



Banco de dados Geográficos

CInUFPE

In940 - Banco de Dados

Johnny Moreira

Sumário

- ❖ Introdução
- ❖ Conceituação fundamental
- ❖ Extensões geográficas
- ❖ Tópicos de pesquisa
- ❖ Conclusões

Objetivos

- ❖ Reconhecer um sistema de informação geográfica;
- ❖ Conhecer os tipos de dados manipulados por BDs Geográficos
- ❖ Conhecer as estruturas de dados para armazenamento de informação geográfica;
- ❖ Conhecer algumas arquiteturas, modelos e linguagens de consulta;
- ❖ Conhecer algumas extensões geográficas;
- ❖ Explorar trabalhos recentes na área.

Problema 1

Uma cientista social deseja entender e quantificar o fenômeno da exclusão social de uma grande **cidade brasileira**, através de **mapas de exclusão/inclusão social**, gerados a partir de **dados censitários**.

(Sposati, 1996).

Problema 2

Uma ecóloga pretende estudar os **remanescentes florestais da Mata Atlântica**, através de estudos de fragmentação obtidos a partir de **interpretação de imagens de satélite**.

(Pardini et al., 2005)

Problema 3

Uma pedóloga pretende determinar a **distribuição de propriedades do solo** em uma área de estudo, a partir de um conjunto de **amostras de campo**.

(Bönisch et al., 2004).

Motivação

- ❖ Como representar os dados geográficos no computador?
- ❖ Como as estruturas de dados geométricas e alfanuméricas se relacionam com os dados do mundo real?
- ❖ Que alternativas de representação computacional existem para dados geográficos?
- ❖ É possível resolver esses problemas utilizando mecanismos convencionais?

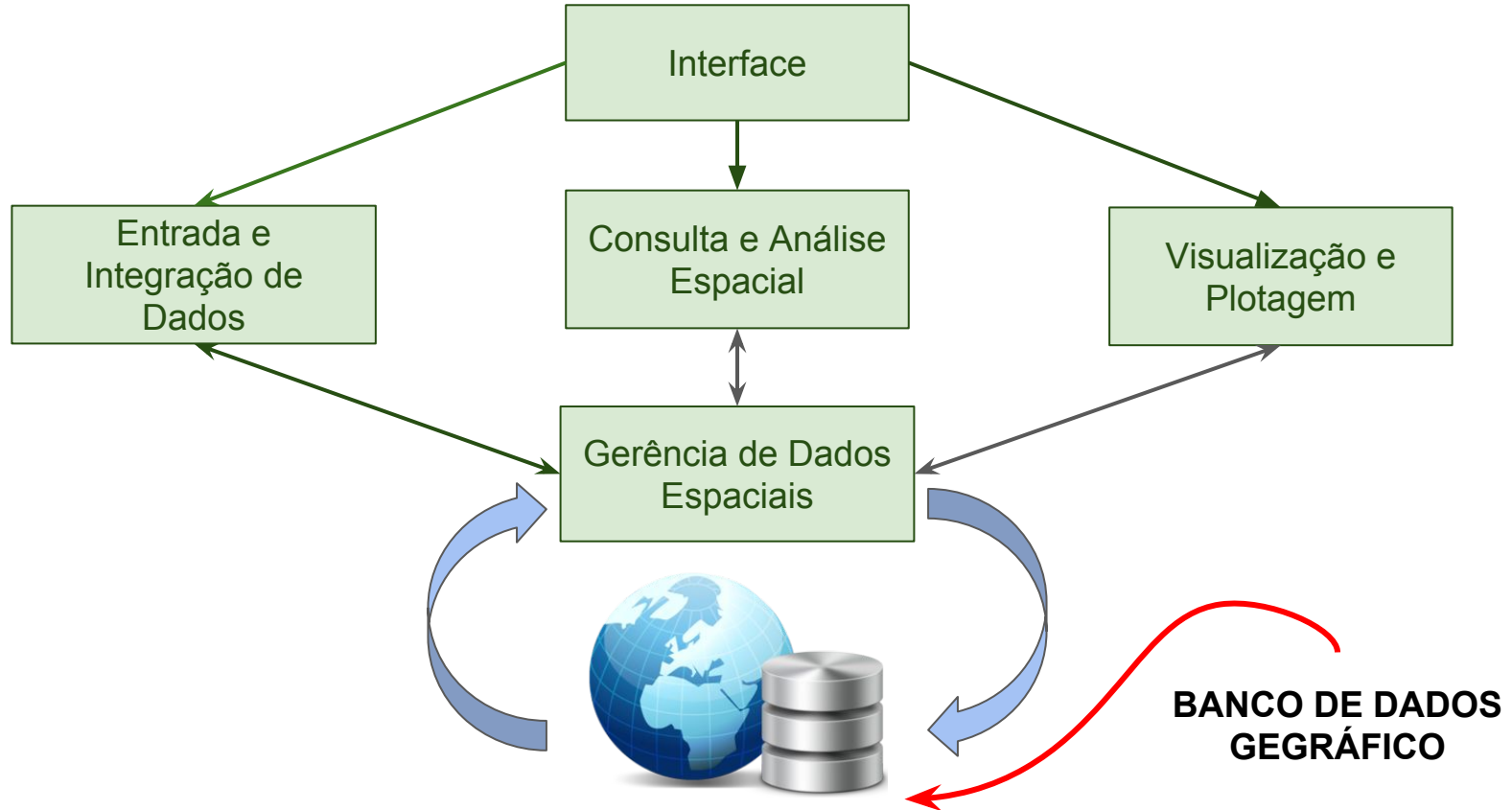
Nesse contexto...



