

BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

André Salvaro Furtado¹² (asalvaro@inf.ufsc.br)

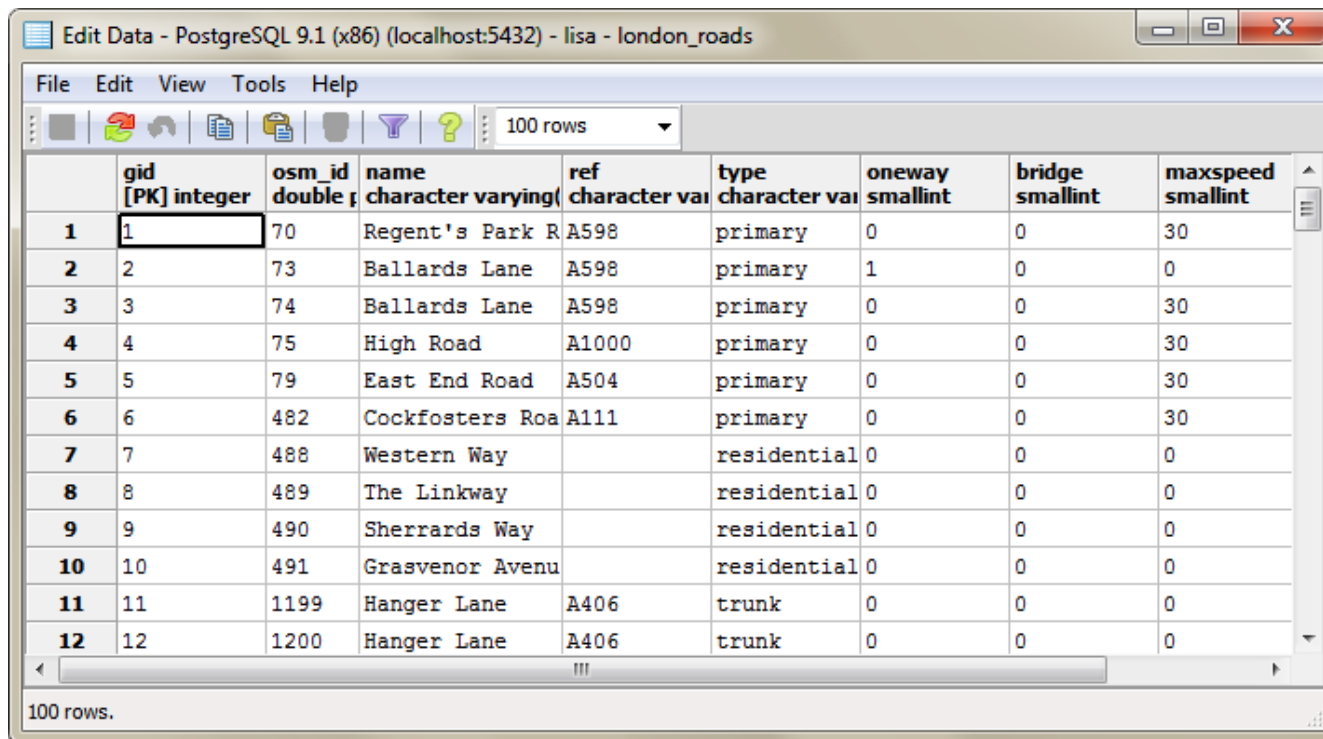
¹ PPGCC (UFSC) ² Departamento de Geografia (UDESC)

Sumário

- 1. Introdução
 - ▣ 1.1. Banco de Dados Convencionais
 - ▣ 1.2. Banco de Dados Geográfico
- 2. Dados Geográficos
 - ▣ 2.1. Projeções Cartográficas
 - ▣ 2.2. Dados Vetoriais
 - ▣ 2.3. Dados Matriciais
 - ▣ 2.4. Na prática
- 3. Relações Topológicas
 - ▣ 3.1. Principais Relações
 - ▣ 3.2. Exemplos
- 4. Funções Geométricas
- 5. Consultas Espaciais
- 6. SGBDs
- 7. Exemplos de Consulta

1.1. Banco de Dados Convencionais

- Banco de Dados Convencionais
 - ▣ Trabalha com tipos de dados convencionais (integer, varchar, etc.).



