

# Spatial Database Systems

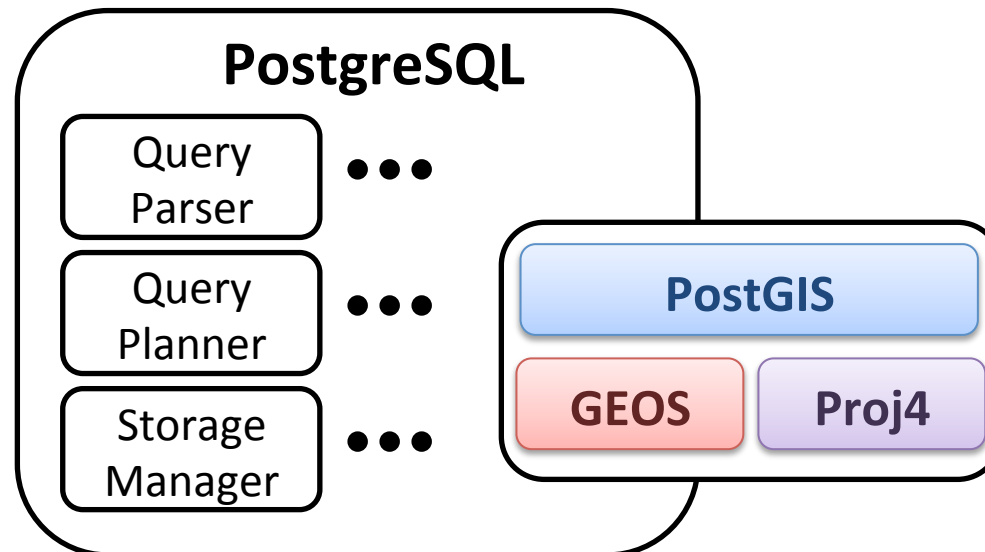
PostGIS



Gilberto Ribeiro de Queiroz  
([gribeiro@dpi.inpe.br](mailto:gribeiro@dpi.inpe.br))

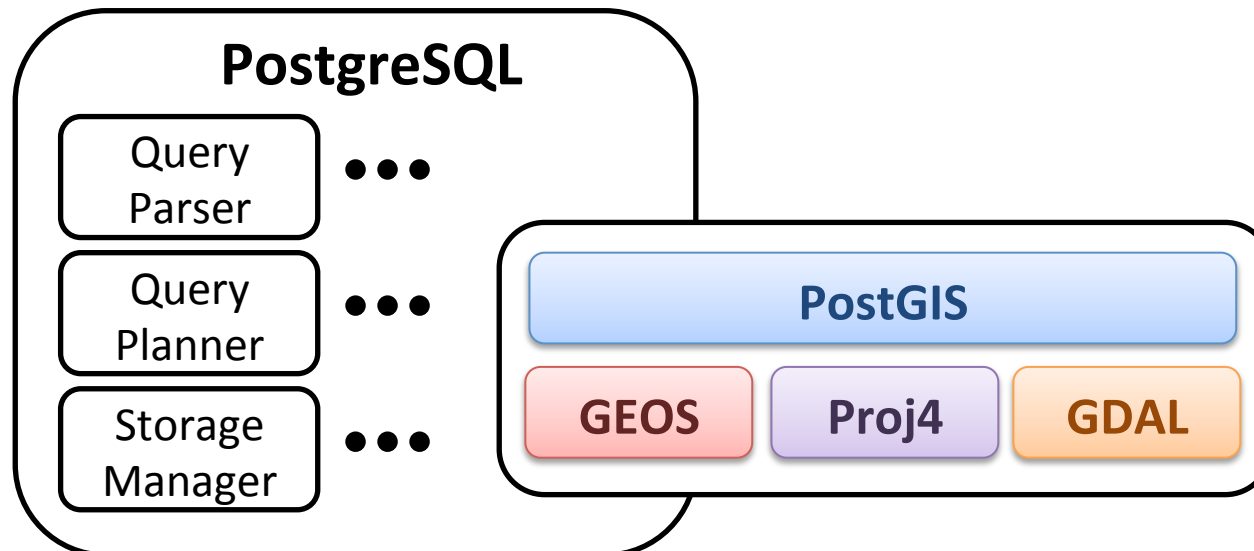
# PostGIS

- Projeto de software livre (GPLv2) desenvolvido inicialmente pela empresa Canadense Refrations Research:  
<http://postgis.refrations.net/>
- Extensão geográfica para o SGBD-OR PostgreSQL:
  - Inicialmente:
    - tipos geométricos e operadores espaciais OGC SFS.
    - Índice espacial: árvore-R sobre GiST.