Características de um SIG

- ❖ Inserir e integrar informações espaciais provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastros urbano e rural, e outras fontes de dados como imagens de satélite, e GPS;
- ❖ Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos.

Arquitetura de um SIG



Conceituação Fundamental I

- ❖ Espaço absoluto:
 - Geo-campos;
 - Geo-objetos.
- ❖ Espaço relativo:
 - Redes;
- ❖ Estruturas vetoriais
 - Pontos;
 - Linhas;
 - Polígonos.
- ❖ Estruturas matriciais;
- ❖ Modos de representação de dados espaciais:
 - Estruturas de dados vetoriais
 - Estruturas de dados matriciais

Espaço absoluto



- ❖ Coisas e eventos;
- ❖ Pontos;
- ❖ Trajetórias;
- ❖ Objetos.
- ❖ Consultas do tipo:
 - “Quais os rios que cruzam esta estação ecológica?”
 - “Áreas inaptas tem declividade maior que 15% ou solos arenosos”

Espaço relativo



Grafo mostrando a rede de conectividade entre os distritos [1]

- ❖ Representam relações de conectividade espacial:
 - Estradas;
 - Linhas de transmissão;
 - Conexões de água e esgoto;
 - Cadeias de mercado;
 - Linhas de comunicação.
- ❖ Consultas do tipo:
 - “Como chegar na estação de metrô Clínicas, partindo da estação Liberdade?”
 - “Qual é a média da mortalidade infantil de meus vizinhos?”

Espaço absoluto vs Espaço relativo

“Espaço absoluto, também chamado cartesiano, é um container de coisas e eventos, uma estrutura para localizar pontos, trajetórias e objetos. Espaço relativo, ou leibnitziano, é o espaço constituído pelas relações espaciais entre coisas” (Coudelis, 1997).

Modelos no espaço absoluto

Geo-campo

- ❖ Superfície contínua;
- ❖ Cada ponto do espaço, um campo terá um valor diferente;
- ❖ Outros exemplos:
 - Mapa de vegetação;
 - Mapa geoquímico;
 - Mapa geológico;
 - Mapa de classes de declividade;
 - Imagens de satélite;
 - [...]

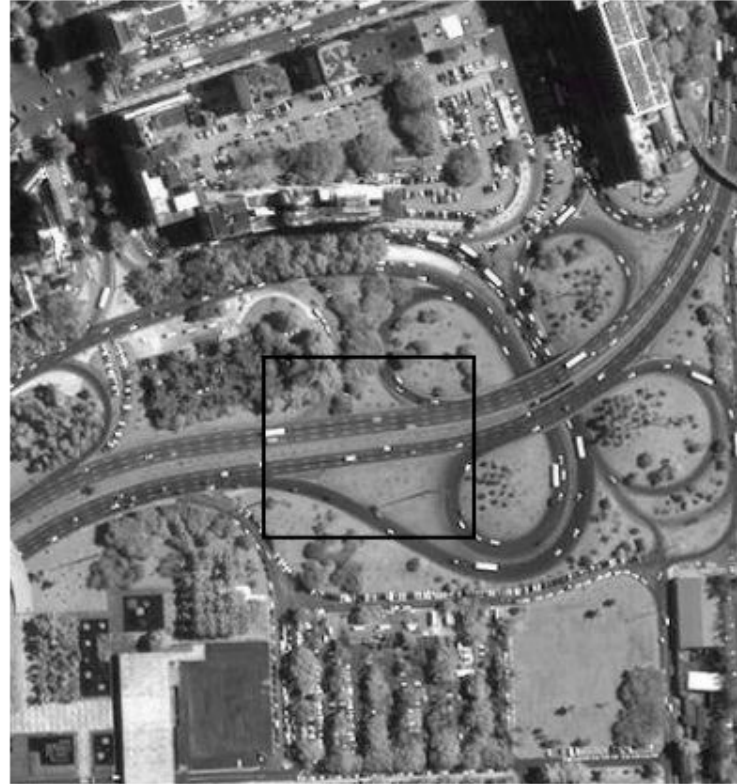
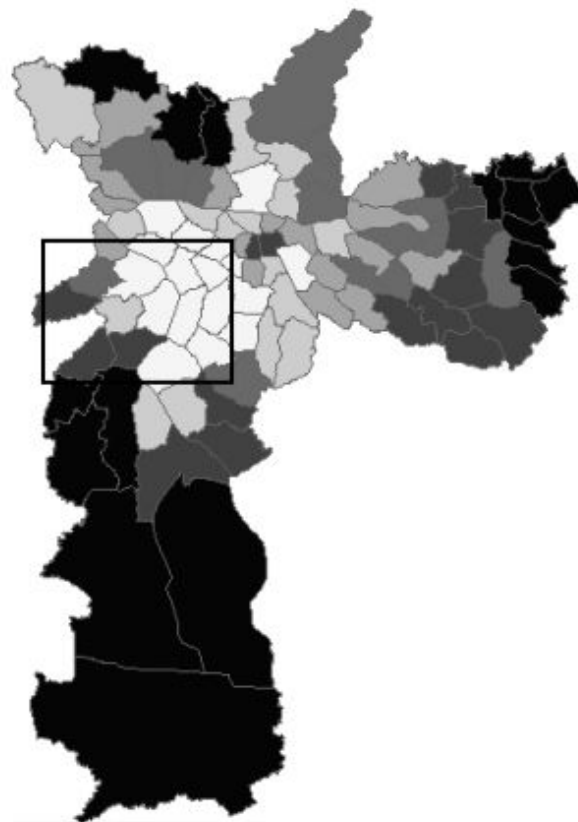


Imagem IKONOS do Rio de Janeiro [1]

Modelos no espaço absoluto

Geo-objeto

- ❖ Entidade geográfica singular e indivisível;
Definido por sua identidade, sua fronteira e seus atributos;
- ❖ Pode ser composto por diferentes geometrias.



