

Sistemas de Informação Geográfica

Prof. Tiago Eugenio de Melo, MSc.

SUMÁRIO

- Apresentação da ementa
- Introdução
- Conceitos Básicos de Geoinformação
- Arquitetura de SIGs
- Referências Bibliográficas

APRESENTAÇÃO DA EMENTA

- 0. Apresentação da ementa
 - 0.1 Definição das avaliações
 - As avaliações do segundo bimestre valerão para como a nota do semestre.
 - 0.2 Referências bibliográficas
 - Introdução à Ciência da GeoInformação, editado e organizado por Gilberto Câmara et al. Download: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd> (principal livro texto usado no curso).
 - Outros livros (<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>).
 - Site do professor: www.tiagodemelo.info

INTRODUÇÃO

• Conceito

- Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-eferenciados.

INTRODUÇÃO

- Histórico
 - As primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas.
 - Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica surgiram na década de 60, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais.

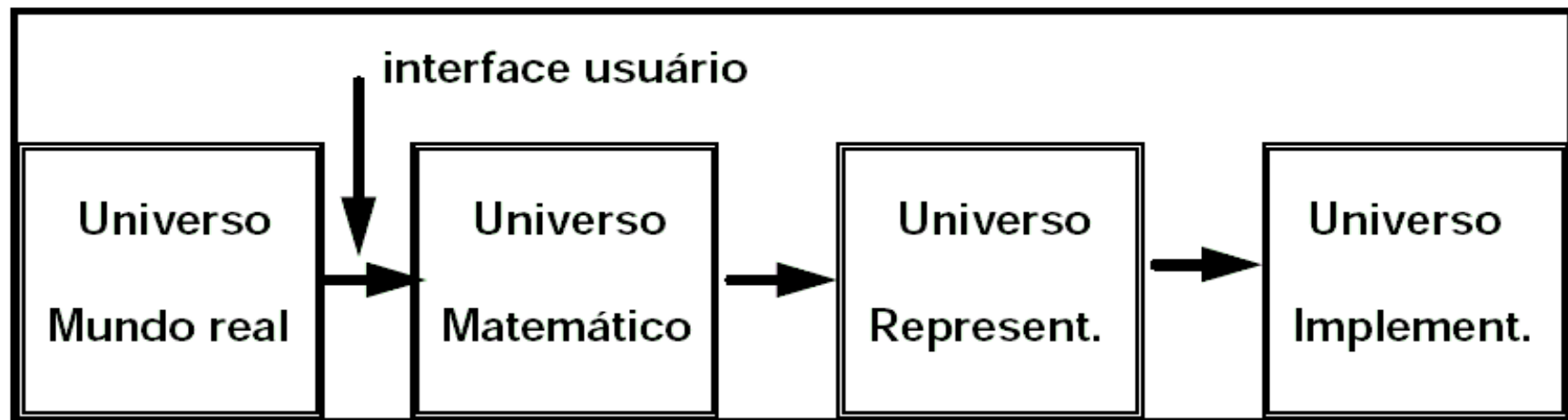
INTRODUÇÃO

- Histórico

- A década de 80 representa o momento quando a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje.
- No decorrer dos anos 80, com a grande popularização e barateamento das estações de trabalho gráficas, além do surgimento e evolução dos computadores pessoais e dos sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais, ocorreu uma grande difusão do uso de GIS.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador
 - Existem quatro universos:



CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

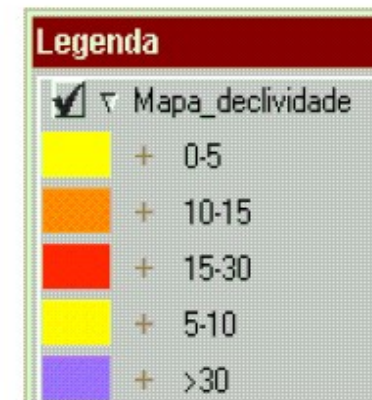
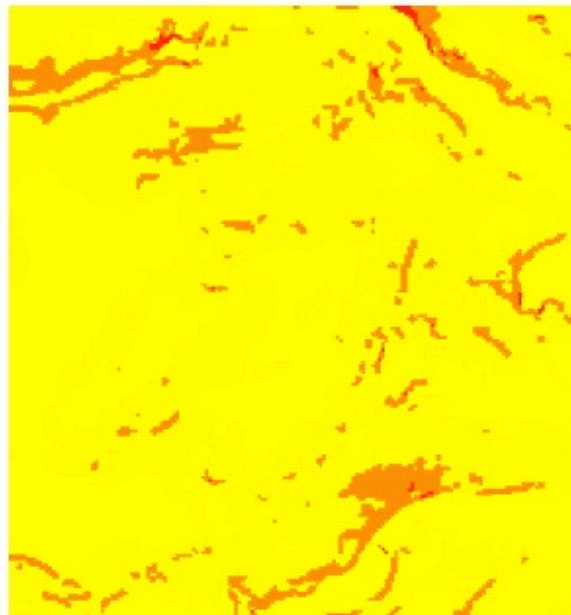
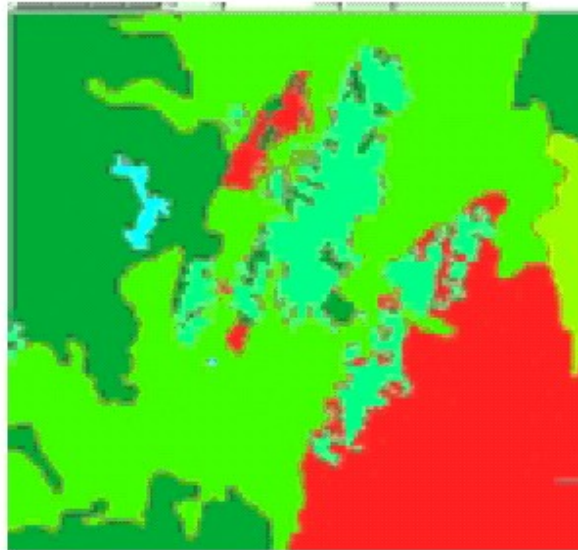
- Representação dos dados no computador
 1. mundo real
 - a representação de um objeto geográfico num GIS dependerá da escala que utilizarmos.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador
 1. mundo real
 - as principais escalas de mensuração são:
 - nominal (temático) -> baseia-se na diferenciação entre os objetos segundo classes distintas.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Nominal



CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador
 1. mundo real
 - as principais escalas de mensuração são:
 - ordinal (temático) -> atribui valores ou nomes para as amostras.
 - intervalo (baseado em números reais) -> o ponto de referência zero é definido de forma arbitrária.
 - razão (baseado em números reais) -> o ponto de referência zero não é arbitrário, mas definido por alguma condição natural.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador

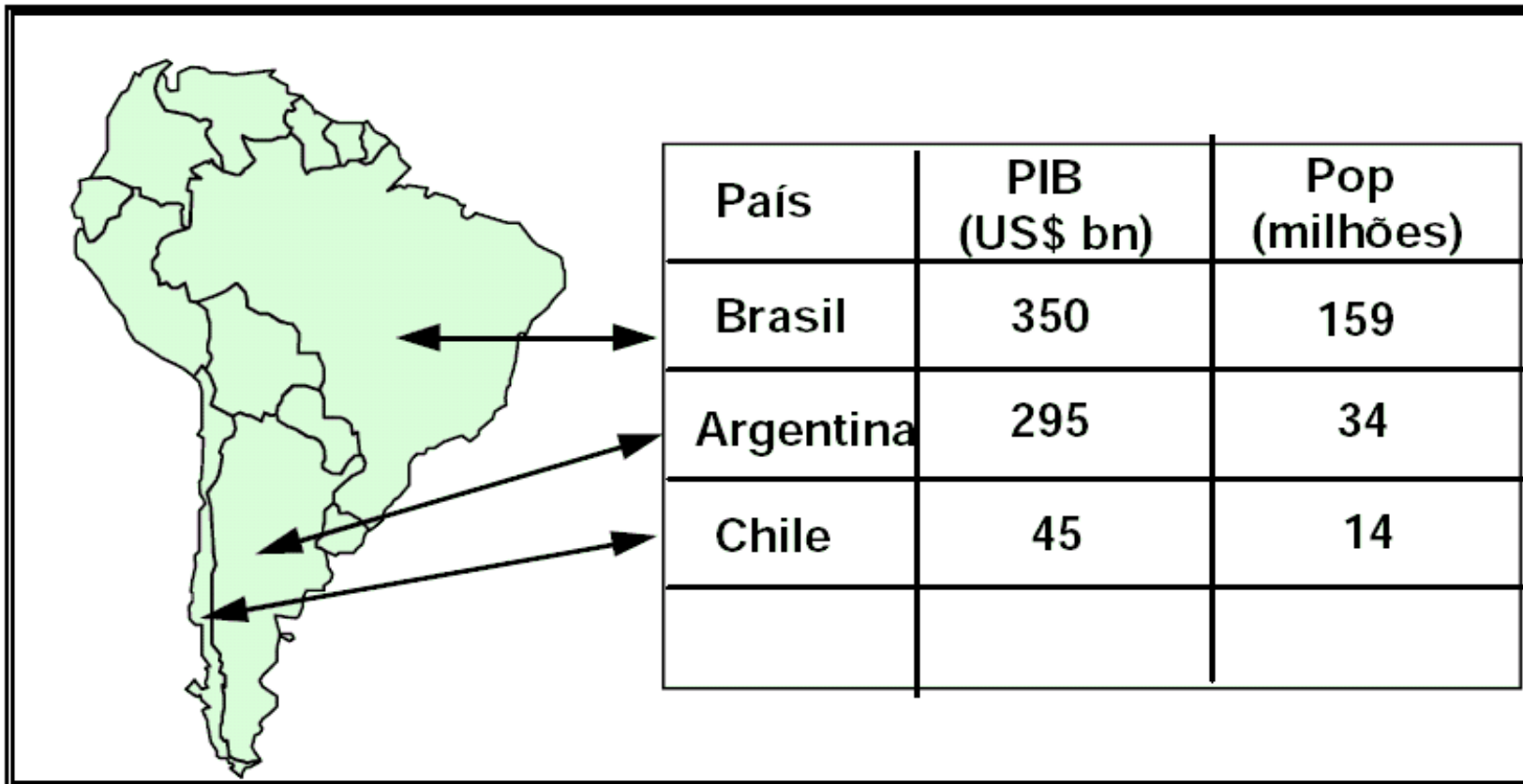
- 1. mundo real

- tipos de dados em geoprocessamento

- dados temáticos: descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, como os mapas de pedologia.
 - dados cadastrais: cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Exemplo: mapa cadastral da América do Sul.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Dados cadastrais

