



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



Armazenamento e Recuperação de Dados Geográficos

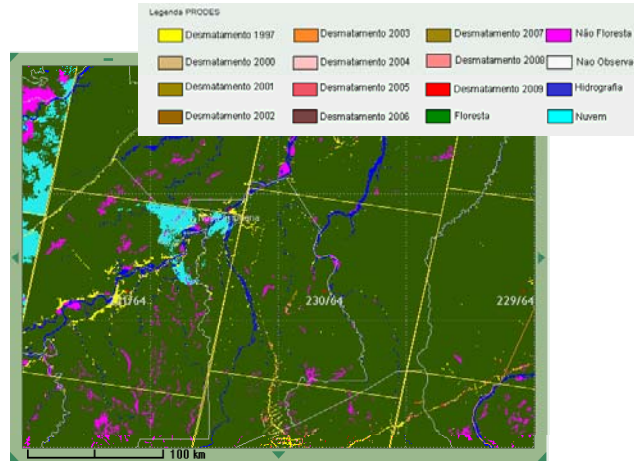
Lubia Vinhas
INPE / OBTE / DPI

Workshop em Processamento de Imagens para Aplicações em VANTs
São José dos Campos, 21 de junho de 2012

Dados geográficos



Imagens SR



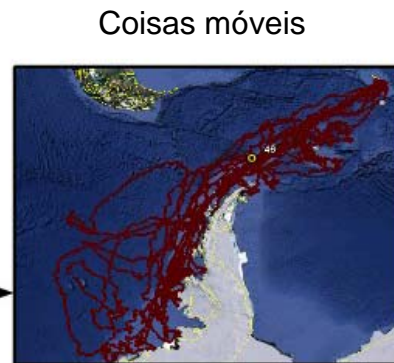
Dados Temáticos



Fotos aéreas

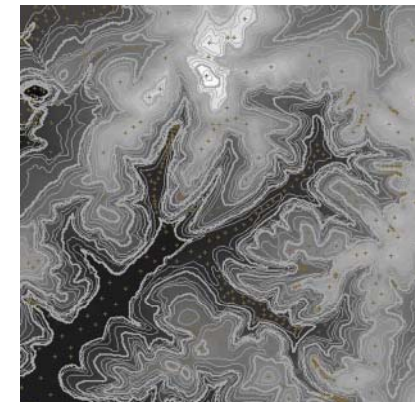


Cadastrros



Coisas móveis

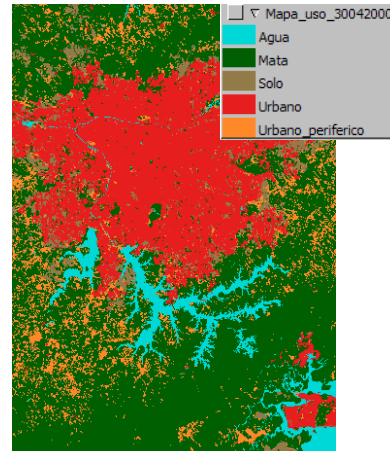
Dados de Topografia



Aplicações sobre dados geográficos



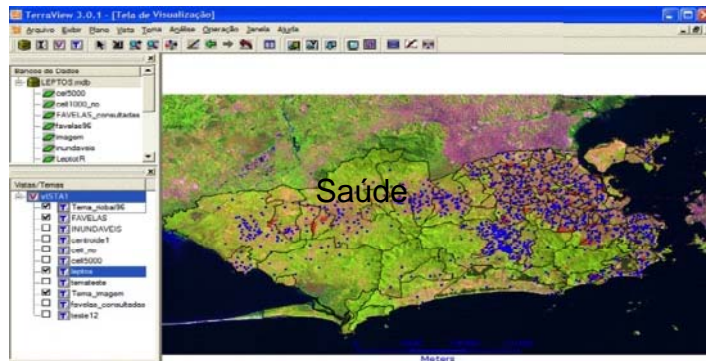
Cartografia



Uso da Terra



Monitoramento ambiental



- Cadastro urbano
- Desenvolvimento imobiliário
- Desenvolvimento econômico
- Marketing
- Navegação
- Climatologia
- Gerenciamento de aparelhos públicos
- Redes de transporte
- Biodiversidade
- Desastres

...

Sistemas de Informação Geográfica

Um SIG é um software que permite armazenar, gerenciar e visualizar dados espaciais e fornece ferramentas de análise como:

Consulta: por região, por coordenadas, classificação

MNT: declividade, rede de drenagem, bacias

Rede: conectividade, caminho mínimo

Distribuição: detecção de mudanças, proximidade

Análise/Estatística espacial: padrões, auto-correlação

Medidas: distância, forma, adjacência, direção, perímetro

Exemplos:

Livres de licença: TerraView, SPRING, QuantunGIS, gvSIG, etc.

Proprietários: ArcGIS, MapInfo, etc.

Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados

Um **Banco de Dados (BD)** é uma coleção volumosa, e persistente, de dados relacionados entre si, em um ambiente computacional.

Um **Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD)** é um sistema computacional que gerencia a estrutura do banco de dados e controla o acesso aos dados armazenados

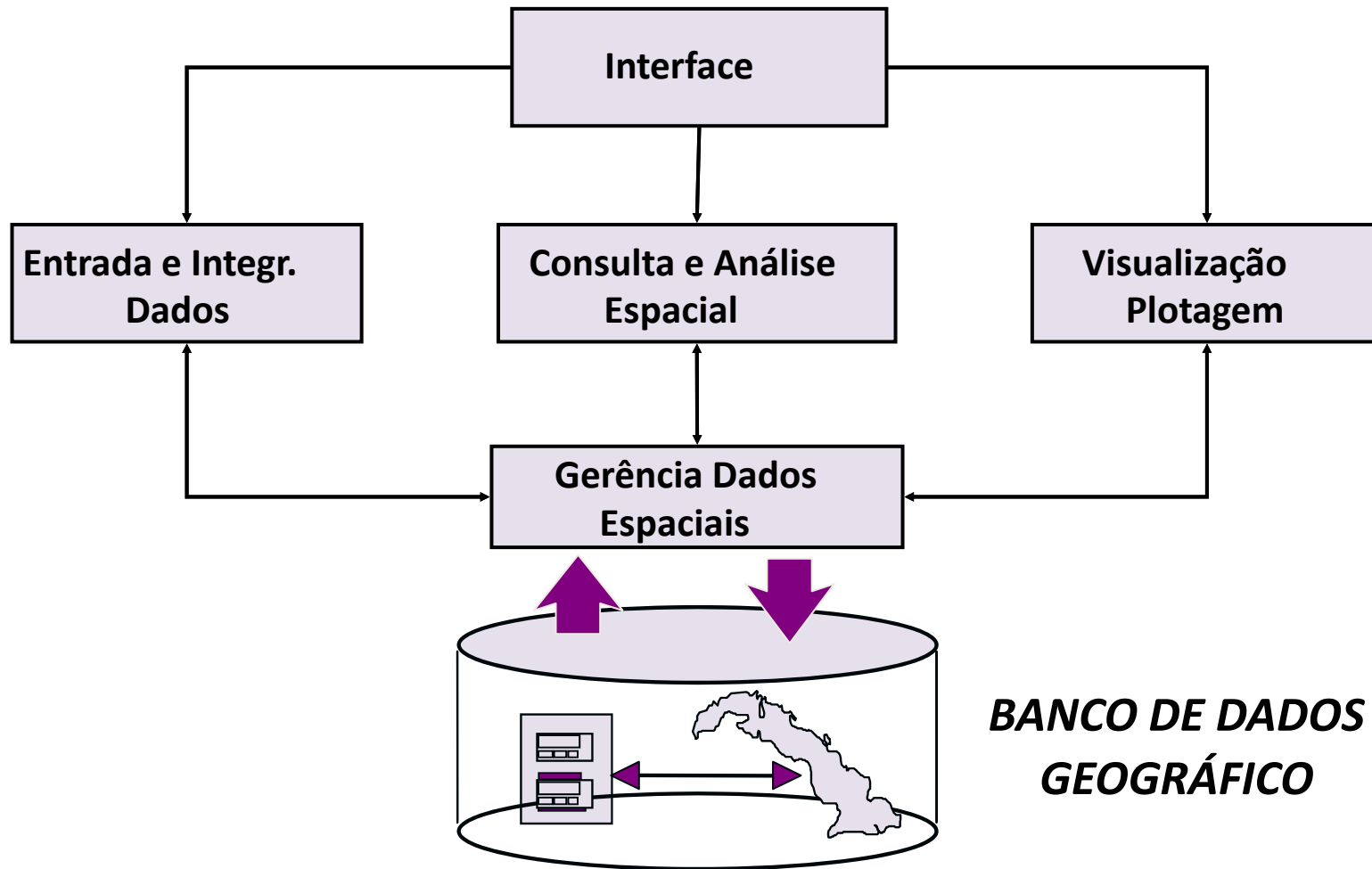
Exemplos:

