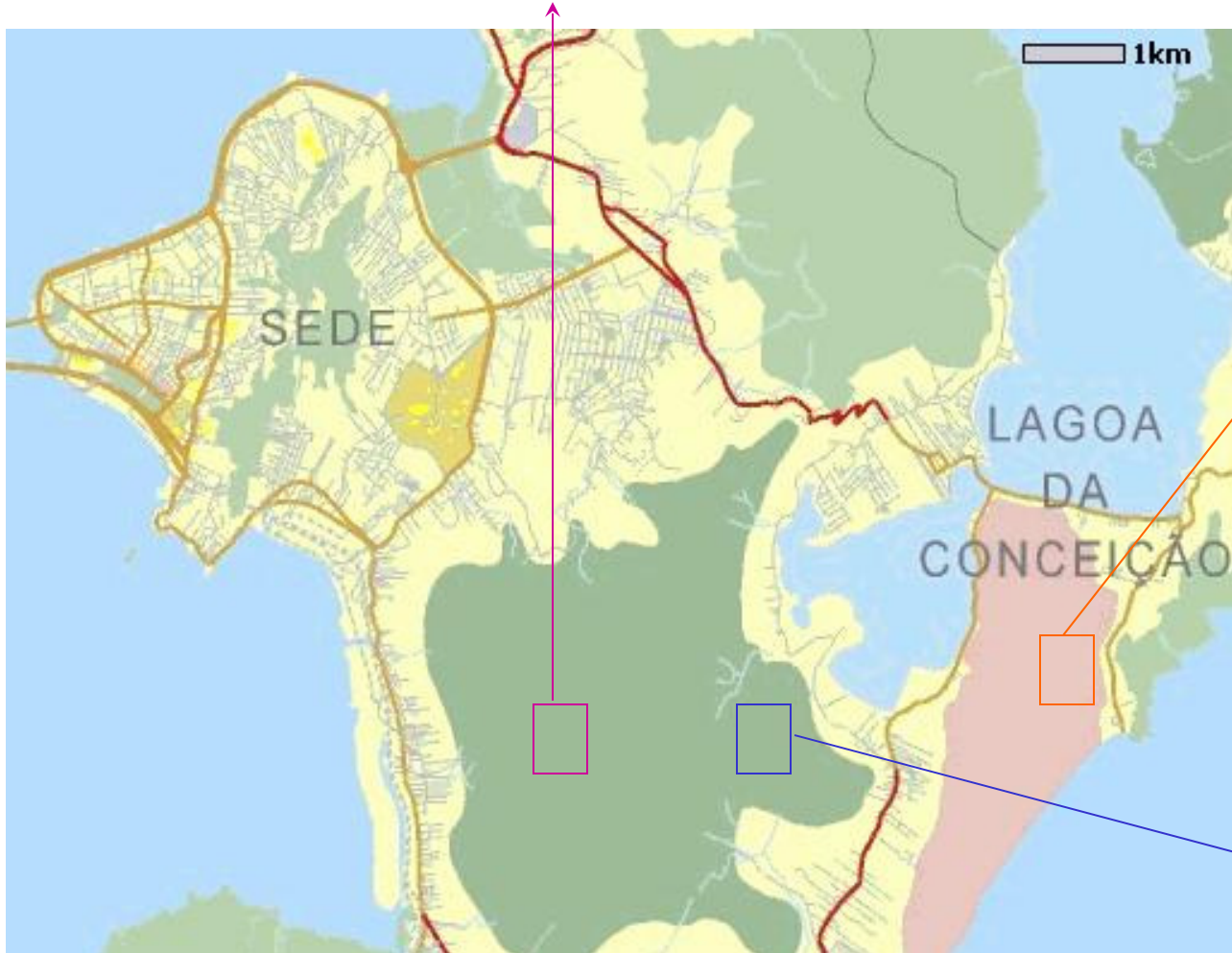
- células são regulares

- possuem a mesma forma, área e são contíguas

- facilita a determinação dos seus limites

# Modelo de Campo - Tesselação

vegetação: floresta



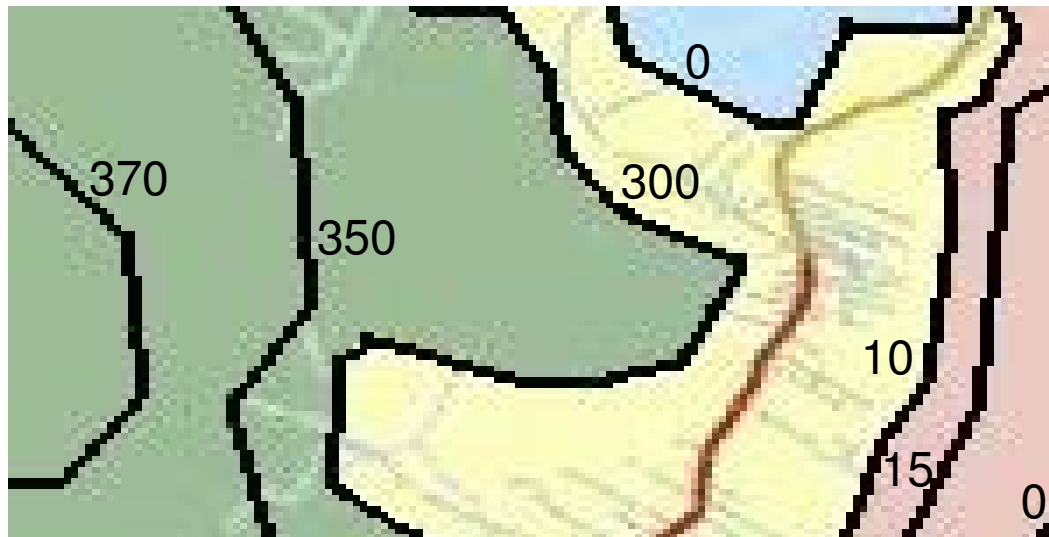
vegetação: duna

vegetação: floresta

# Modelo de Campo - Especializações

- Isolinhas

- região apresenta diversas **linhas** que não se cruzam
- qualquer ponto sobre uma linha possui o mesmo valor para o tema considerado
- pontos que não estão em um linha tem seu valor estimado

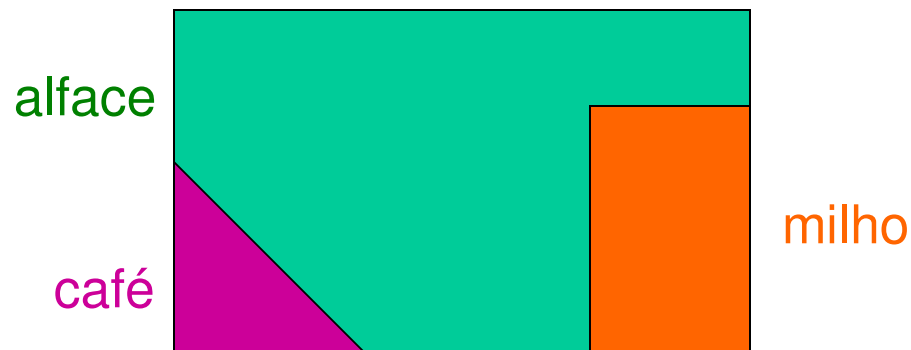


Exemplo:  
mapa de curvas  
de nível

# Modelo de Campo - Especializações

- Subdivisão Planar

- região é coberta totalmente por **polígonos** que não se sobrepõem
- qualquer ponto contido no mesmo polígono possui o mesmo valor para o tema considerado

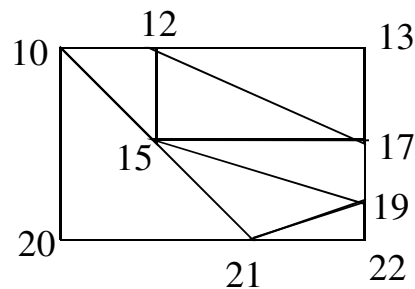


Exemplo:  
mapa de uso  
do solo

# Modelo de Campo - Especializações

- Rede Triangular Irregular

- região é coberta totalmente por triângulos irregulares que não se sobrepõem
- cada vértice do triângulo contém um valor para o tema considerado
- pontos que não estão em vértices tem seu valor estimado