# PostGIS

- Grande evolução nos últimos 3 anos:
  - Tipos circulares e compostos
  - Tipo geográfico
  - Raster
  - Topologia
  - Redes
  - Geocodificação de endereços



Vamos criar um novo banco de dados  
com a extensão PostGIS habilitada

PostGIS Versão 2.0

Se usarmos o template1 para criação do banco

```
psql -U postgres -d postgres
```

```
CREATE DATABASE bdgcurso TEMPLATE template1;
```

- Conectar no novo banco de dados:  
    \c bdgcurso

```
CREATE EXTENSION postgis;
```

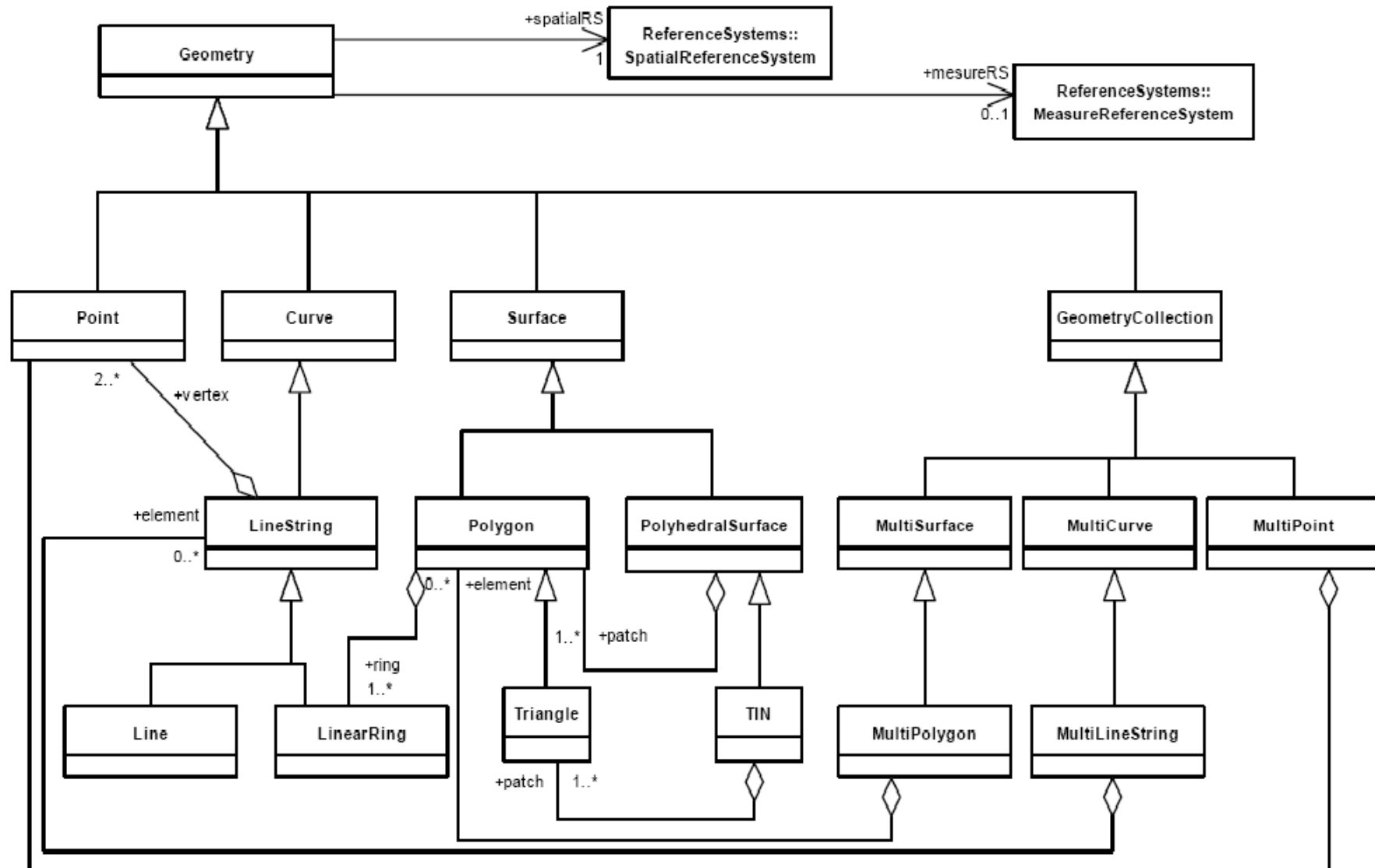
- Verificando a versão do PostGIS:  
    **SELECT** postgis\_full\_version();