Livres de licença: MySQL, PostgreSQL,...

Proprietários: Oracle, SQLServer, ...



Visão geral de um SIG



SIG x SGBD

Grande parte das funcionalidades de um SIG se referem a gerência de dados...

SGBDs fazem gerência de dados...

SIGs se associam a SGBD's. Exemplos:

SPRING + MySQL,

TerraView + PostGIS,

ArcGIS + Oracle

Como?

Quais as implicações?

Arquitetura Dual

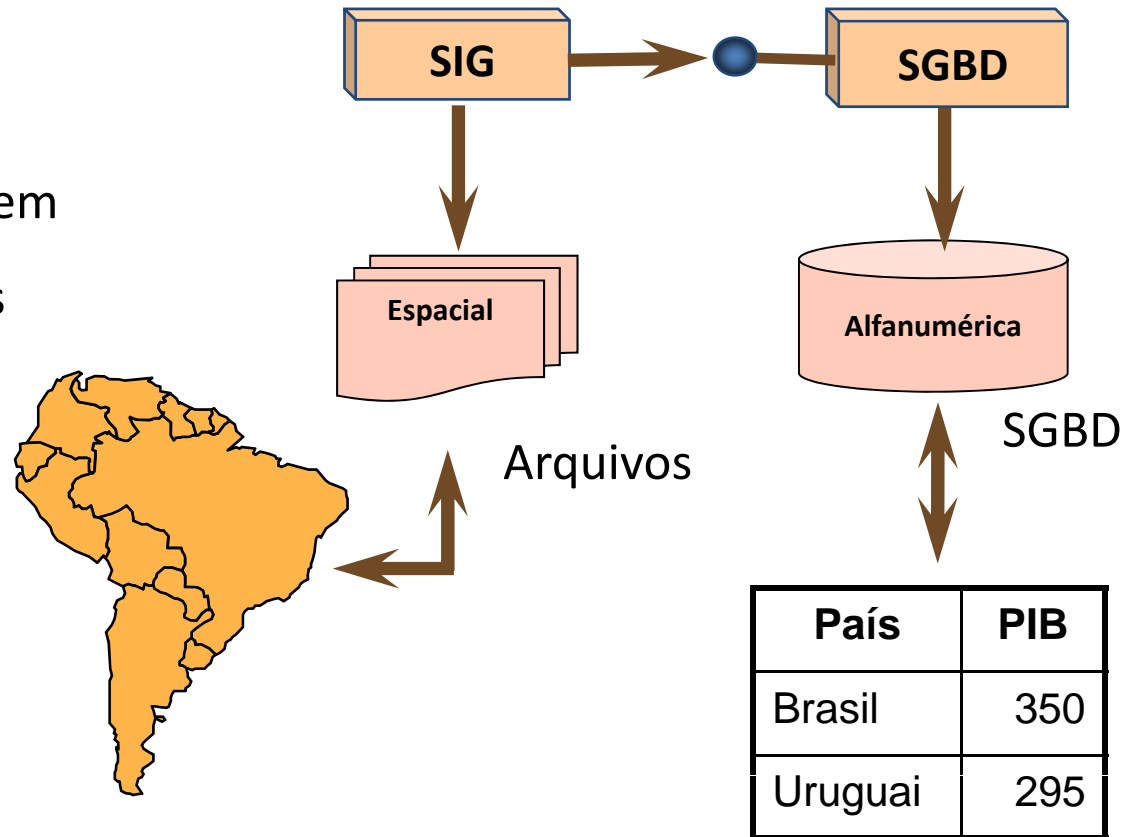
SGBD: armazena componente

alfanumérica

Arquivos: armazenam a

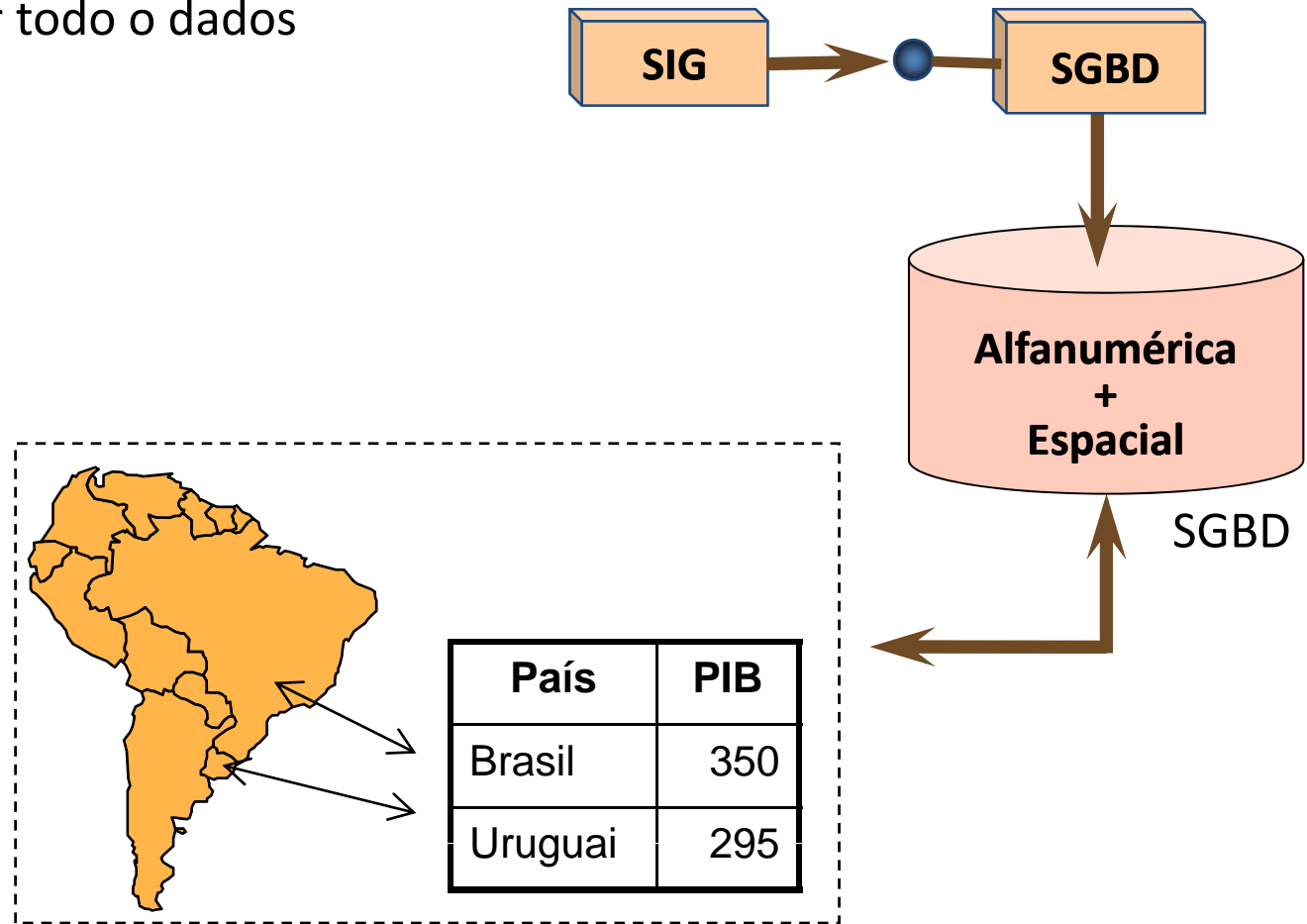
componente espacial em

formatos proprietários

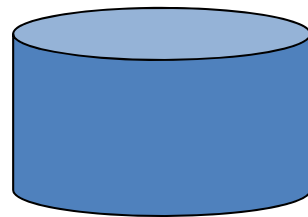
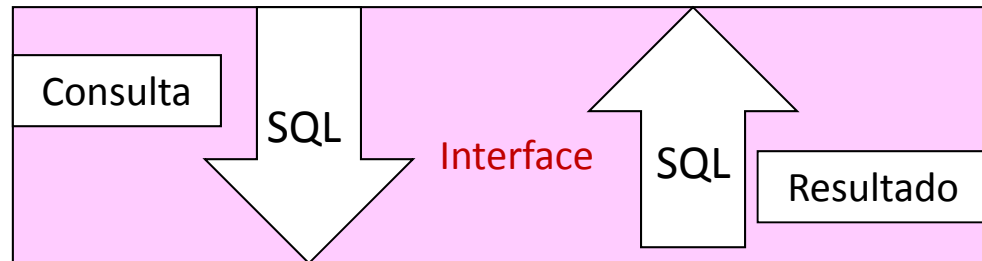


Arquitetura Integrada

SGBD: armazenar todo o dados geográfico

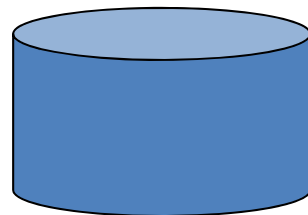
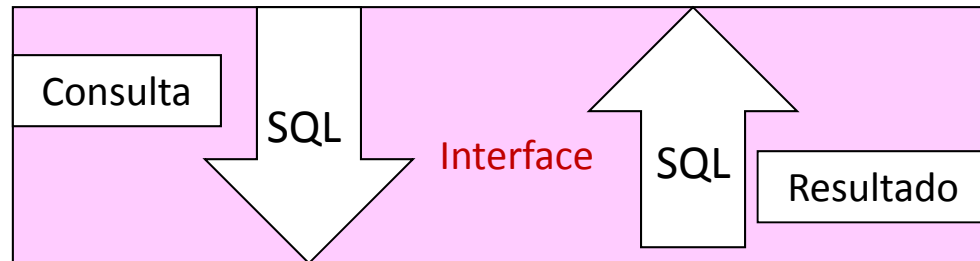


Interfaces para bancos de dados