Exemplo:  
mapa de  
temperatura (°C)

# Modelo de Objeto

- Também chamado de **modelo vetorial**
- Características
  - região geográfica é vista como uma superfície ocupada por objetos geométricos identificáveis, não necessariamente disjuntos
    - objetos pontuais, lineares, poligonais, ou mesmo uma combinação destes elementos geométricos
  - objetos não estão necessariamente associados a características do terreno
  - ênfase na identificação de objetos no terreno e não na análise de propriedades contínuas no terreno







# Campos e Objetos

- Podem ter **múltiplas representações**
  - depende de fatores de escala ou interpretações desejadas pelas aplicações
    - exemplo: escola vista como ponto ou polígono
  - problemáticas
    - modelagem e gerência de dados mais complexa, vários comportamentos em função da representação
- Possuem **relacionamentos espaciais**
  - A vizinho B (entre células ou objetos), A contido em B, A disjunto B, ...
  - determinados através de operações analíticas

# Operações em um BDG

- Atualização de dados
- Análise geo-espacial
- Consulta a dados
- Visualização de dados

# Atualização de Dados Geográficos

- Manipulação de componentes convencionais e temporais
  - via **comandos de atualização** do BDG (DML)
- Manipulação de componentes espaciais
  - em alguns casos, é possível a atualização da geometria através de **DMLs estendidas**
    - exemplo
      - inclusão/alteração de um hospital no mapa urbano de uma cidade, incluindo/alterando também o polígono que o delimita na área geográfica

# Atualização de Dados Geográficos

- Inclusão de componentes espaciais e pictóricos
  - cargas periódicas de mapas e identificação de instâncias de campos e objetos
    - tarefa externa ao BDG (módulo de entrada de dados do SIG)
      - levantamento manual com GPS, digitalização em mesa, digitalização ótica, ... realizadas sobre imagens de satélite ou fotografias aéreas
      - BDG armazena as imagens geográficas + estruturas espaciais e convencionais resultantes desta tarefa

# Operações em um BDG

- Atualização de dados
- **Análise geo-espacial**
- Consulta a dados
- Visualização de dados

# Análise Geo-Espacial

- Conjunto de funções aplicadas sobre um mapa ou objetos deste mapa
  - principal diferencial operacional em relação a outros BDs não-convencionais
- Finalidades das operações de análise
  - transformação do mapa ou de seus objetos
  - existência de relacionamentos geo-espaciais
  - busca de informação geométrica e/ou estatística
  - visualização de mapas



# Classificação de Operações

- **Transformação**
  - produzem novos mapas como resultado
- **Topológicas**
  - analisam a existência de relacionamentos topológicos
- **Métricas**
  - realizam processamentos baseados no conceito de distância
- **Estatísticas**
  - produzem valorações e correlações (analisam tendências) baseadas em propriedades convencionais, espaciais e/ou temporais