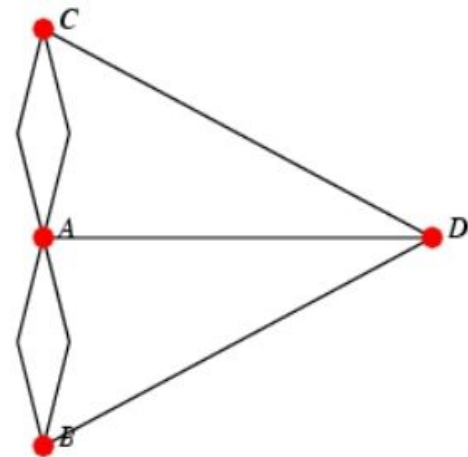
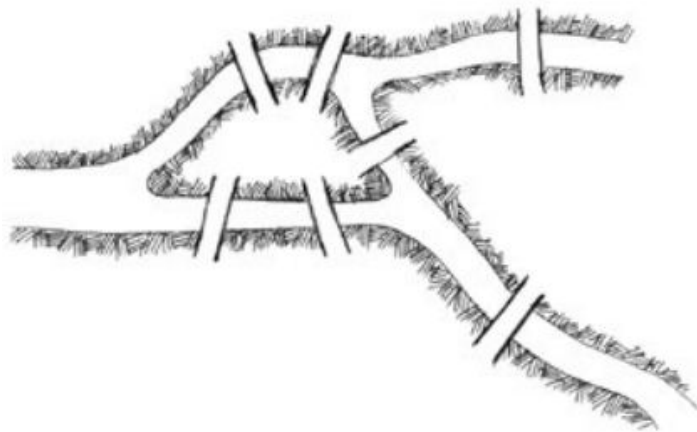
Distritos da cidade de São Paulo [1]

Modelos no espaço relativo

Redes

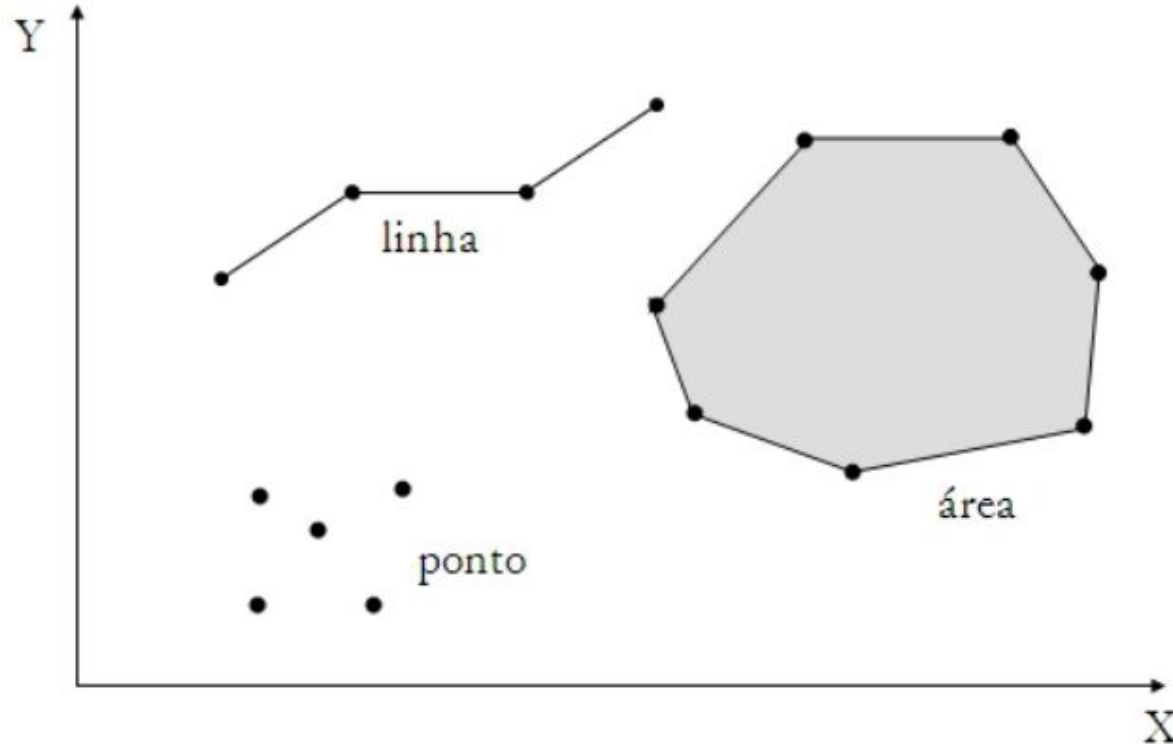
O modelo de redes concebe o espaço geográfico como um **conjunto de pontos** no espaço (chamados de **nós**), **conectados por linhas** (chamados **arcos**), onde tanto os nós quanto os arcos possuem atributos.

