

Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas



DS340 – Banco de Dados 3

SGBDs Geográficos

Prof. **João Eugenio** Marynowski jeugenio@ufpr.br



Problema de Hoje



- Como armazenar dados geográficos?
- Sistema de Informações Geográficas (SIG)
 - Responsável por capturar, armazenar, manipular, analisar e apresentar dados geográficos
 - 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)



SGBDs Geográficos



- BD convencional
 - Repositório de fatos do mundo real
 - Atributos alfanuméricos convencionais
- BD Geográfico (BDG)
 - Maioria SGBDs suportam: PostGIS, Oracle Spatial, ArcSDE (ESRI), DB2 Spatial
 - Repositório de fatos do mundo real
 - Atributos alfanuméricos
 - Forma, Localização na Terra (sobre/sob) e a sua validade
 - Dado Espacial e geográfico



Dado Espacial e Geográfico



Dado espacial

- Possui uma dimensão espacial
- 2D: linear, poligonal, ...
- 3D: sólido
- estrutura atômica, peça mecânica, ...

• Dado geográfico

- Dado espacial georreferenciado
- Possui uma localização sobre a superfície terrestre em um certo instante ou intervalo de tempo
- Área urbana 2D, área de relevo 3D, ...
- Componentes: convencional, espacial, pictórico e temporal



Dado Geográfico Convencional



propriedades alfanuméricas



código: Lg 425

tipo: praça

nome: XV de novembro

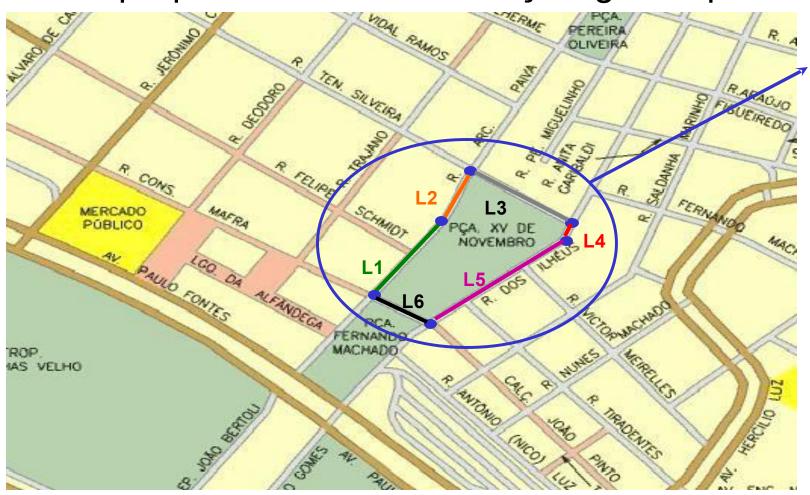
descrição: . . .



Dado Geográfico Espacial



propriedades de localização geo-espacial



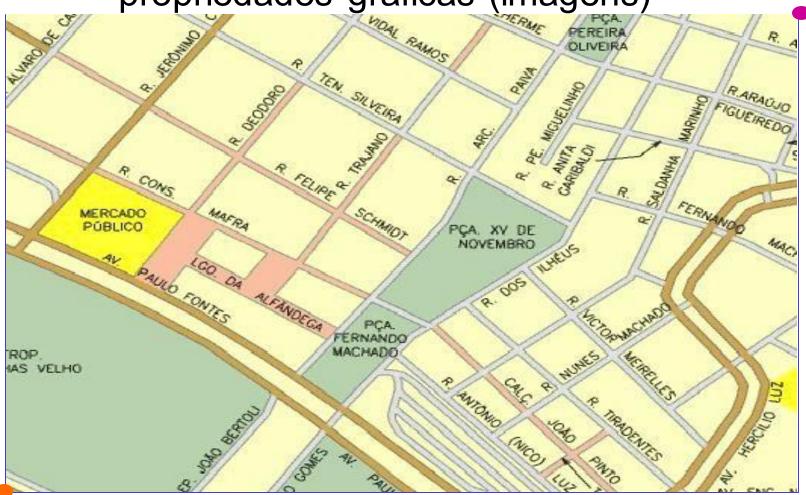
```
forma: poligonoFechado localização: {
    L1: (78,53),(86,73),
    L6: (88,46), (78,53)
    }
```



Dado Geográfico Pictórico



propriedades gráficas (imagens)