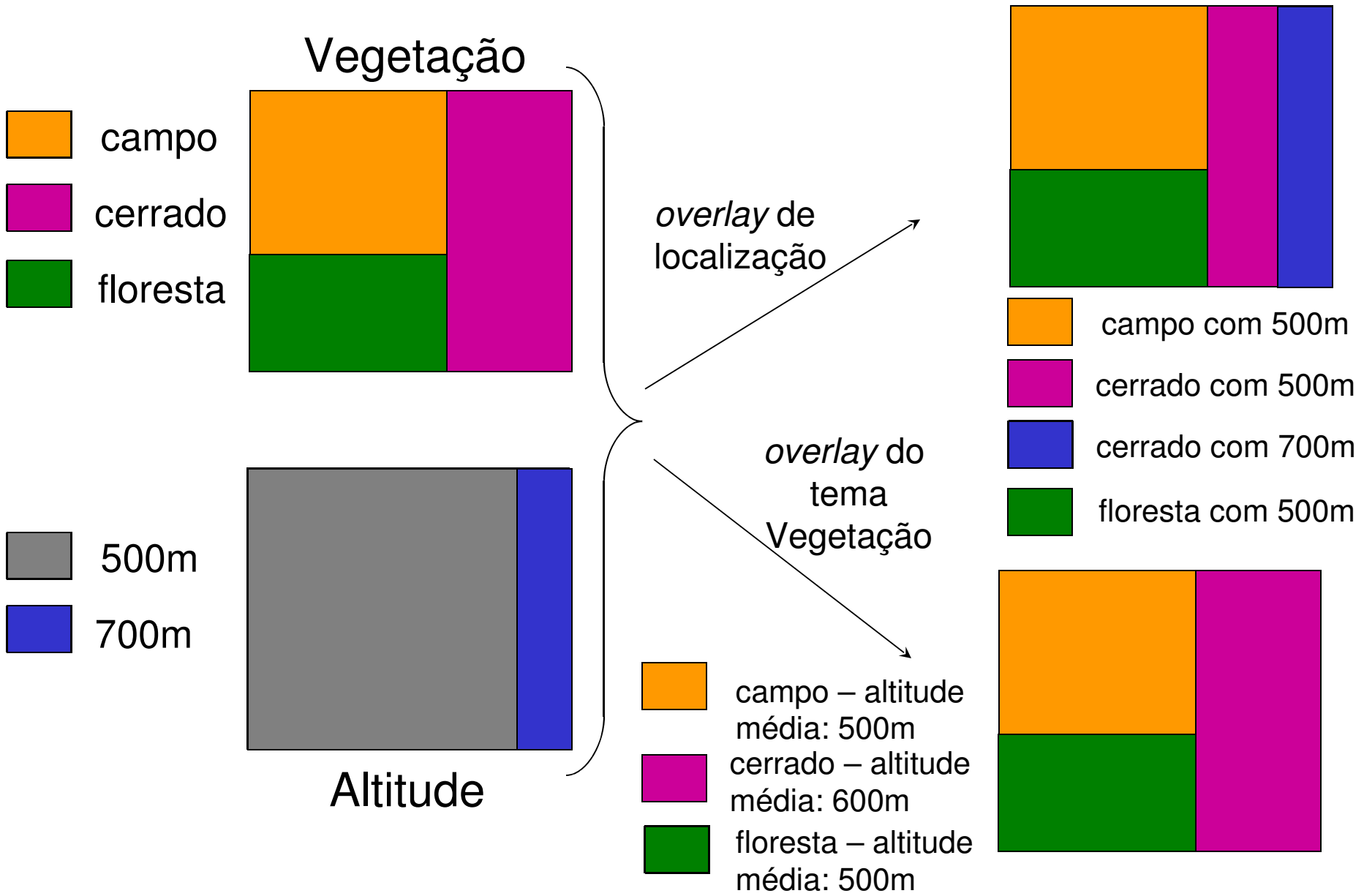
# Transformação – Exemplo 1

- Mudança de escala
  - dados vetoriais
    - técnicas de simplificação
      - substituição de um conjunto de pontos consecutivos pelo ponto médio
  - dados *raster*
    - técnicas de fusão
      - geração de células a partir da junção de células menores

# Transformação – Exemplo 2

- *Overlaying* (cobertura)
  - sobreposição de um ou mais temas
    - deseja-se uma análise de correlações, tendências, ...
  - dados *raster*
    - *overlay* centrado na localização
      - valor da célula resultante é uma função dos valores das células dos temas combinados
    - *overlay* centrado no tema
      - mantém-se as células definidas para um certo tema, sendo os valores dos demais temas estimados no contexto destas células