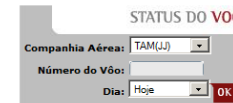


Banco de Dados Relacional

Interfaces para bancos de dados

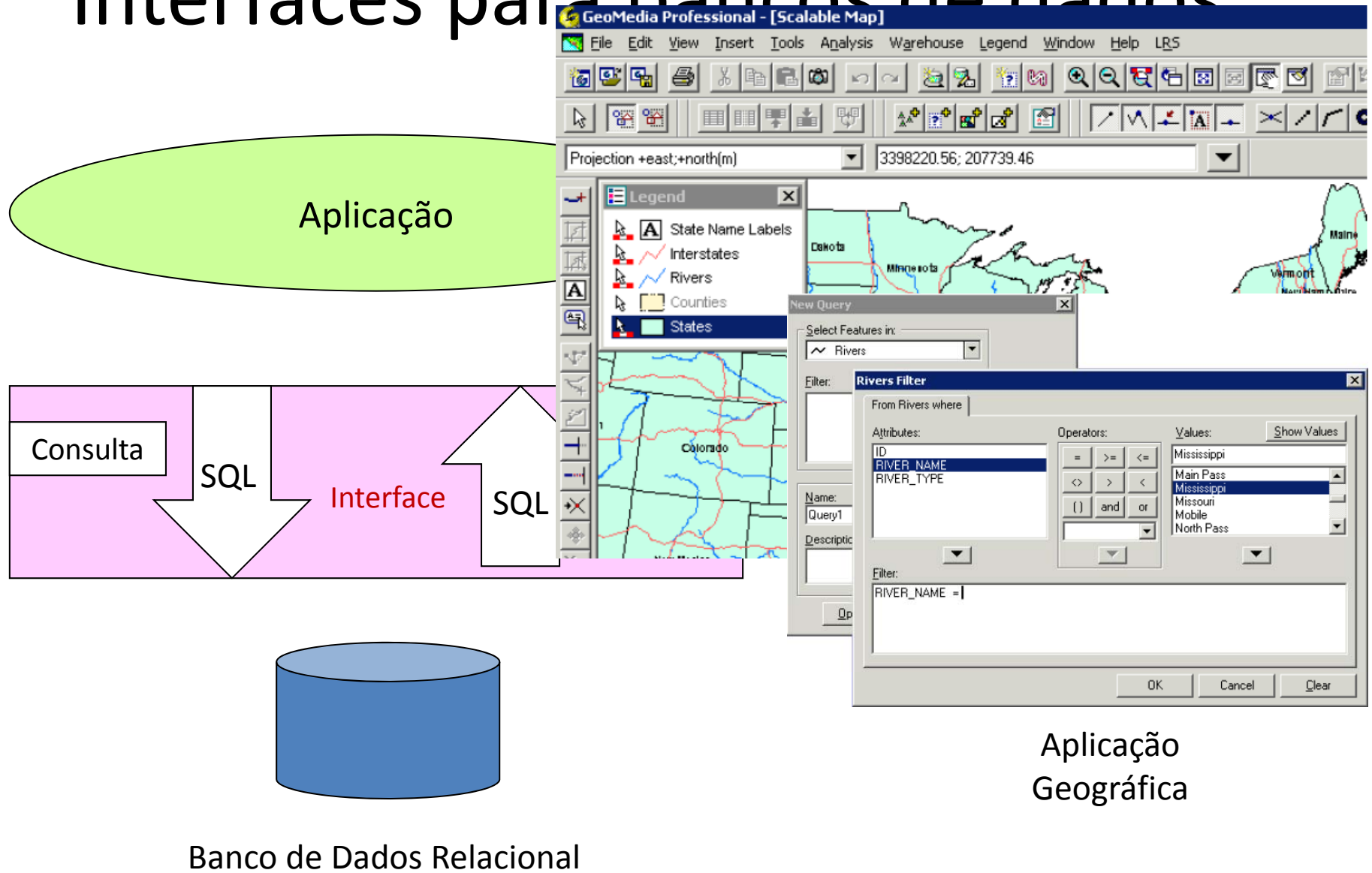


Banco de Dados Relacional



Formulário

Interfaces para bancos de dados



Consultas

Quais são os estados da região NE?

```
SELECT nomeest, UF  
FROM estados  
WHERE regiao= 'NE';
```

Não espacial

Encontre estados que tocam (fazem fronteira) com o estado de Minas Gerais?

```
SELECT nomeest FROM estados e1, cidades e2  
WHERE (e1.nomeest = 'Minas Gerais' AND  
       e2.nomeest <> 'Minas Gerais' AND  
       DISTANCE (e1.geometry, e2.geometry) < 100)
```

Espacial

Operações e consultas espaciais

Unárias, com resultado **Booleano**:

São José dos Campos é convexo? V ou F



Unárias com resultado **Escalar**:

Qual a área do município de SJC?