Edit Data - PostgreSQL 9.1 (x86) (localhost:5432) - lisa - london_roads

File Edit View Tools Help

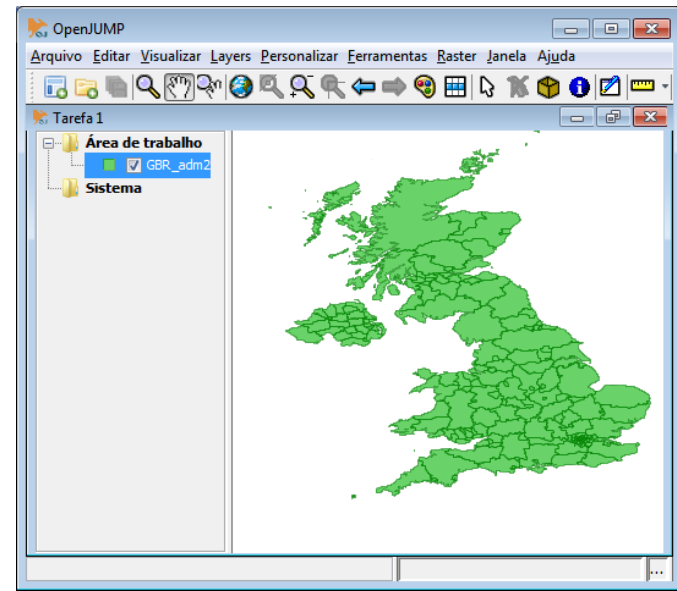
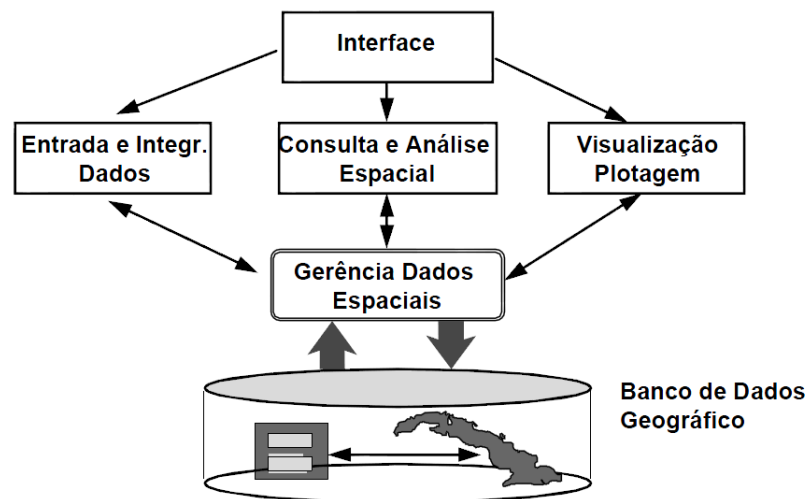
100 rows

	gid [PK] integer	osm_id double	name character varying	ref character va	type character va	oneway smallint	bridge smallint	maxspeed smallint
1	1	70	Regent's Park R	A598	primary	0	0	30
2	2	73	Ballards Lane	A598	primary	1	0	0
3	3	74	Ballards Lane	A598	primary	0	0	30
4	4	75	High Road	A1000	primary	0	0	30
5	5	79	East End Road	A504	primary	0	0	30
6	6	482	Cockfosters Roa	A111	primary	0	0	30
7	7	488	Western Way		residential	0	0	0
8	8	489	The Linkway		residential	0	0	0
9	9	490	Sherrards Way		residential	0	0	0
10	10	491	Grasvenor Avenu		residential	0	0	0
11	11	1199	Hanger Lane	A406	trunk	0	0	0
12	12	1200	Hanger Lane	A406	trunk	0	0	0

100 rows.

1.1. Banco de Dados Geográficos

- SGBD Convencional + Extensão Espacial
 - ▣ Tipos de Dados
 - ▣ Índices Espaciais
 - ▣ Relações Topológicas
 - ▣ Funções Geométricas
- Base de um Sistema de Informação Geográfica

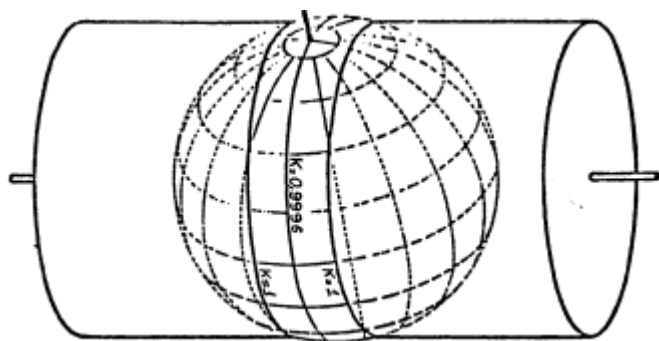


2. Dados Geográficos

- Dados Convencionais
 - ▣ Dados alfanuméricos.
 - Ex. integer, varchar, etc.
- Dados Espaciais
 - ▣ Dados que possuem dimensão espacial.
 - Ex. 2D – Ponto, Linha, Polígono, etc.
 - Ex. 3D – Cubo, Paralelepípedo, etc.
- Dados Geográficos
 - ▣ Dados Espaciais relacionados a algum ponto da Terra através de uma **Projeção Cartográfica**.