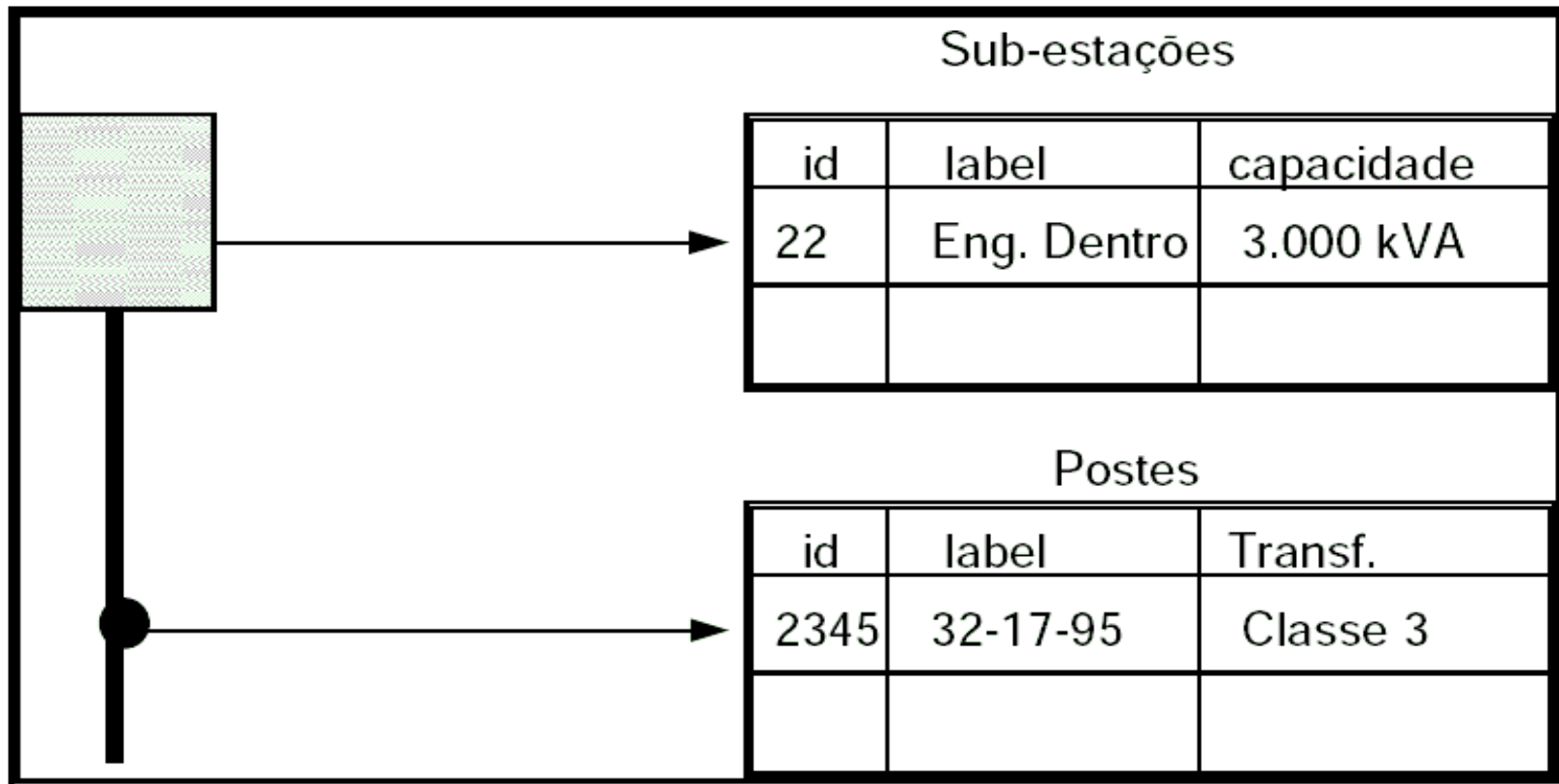


CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador
 1. mundo real
 - tipos de dados em geoprocessamento
 - redes: cada objeto geográfico possui uma localização geográfica e está sempre associado a atributos descritivos presentes no banco de dados. Exemplo: redes de água.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Redes

