

---

# Bancos de Dados de Imagens

---

Lúbia Vinhas

Divisão de Processamento de Imagens - DPI

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Para o curso de SER-303 Bancos de Dados Geográficos

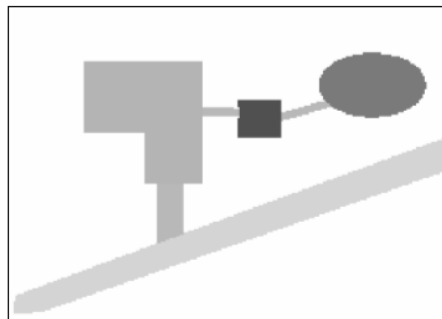
---

# Introdução

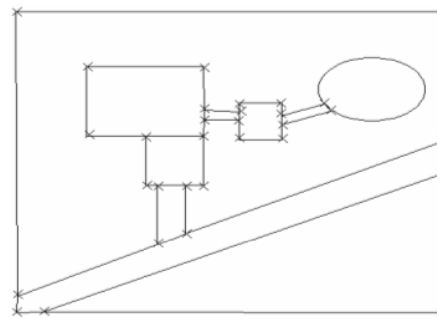
- Imagens desempenham um papel importante em aplicações geográficas
    - Sensores óticos, SAR e outros tem fornecido vários milhões de cenas que são sistematicamente coletadas, processadas e armazenadas
    - Anualmente são armazenadas dezenas de Tbytes de dados
  - Problema relacionados ao gerenciamento de bancos de imagens
    - Como permitir uma acesso interessante a esse enorme volume de dados?
    - Como
-

# Dados Matriciais

- Por que não apenas imagens?



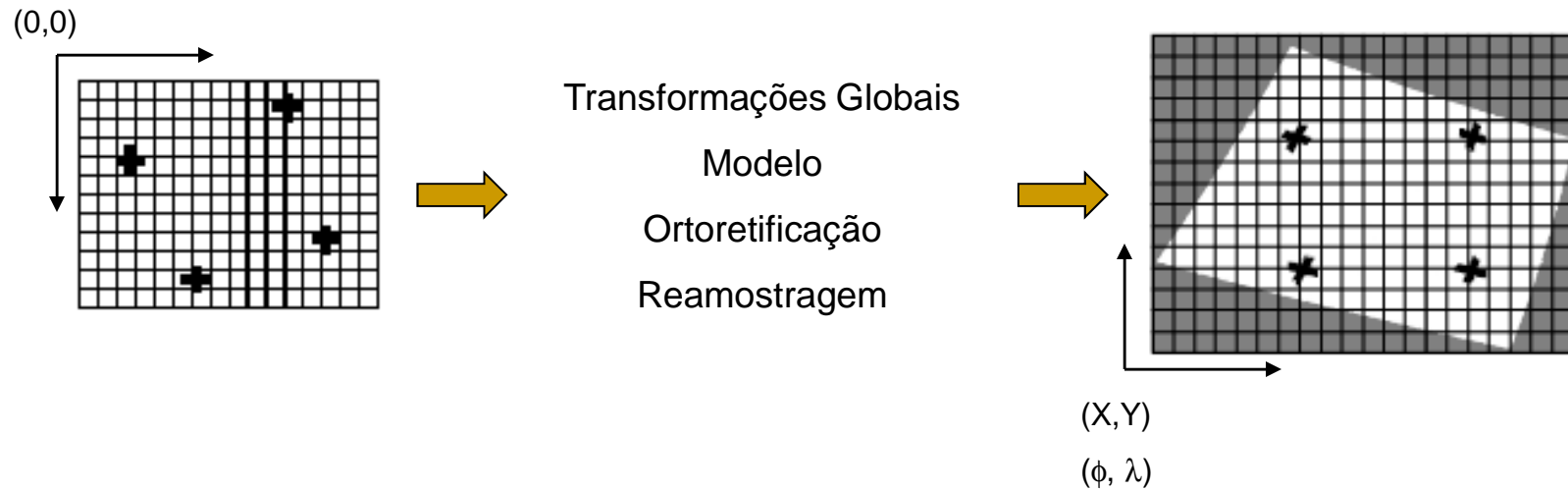
(a) matricial



(b) vetorial

- No aspecto do armazenamento físico, não há diferença entre imagens, ou qualquer outro tipo de dado geográfico com uma representação matricial

# Georeferenciamento

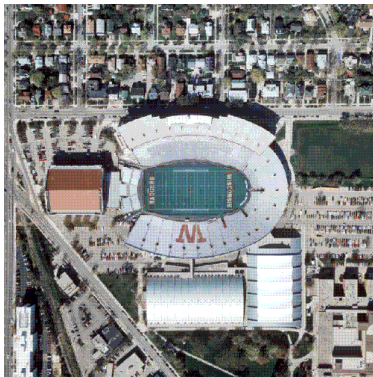


## ■ Formatos de Intercâmbio

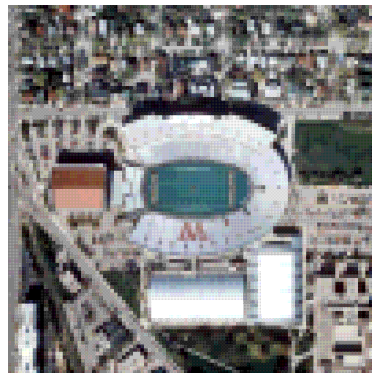
- ❑ Gerais: tif, jpeg, bmp, gif
- ❑ Dados espaciais (propósito geral) : GeoTiff, GeoJPEG2000, NITF
- ❑ Especializados: BSQ, BIL, BIP, HDF