- ❖ Suporte à teoria dos grafos



Problema geográfico das sete pontes de Königsberg e o grafo equivalente [1]

Estruturas Vetoriais



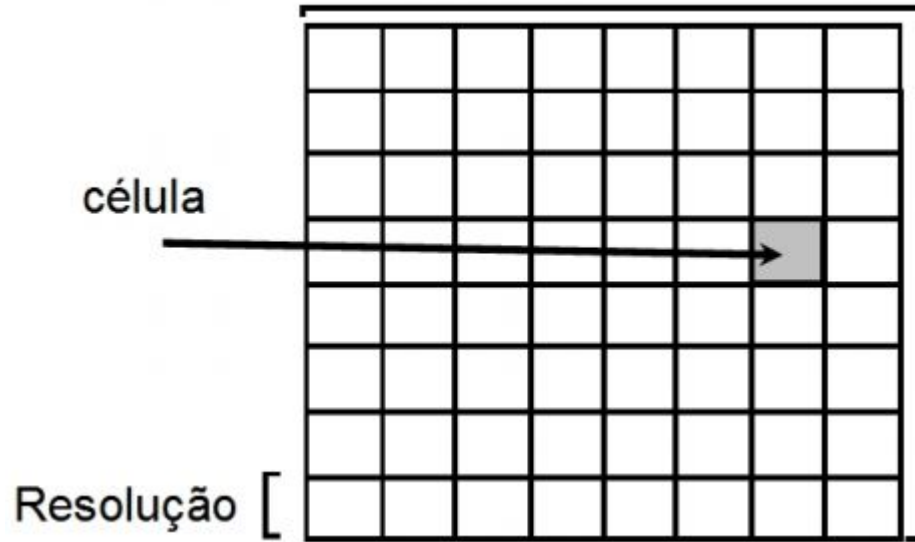
Ponto: (X, Y)

Linha: $((X, Y) (X_i, Y_i), (X_j, Y_j), (X_k, Y_k))$

Polígono:

$((X, Y) (X_i, Y_i), (X_j, Y_j), (X_k, Y_k), (X_l, Y_l), (X_m, Y_m), (X_n, Y_n), (X, Y))$

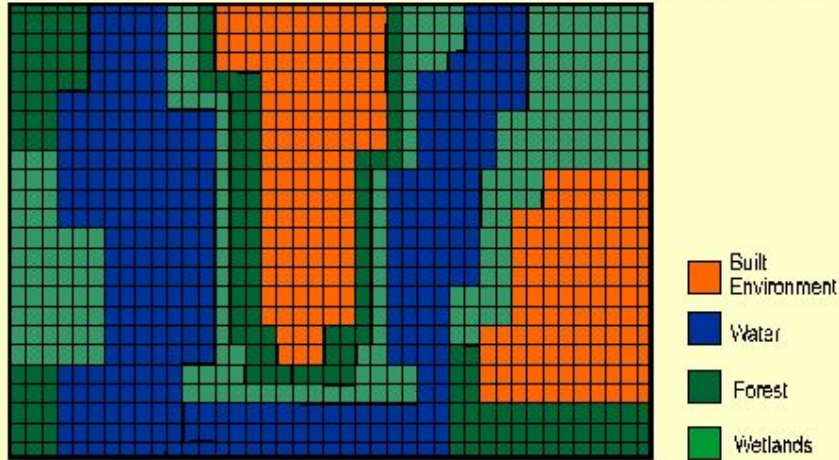
Estruturas Matriciais



Supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está associada a uma porção do terreno

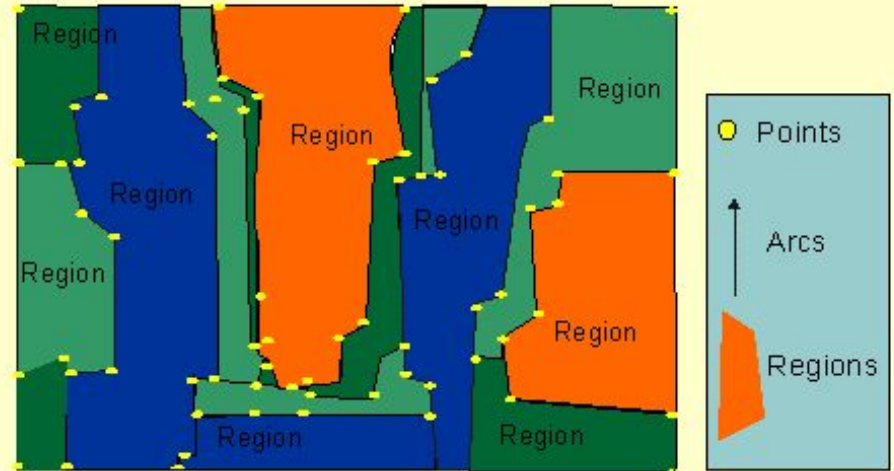
Raster (matricial) vs Vector (vetorial)

The Raster View of the World



The Raster GIS references phenomena by grid cell location in a matrix. The grid cell is the smallest unit of resolution and may vary from centimeters to kilometers depending on the application.

The Vector View of the World



The vector GIS builds a model of the real world from points, lines, and regions. Points are positioned according to a location reference system such as latitude-longitude, UTM, or SPC. The application determines the level of precision.