Unária com resultado **Espacial**:

Determine uma zona de influência de 100 kms do município de SJC



Operações e consultas espaciais

Binárias com resultado **Booleano** (predicados espaciais)

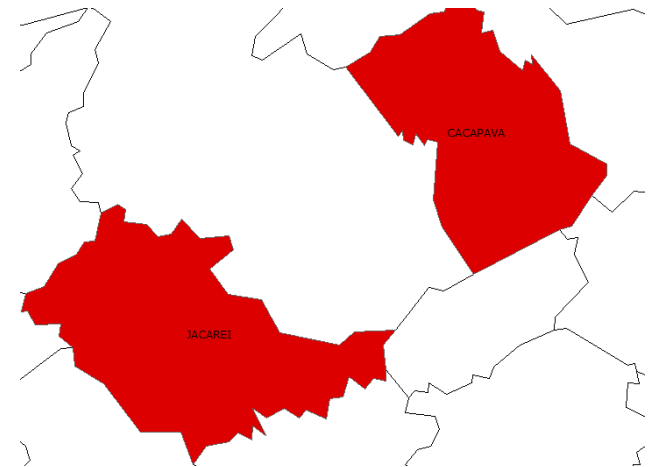
Caçapava é vizinha de Jacareí?

Binárias com resultado **Escalar**

Qual a distância entre a sede de Jacareí e a sede de Caçapava?

Binárias com resultado **Espacial** (operações de conjuntos)

Quais os trechos da Rod. Dutra que cruzam SJC?

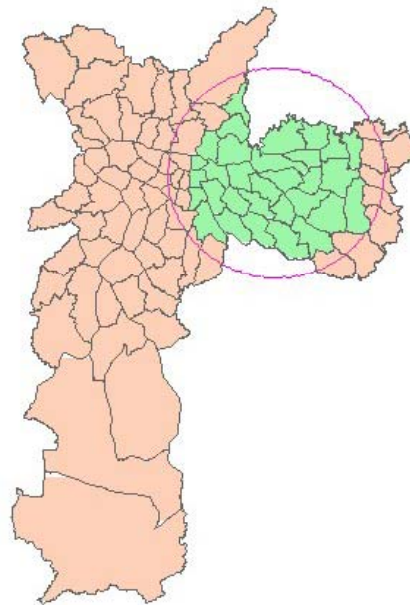


Seleção espacial

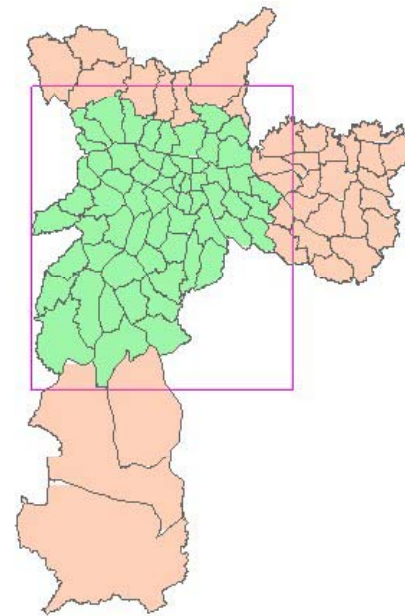
Dados um conjunto de objetos espaciais \mathbf{D} e um predicado de seleção espacial p sobre atributos espaciais dos objetos em \mathbf{D} , determine todos os objetos em \mathbf{D} cujas geometrias satisfazem p .



Seleção por ponto



Seleção por região



Seleção por janela

Junção espacial

Dados dois conjuntos de objetos espaciais D_1 e D_2 e um predicado de seleção espacial θ determine todos os pares $(d_1, d_2) \in D_1 \times D_2$ cujas geometrias satisfazem θ .

Ex: Para cada via selecione as escolas que estão localizadas a uma distância menor ou igual a 1km.



Predicados Topológicos

Definem restrições baseadas no relacionamento espacial entre os objetos: TOCA, COBRE, COBERTO POR, DENTRO, INTERCEPTA...

Aparecem em consultas como:

Cristalina e Paracatu são vizinhas?

O trecho em vermelho da BR-040 cruza quais municípios?



Extensão espacial

SGBD-OR são estendidos para suportar:

Tipos espaciais: polígono, ponto, linha, matrizes, etc;

Operadores e funções utilizados para manipular dados espaciais (consultas e junção)

Métodos eficientes de acesso aos dados espaciais

Exemplos:

Proprietários: Oracle Spatial, IBM DB2 Spatial Extender

Livres de licença: PostGIS, MySQL espacial

Componentes da Arquitetura Integrada

Banco de dados (alternativas)

Apenas suporte para campos longos (ex. MySQL, Access)

Interface para tipos de dados espaciais (ex. PostGIS)