2.1. Projeções Cartográficas

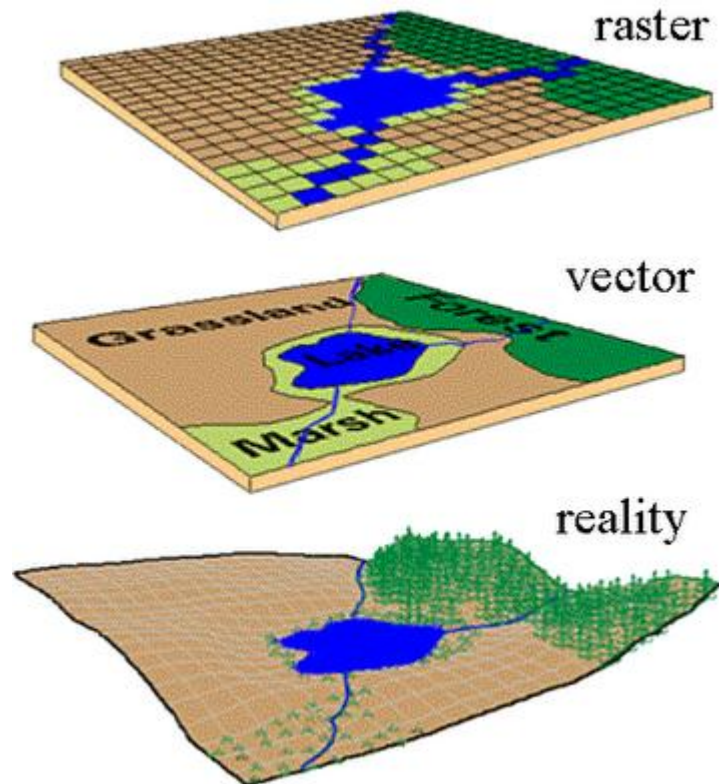
□ Representação da Terra de forma plana.



- Deformação da forma, área ou distância.
- Sistema de Coordenadas, Geóide, Datum, etc.
- “Normalizado” pelo EPSG.
 - EPSG:4326 – Mais utilizado por GPSs (WGS84)
 - EPSG:900913 – Utilizado pela Google.

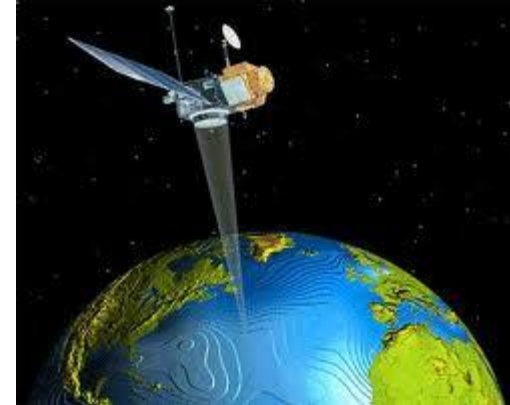
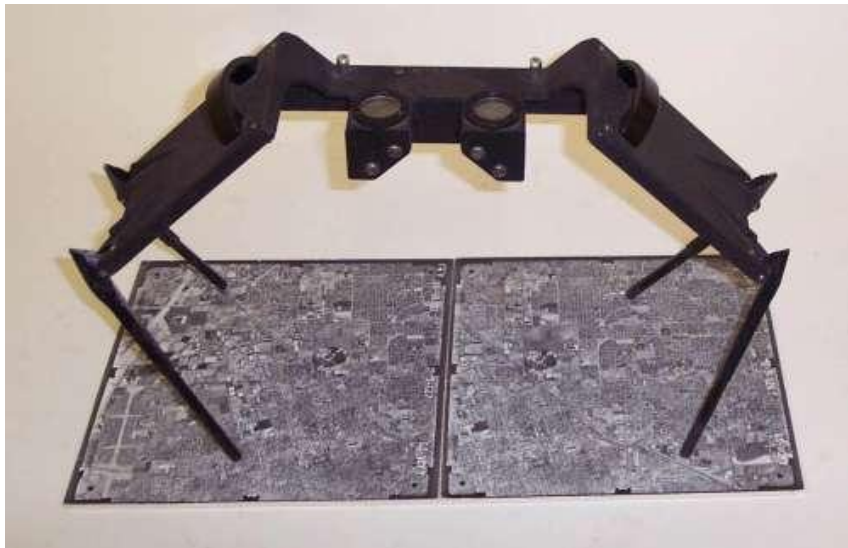
2.2. Tipos de Dados

□ Raster x Vetorial



2.2. Tipos de Dados

□ Estereoscópio x Sensoriamento Remoto



2.2. Dados Vetoriais



2.2. Dados Vetoriais

- Tipos de geometria:

- Simples:

- 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))

- Composta:

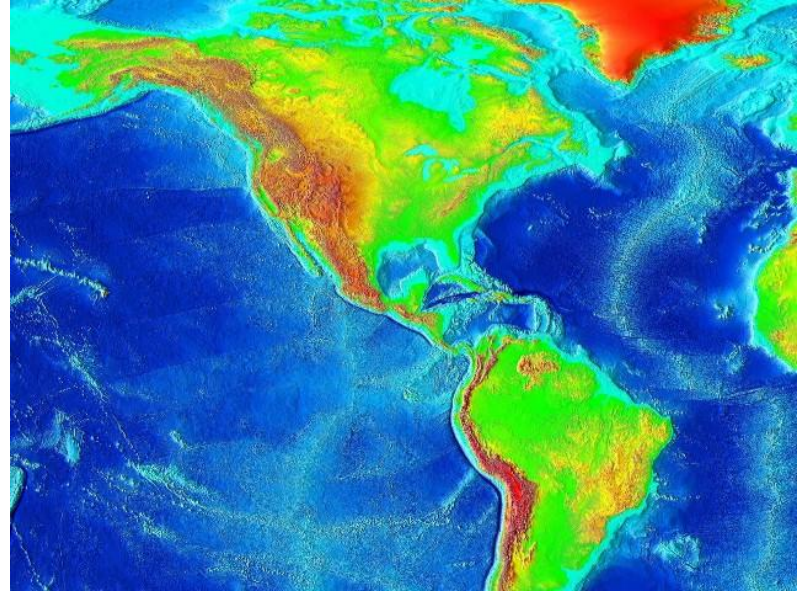
- MULTIPOINT(0 0,1 2)
 - MULTILINESTRING((0 0,1 1,1 2),(2 3,3 2,5 4))
 - MULTIPOLYGON(((0 0,4 0,4 4,0 4,0 0),(1 1,2 1,2 2,1 2,1 1)), ((-1 -1,-1 -2,-2 -2,-2 -1,-1 -1)))
 - GEOMETRYCOLLECTION(POINT(2 3),LINESTRING(2 3,3 4))

- Representação em WKT (texto) ou WKB (binário)

2.3. Dados Matriciais

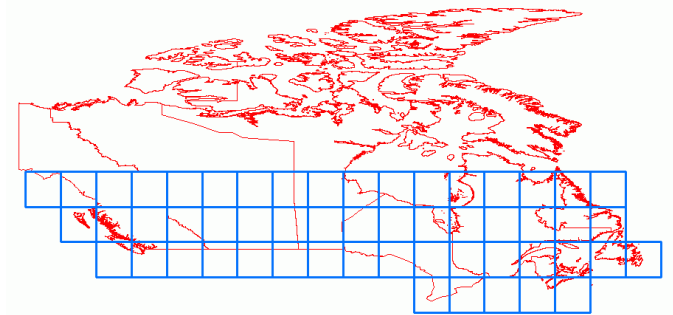


2.3. Dados Matriciais



2.3. Dados Matriciais

- ❑ Possui diversas representações:
 - ▣ Grades, pontos, etc.
- ❑ SGBDs usam tipos diferentes para representar dados Raster:
 - ▣ Postgis – Postgis Raster
 - ▣ Oracle Spatial – Oracle GeoRaster
- ❑ No Postgis:
 - ▣ Uma linha = Um raster
 - ▣ Uma tabela = Uma cobertura

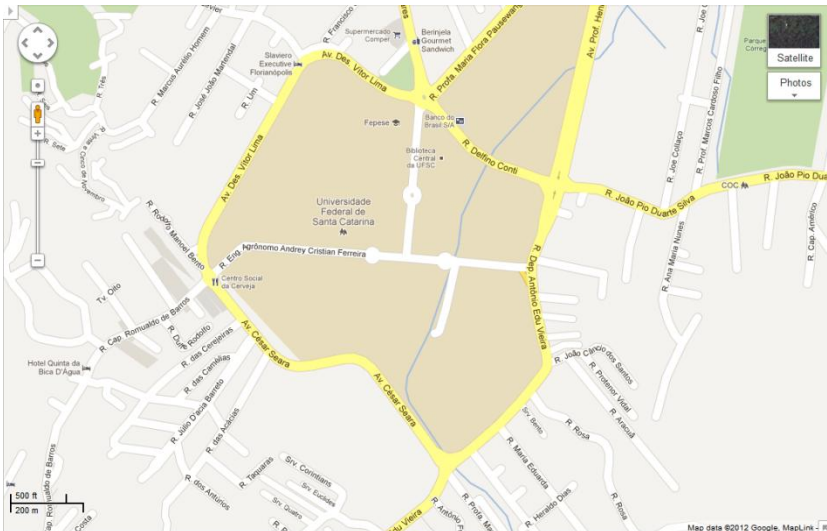


2.4. Na prática

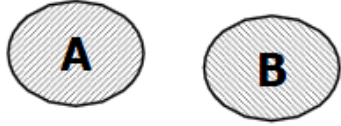
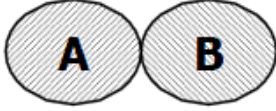
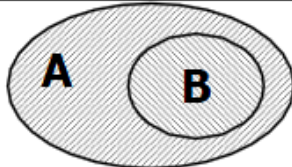
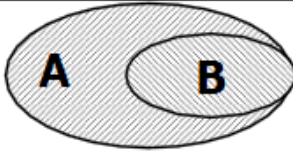
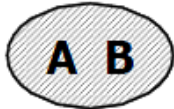
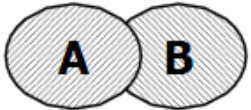
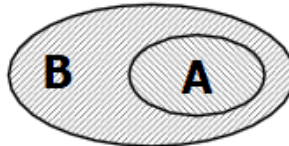
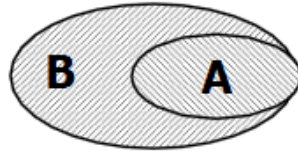
- Adicionar uma coluna do tipo Geometria em uma tabela:
 - ▣ **AddGeometryColumn**(varchar *schema*, varchar *tabela*, integer *coluna*, integer *srid*, varchar *tipo*, integer *dimensão*, boolean *use_typmod*);
 - SRID – Sistema de Referência da tabela
spatial_ref_sys
 - ▣ Ex. número EPSG quando existente na tabela
 - Tipo – POINT, POLYGON, etc.

