

Sumário

1. Introdução a Aplicações Não-Convencionais
2. Revisão de Modelagem Conceitual
3. BD Orientado a Objetos (BDOO)
4. BD Objeto-Relacional (BDOR)
5. BD Temporal (BDT)
6. **BD Geográfico (BDG)**
7. BD XML
8. Pesquisa em Gerência de Dados na Web
9. BDs nas Nuvens

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 (análise de dispersão) 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 **convencional**
 - propiedades alfanuméricas



código: Lg 425

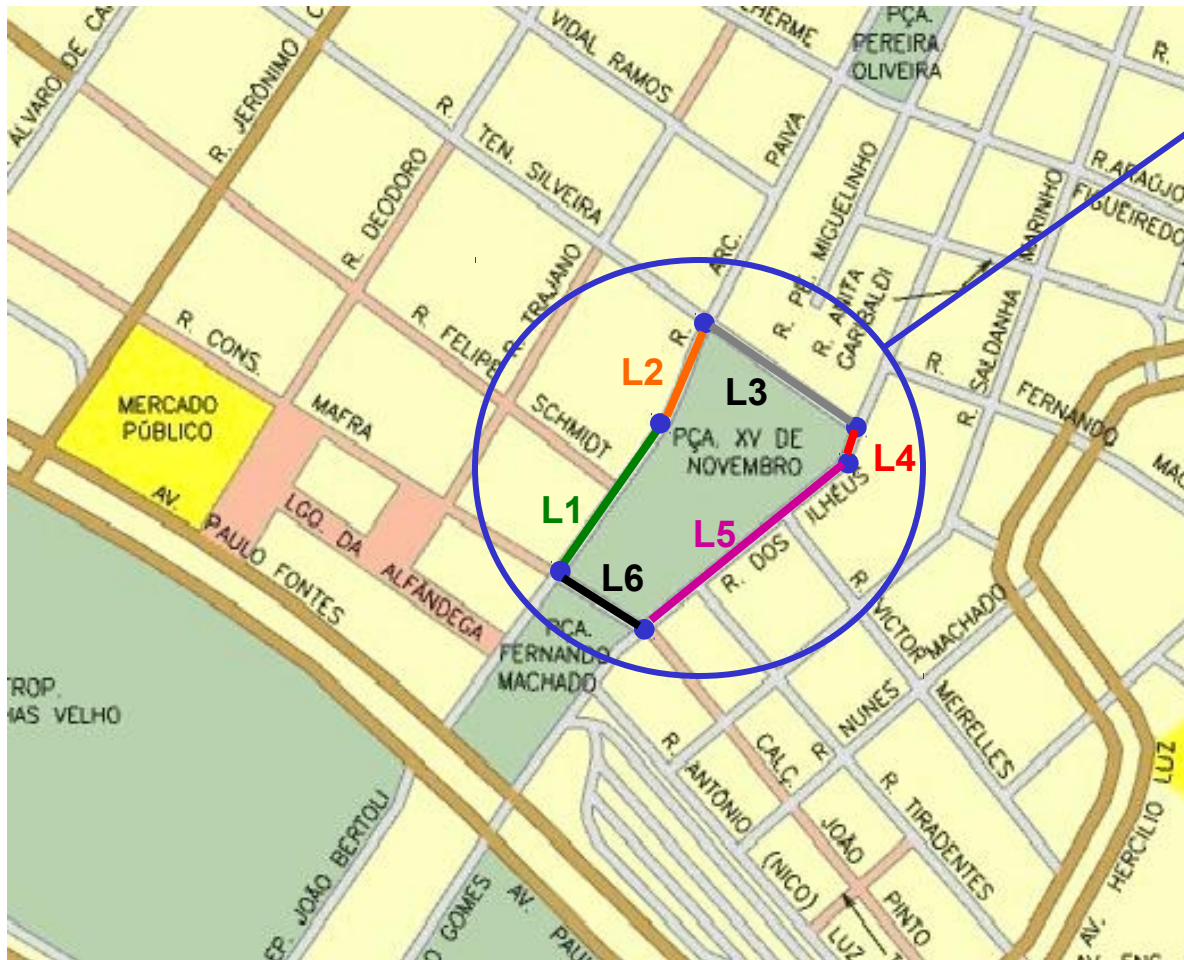
tipo: praça

nome: XV de novembro

descrição: . . .