Conceituação Fundamental II

❖ Arquitetura

- Dual
- Integrada

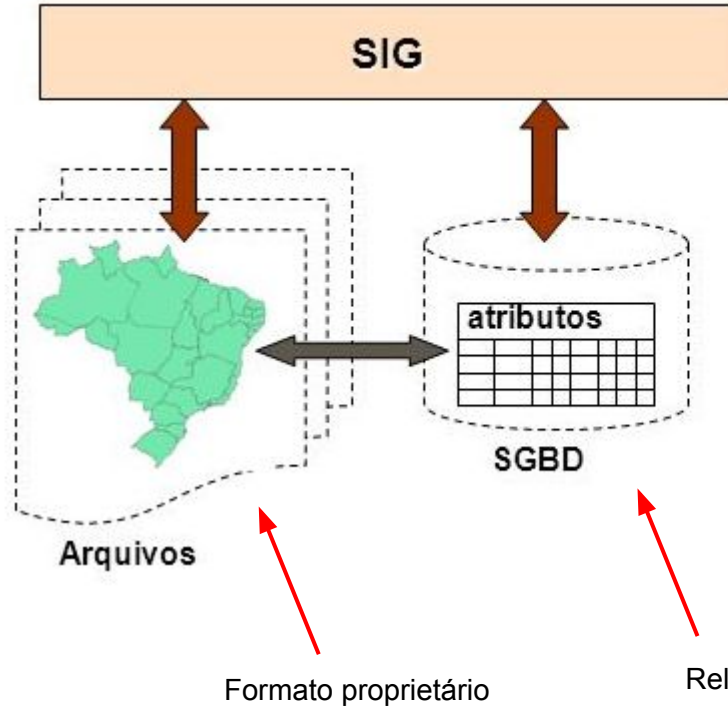
❖ Modelos

- Introdução a modelos
- OMT-G

❖ Linguagens de consulta

- Tipos de consulta
- SF-SQL
- Spatial SQL
- SQL/MM Spatial

Arquitetura



DUAL

- ❖ Componentes espaciais armazenados separadamente dos objetos;
- ❖ Desvantagens:
 - Dificuldade de controle e manipulação;
 - Problemas de integridade
 - Problemas de processamento
 - Problemas de interoperabilidade

Arquitetura



INTEGRADA

- ❖ Todos os dados em um SGBD;
 - Vantagens:
 - Controle e manipulação de objetos espaciais;
 - Gerência de transações;
 - Controle de integridade;
 - Concorrência;
 - linguagens próprias de consulta
- ❖ Subdividida em:
 - Baseada em campos longos:
 - Utilização de BLOBs (SGBD-R);
 - Sem semântica.
 - **Baseada em Extensões espaciais**

Arquitetura



BASEADA EM EXTENSÕES ESPACIAIS

- ❖ Desenvolvidas sobre um SGBD-OR;
- ❖ Vantagens:
 - Definição de tipos de dados espaciais;
 - Operadores específicos (topológicos e métricos);
 - Métodos de acesso específicos.
- ❖ Exemplos
 - Oracle Spatial;
 - PostGIS

SGBD-R vs SGBD-OR

A mera simulação de tipos de dados não convencionais em um SGBD-R pode ter efeitos colaterais, como queda de desempenho, dificuldade de codificação e posterior manutenção da aplicação.
(Stonebraker, 1996)

SGBD-R

- ❖ convencionais
- ❖ A simulação de dados não convencionais:
 - Queda de desempenho;
 - Dificuldade de codificação;
 - Dificuldade de manutenção.

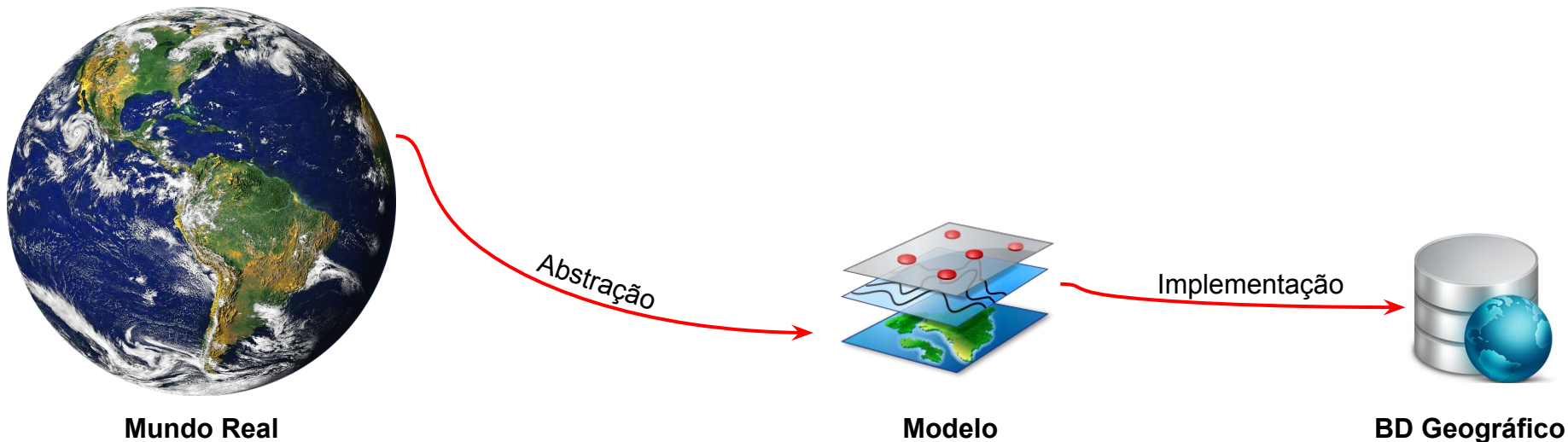
SGBD-OR

- ❖ Dados não convencionais;
- ❖ Tipos de dados extensíveis;
- ❖ Extensão de mecanismos de indexação;

Modelagem de Dados Geográficos

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados

(Elmasri e Navathe, 2004)