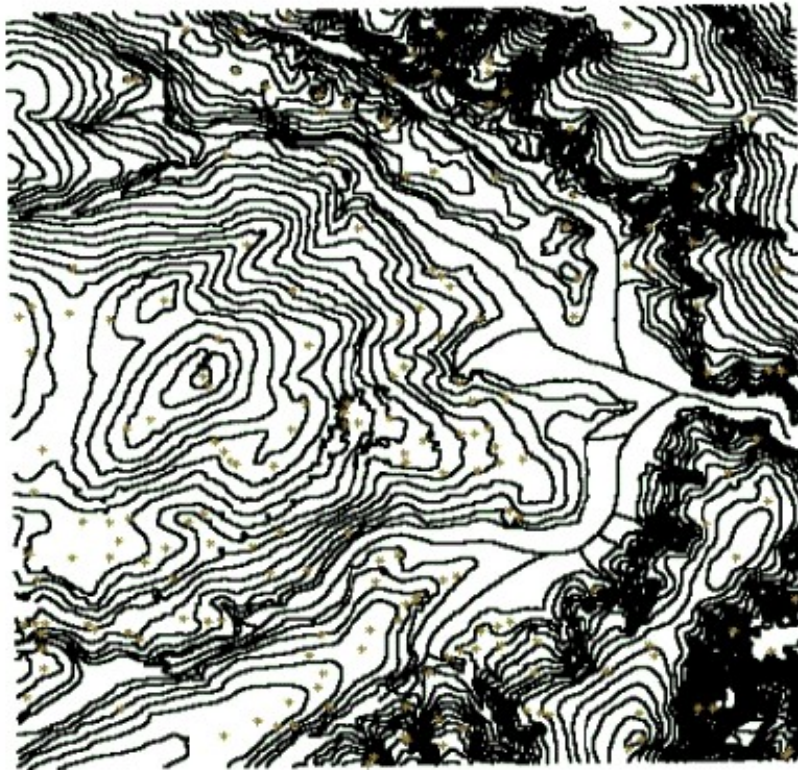


CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador
 1. mundo real
 - tipos de dados em geoprocessamento
 - modelo numérico de terreno: Exemplo: mapa de declividade.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Modelo Numérico de Terreno