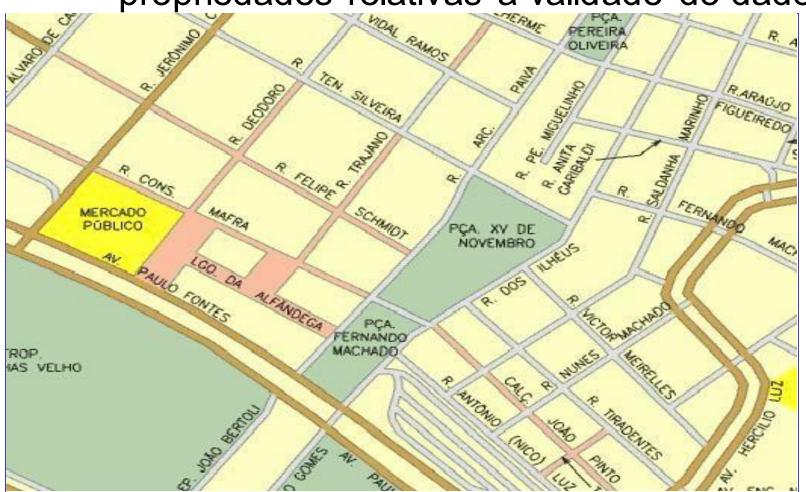
```
imagem:
    FpolisCentro.jpg
tamanho:
    520K
referência: {
P1: (27 °35' S, 45 °50' W)
P2: (27 °18' S, 45 °01' W)
}
```



Dado Geográfico 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



• Dois modelos complementares: de campo e de objeto

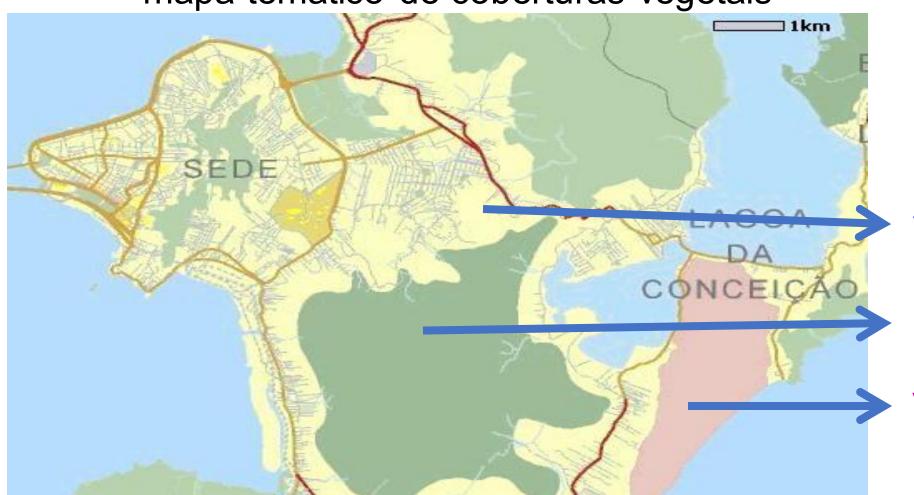
- Modelo de campo (modelo *raster*)
 - Região geográfica é vista como uma superfície contínua
 - Cada ponto da região possui um valor para uma propriedade relevante (tema)
 - Ênfase na análise de características contínuas do terreno e não na identificação de objetos neste terreno
 - Representação de mapas temáticos ou *layers*



Modelo de Campo - Raster



mapa temático de coberturas vegetais



vegetação: arbusto

vegetação: floresta

vegetação: duna



Modelo de Campo – Tesselação



- região é totalmente coberta por uma grade de células
- célula é uma 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)
- 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

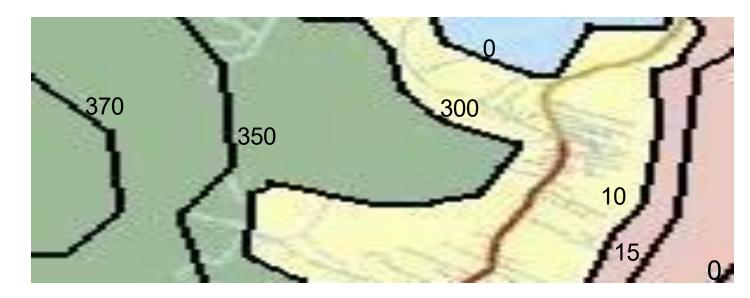


Modelo de Campo - Isolinhas



- região apresenta diversas linhas que não se cruzam
- qualquer ponto sobre uma linha possui o mesmo valor para o tema considerado
- pontos que n\u00e3o est\u00e3o em um linha tem seu valor estimado