# Resoluções

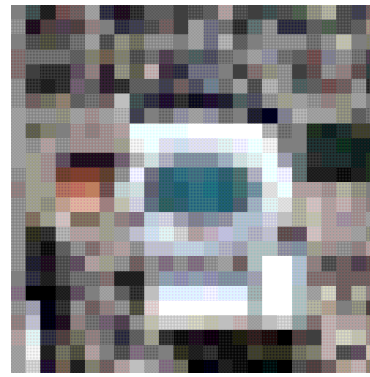
Espacial



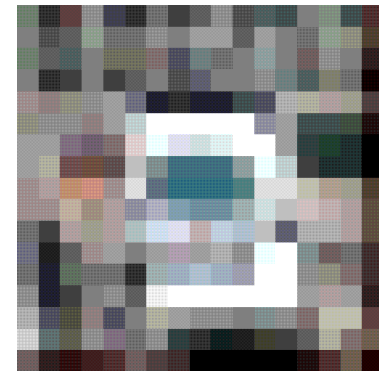
1 x 1 m



5 x 5 m



20 x 20 m



30 x 30 m

Radiométrica



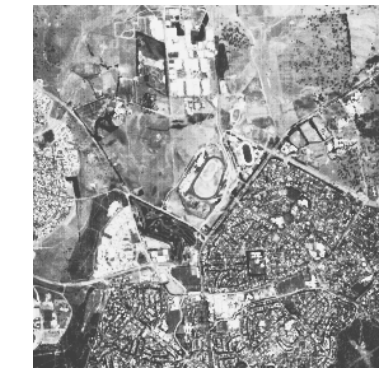
2 níveis



8 níveis



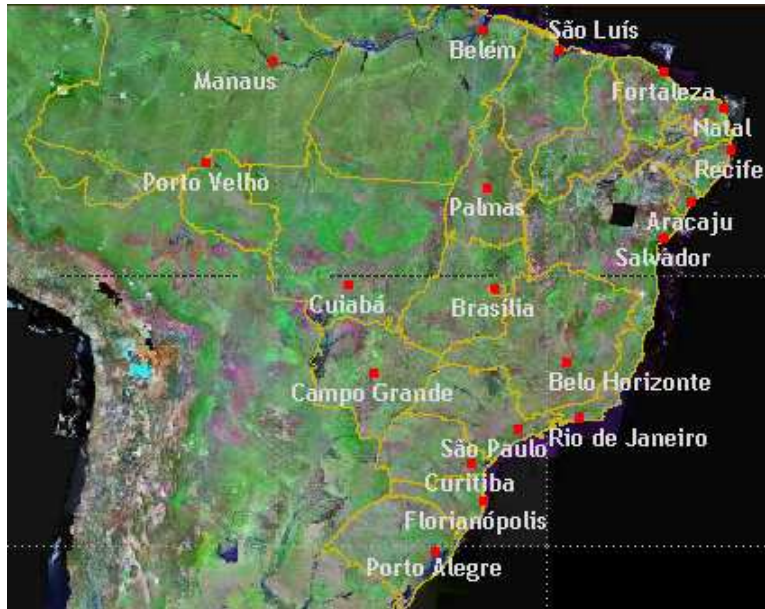
16 níveis



64 níveis

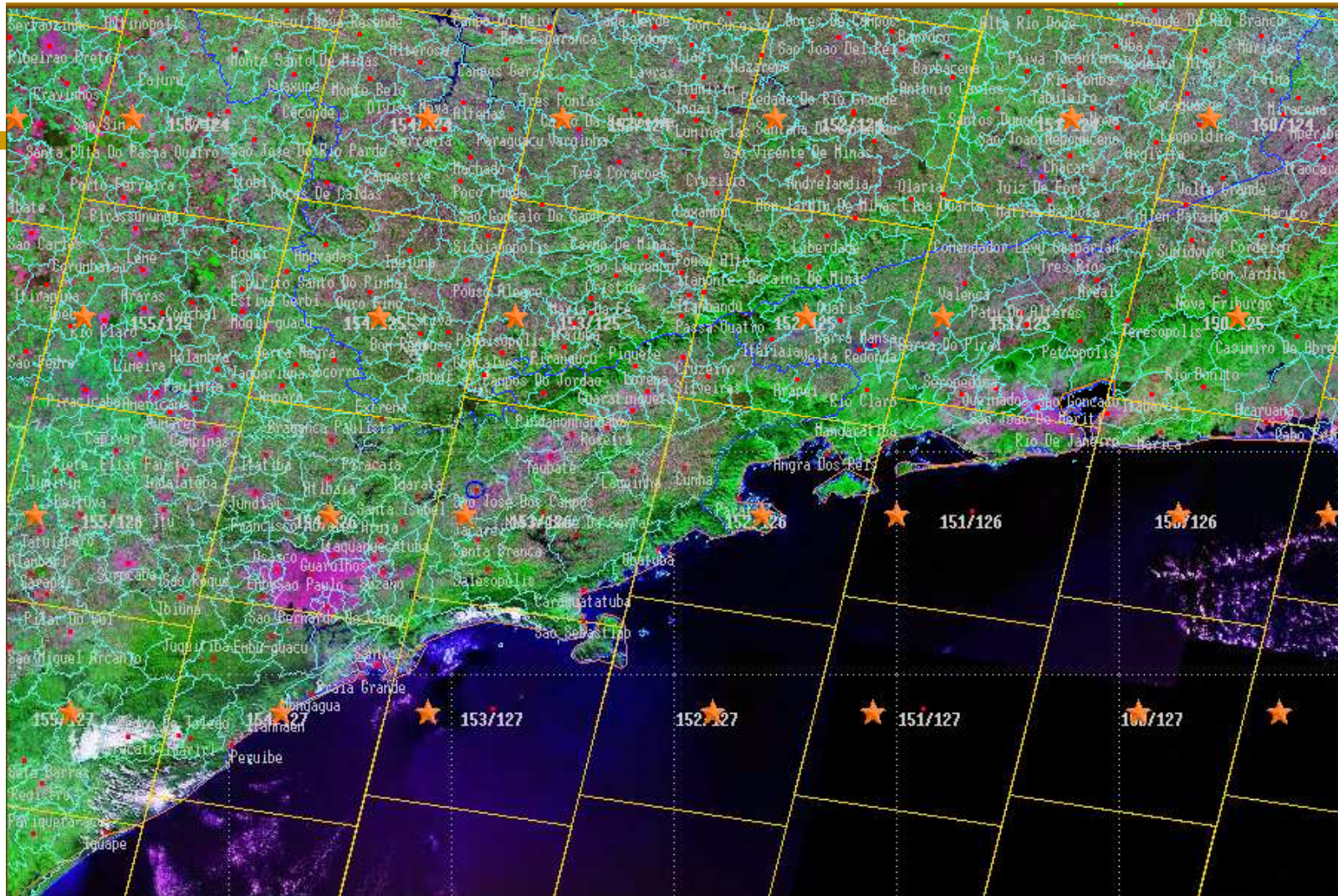
# Resoluções

- Existe um compromisso entre o nível de detalhe e a área total visível:



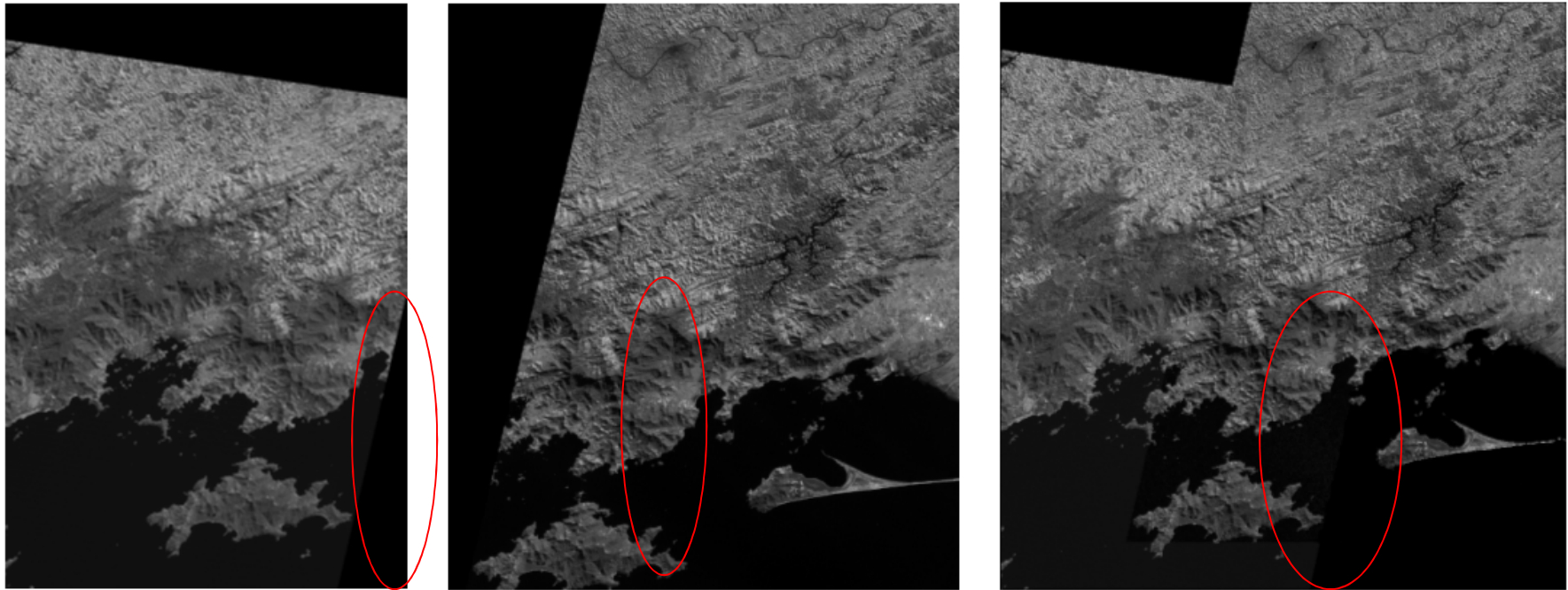


# Particionamento



# Mosaicos

- Criam grandes volumes de dados que recobrem extensas áreas





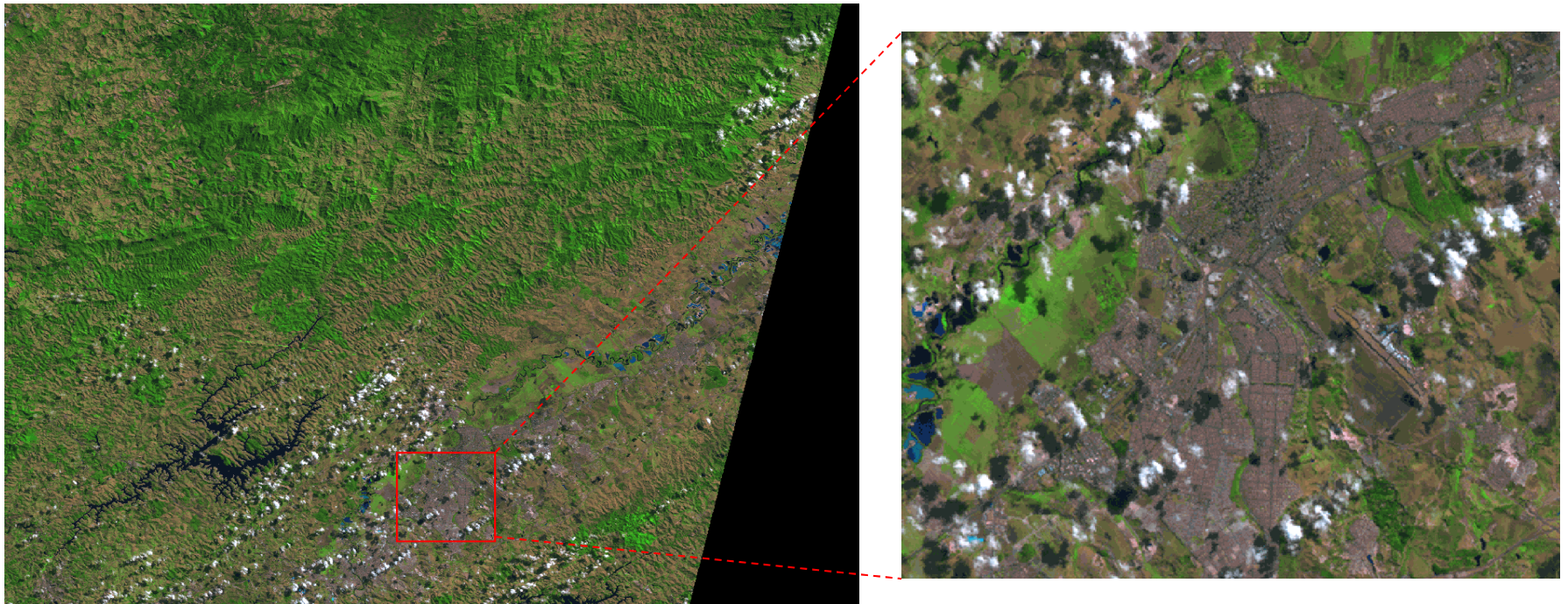
---

# Bancos de Dados de Imagens

- Sistemas especializados capazes de gerenciar grandes volumes de dados para visualização e/ou para distribuição
  - Características desejáveis para esses sistemas:
    - Navegação geográfica
    - Navegação semântica
    - Acesso através de serviços Web
    - Consulta por conteúdo
    - **Eficiência**
-