Camada de Acesso

TerraLib, ArcSDE

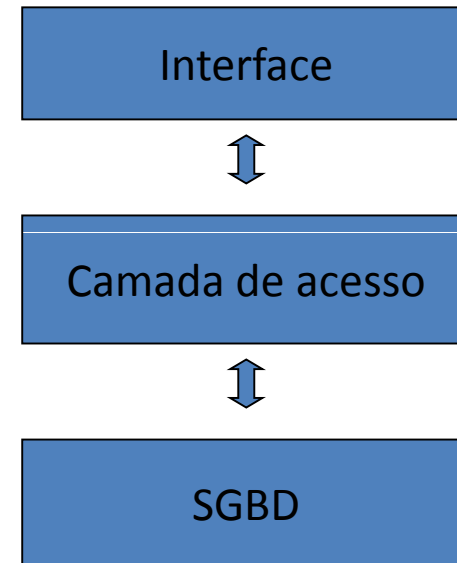
Interface

Integrada com camada de acesso

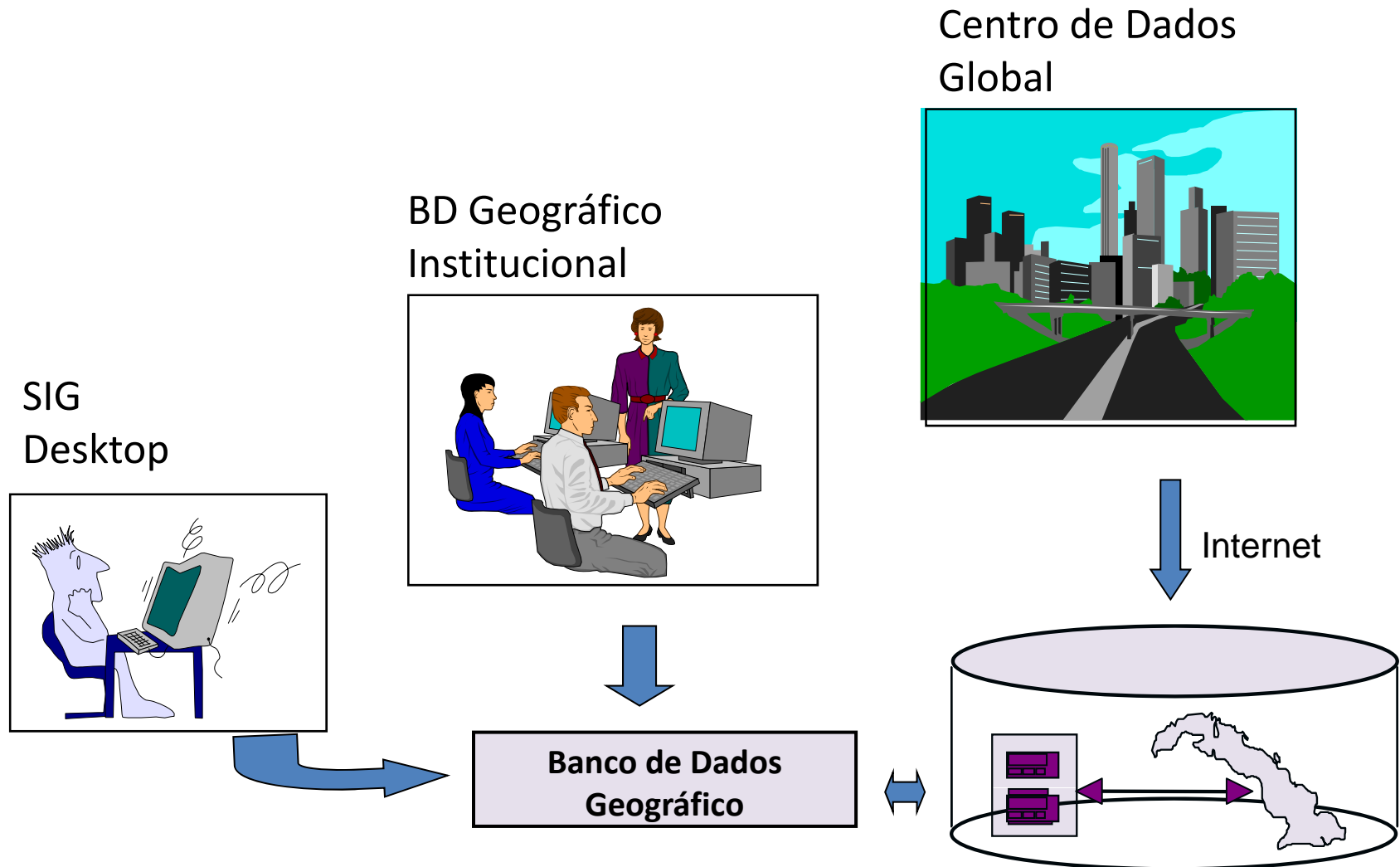
TerraView

Cliente-Servidor

SIGMUN, ArcGIS

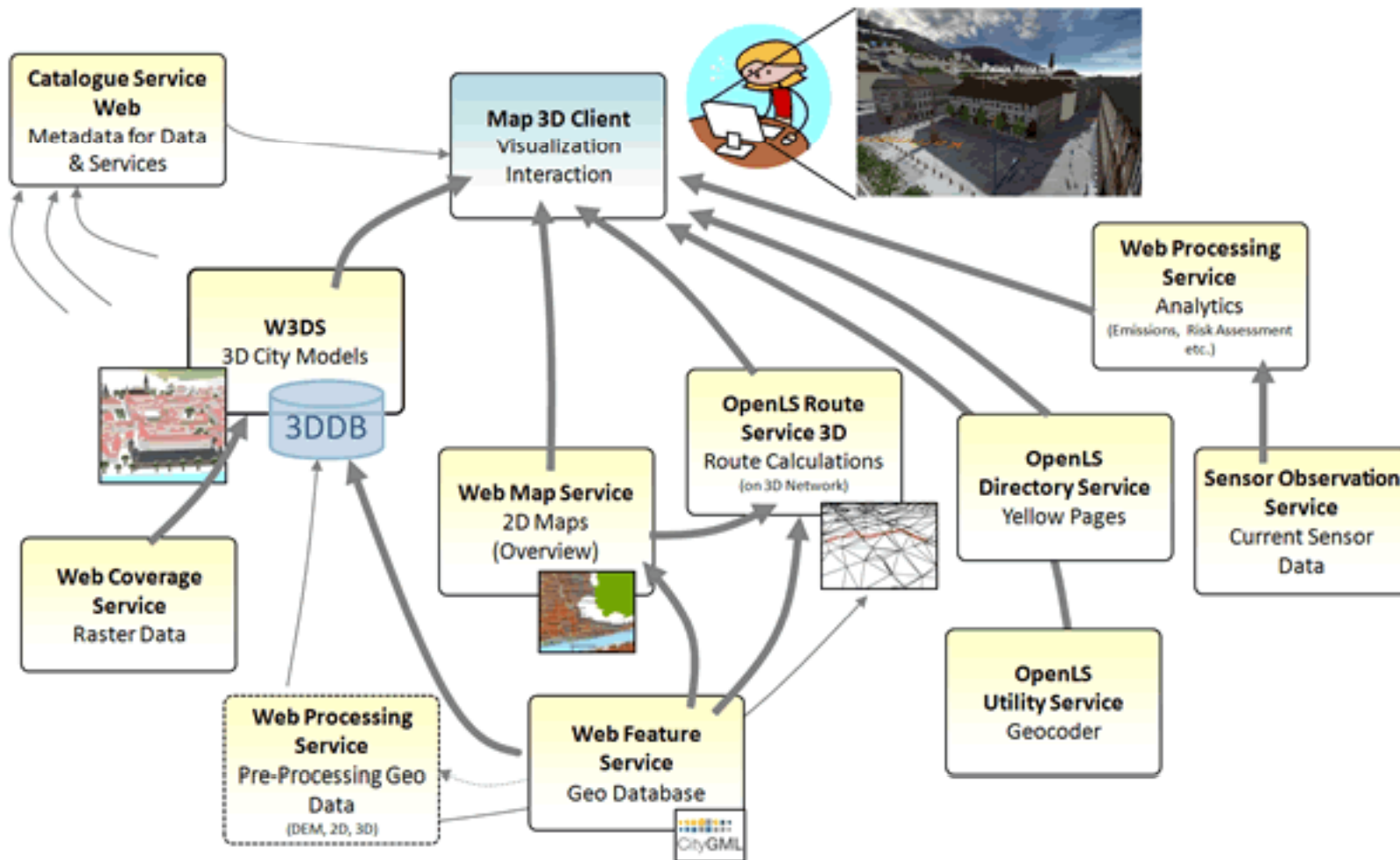


Suporte a novas arquiteturas





Interoperabilidade



PostGIS

Convencionais

Tipos

string, float, date

Índices

b-tree, hash

Funções

strlen(string), pow(float, float),
now()

Geográficos

Tipos Espaciais

geometry, geography

Índices Espaciais

r-tree, quad-tree, kd-tree

Funções Espaciais

ST_Length(geometry),
ST_X(geometry)

PostgreSQL



Exemplo simples PostGIS

Criando uma tabela com um tipo geométrico

```
create table aeroporto( local geometry, nome varchar );  
insert into aeroporto values ( 'POINT(-46.469511,-23.432075)', 'GRU' );  
insert into aeroporto values ( 'POINT(-46.6542, -23.6278)', 'CGO' );  
insert into aeroporto values ( 'POINT(-43.25, -22.81 )', 'GIG' );  
  
insert into geometry_columns values ( '', 'public', ' aeroporto', ' local ',  
1,2022,'POINT');
```

Consultas:

```
select nome, ST_AsText(pt), ST_Distance(local, 'POINT(-45 -23)') from  
aeroporto;
```

Outros exemplos de consultas

1) Relacionamentos Espaciais

```
select * from distritos
where ST_within(
    GeometryFromText('POINT(326748 7384065)',29193),
    the_geom);
```

2) Processamentos

```
select deno, ST_AREA(the_geom) from distritos
where deno = 'SANTO AMARO';
```

Outros exemplos de consultas

3) Acessadores

```
select name, ST_AsText(local) from points where name='GRU';
```

```
select ST_Envelope(the_geom) from distritos where deno = 'SANTO AMARO';
```

Outros exemplos de consultas

Qual o total (em kms) das rodovias?

```
SELECT Sum(ST_Length(the_geom))/1000 AS km_rods  
FROM rodoviassp;
```

Qual o maior distrito?