3. Relações Topológicas

- Dados Geográficos possuem relações no espaço:
 - Uma ponte cruza um rio
 - Um prédio está dentro de um terreno
 - Duas ruas encontram-se



3.1. Principais Relações

 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>disjoint</p>	 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>meet</p>	 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>contains</p>	 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>covers</p>
 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \emptyset & \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \neg \emptyset & \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>equal</p>	 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>overlap</p>	 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \emptyset & \neg \emptyset & \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \neg \emptyset & \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>inside</p>	 $\begin{array}{c} \partial B \quad B^\circ \quad B^- \\ \partial A \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \emptyset \\ A^\circ \begin{pmatrix} \emptyset & \neg \emptyset & \emptyset \\ A^- \begin{pmatrix} \neg \emptyset & \neg \emptyset & \neg \emptyset \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \end{array}$ <p>covered by</p>

3.2. Exemplos

- Funções que possuem como entrada dois valores do tipo geometria (ou raster em alguns casos).
 - ▣ **ST_Intersects** – verifica se há intersecção entre duas geometrias (ou entre uma geometria e um raster).
 - ▣ **ST_Covers** – verifica se uma geometria cobre espacialmente a outra.
 - ▣ **ST_Contains** – verifica se uma geometria contém a outra.
 - ▣ **ST_Within** – verifica se uma geometria está contida em outra.
 - ▣ **ST_Equals** – verifica se duas geometrias são iguais.
 - ▣ Entre outras: ST_Touches, ST_Overlaps, etc.

4. Funções Geométricas

□ Distância

- Ex. distância entre dois pontos no espaço
 - `ST_Distance(geometria, geometria)`
 - Saída: distância mínima na unidade projetada

□ Área

- Ex. área de um município
 - `ST_Area(geometria)`
 - Saída: área na unidade projetada

□ Agregação

- Ex. união de dois polígonos
 - `ST_Union(geometria, geometria)`
 - Saída: geometria unificada

4. Funções Geométricas

□ Conversão

- ▣ Ex. transformação de uma projeção em outra
 - ST_Transform(geometria,projeção)
 - Saída: geometria reprojeta

□ Raio

- ▣ Ex. faixa de 30m nas margens de um rio
 - ST_Buffer(geometria,raio)
 - Saída: geometria contendo todos os pontos ao alcance do raio em relação a geometria de entrada

□ Perímetro/Comprimento

- ▣ Ex. comprimento total de uma rua.
 - ST_Length(geometria)
 - Saída: comprimento na unidade projetada

4. Funções Geométricas

- ❑ Muitos outros operadores:
 - ❑ ST_Centroid()
 - ❑ ST_StartPoint() / ST_EndPoint()
 - ❑ ST_X(), ST_Y()
 - ❑ ST_Rotate()
 - ❑ ST_Distance_Spheroid()
 - ❑ Outros podem ser encontrados no Manual do PostGIS:
 - http://www.postgis.org/docs/reference.html#PostGIS_Types

5. Consultas Espaciais

- E como utilizar estes operadores e funções?
 - ▣ Qual o ponto central dos municípios do estado do Acre?
 - **SELECT** nome, AsText(ST_Centroid(the_geom))
FROM municipios **WHERE** uf = 'AC'

	nome character vai	astext text
1	Santa Rosa do	POINT(-70.3975205190795 -9.41188081650848)
2	Manoel Urbano	POINT(-69.8545675926051 -9.3800067518906)
3	Sena Madureira	POINT(-69.3822475151065 -9.77140641312939)
4	Assis Brasil	POINT(-70.0059803565267 -10.7790546964731)
5	Brasília	POINT(-69.2071366749277 -10.7474069001314)

6. SGBDs

- Uma série de SGBDs possui suporte a tipos de dados e funções espaciais:
 - ▣ Tanto gratuitos...
 - PostgreSQL(Postgis), SQLite (SpatialLite), etc.
 - PostgreSQL(Postgis) é adotado na INDE do Brasil.
 - ▣ Quanto pagos...
 - MS SQL Server, Oracle (Oracle Spatial), etc.
- Tabela comparativa com base em:
 - ▣ http://www.bostongis.com/PrinterFriendly.aspx?content_name=sqlserver2008r2_oracle11gr2_postgis15_compare

6. SGBDs



	MS SQL Server	Oracle Spatial	Postgis
Gratuito	Não	Não	Sim
Versões	Express, Standard, Datacenter, Enterprise	Express, Personal, Standard e Enterprise	Versão única.
Limitações	Sim	Sim	Não
Editores Gratuitos	Sim	Sim	Sim
Funções Espaciais	Sim	Sim	Sim
Suporte Geodésico	Sim	Sim	Sim
Índice Espacial	4 level Multi-Level grid hierarchy	R-Tree	GiST
Tipos de Geometrias Suportados	Básicos da OGC 2D/2.5D	Básicos da OGC 2D/2.5D/3D	Básicos da OGC 2D/2.5D
Suporte a Curvatura	Não	Sim	Sim
Funções de Medida	Sim	Sim	Sim