# Overlaying - Exemplos

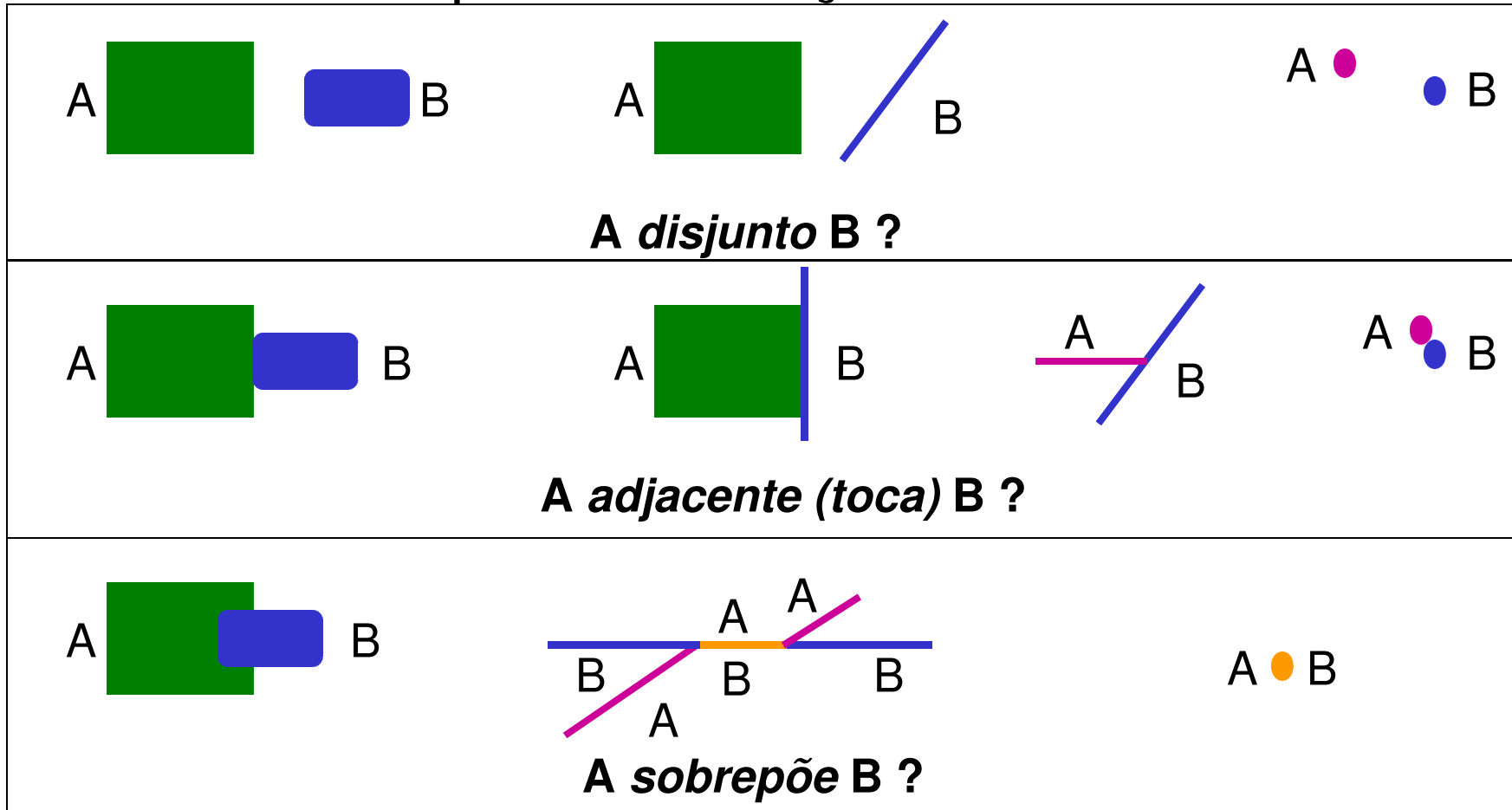


# Operações Topológicas

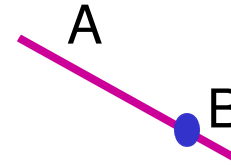
- Importante categoria analítica
  - base para várias consultas geográficas
    - verificação de relacionamentos geo-espaciais
- Topologia
  - estudo das propriedades geométricas que permanecem invariantes sob deformação
    - independem de fatores como escala, projeção, etc
      - *projeção*: representação da superfície terrestre sobre uma superfície plana
        - » produz deformação