Modelagem de Dados Geográficos

- ❖ Modelos utilizados para modelagem de dados geográficos. Porém, apresentam limitações:
 - ER;
 - OM;
 - IFO.
- ❖ Outros modelos mais apropriados:
 - GeoOOA;
 - MODUL-R;
 - GMOD;
 - MGEO+;
 - IFO para aplicações geográficas;
 - GISER;
 - GeoFrame;
 - **OMT-G.**

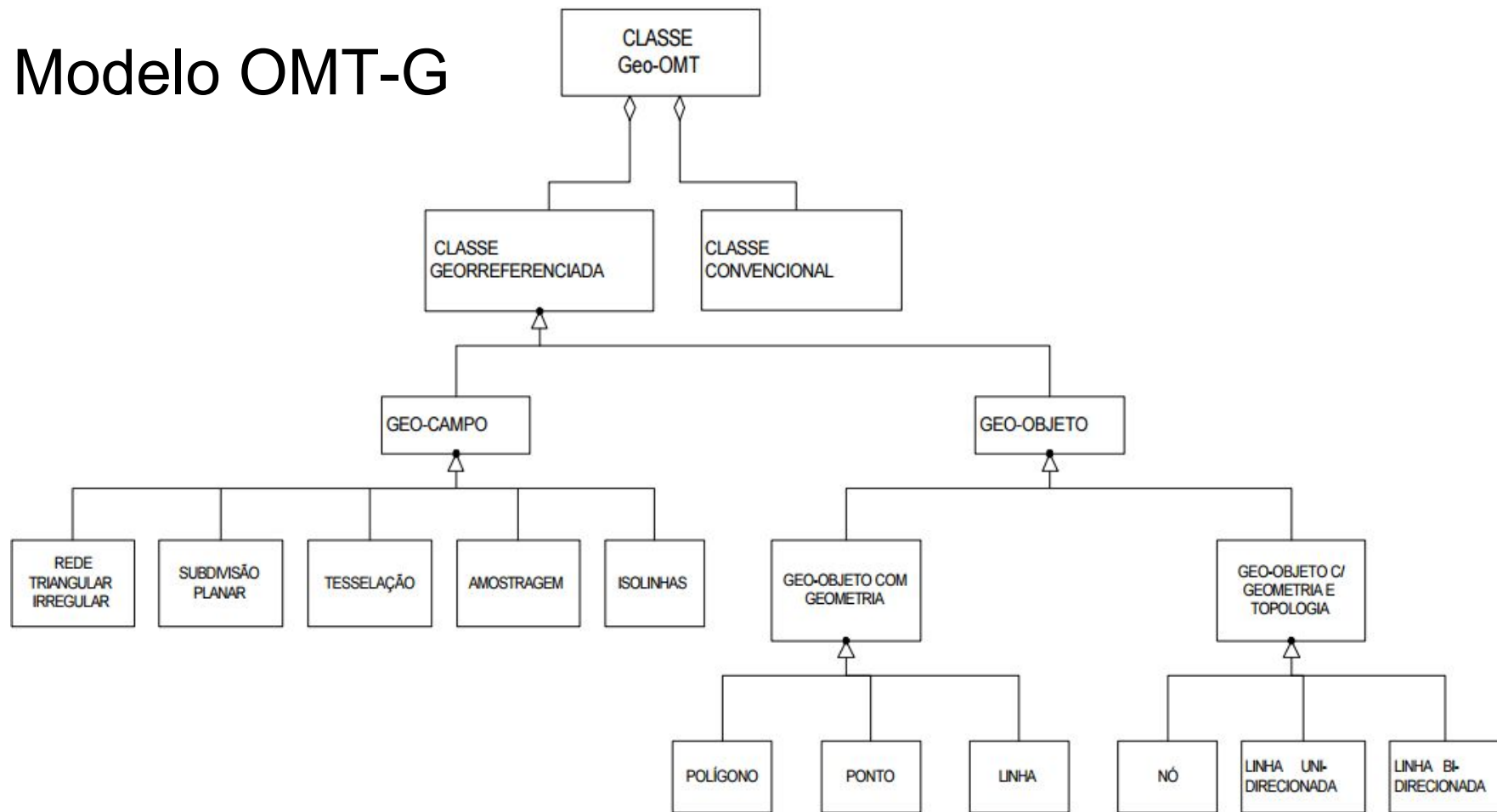
Modelo de Dados Geográficos

- ❖ Deve fornecer um alto nível de abstração;
- ❖ Representar tipos de dados envolvidos nas aplicações geográficas, tais como ponto, linha, área, imagem, etc;
- ❖ Representar tanto as relações espaciais e suas propriedades como também as associações simples e de rede;
- ❖ Ser capaz de especificar regras de integridade espacial;
- ❖ Ser independente de implementação;
- ❖ Suportar classes georreferenciadas e classes convencionais, assim como os relacionamentos entre elas;
- ❖ Ser de fácil visualização e compreensão;

O Modelo OMT-G

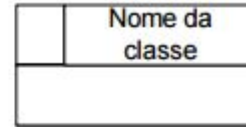
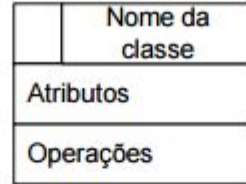
- ❖ Técnica orientada a objetos;
- ❖ Proposta inicialmente por Borges [4];
- ❖ Parte das primitivas dos diagramas de classes da UML;
- ❖ Introduz primitivas geográficas para maior representação semântica;
- ❖ Primitivas para:
 - Modelar a geometria e topologia de dados geográficos;
 - Suporte a estruturas topológicas “todo-parte”
 - Suporte a estruturas de rede;
 - Múltiplas representações de objetos e relacionamentos espaciais.