Exemplo: mapa de curvas de nível



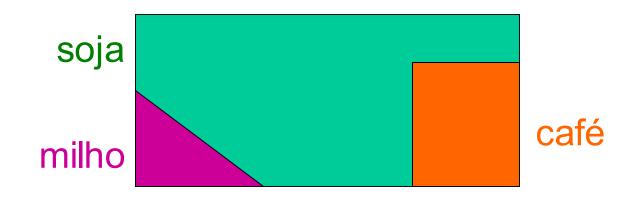


Modelo de Campo – Subdivisão Planar



- 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



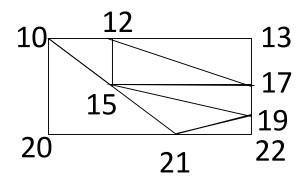


Modelo de Campo – Rede Triangular Irregular



- 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 ou Vetorial



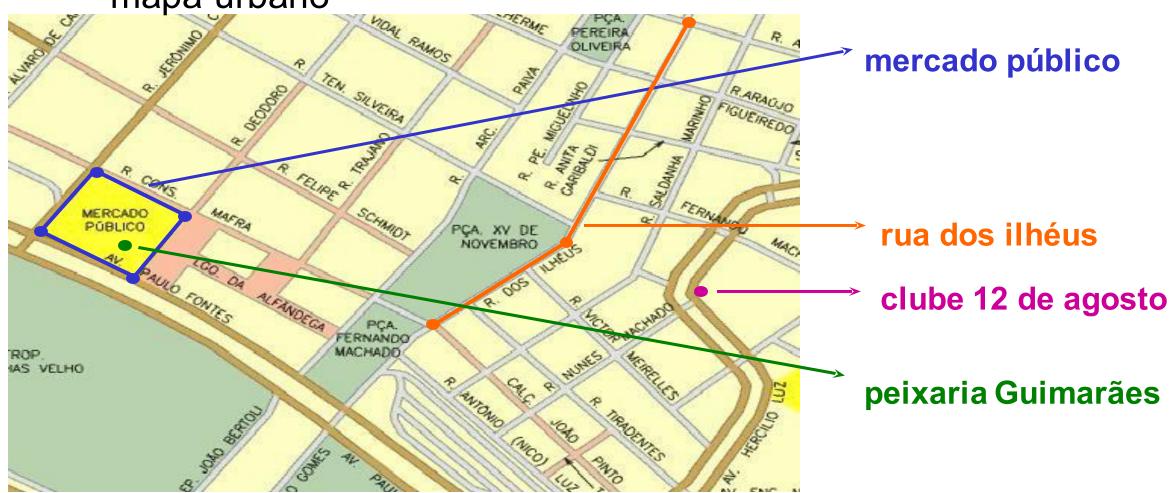
- Região geográfica é vista como uma superfície ocupada por objetos geométricos identificáveis, não necessariamente disjuntos
- Objetos pontuais, lineares, poligonais, ou mesmo uma combinação destes elementos geométricos
- Objetos não estão necessariamente associados a características do terreno
- Ênfase na identificação de objetos no terreno e não na análise de propriedades contínuas no terreno



Exemplo Modelo de Objeto/Vetorial



mapa urbano





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 entradatubulação
- conexão





Modelo para Campos e Objetos



- Podem ter múltiplas representações
- Depende de fatores de escala ou interpretações desejadas pelas aplicações
 - Escola vista como ponto ou polígono
- Modelagem e gerência de dados mais complexa
 - Vários comportamentos em função da representação
- Relacionamentos espaciais
 - A vizinho B (entre células ou objetos), A contido em B, A disjunto B, ...
 - Determinados através de operações analíticas





PARTE 3

Operações em BD Geográficos



Operações em um SGBDG



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



Atualização de Dados Geográficos



- Manipulação de componentes convencionais e temporais
 - Comandos de atualização do BDG (DML)
- Manipulação de componentes espaciais
 - DMLs estendidas
 - Ex: Inclusão/alteração de um hospital no mapa urbano de uma cidade, incluindo/alterando também o polígono que o delimita na área geográfica
- Inclusão de componentes espaciais e pictóricos
 - cargas periódicas de mapas e identificação de instâncias de campos e objetos
 - GPS, digitalização em mesa, ótica, ... imagens de satélite ou fotografias aéreas
 - BDG armazena imagens geográficas + estruturas espaciais e convencionais