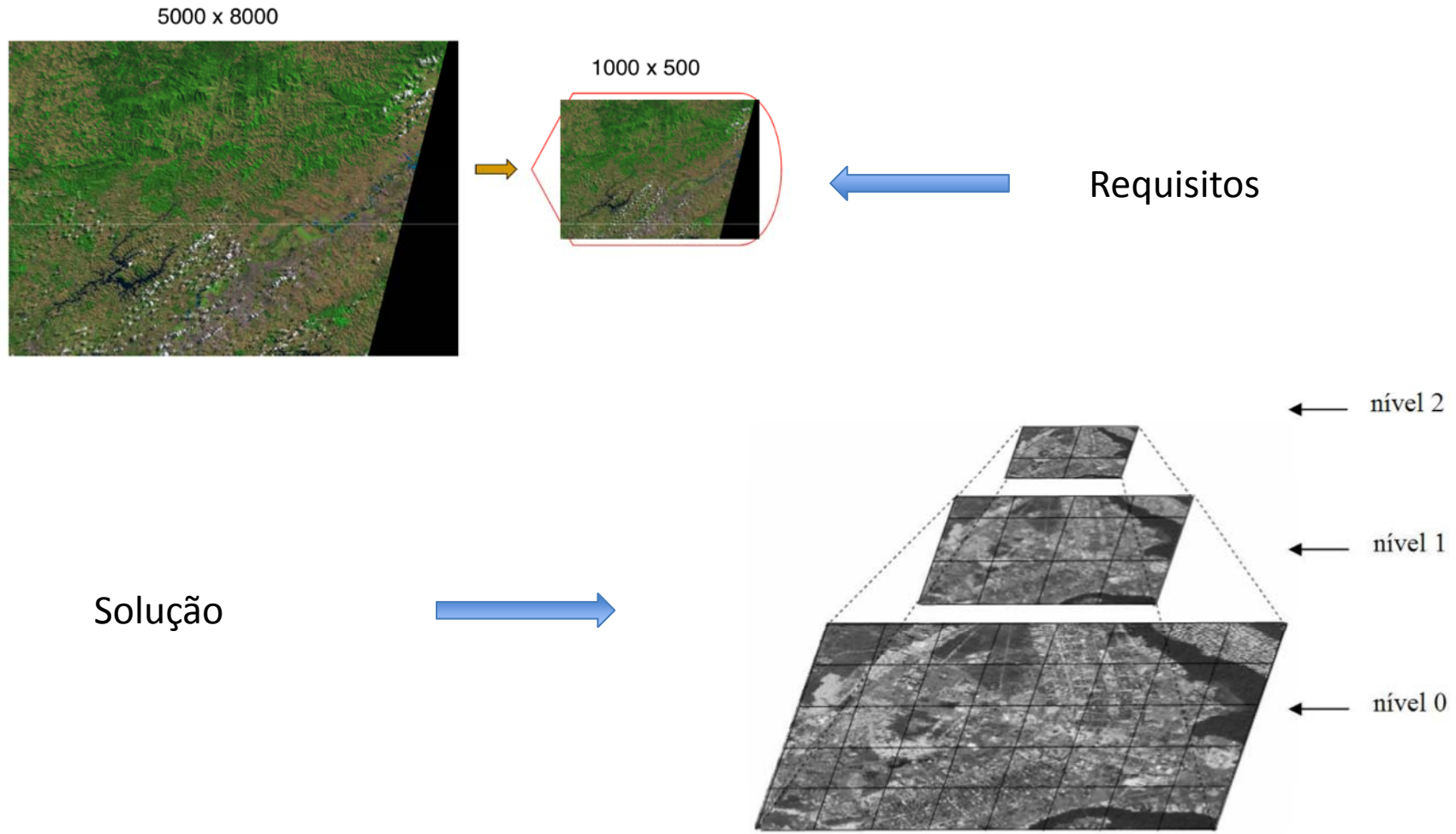
```
SELECT deno,  
       ST_Area(the_geom)/10000 AS hectares  
FROM distritos  
ORDER BY hectares DESC  
LIMIT 1;
```

Outros exemplos de consultas

```
SELECT ST_AsText(the_geom)
FROM metro
WHERE deno LIKE 'LIBERDADE';
```

```
SELECT Sum(pop_elada) AS populacaofav
FROM distritos
WHERE
  ST_DWithin(
    the_geom,
    ST_GeomFromText('POINT(333074.178121 7394109.227359)',29193),
    2000
  );
```

Dados matriciais ou raster



Santos Digital

Logo of Santos Digital: **SANTOS DIGITAL** A cidade ao seu alcance. A cidade ao seu alcance. A cidade ao seu alcance.

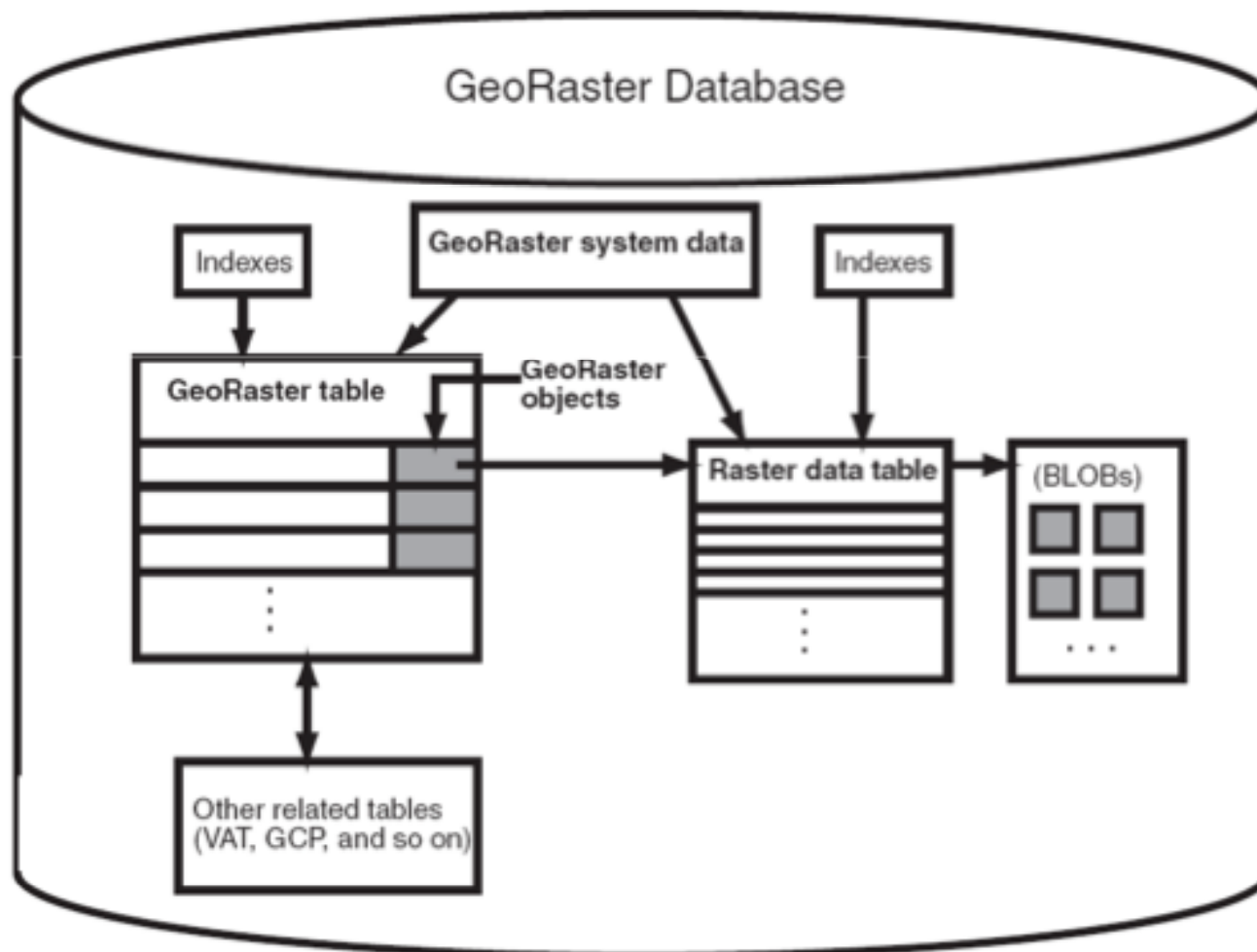
Logos: FUNCATE, TerraLib, Tecnologia.