O Modelo OMT-G

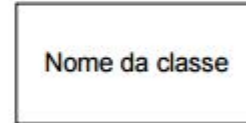
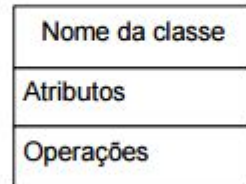


Notação Gráfica de Classes no Modelo OMT-G

**Classe
georreferenciada**



Classe convencional



(a)
representação
completa

(b)
representação
simplificada

Geo-campos e Geo-objetos no OMT-G

Geo-campos

Rede triangular
irregular

	Temperatura

Isolinhas

	Curvas de nível

Polígonos
adjacentes

	Pedologia

Tesselação

	Imagem LANDSAT

Amostras

	Pontos cotados

Geo-objetos com geometria

Ponto

	Árvore

Linha

	Meio-fio

Polígono

	Edificação

Geo-objetos com geometria e topologia

Linha unidirecional

	Trecho de esgoto

Linha bidirecional

	Tubulação de água

Nó de rede

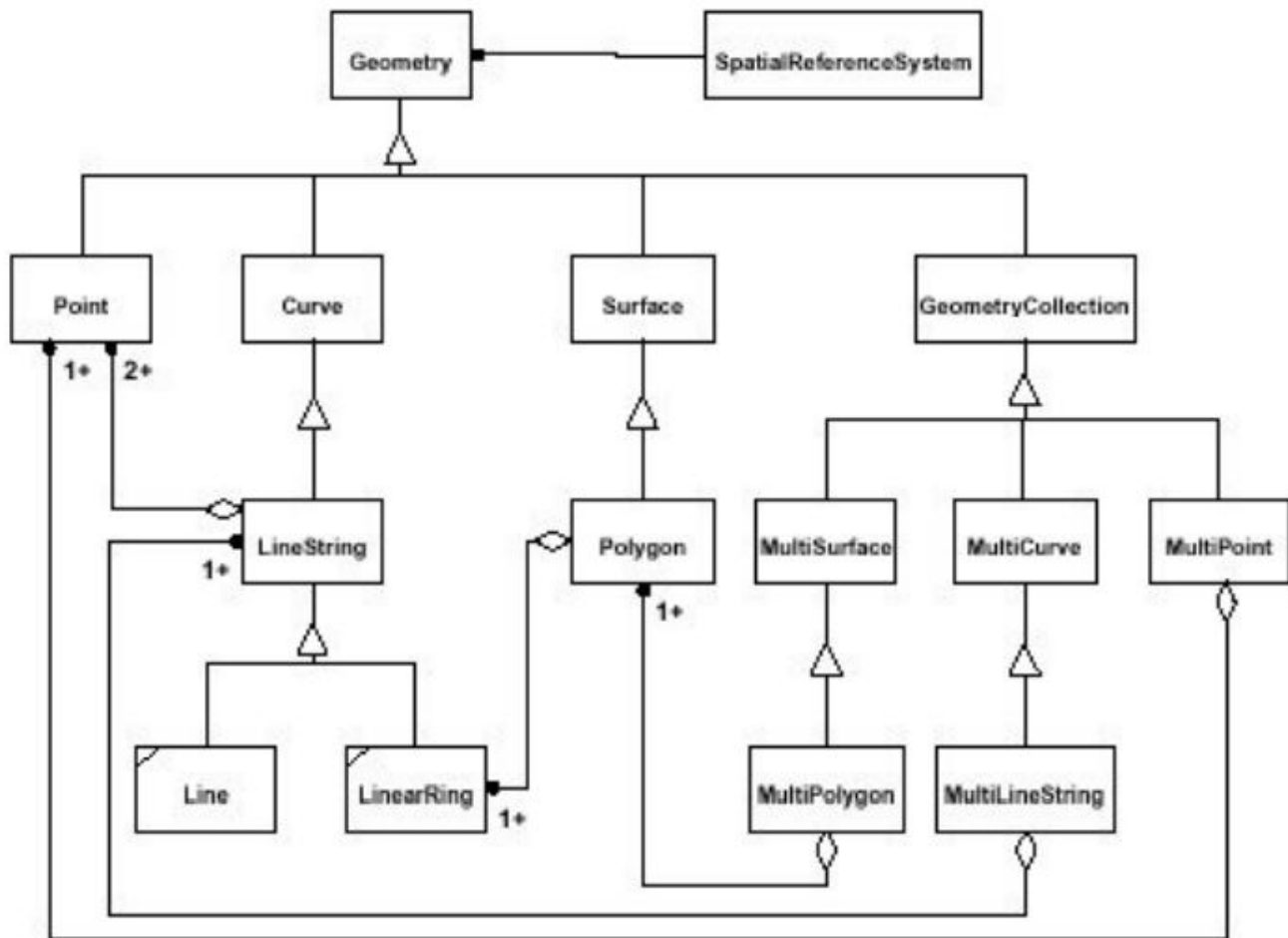
	Cruzamento

Linguagens de Consulta

- ❖ A partir da década de 90, extensão da linguagem SQL para acomodar consultas espaciais:
 - SF-SQL
 - Spatial SQL
 - SQL/MM Spatial

SF-SQL

- ❖ Proposta pelo OGC (Open Geospatial Consortium)



Hierarquia de tipos de geometrias

Exemplo de consulta com SF-SQL

Q: Selecione os municípios que fazem fronteira com o município de Belo Horizonte.

```
SELECT M1.name FROM Municipio M1,Municipio M2  
WHERE Touch(M1.location,M2.location)=1  
AND M2.Name ='Belo Horizonte'
```