**Nota:** O PostGIS necessita da extensão PL/pgSQL

# O que é a especificação da Simple Feature (SFS)?

- Especificação criada pelo consórcio OGC (Open Geospatial Consortium) que trata das questões de representação da componente espacial vetorial de dados geográficos:
  - Aspectos relativos à representação de pontos, linhas e polígonos.
- O OGC é um consórcio formado por empresas, universidades e agências governamentais de diversos países.
- Um de seus objetivos é promover o desenvolvimento de padrões que facilitem a interoperabilidade entre sistemas de informação geoespaciais.
- Parte do trabalho do OGC é apresentado sob a forma de especificações abertas de interfaces e padrões de intercâmbio.
- Site: <http://www.opengeospatial.org/>

# SFS: Modelo Geométrico



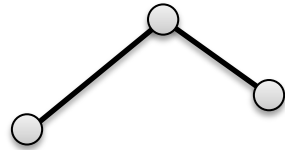
Fonte: OGC (2012a)

# Alguns tipos geométricos do PostGIS

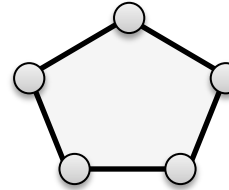
Point



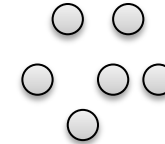
LineString



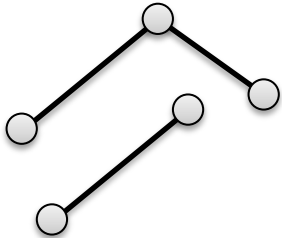
Polygon



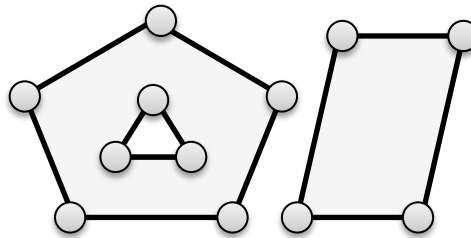
MultiPoint



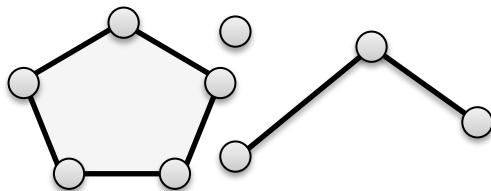
MultiLineString



MultiPolygon



Geometry Collection



```
CREATE TYPE Geometry
(  
  internallength = variable,  
  input = geometry_in,  
  output = geometry_out,  
  send = geometry_send,  
  receive = geometry_recv,  
  typmod_in = geometry_typmod_in,  
  typmod_out = geometry_typmod_out,  
  delimiter = ':',  
  alignment = double,  
  analyze = geometry_analyze,  
  storage = main);
```



## Criando uma tabela com coluna geométrica

```
CREATE TABLE estacoes_pluviometricas  
(  
  gid INT4,  
  location GEOMETRY(POINT, 4618),  
  nome VARCHAR(25)  
);
```

```
INSERT INTO estacoes_pluviometricas  
VALUES(1, ST_GeomFromText('POINT(-46.98 -19.57)', 4618),  
      'DINIZ-ARAXA');
```

```
INSERT INTO estacoes_pluviometricas  
VALUES(2, ST_GeomFromText('POINT(-43.59 -20.37)', 4618),  
      'QUEIROZ-OURO-PRETO');
```

# OGC SFS: Well-Known Text (WKT)

POINT(0 0)

LINESTRING(0 0, 1 1, 1 2)

POLYGON((0 0, 4 0, 4 4, 0 4, 0 0),  
          (1 1, 2 1, 2 2, 1 2, 1 1))

← anel externo  
← anel interno

MULTIPOINT(0 0, 1 2, 1 3, 1 4, 2 2, 3 3)

MULTILINESTRING((0 0, 1 1, 1 2),  
                  (2 3, 3 2, 5 4))

← 1ª linha  
← 2ª linha

# Well-Known Text (WKT)

```
MULTIPOLYGON(((0 0, 4 0, 4 4, 0 4, 0 0),  
              (1 1, 2 1, 2 2, 1 2, 1 1)),  
              ((5 0, 5 4, 6 4, 5 0)))
```