Análise Geo-Espacial



- Conjunto de funções aplicadas sobre um mapa ou objetos
- Principal diferença operacional em relação a outros BDs
- 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

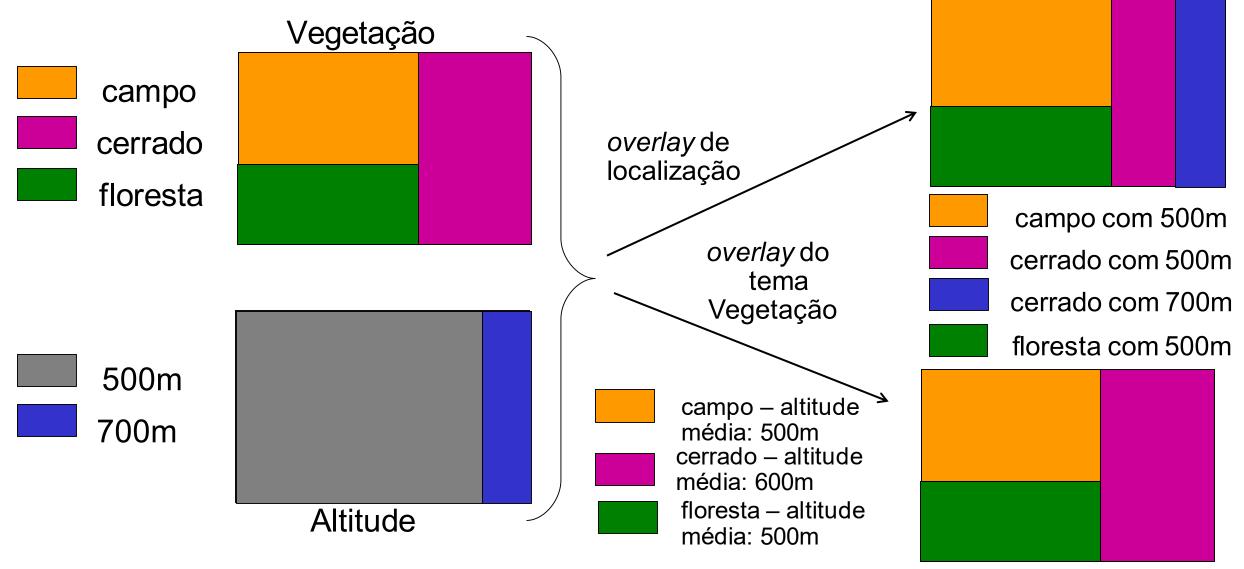


- Mudança de escala
 - Dados vetoriais: simplificação
 - Substituição de um conjunto de pontos consecutivos pelo ponto médio
 - Dados de campo raster: fusão
 - Geração de células a partir da junção de células menores
- Overlaying (cobertura)
 - Sobreposição de um ou mais temas para análise de correlações, tendências...
 - 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