7. Exemplos de Consultas

- Outros exemplos de consulta?
 - ▣ Os municípios do estado de São Paulo ordenados pelo tamanho de sua área de maneira decrescente, mostrada em metros de acordo com a projeção EPSG:900913.
 - **SELECT** nome,
ST_Area(ST_Transform(the_geom,900913))
FROM municipios **WHERE** uf = 'SP'
ORDER BY
ST_Area(ST_Transform(the_geom,900913)) **DESC**;

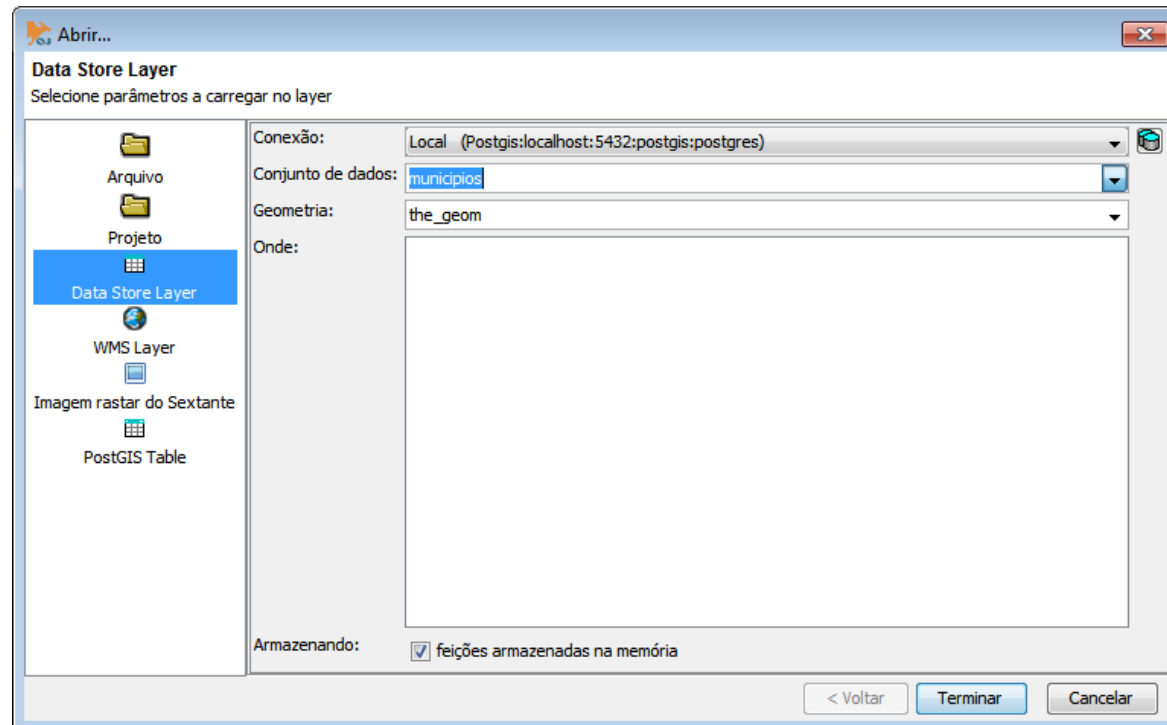
7. Exemplos de Consultas

	nome character vari	st_area double precision
1	Iguape	2404988809.62305
2	Itapeva	2196008701.21973
3	Itapetininga	2145423211.77344
4	Eldorado	2009598350.93066
5	Capão Bonito	1976184947.37891
6	Rancharia	1859646050.87207
7	Teodoro Sampa	1830825580.33203
8	São Paulo	1823338925.24023
9	Barretos	1791748553.03125
10	Botucatu	1754648480.87598

Parte do resultado da consulta realizada.