mapa resumo Busca Aplicações Imagem [Map Tools]



<http://www.digital.santos.sp.gov.br> - Procurar Ende...
Passo 1: Digite um nome de rua ou parte dele para pesquisa: Ajuda
Endereço para pesquisa: 9 de julho
Passo 2: Selecione uma das vias e complete o número:
Total de Endereços Listados: 1
Rua 9 de Julho n° [250]
Funcate - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais
Concluído





Oracle

PostGIS Raster

RASTER é um tipo nativo no mesmo nível do tipo GEOMETRY

Uma linha = um dado matricial

Mesma lógica

Integrado ao tipo GEOMETRY:

facilidade de uso

capacidades de análise

operadores e funções

Multiresolução, multibanda, tiles

Cada raster (tile) é georeferenciado

Múltiplas bandas com diferentes tipos de dados no mesmo raster

Suporte ao no data

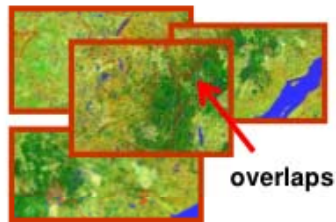
Particionado e indexado

1 Gb por tile, 32 TB por tabela, possivelmente comprimidos

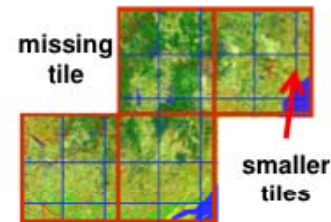
Outras resoluções são armazenadas em tabelas relacionadas

Tipo registrado na tabela `raster_columns`

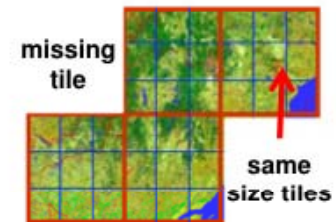
Diferentes arranjos



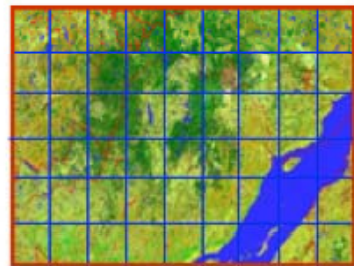
a) warehouse of un tiled and unrelated images (4 images)



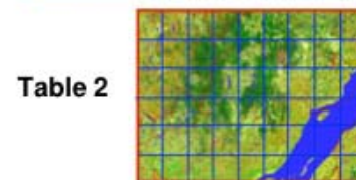
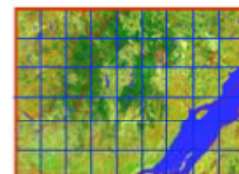
b) irregularly tiled raster coverage (36 tiles)



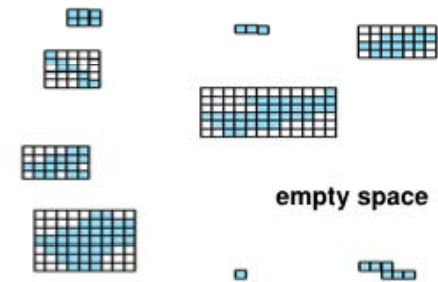
c) regularly tiled raster coverage (36 tiles)



d) rectangular regularly tiled raster coverage (54 tiles)



e) tiled images (2 tables of 54 tiles)



f) rasterized geometries coverage (9 lines in the table)

Manipulações

ST_Transform, ST_Resample(raster), ST_Rescale(), ST_SnapToGrid()

ST_AsRaster, ST_DumpAsPolygons

ST_SummaryStats(raster)

ST_Histogram(raster, bin, width[])

ST_Quantile(raster, quantiles[])

ST_ValueCount(raster, values[])

ST_SetValue() de um pixel

ST_Reclass() de um raster

ST_MapAlgebra(raster, band, expression,
nodatavalueexpr, pixeltype)

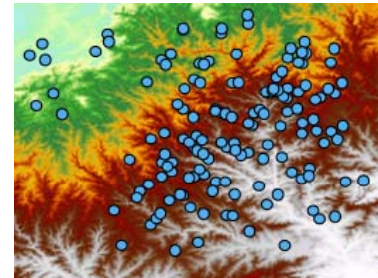
ST_AsTIFF(), ST_AsJPEG(), ST_AsPNG()

-4	2	0
-1	-4	2
-2	0	1

6	null	null
9	6	null
8	null	null

Interseção com linhas e pontos

```
SELECT pointID, ST_Value(rast, geom) elevation  
FROM lidar, srtm WHERE ST_Intersects(geom, rast)
```



```
SELECT roadID,  
       (ST_Intersection(geom, rast)).geom road,  
       (ST_Intersection(geom, rast)).val elevation  
FROM roadNetwork, srtm  
WHERE ST_Intersects(geom, rast)
```