Exemplos de Overlaying



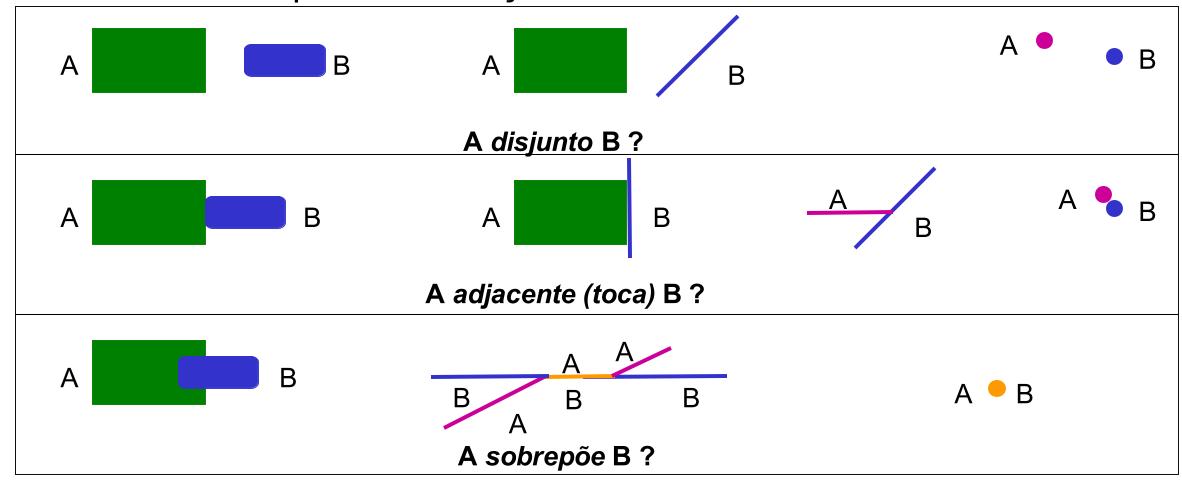




Operações Topológicas



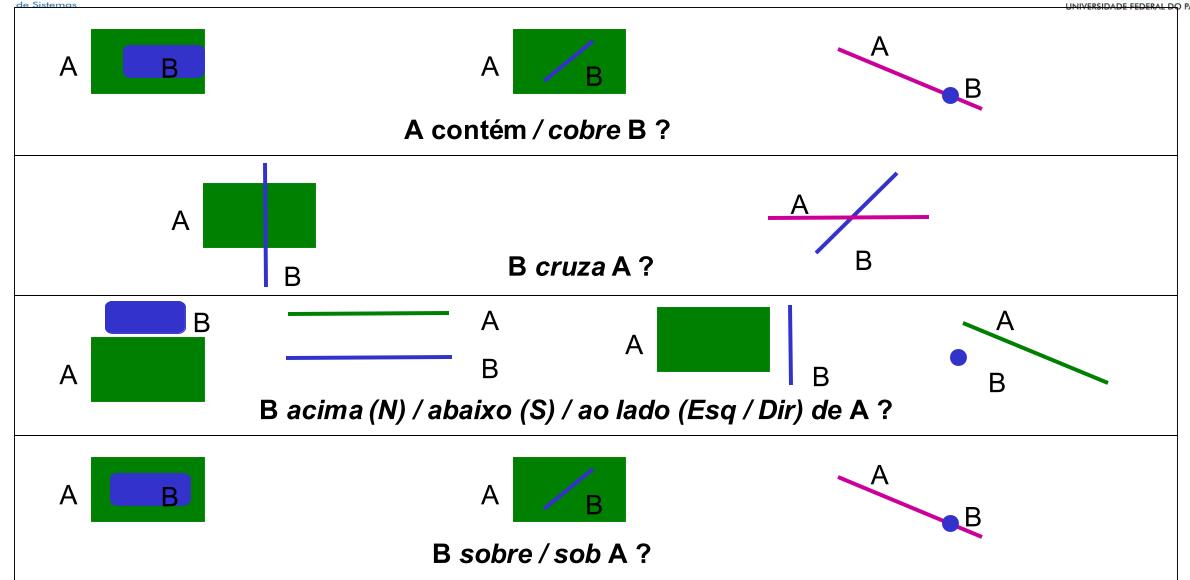
- Operações sobre objetos geométricos
 - definidos a partir das noções de fronteira e interior





Operações Topológicas (2)