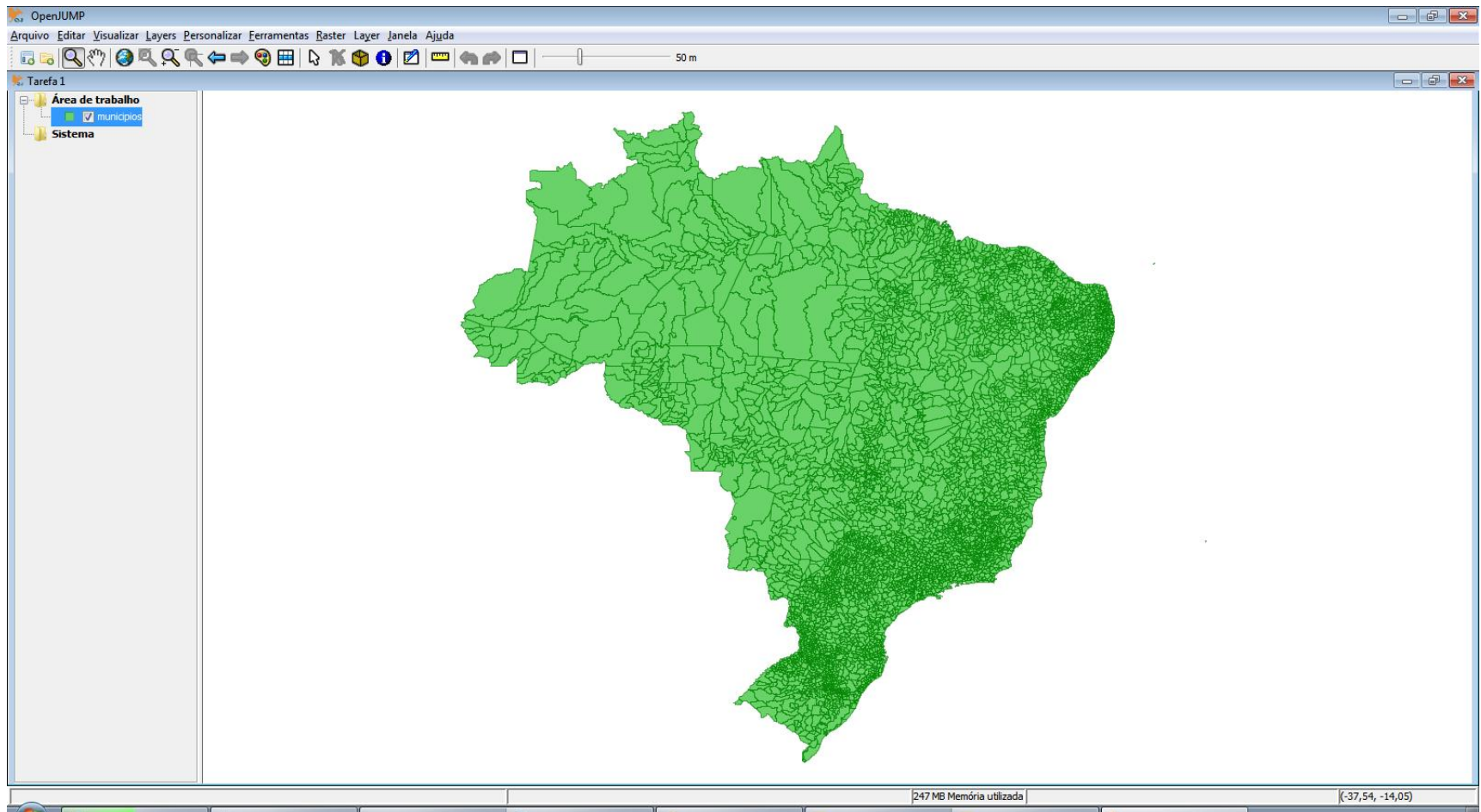
7. Exemplos de Consultas

- É possível visualizar os dados de um banco de dados em Mapas?



Carregamento dos dados da tabela municipios no software OpenJUMP.

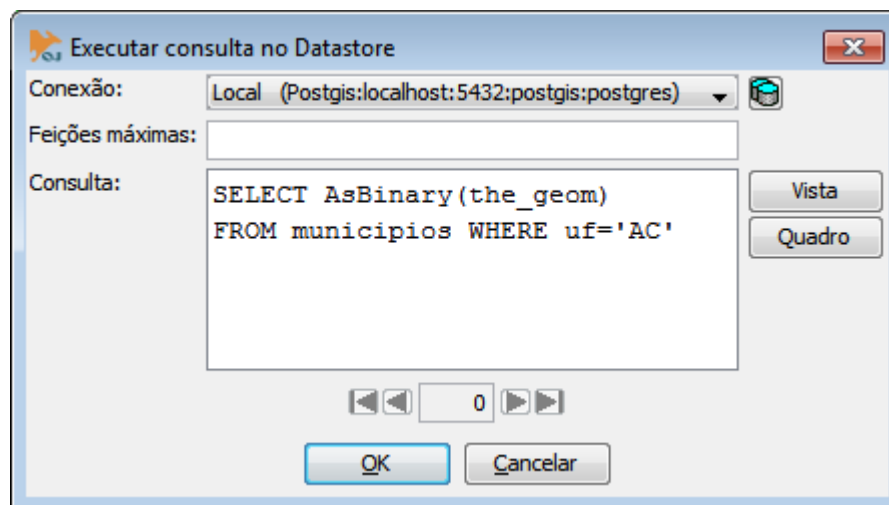
7. Exemplos de Consultas



Dados da tabela municípios carregados software OpenJUMP.