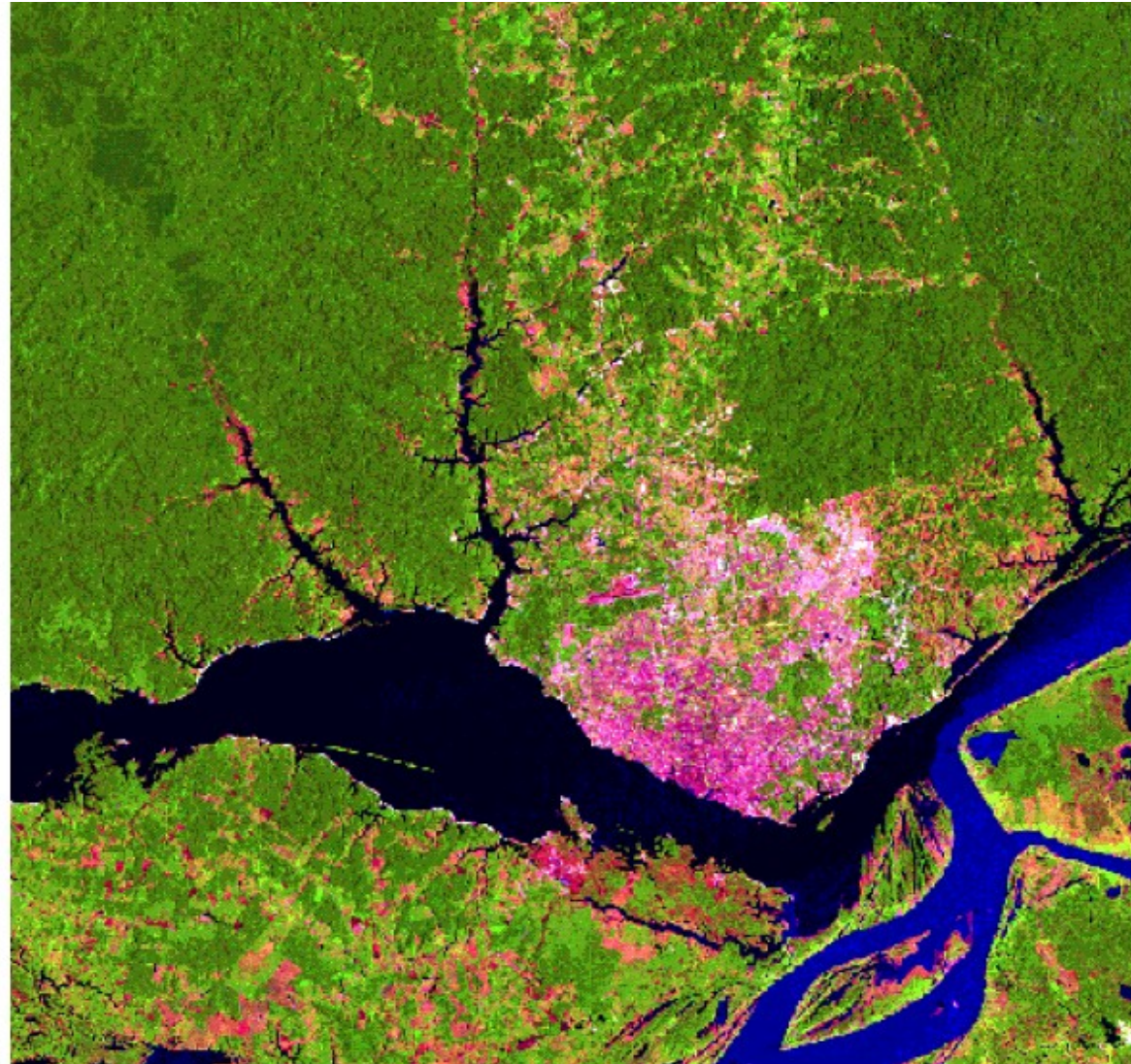


CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador
 1. mundo real
 - tipos de dados em geoprocessamento
 - imagens: obtidas por satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Imagens



Exemplo de Imagem (composição colorida TM/IANDSAT para a região de Manaus.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

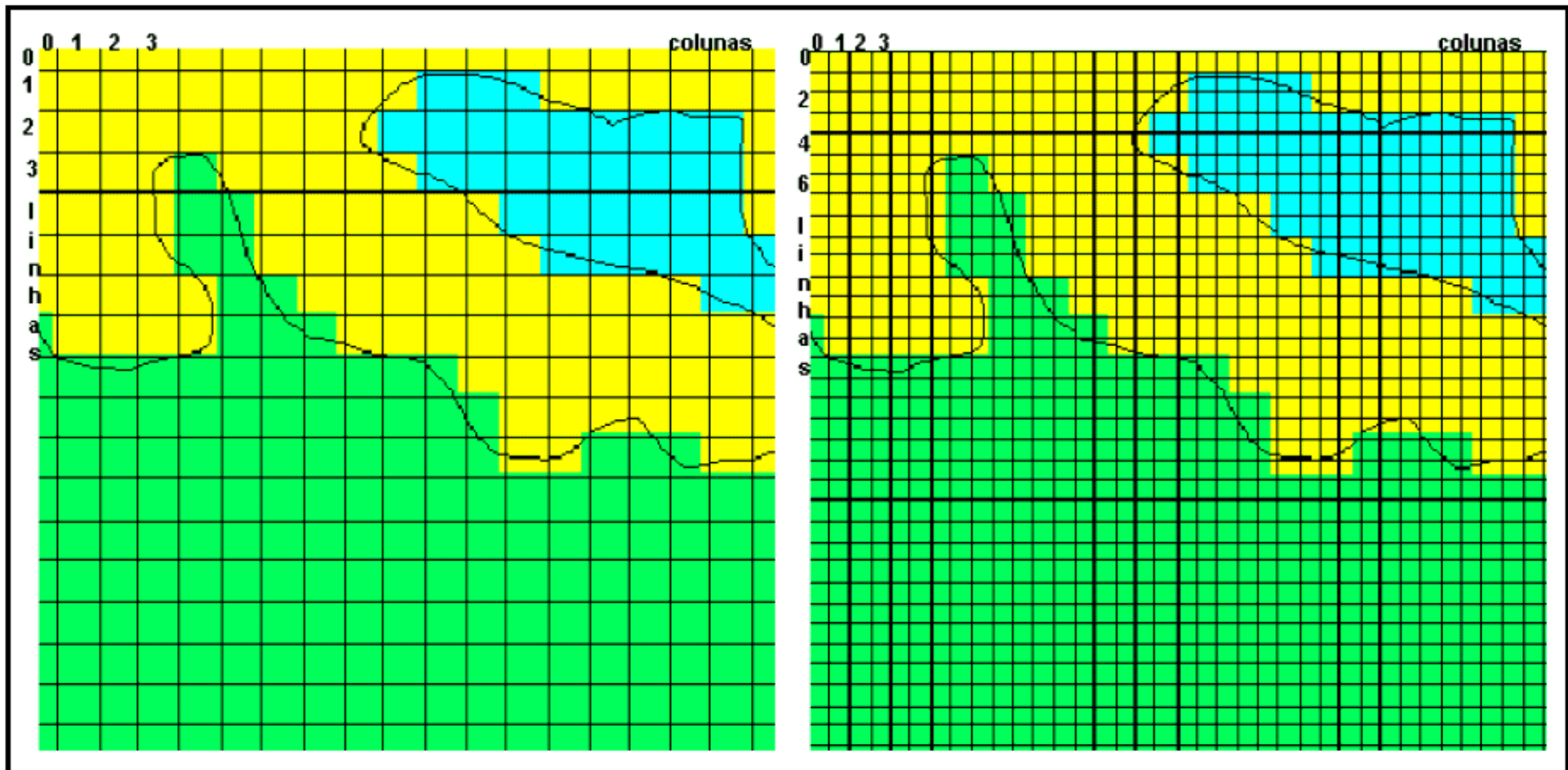
- Representação dos dados no computador
 2. matemático (conceitual)
 - classes formais de dados geográficos (dados contínuos e objetos individualizáveis)