# Operações Topológicas

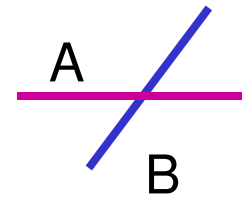
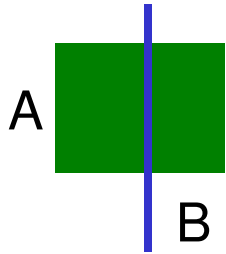
- Operações sobre objetos geométricos
  - definidos a partir das noções de **fronteira** e **interior**



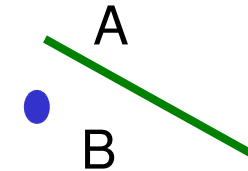
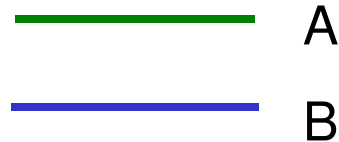
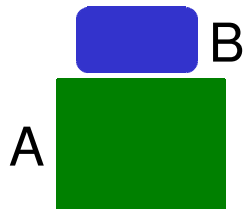
# Operações Topológicas - Exemplos



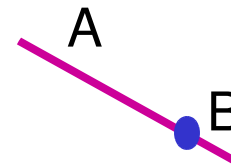
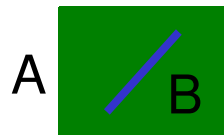
**A contém / cobre B ?**



**B cruza A ?**



**B acima (N) / abaixo (S) / ao lado (L / O / Esq / Dir) de A ?**



**B sobre / sob A ?**

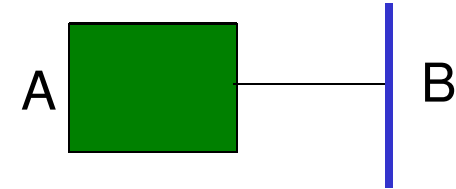
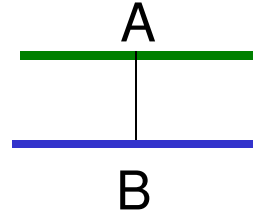
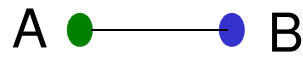
# Operações Métricas

- Baseadas na noção de **distância** sobre um sistema de coordenadas
- Tipos de retorno
  - **valores numéricos**
    - exemplo: distância
  - **objetos geográficos**
    - exemplo: raio de alcance

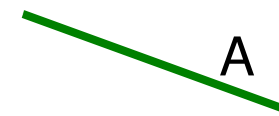


# Operações Métricas - Exemplos

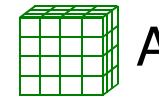
distância A-B



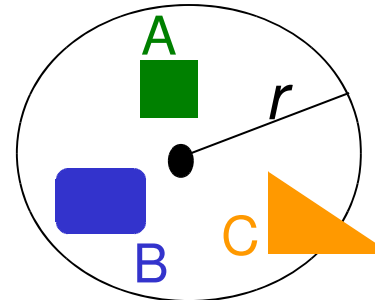
comprimento/perímetro A



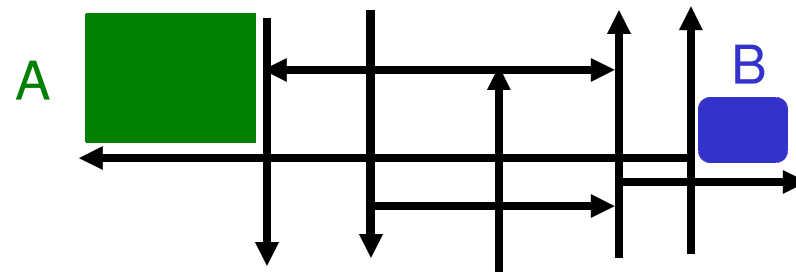
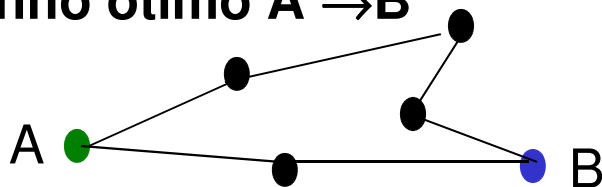
área/volume A



raio de alcance



caminho ótimo A → B



# Operações Estatísticas

- Exemplos

- análise de freqüência (a)