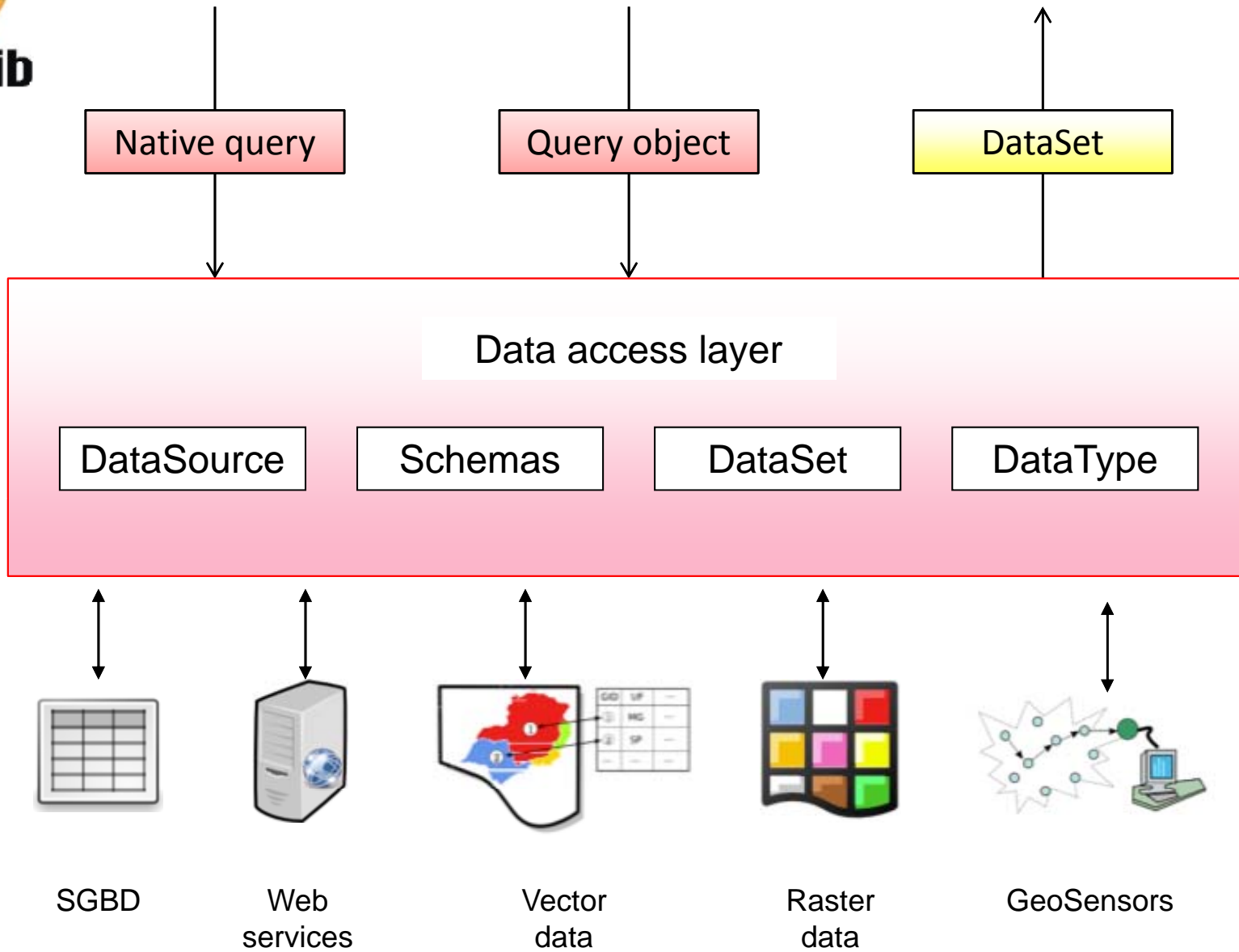


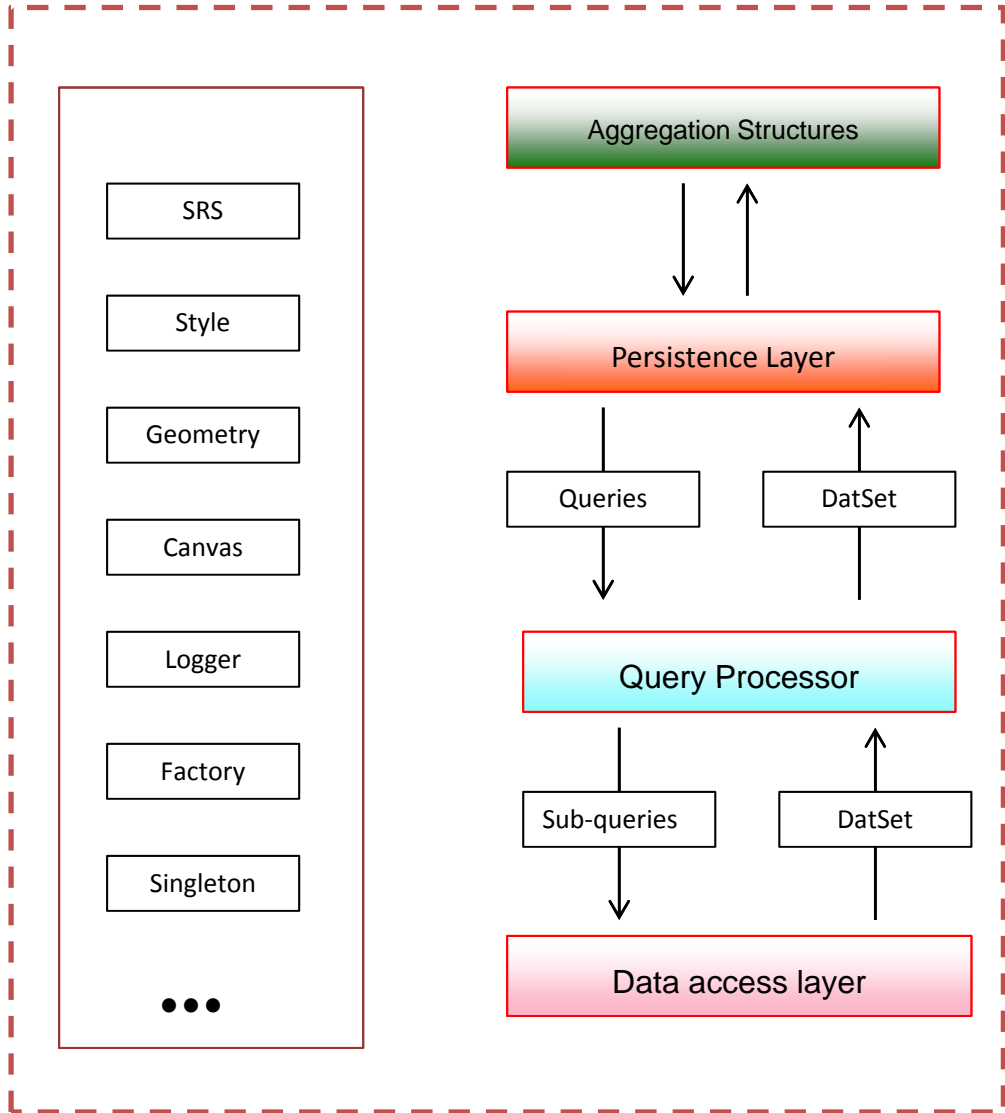
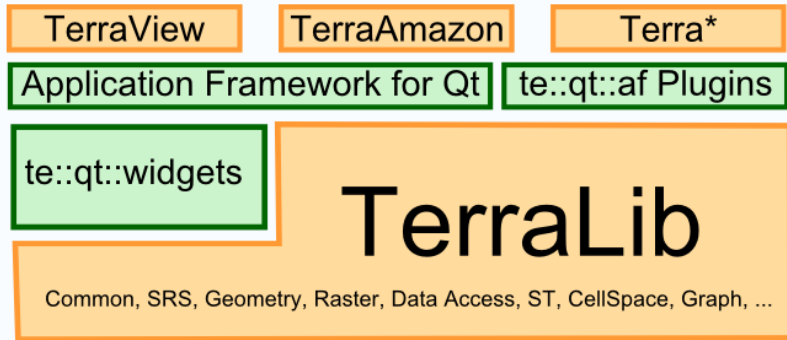
Principal motivação

Permitir que o processamento fique perto do dado

Aplicações sejam apenas construtores de consultas SQL e visualizadores de resultados

Isso é possível????





lubia@dpi.inpe.br

OBRIGADA