1ª Polígono

2ª Polígono

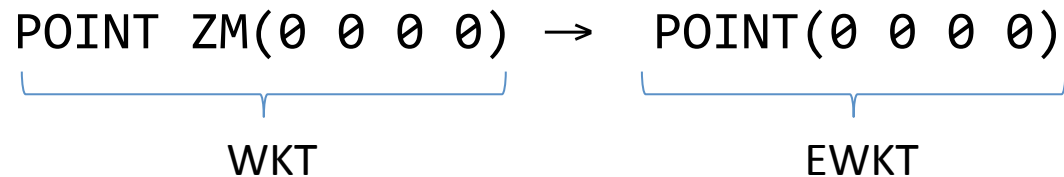
```
GEOMETRYCOLLECTION(  
  POLYGON((0 0, 4 0, 4 4, 0 4, 0 0),  
           (1 1, 2 1, 2 2, 1 2, 1 1)),  
  MULTIPOINT(0 0, 1 2, 1 3, 1 4, 2 2, 3 3),  
  MULTILINESTRING((0 0, 1 1, 1 2),  
                  (2 3, 3 2, 5 4))  
)
```

# PostGIS EWKT

- O formato WKT definido pelo OGC não possibilita informar o sistema de referência espacial da geometria. O EWKT do PostGIS possibilita:

SRID=32632;POINT(0 0)

- Existem notações diferentes para geometrias com Z e M:

  
POINT ZM(0 0 0 0) → POINT(0 0 0 0)  
WKT EWKT

# Recuperando linhas com geometrias

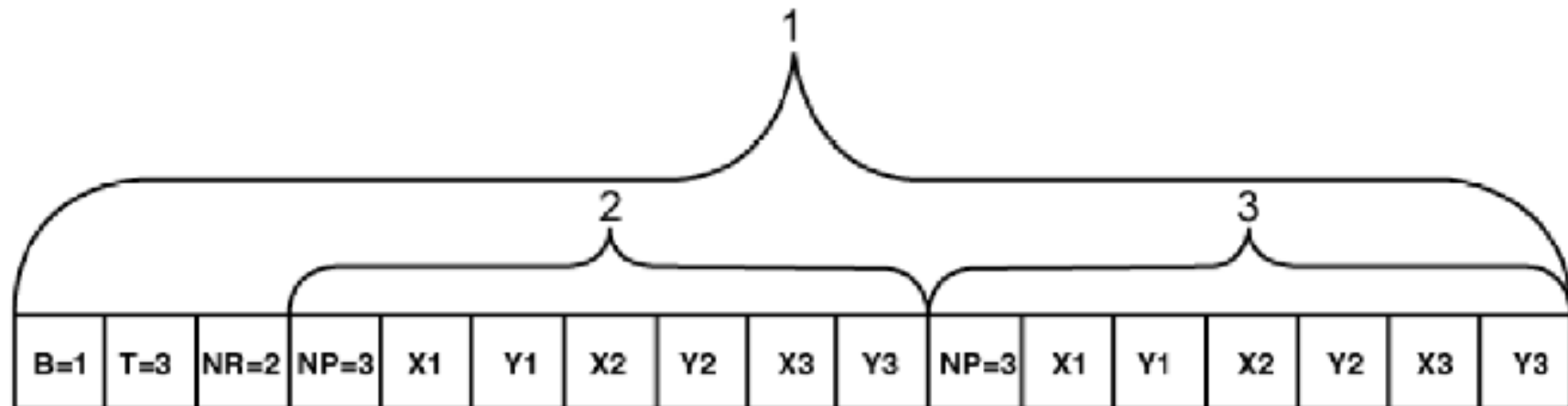
```
SELECT gid, location  
FROM estacoes_pluviometricas
```

```
SELECT gid, ST_AsText(location)  
FROM estacoes_pluviometricas
```

- Quando usamos a notação EWKT:  
ST\_GeomFromEWKT  
ST\_AsEWKT

# Well-Known Binary (WKB)

- Versão binária para representação das geometrias.



## Key

- 1 WKB Polygon
- 2 ring 1
- 3 ring 2

Figure 25: Well-known Binary Representation for a geometric object  
in NDR format (B = 1)  
of type Polygon (T = 3)  
with 2 LinearRings (NR = 2)  
each LinearRing having 3 points (NP = 3)

Fonte: OGC (2012)

# PostGIS

- TRIANGLE, TIN
- 2D, 3D, 2D + M, 3D + M
- Interpolação linear e circular
- Tipos circulares e compostos (SQL-MM Spatial):
  - CircularString
  - CompoundCurve
  - CurvePolygon
  - MultiCurve
  - MultiSurface

## Nota: SQL/MM

- Como o armazenamento de dados espaciais passou a desempenhar um papel importante na indústria, a especificação OGC passou a ser considerada pela ISO, que criou a especificação SQL/MM Spatial:
  - Os tipos geométricos e operações passam a ter o prefixo “ST\_”:
    - Ex: ST\_Polygon, ST\_point, ST\_Area, ST\_centroid.