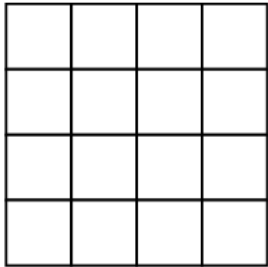
# Grandes volumes de dados

- Necessidade de acessar partes da imagem independentemente: particionamento

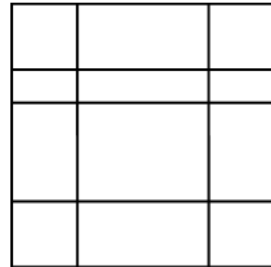


---

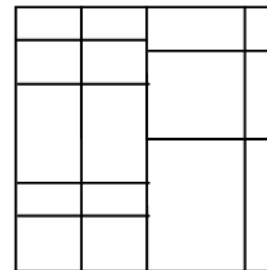
# Particionamento



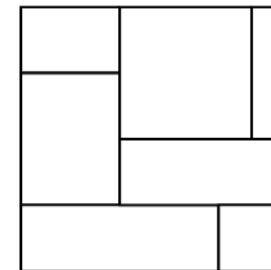
(a) regular



(b) irregular



(a) parcialmente



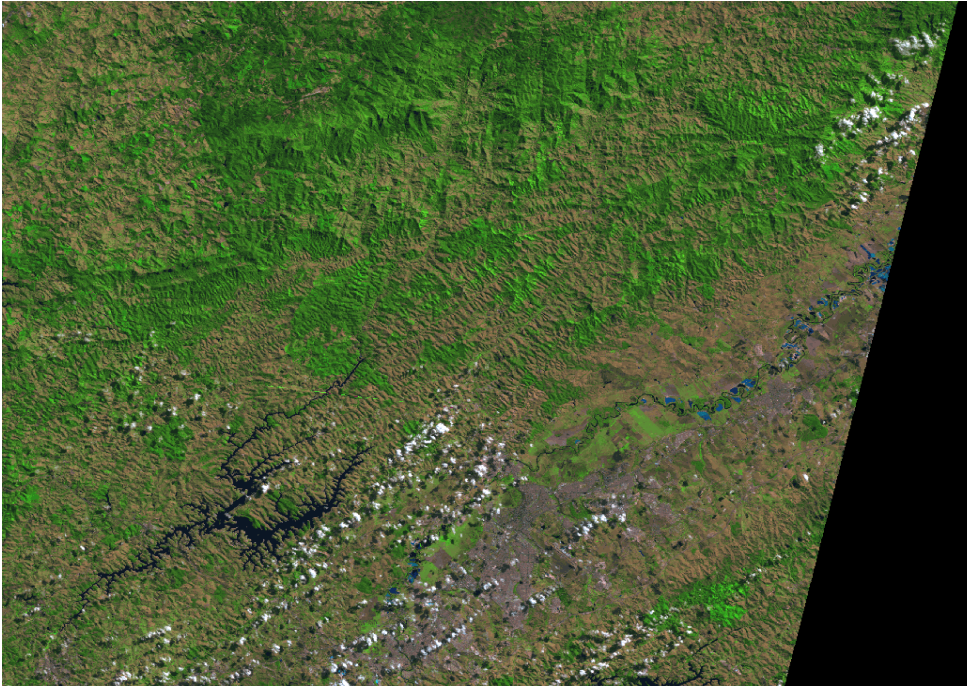
(b) totalmente

---

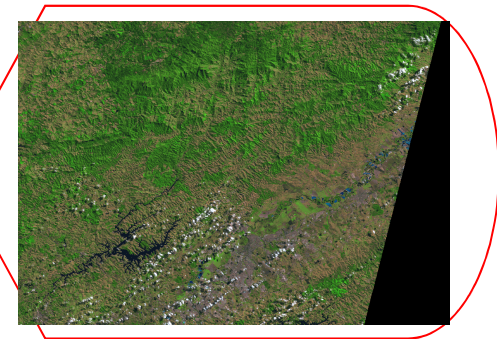


# Grandes volumes de dados

5000 x 8000



1000 x 500

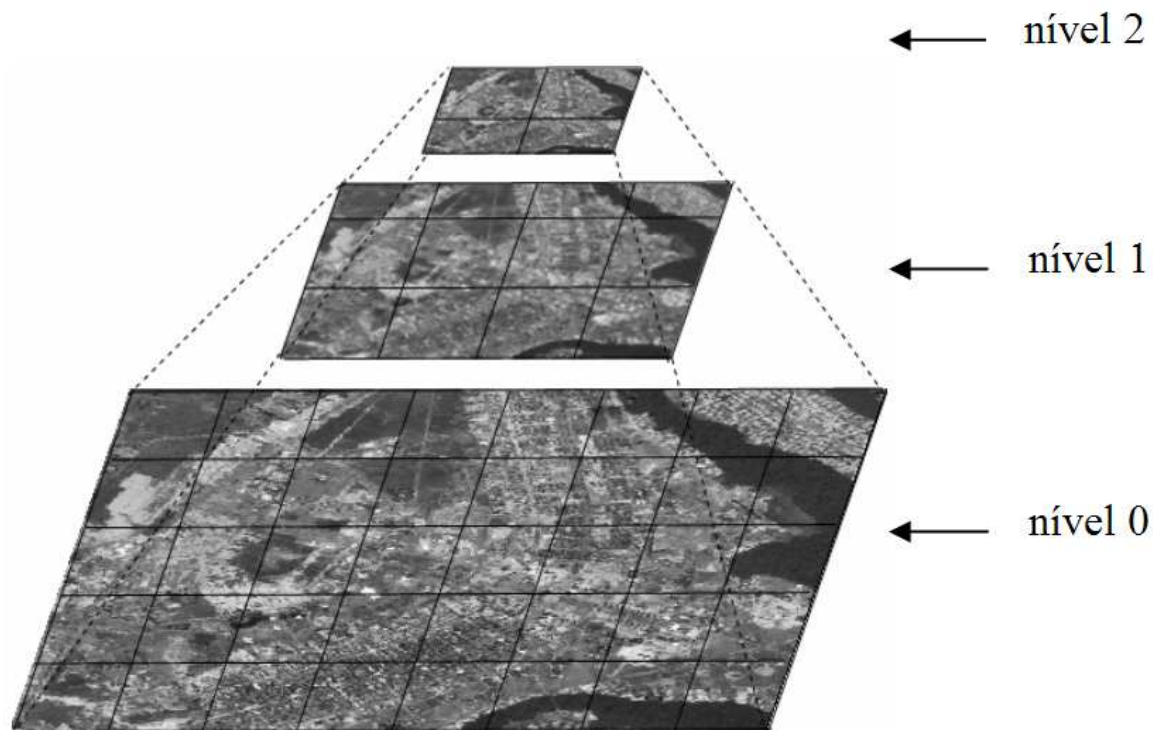


- Para visualizar uma imagem com mais pixels que sua área de display uma reamostragem sempre acontece



# Multi-resolução e particionamento

- Versões amostradas e particionadas são previamente computadas



---

# Gerência de Dados Matriciais

- Metadados
    - Geometria
    - Georefenciamento
    - Características dos valores
    - Localização
  - Particionamento
    - Eficiência na recuperação de partes específicas do dado
  - Multi-resolução
    - Eficiência no acesso aos dados em diferentes escalas
-

---

# Exemplos: Mosaico do Brasil

- Sistema Web baseado somente em arquivos
  - Aplicação controla o acesso e busca or arquivinhos de imagens
  - Demonstração



---

# Exemplos: Catálogo de Imagens CBERS

- Duas camadas:
    - Camada de consulta (online)
      - Banco de Dados armazena quick look das imagens
      - Metadados
    - Camada de disponibilização (offline)
      - Sistemas especializados gerencia a recuperação das imagens um sistema hierárquico de armazenamento em diferentes meios (disco, fitas, etc.)
-



---

# SGBD - Vantagens

- Persistência
  - Transações
  - Controle de concorrência
  - Recuperação em caso de falha
  - Gerência de consultas
  - Visões
  - Segurança e proteção
  - Eficiência
  - Sistema distribuído
  - *Habilidade de tratar um grande número de usuários e um grande volume de dados*
-

---

# Soluções Especializadas

- RASDAMAN : [www.rasdaman.com](http://www.rasdaman.com)
  - Servidor especializado em dados raster, multi-dim  
limite de extensão