- comparação quantitativa de propriedades

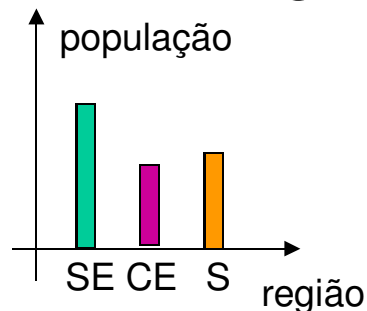
- análise de correlação (b)

- comparação de propriedades em uma região

- análise de dispersão (c)

- análise de distribuição de um fenômeno

em uma região



(a)

Imóvel	< 1000	< 2500	< 5000
Próprio	1544	3456	6898
Alugado	5876	3780	2099

(b)



● ocorrências de crimes

(c)

# Operações em um BDG

- Análise geo-espacial
- Atualização de dados
- Consulta a dados
- Visualização de dados

# Consulta a Dados Geográficos

- Diferenças em relação a BDs convencionais
  - critérios de seleção espacial
    - uso de funções de análise geo-espacial
    - uso de **linguagens textuais estendidas**
  - seleção baseada em apontamento
    - manipulação direta de mapas para fins de consulta
    - uso de interfaces gráficas e **linguagens visuais**
  - resultados **textuais**, **gráficos** ou **mistos**
    - propriedades convencionais associadas ao seu posicionamento geográfico
      - certas consultas só tem sentido se o resultado for misto
        - » exemplo: onde ficam as cidades de SC com mais de 100.000 habitantes e quais as suas populações?

# Linguagens de Consulta para BDG

- Extensões do SQL, em geral
  - várias propostas
    - GeoSQL, Spatial SQL, SF-SQL, ...
  - permitem todos os tipos de resultados
- Exemplo 1 (SF-SQL)
  - critério de seleção espacial e resultado textual

```
select c1.nome  
from c1 Cidade, c Cidade  
where c.nome = "Florianópolis"  
and c.geometria.DISTANCE(c1.geometria) < 50
```

# Linguagens de Consulta Textuais

- Exemplo 2 (GeoSQL)

- critério de seleção espacial e resultado gráfico

```
select TMunicipio m
from LayerUrbano of MapaSC ← indicação do mapa
                               no qual deve ser
                               exibido o resultado
where ((m.população >= 50000)
and (m.Area() > 1000)
and (m CROSS
      select TRio r
      from LayerHidrografia of MapaSC
      where (r.nome = "Itajaí-Açu")))
```

# Linguagens de Consulta Textuais

- Exemplo 3 (Spatial SQL)
  - critério de seleção espacial e resultado misto

```
set legend
    color black
    pattern dashed
for select geometria
from Via;
```

configuração de  
parâmetros de  
visualização

```
set window
```

```
select Via.geometria, Via.nome
from Via, Cidade
where Cidade.nome = "Florianópolis"
and Via.nome like "F*"
and Via.geometria INSIDE Cidade.geometria
```

← indicação de resultado  
gráfico

# Operações em um BDG

- Análise geo-espacial
- Atualização de dados
- Consulta a dados
- Visualização de dados



# Visualização de Dados Geográficos

- Gerenciamento da apresentação de dados
  - importante funcionalidade para BDGs com interface gráfica
- Objetivo desta classe de operações
  - apresentação de resultados de consultas
  - manipulação de objetos na tela
    - facilitar a visualização de dados, pesquisa exploratória (*browsing*) e a construção de novas consultas

# Visualização de Dados Geográficos

- Funcionalidades principais
  - visualização 2D e 3D
  - formulação iterativa de consultas
  - combinação de resultados de consultas
  - customização de apresentações de mapas
  - visualização simultânea de várias regiões geográficas
  - operações especiais
    - *zooming, panning* (translação), rotação, ...
  - apresentação de resultados estatísticos
    - exemplo: análise de densidade demográfica
      - visualização através de amostragem ou isolinhas