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)

}

Dado Geográfico - Componentes

- Componente **temporal**
 - propriedades relativas à validade do dado



dataColeta: 27/05/03
válidoPor: 2 anos

OU

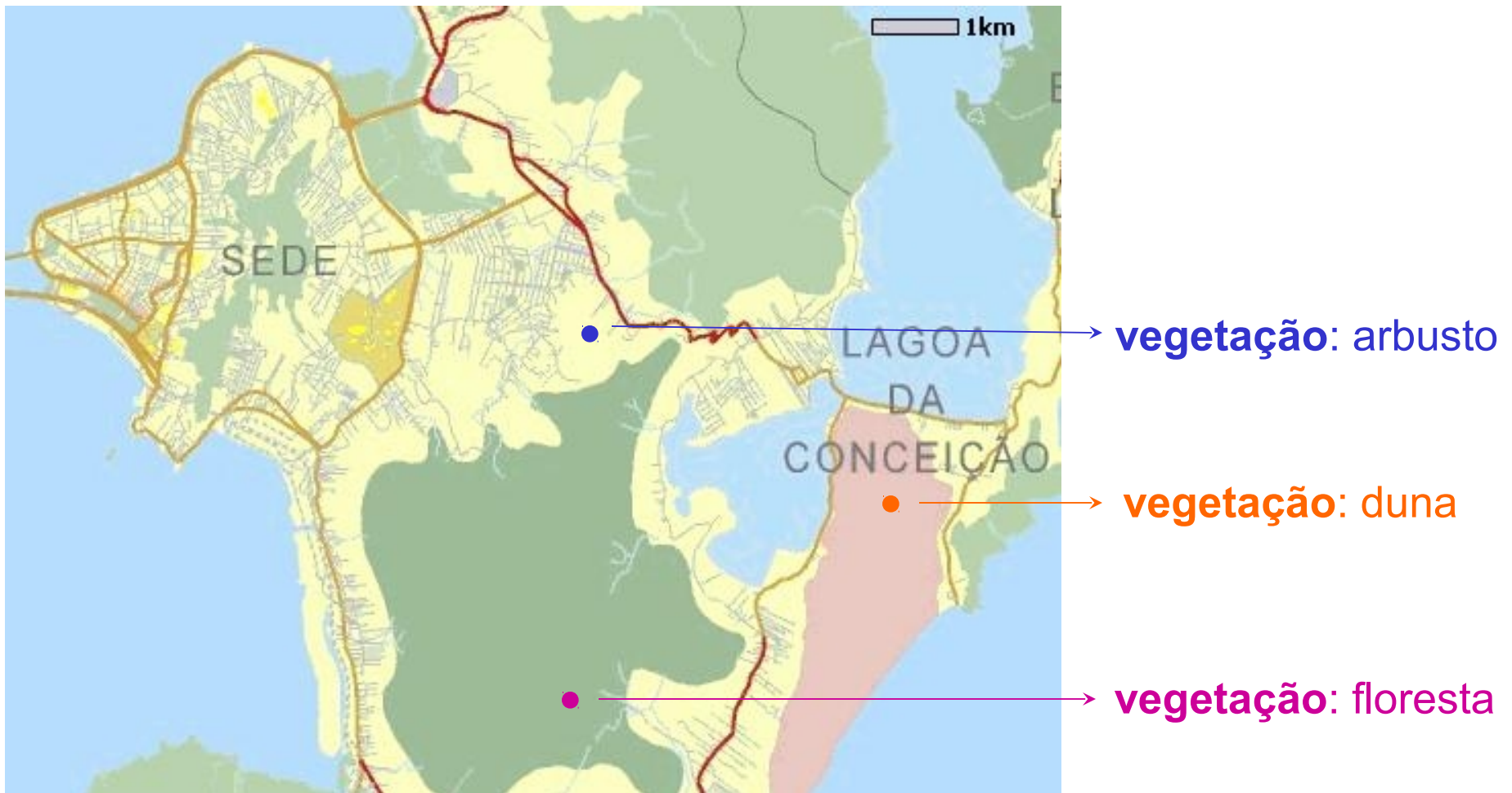
TI: 27/05/03
TF: 27/05/05

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



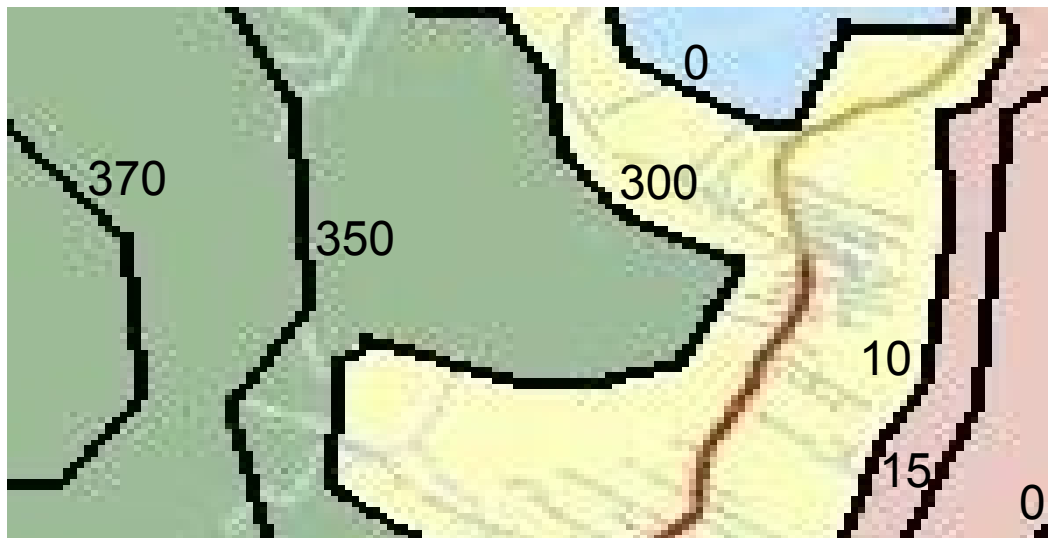
vegetação: duna

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

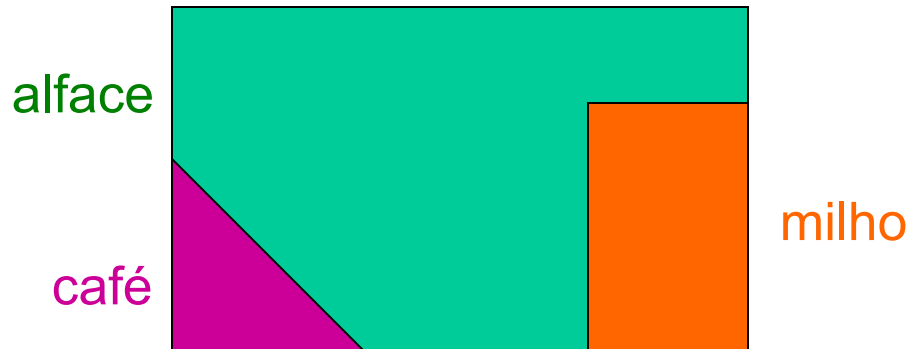


Exemplo:
mapa de curvas
de nível

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

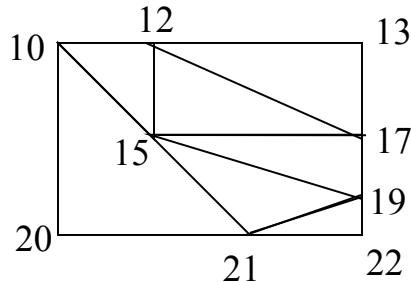


Exemplo:
mapa de uso
do solo

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 ($^{\circ}\text{C}$)

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

- Exemplo

– mapa urbano



rua dos ilhéus

clubes 12 de agosto

peixaria Guimarães

Modelo de Objeto - Especialização

- Modelo de rede

- região possui um conjunto de pontos (nós) conectados por linhas (arcos) - grafo
- arcos e nós podem ter propriedades
- útil para modelar recursos que fluem na região



Exemplo:
rede de esgoto:

- ponto de entrada
- tubulação
- conexão

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

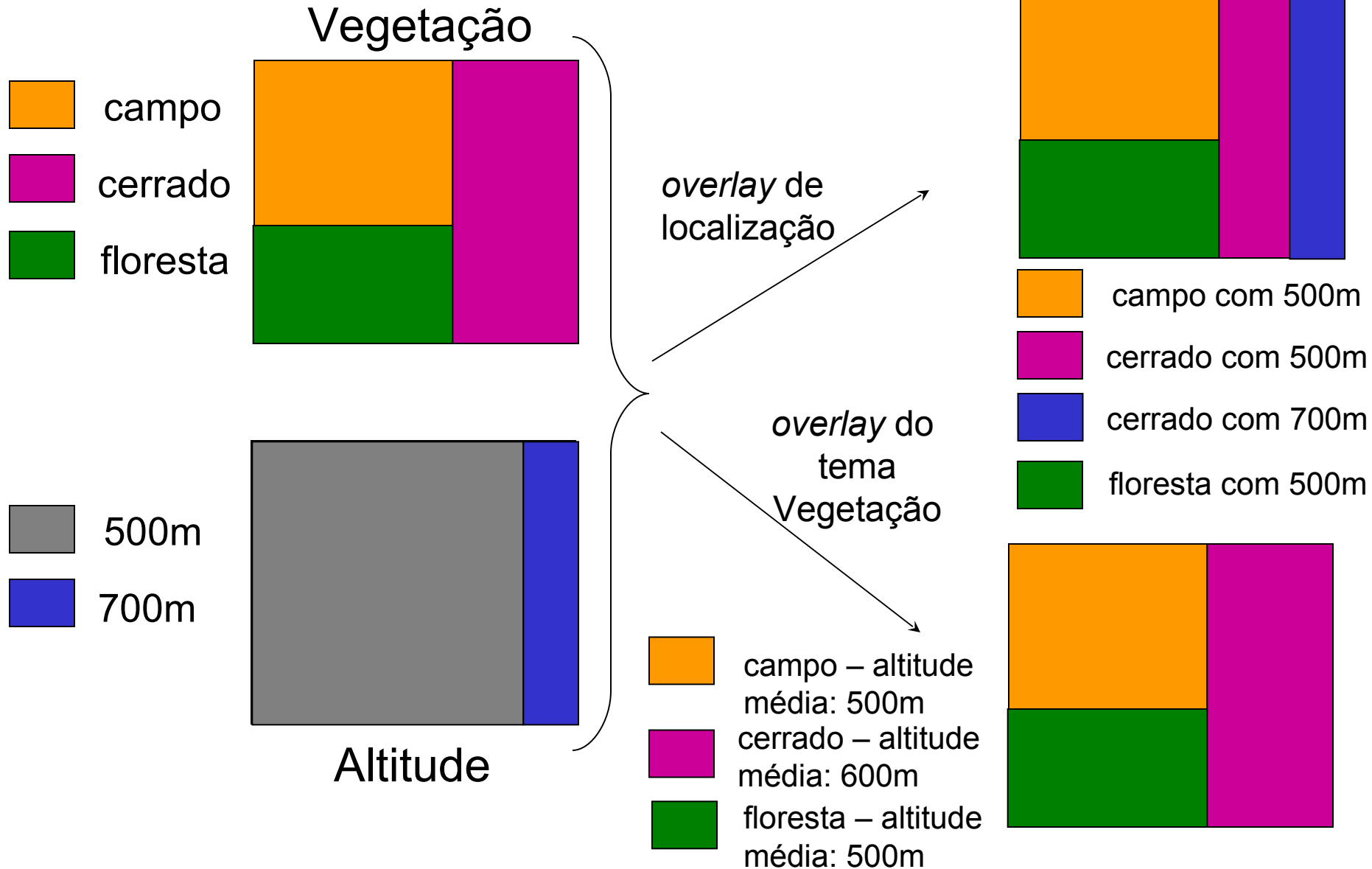
Transformação – Exemplo 1

- 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

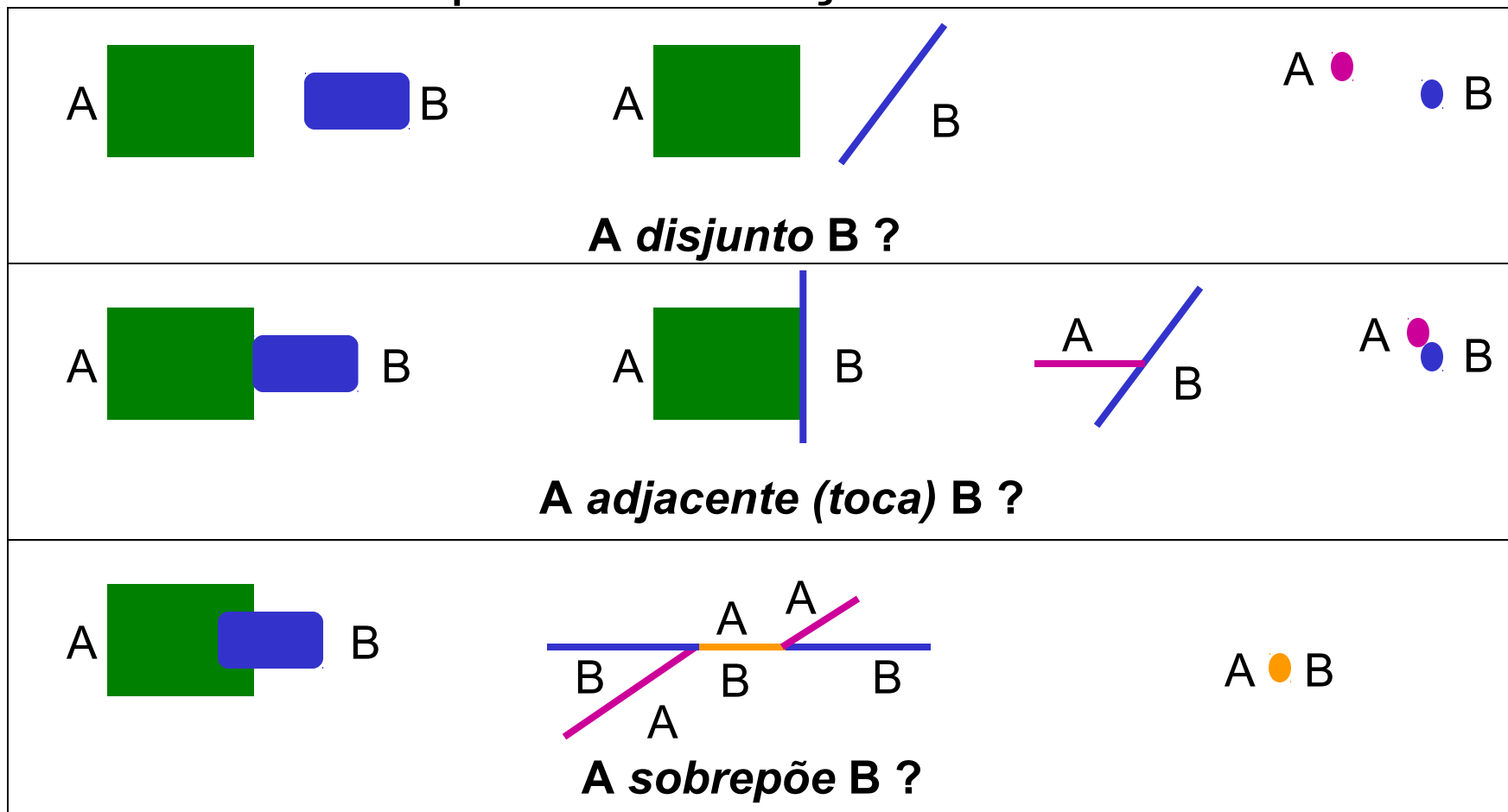


Operações Topológicas

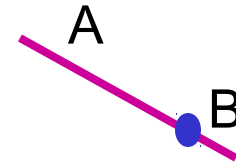
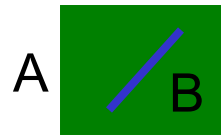
- Importante categoria analítica
 - base para várias consultas geográficas
 - verificação de relacionamentos geo-espaciais
- Topologia
 - estudo das propriedades geométricas que permanecem invariantes sob deformação