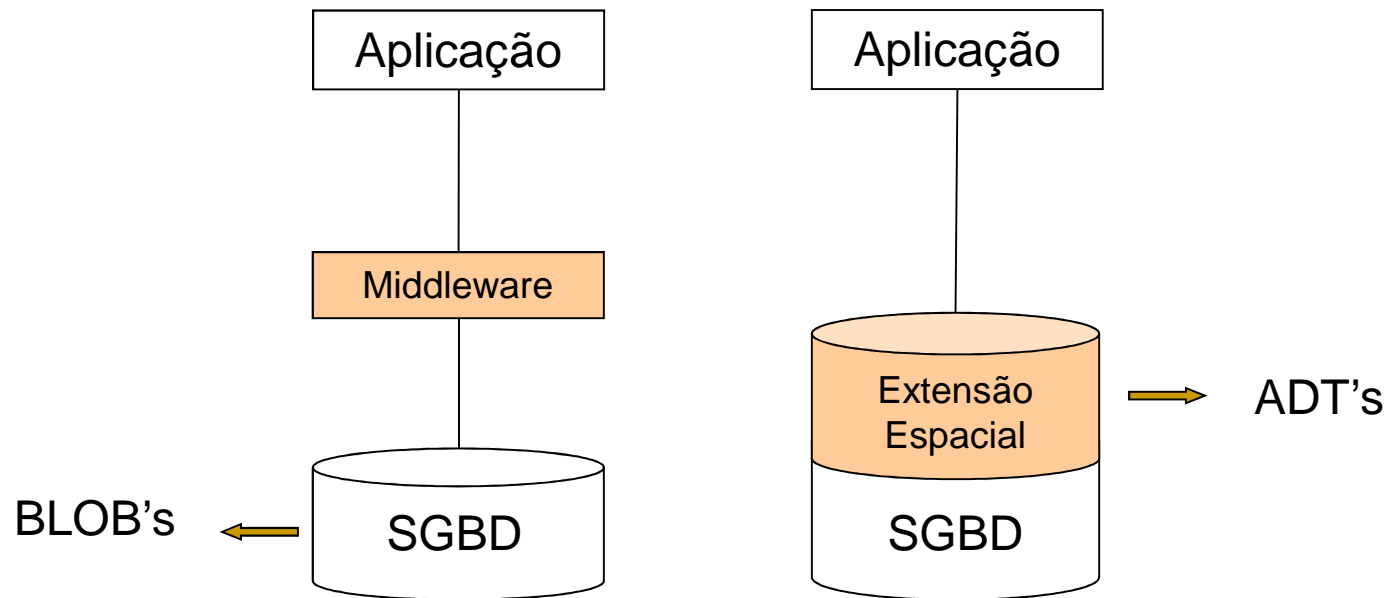
---

# Tecnologias de SGBD

- Relacional
    - Não permite o tratamento de dados complexos
    - Linguagem SQL
  - Objeto-Relacionais
    - Tipos complexos
    - Interface de programação
  - Orientados-a-objetos
    - Tipos abstratos: estruturas + operações + herança
    - Interface de programação
-

# Implementação

- SGBD objeto-relacionais



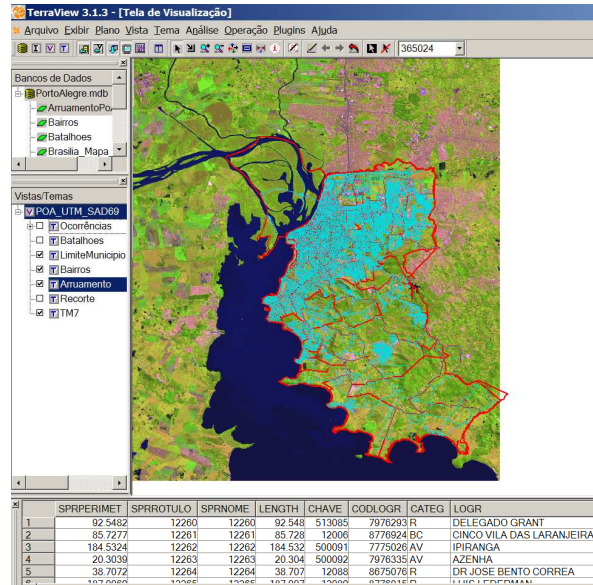
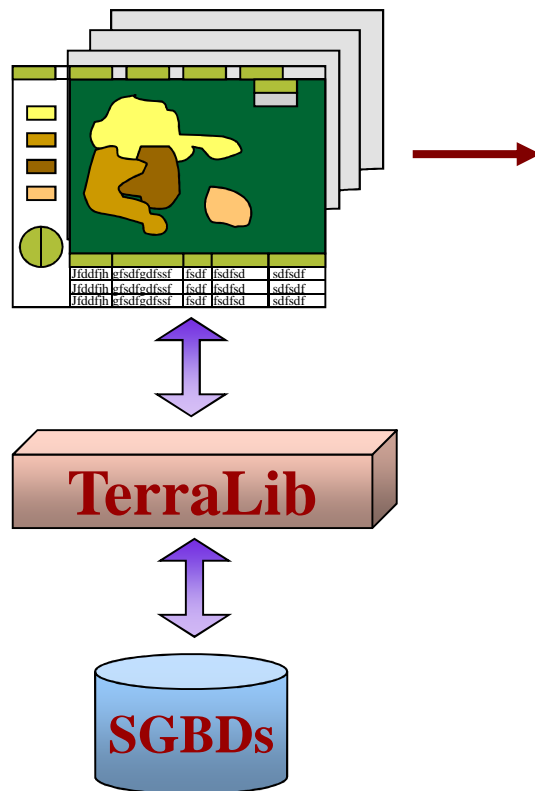


---

# BLOB: TerraServer

- Repositório público de imagens de satélite, imagens de alta resolução e dados de topografia
  - Arquitetura em 3 níveis: (1) cliente Web, (2) servidor web que atende a requisições HTTP e (3) um servidor SGBD SQLServer contendo os dados e metadados
  - Organiza dados por tema e por cena
  - Suporta multi-resolução e particionamento
  