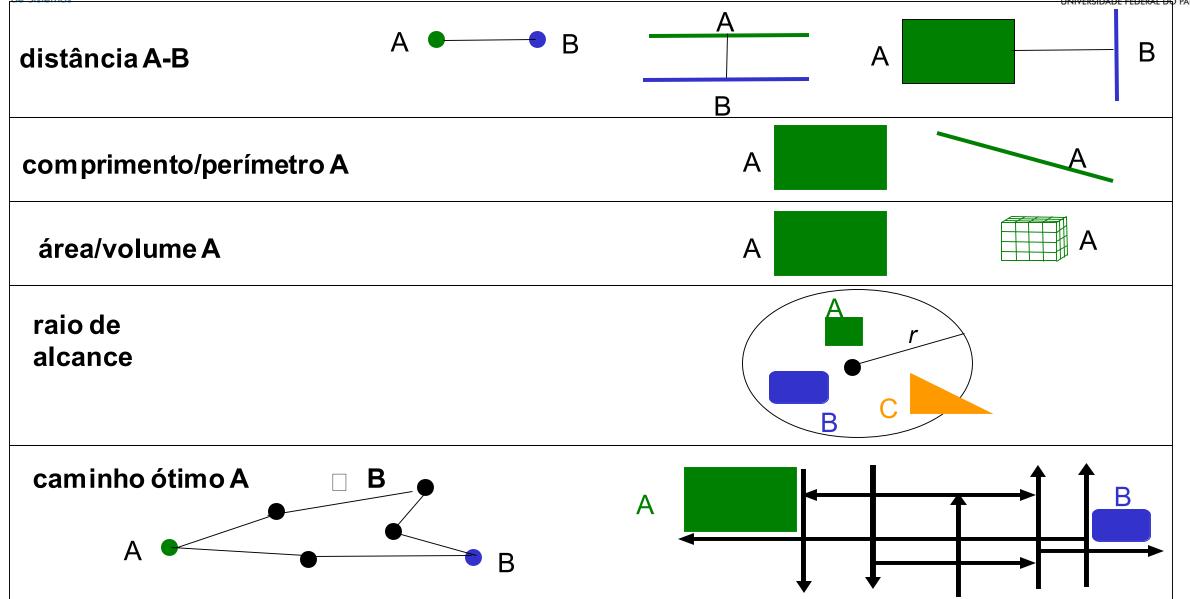






Operações Métricas



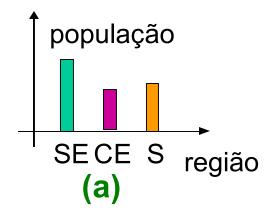




Operações Estatísticas



- 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



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

(b)



ocorrências de crimes (c)



Consulta em BD Geográficos



- 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
 SF-SQL, GeoSQL, Spatial SQL,...
 - permitem diversos tipos de resultados
- Exemplo
 - 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</pre>
```



Exemplo 2



critério de seleção espacial e resultado gráfico



Exemplo 3



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



Visualização de Dados Geográficos

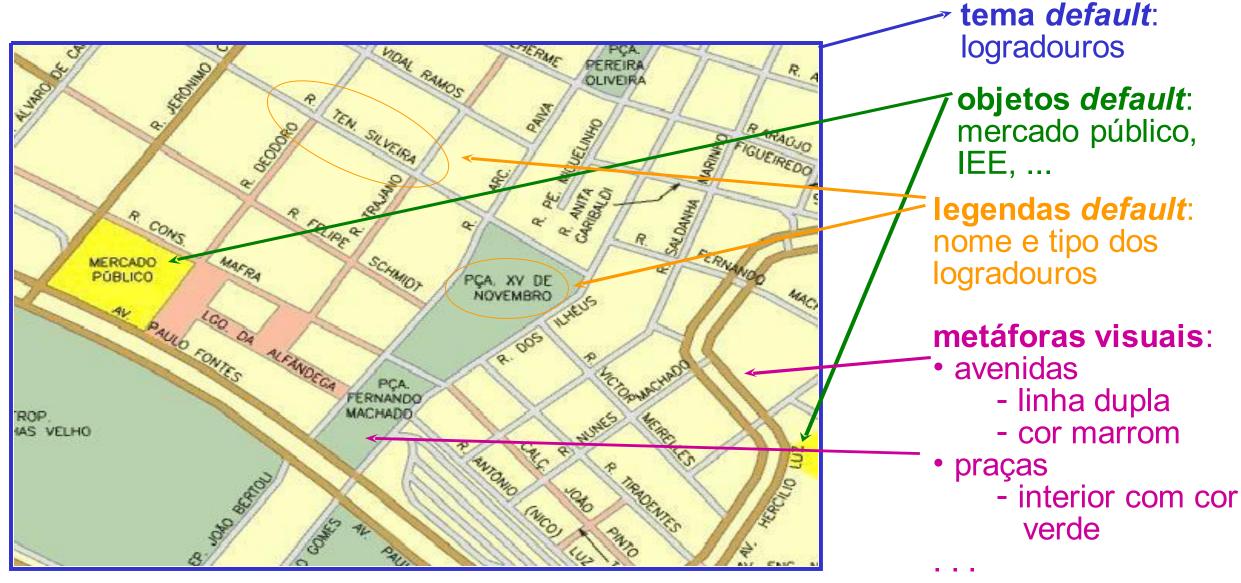


- Apresentação de resultados de consultas (2D, 3D, 4D,...)
- Manipulação e Customização de objetos na tela
 - Visualização de dados, pesquisa exploratória (browsing) e construção de consultas
- Formulação iterativa de consultas
- Combinação de resultados de consultas
- Visualização simultânea de várias regiões geográficas
- Operações especiais: zooming, panning (translação), rotaction, ...
- Apresentação de resultados estatísticos
 - Análise de densidade demográfica: amostragem ou isolinhas



Exemplo de Customização











Atividade



• Considerando um SGBD de sua preferência, descreva sobre o suporte deste SGBD para diferentes modelos de dados geográficos, operações e formas de visualização que sejam necessários para o armazenamento e a identificação da localização dos acessos ao SEU sistema web. Indique as extensões e comandos necessários para se obter as regiões geográficas que mais tiveram acesso ao sistema.