 - independem de fatores como escala, projeção, etc
 - projeção: representação da superfície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

Operações Topológicas

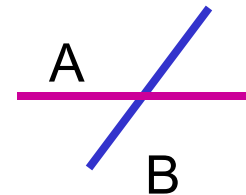
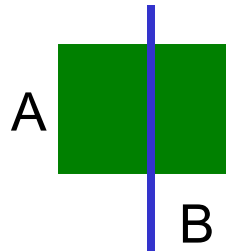
- Operações sobre objetos geométricos
 - definidos a partir das noções de **fronteira** e **interior**



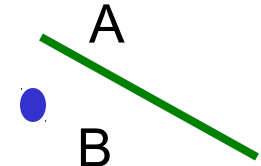
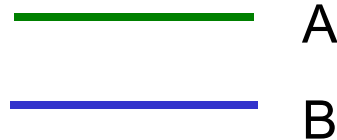
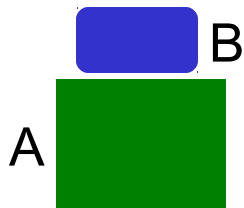
Operações Topológicas - Exemplos



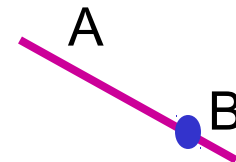
A contém / cobre B ?