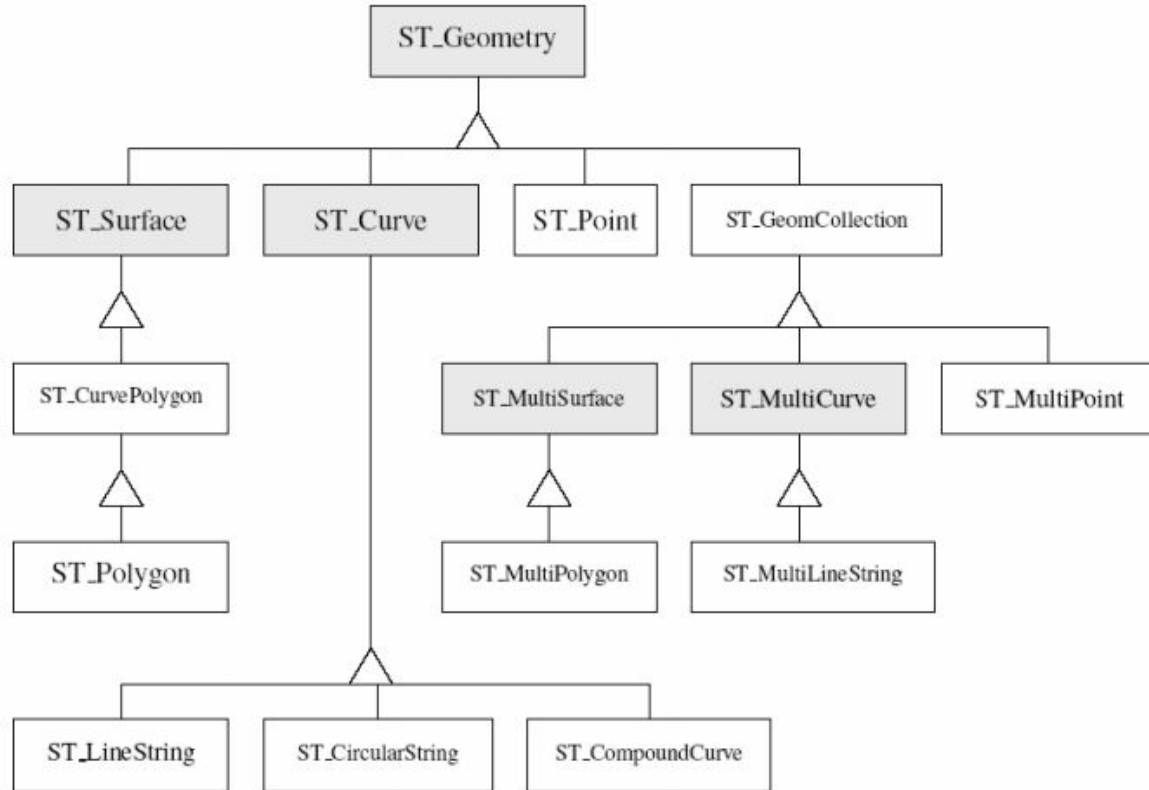
Exemplo de consulta com SF-SQL

Outros operadores espaciais:

```
distance(outraGeometria:Geometry):Double  
intersection(outraGeometria:Geometry):Geometry  
union(outraGeometria:Geometry):Geometry  
difference(outraGeometria:Geometry):Geometry  
area():double  
centroid():point
```

SQL/MM Spatial

- ❖ Define tipos e métodos no R^2 ;
- ❖ Modea sistemas de referenciamento espacial (SRS)
- ❖ Geometrias no R^3 .



Hierarquia de tipos de geometrias

Exemplo de consulta com SQL/MM Spatial

Q: Qual a área da cidade de Belo Horizonte?

```
CREATE TABLE cidade (nome VARCHAR(30),  
                        populacao INTEGER,  
                        localizacao ST_GEOMETRY );
```

```
SELECT localizacao.area  
FROM cidade  
WHERE nome = 'Belo Horizonte';
```

Extensões Geográficas

- ❖ PostGIS para PostgreSQL
- ❖ Oracle Spatial
- ❖ Outros:
 - IBM DB2 Spatial Extender; [\[LINK\]](#)
 - Informix Spatial e Geodetic Datablade [\[LINK\]](#)
 - Extensão do MySQL [\[LINK\]](#)



Tópicos de pesquisa em SIG

- ❖ Sistema de Apoio à Decisão: Spatial BI e Spatial Datawarehousing
- ❖ Spatial Data Mining
- ❖ Mobile GIS
- ❖ SIG 3D
- ❖ Distributed GIS
- ❖ Location-based services
- ❖ Spatial Search Engines e Geographic Information Retrieval
- ❖ Linguagens de Consulta Visuais
- ❖ Location Privacy and Security
- ❖ Web-Based GIS
- ❖ Automatic Points of Interest Detection

Referências

- [1] Casanova, Marco A., et al. Banco de dados geográficos. Curitiba: MundoGEO, 2005.
- [2] Silberschatz, Abraham, Henry F. Korth, and S. Sudarshan. Sistema de banco de dados. Elsevier, 2006.
- [3] Navathe, Shamkant B., and Ramez Elmasri. "Sistemas de banco de dados." Sham, Addison. Ribeirão Preto SP (2005).
- [4] Borges, Karla, and Clodoveu Davis. "Modelagem de dados geográficos." CAMARA, G.; MONTEIRO, AM; DAVIS, C. Geoprocessamento: teorias e aplicações. 3v 3 (2002).
- [5] Borges, Karla (2002) Modelagem de Dados Geográficos. [[LINK](#)]