# Em versões anteriores ao PostGIS 2.0

- Forma correta de criar uma Tabela Espacial:

Primeiro Passo:

```
CREATE TABLE estacoes_pluviometricas  
(  
    gid INT4,  
    nome VARCHAR(25)  
);
```

Segundo Passo:

```
SELECT AddGeometryColumn('public',  
                           'estacoes_pluviometricas',  
                           'location',  
                           4618, 'POINT', 2)
```

# Metadado Colunas Tipos Geométricos

- Na versão 2.X do PostGIS:
  - **View:** geometry\_columns
  - **Tabela:** spatial\_ref\_sys
- Na versão 1.X do PostGIS:
  - **Tabela:** geometry\_columns
  - **Tabela:** spatial\_ref\_sys
- Vamos consultar as tabelas/views de metadado:

```
SELECT * FROM spatial_ref_sys WHERE srid = 4618
SELECT * FROM spatial_ref_sys WHERE srid = 31984
SELECT * FROM geometry_columns
WHERE f_table_name = 'estacoes_pluviometricas'
```

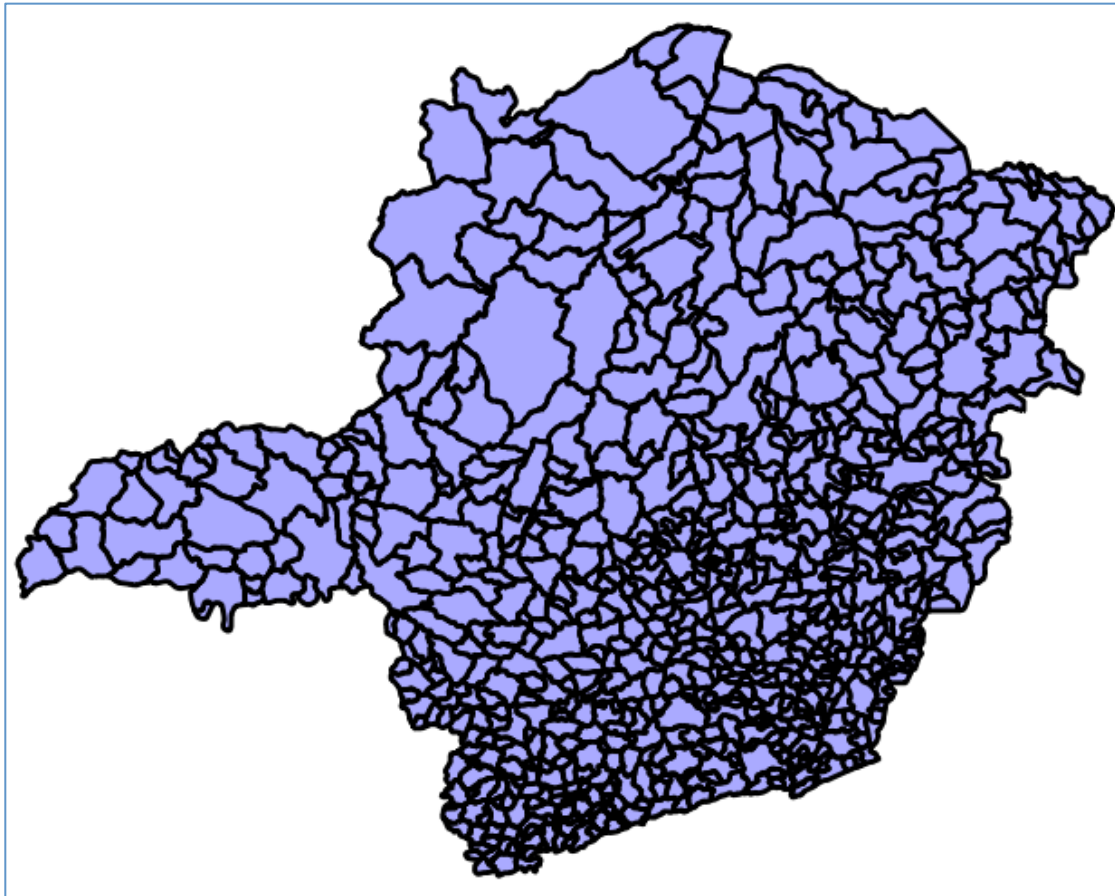
Quando trabalhamos com dados geoespaciais,  
nos referimos a alguns tipos de consultas com  
nomes especiais

# Consultas Espaciais: Intervalos no $R^d$

- Também conhecida como “range query” ou “region query”:
  - **Definição:** dado um retângulo (região de consulta), recuperar todos os elementos interceptam este dado retângulo;



# Importar o dado de municípios de Minas Gerais

**Arquivo:**

dados/shp/mg\_municipios

**Tipo de dado:**

Poligonos (756)