  - [www.terraserver.com](http://www.terraserver.com)
-

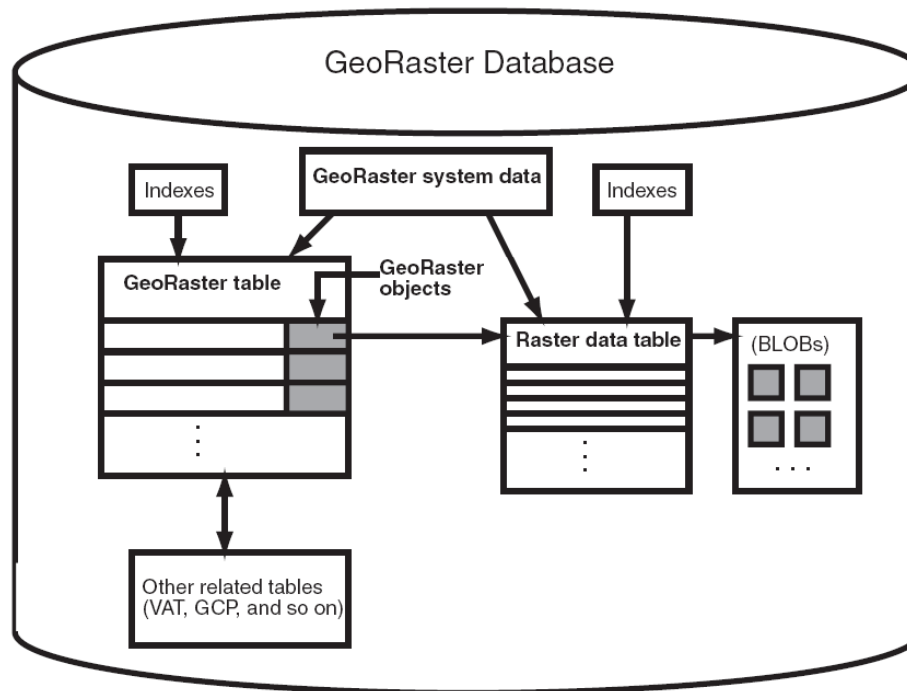
# BLOB: TerraLib



- Particionamento e multi-resolução
- Utiliza BLOBS: trabalha com diferentes SGBD's
- Organiza representações por planos de informação ou layers

# Extensão Espacial: GeoRaster Oracle

- Primeira extensão espacial com suporte a dados matriciais



# Extensão Espacial: GeoRaster Oracle

- Procedimentos e funções para popular e consultar o banco

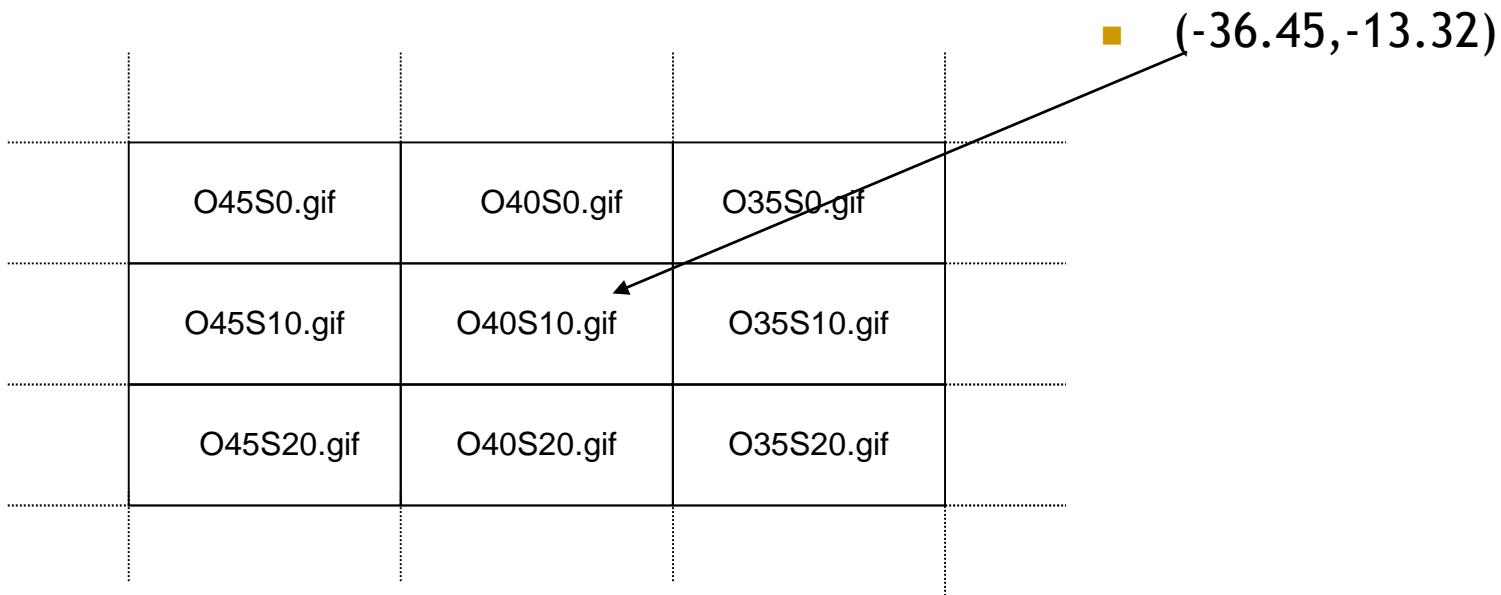
```
CREATE TYPE sdo_georaster AS OBJECT (  
  rasterType      NUMBER,  
  spatialExtent   SDO_GEOMETRY,  
  rasterDataTable VARCHAR2(32),  
  rasterID        NUMBER,  
  metadata        XMLType);
```