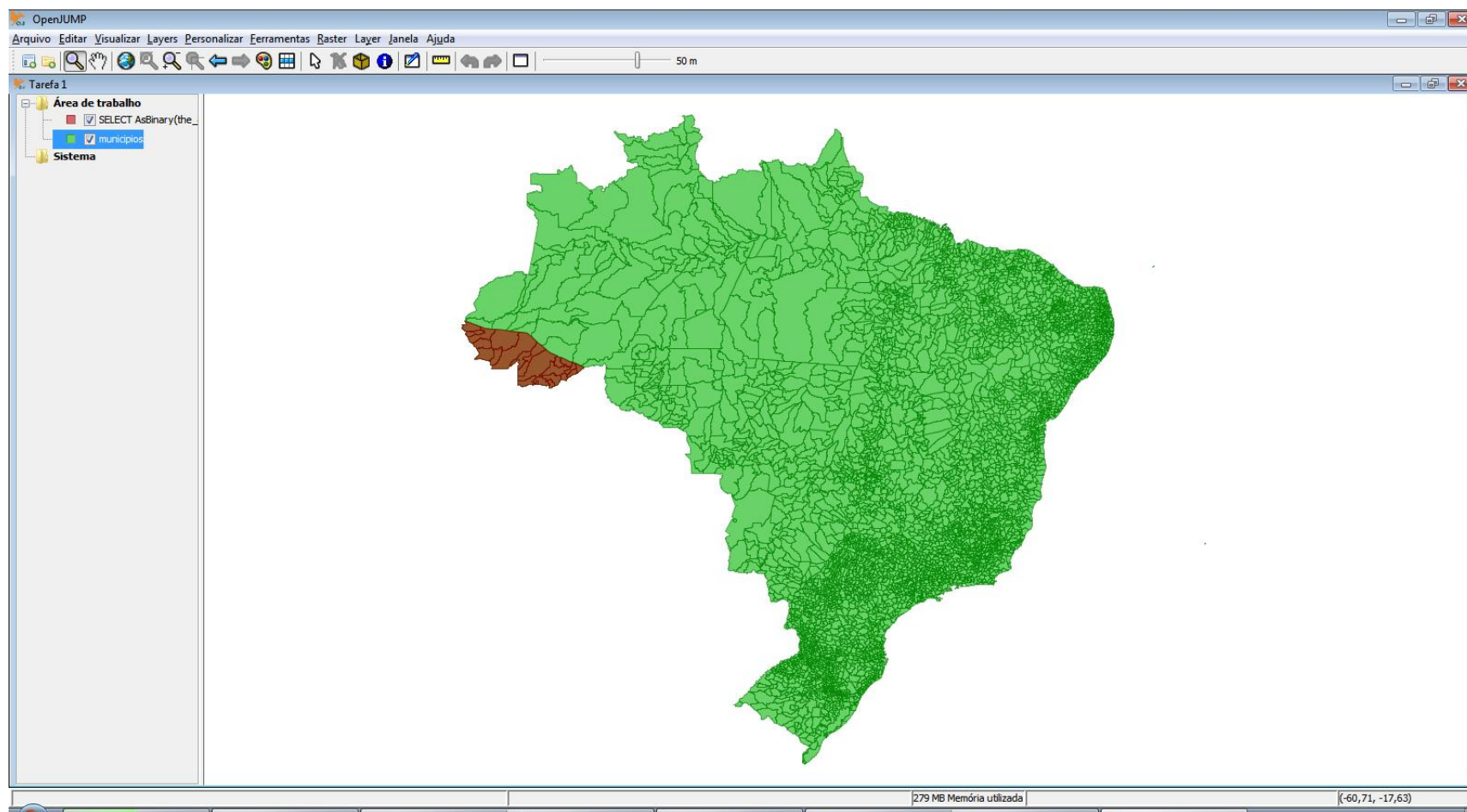
7. Exemplos de Consultas

- ❑ E consultar exibindo o resultado no Mapa?
 - ▣ Selecionar todos os municípios do estado do Acre.



Execução de consulta SQL realizada no OpenJUMP.

7. Exemplos de Consultas



Resultado da consulta realizada no OpenJUMP.

8. Conclusão

- ❑ Algumas vantagens de utilizar Bancos de Dados:
 - ▣ Edição por muitos usuários é possibilitada.
 - ▣ Não há limite para tamanho de armazenamento.
 - ▣ Melhor performance com grandes volumes de dados.
 - ▣ Diferentes geometrias em uma mesma tabela.
 - ▣ Permite a relação entre diferentes tabelas através de chaves estrangeiras.
 - ▣ Manipulação de dados pode ocorrer através dos mais variados SIGs.
 - ▣ PostGIS é uma alternativa gratuita e eficiente para o armazenamento de dados espaciais.

Referências Bibliográficas

- [1] EGENHOFER, M. F. MARK, D. M. HERING, J. **The 9-intersection: Formalism and its use for natural-language spatial predicates**. Technical Report 94-1, National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, CA, 1994.
- [2] CASANOVA, M. *et al.* **Bancos de dados geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/material.html>>. Acesso em: 30 de Abril 2010.
- [3] CÂMARA G, QUEIROZ, G. R. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. In: G Câmara, C Davis, AM Monteiro (org.), *Introdução à Ciência da Geoinformação*, <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>>, 2000.
- [4] Postgis. **Spatial Relationship**. Disponível em: <http://postgis.refrations.net/documentation/manual1.4/ch07.html#Spatial_Relationships_Measurements>. Acesso em: 9 de Setembro de 2010.



André Salvaro Furtado¹² (asalvaro@inf.ufsc.br)

¹ PPGCC (UFSC) ² Departamento de Geografia (UDESC)