**Sistema de Referência Espacial:**

4618 => Lat/Long SAD/69

**Nome da tabela a ser criada:**

mg\_municipios

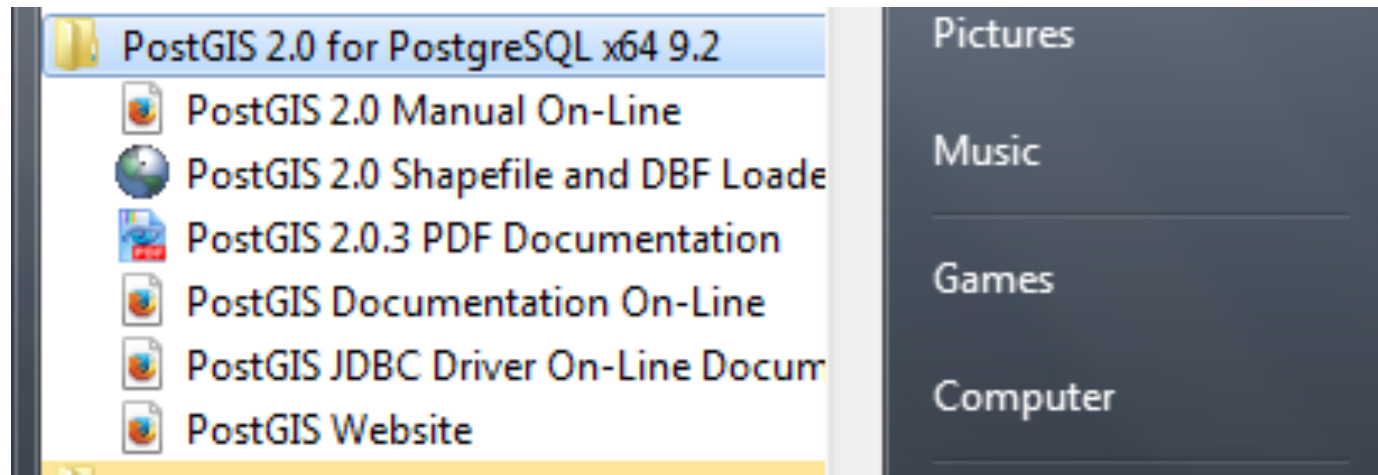