The following example initializes an empty GeoRaster object into which an external image in TIFF format is to be imported, and then imports the image.

```
DECLARE  
  geor SDO_GEOASTER;  
BEGIN  
  -- Initialize an empty GeoRaster object into which the external image  
  -- is to be imported.  
  INSERT INTO georaster_table  
    values( 1, 'TIFF', sdo_geor.init('rdt_1') );  
  
  -- Import the TIFF image.  
  SELECT georaster INTO geor from georaster_table  
    where georid = 1 FOR UPDATE;  
  sdo_geor.importFrom(geor, NULL, 'TIFF', 'file',  
    'sdo/demos/georaster/data/img1.tif');  
  UPDATE georaster_table SET georaster = geor where georid = 1;  
  COMMIT;  
END;/
```

# Acesso eficiente aos blocos

- Voltando ao Mosaico do Brasil... a lógica está no nome de cada arquivo!



- Depende do sistema de arquivos

---

# Indexação Espacial

- No contexto de banco de dados, acesso eficiente relaciona-se com o conceito de indexação espacial
  - Cada bloco é armazenado em um registro de uma tabela relacional
  - Cada bloco possui um identificador único
  - Cada bloco possui uma referência ao seu retângulo envolvente
  - Índices são estruturas adicionais que permitem que a seleção de um conjunto de registros que satisfazem um determinado critério, seja feita sem que se faça uma busca extensiva (B-Tree)
  - Índices espaciais são estruturas especialmente voltadas para consultas por critérios espaciais: tipicamente uma janela de busca
-



# Indexação espacial

## 3.6 Indexing GeoRaster Data

GeoRaster data can be indexed in various ways. The most important index you can create on a GeoRaster object is a spatial index on the spatial extent (footprint) geometry of the GeoRaster object (`spatialExtent` attribute, described in

- Os SGBD's com suporte de indexação espacial
- GeoRaster
  - Permite a indexação espacial
  - Permite a indexação espacial
  - Permite a indexação matricial

GeoRaster Operations 3-5

Changing Raster Storage

[Section 2.1.2](#)). For information about creating spatial indexes, see *Oracle Spatial User's Guide and Reference*.

You can also create one or more other indexes, such as:

- Function-based indexes on metadata objects using the Oracle XMLType or Oracle Text document indexing functionality
- Standard indexes on other user-defined columns of the GeoRaster table, such as cloud coverage, water coverage, or vegetation

In addition to any indexes that you may create, a B-tree index for Oracle internal use is built on each raster data table.

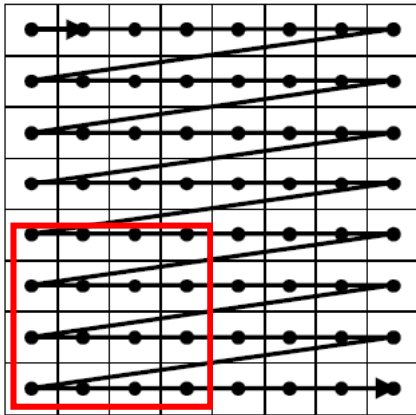
# Extensão espacial

- SGBD sem extensão espacial dispõe apenas de B-Tree
  - Criar uma identificação para cada bloco que reflita a sua proximidade espacial

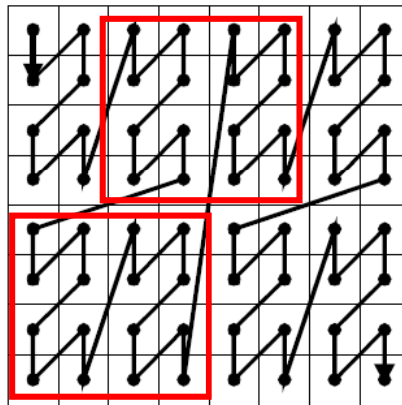
1	2	3
4	5	6
7	8	9

# Curvas de Preenchimento

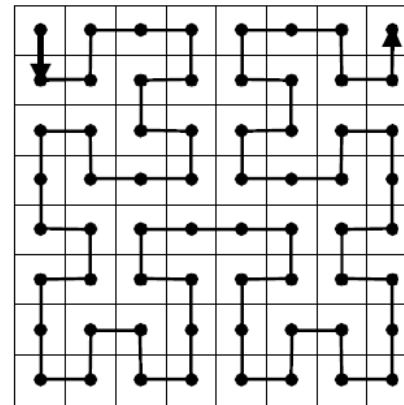
Row Ordering



Morton Ordering



Hilbert-Peano Ordering



Não existe uma curva que preserve totalmente a adjacência no espaço

---

# Indexação espacial

- TerraServer: indexação baseada em row order usando B-Tree
  - TerraLib
    - Bancos sem extensão: indexação baseada em row order usando B-Tree
    - Bancos com extensão: indexação espacial baseada no retângulo envolvente de cada bloco
  - Blocos são individualmente comprimidos
-

---

# Recuperação por conteúdo

- **Content-based image retrieval (CBIR)**
  - Fazer consultas em grandes bases de dados de imagens
  - Usa como critérios de busca, características das imagens e não metadados fornecidos pelo usuário
  - Recuperação semântica
    - Encontre imagens de cachorro
    - Encontre imagens com rios
  - Sistemas especializados em busca por conteúdo
    - A busca por exemplos (query-by-example)
    - A busca por rascunhos (query-by-sketch)
-

---

# Conclusões

- Bancos de Dados de Imagens
    - Sistemas capazes de gerenciar grandes volumes de informação
    - Tipicamente: particionamento e multi-resolução
    - Metadados são parte importante do banco de dados
    - Busca por conteúdo
-