B cruza A ?



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



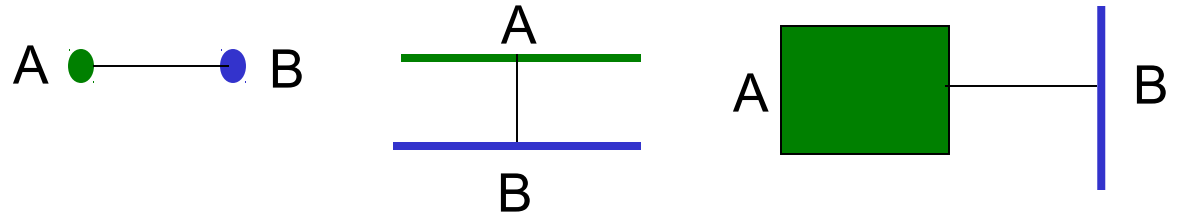
B sobre / sob A ?

Operações Métricas

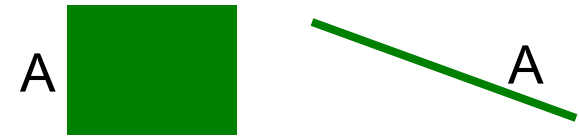
- Baseadas na noção de **distância** sobre um sistema de coordenadas
- Tipos de retorno
 - **valores numéricos**
 - exemplo: distância
 - **objetos geográficos**
 - exemplo: raio de alcance

Operações Métricas - Exemplos

distância A-B



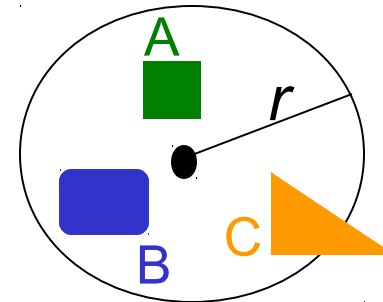
comprimento/perímetro A



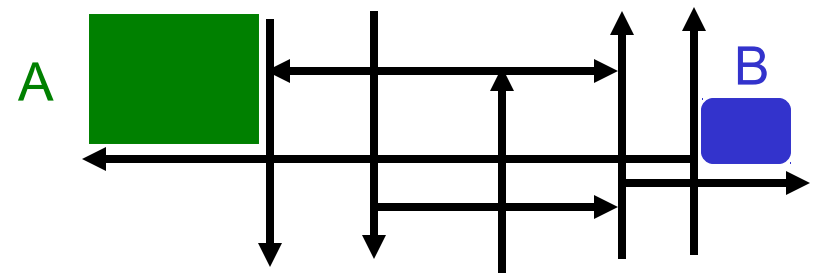
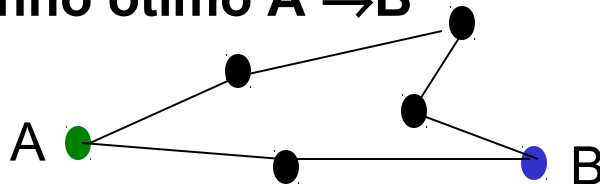
área/volume A



raio de alcance



caminho ótimo A \rightarrow B



Operações Estatísticas

- Exemplos

- análise de frequência (a)

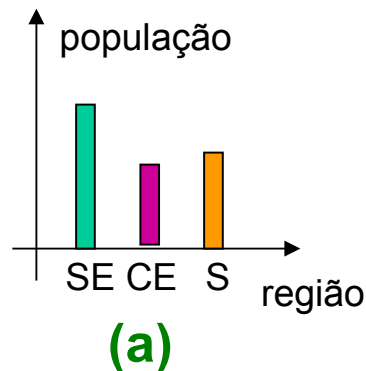
- comparação quantitativa de propriedades

- análise de correlação (b)

- comparação de propriedades em uma região

- análise de dispersão (c)

- análise de distribuição de um fenômeno em uma região



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
```

```
where ((m.população >= 50000)
```

```
and (m.Area() > 1000)
```

```
and (m CROSS
```

```
    select TRio r
```

```
    from LayerHidrografia of MapaSC
```

```
    where (r.nome = "Itajaí-Açu"))
```

← indicação do mapa
no qual deve ser
exibido o resultado

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
```

← indicação de resultado
gráfico

INSIDE

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