**Codificação dos caracteres :**

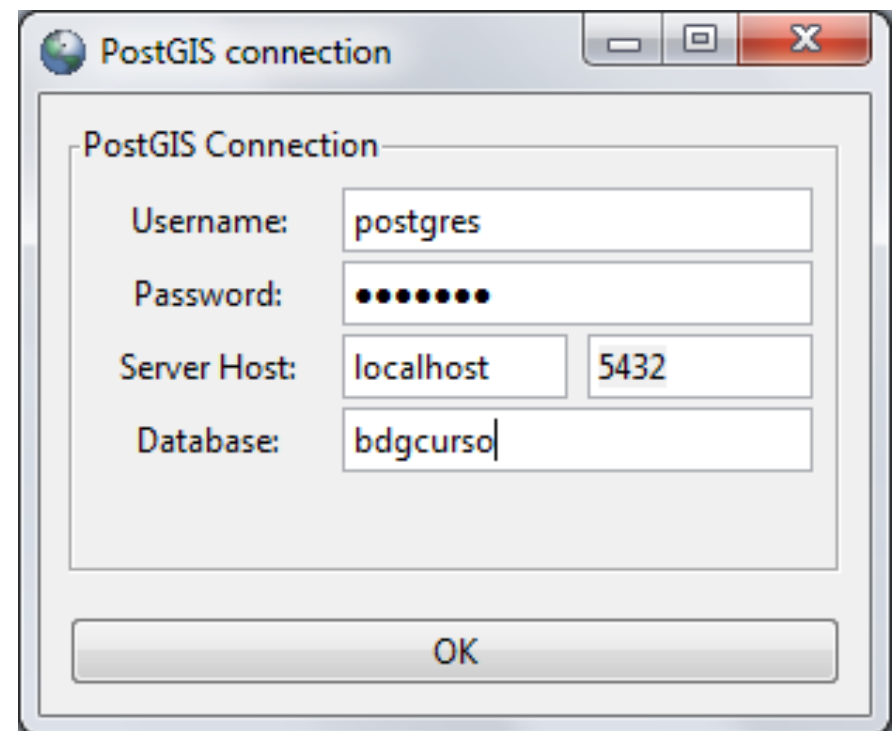
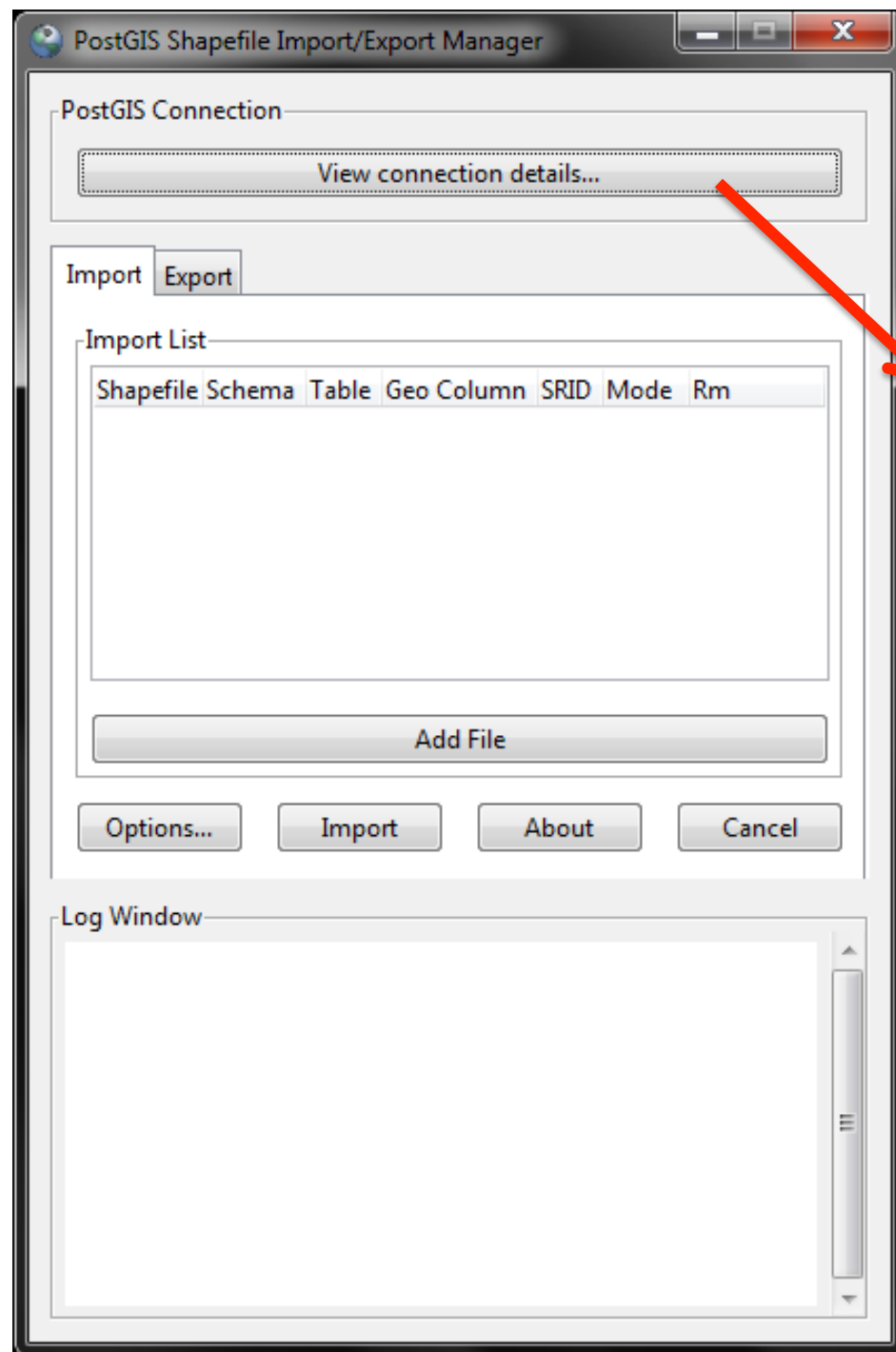
LATIN1

# Shapefile → SQL PostgreSQL + PostGIS

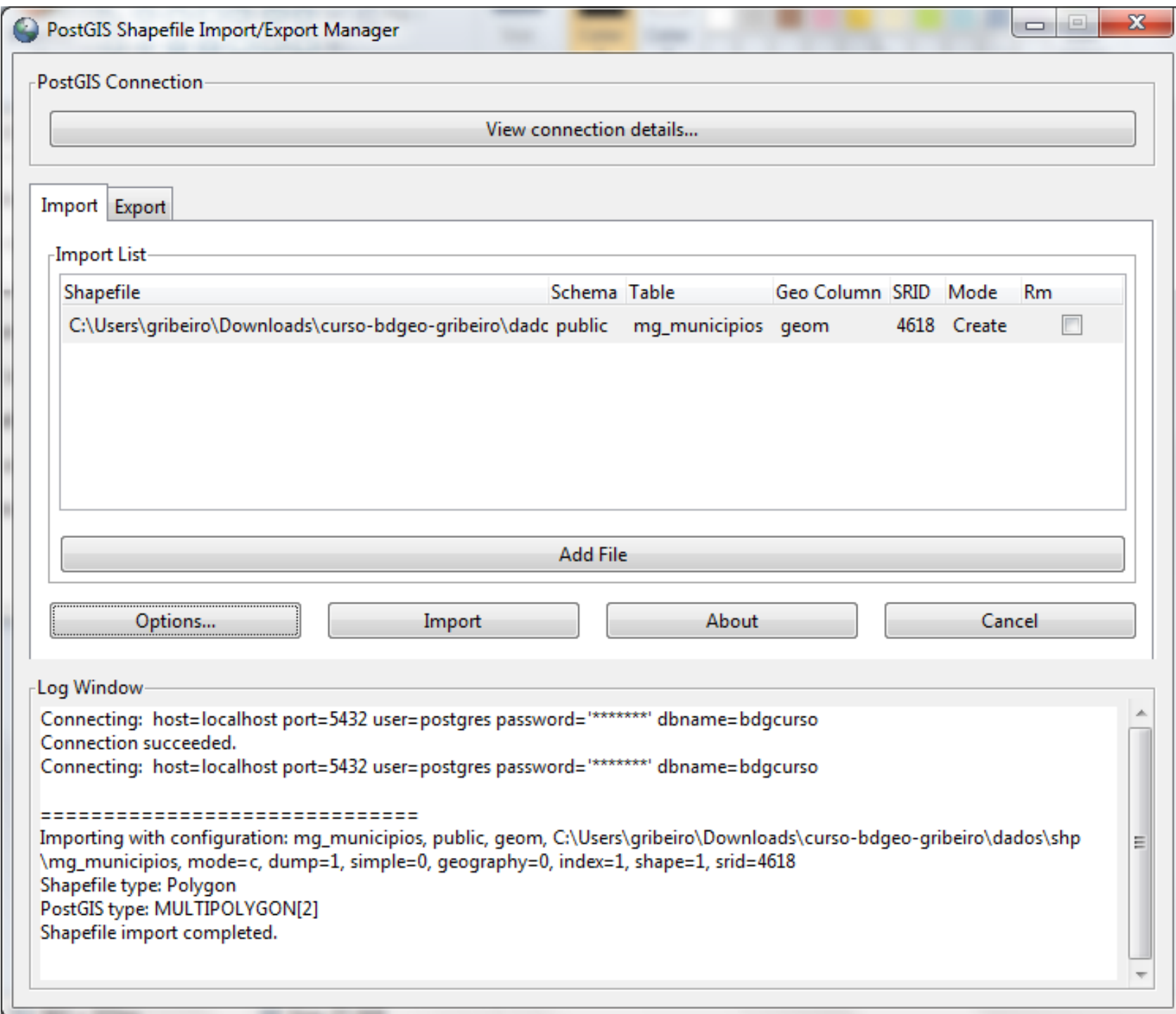
- Arquivo Shape:
  - .shp = contém a parte geométrica
  - .dbf = contém a parte alfa-numérica (string, number, date)
  - .shx = índice utilitário
  - .prj = sistema de referência espacial
- Tabelas PostgreSQL+PostGIS:
  - Colunas podem conter geometrias
  - Colunas podem conter atributos convencionais
- Em geral, um arquivo Shapefile irá corresponder a uma Tabela PostgreSQL + PostGIS

# Abrir a interface gráfica de importação de Shapefiles









Import Options

LATIN1

DBF file character encoding

☐ Preserve case of column names

☐ Do not create 'bigint' columns

☒ Create spatial index automatically after load

☐ Load only attribute (dbf) data

☒ Load data using COPY rather than INSERT

☐ Load into GEOGRAPHY column

☐ Generate simple geometries instead of MULTI geometries

OK

Outra opção seria usar o utilitário  
shp2pgsql na linha de comando

```
shp2pgsql.exe -i -s 4618 -W LATIN1 mg_municipios.shp  
mg_municipios > mg_municipios.sql
```

Vamos visualizar nossa tabela no  
Quantum GIS

# Referências

- OGC. ***OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture.*** Available at: <http://www.opengeospatial.org>. Access: October, 2012.
- OGC. ***OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 2: SQL option.*** Available at: <http://www.opengeospatial.org>. Access: October, 2012.
- ISO. ***SQL Multimedia and Application Packages – Part 3: Spatial.***
- PostGIS: <http://postgis.net/>