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador
 - 3. representação
 - representações matriciais e vetoriais

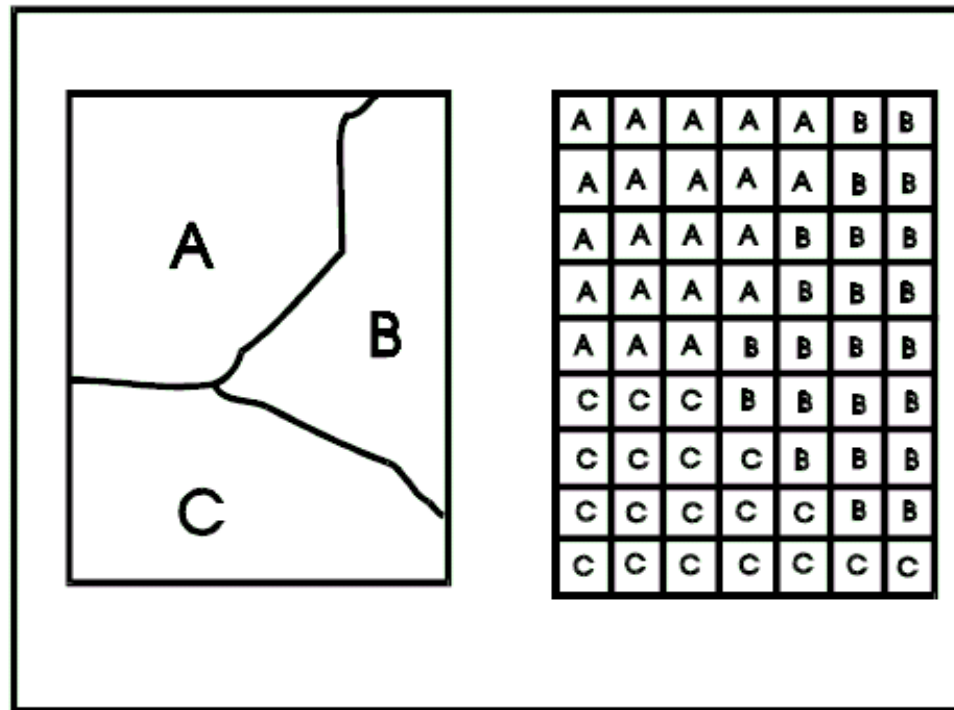
CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Matricial (raster)



CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Comparação Matricial e Vetorial



CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Representação dos dados no computador

4. implementação

- Preocupação com a estrutura de dados.
- Decisões concretas de programação.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Os Sistemas de Informação Geográfica são sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial.
- Para isto, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- O requisito de armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos representa uma dualidade básica para SIGs.
- Há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:
 - como ferramenta para produção de mapas;
 - como suporte para análise espacial de fenômenos;
 - como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Definição de SIGs:
 - “Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (Burrough, 1986);
 - “Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (Cowen, 1988);c

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Principais características dos SIGs:
 - Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
 - Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

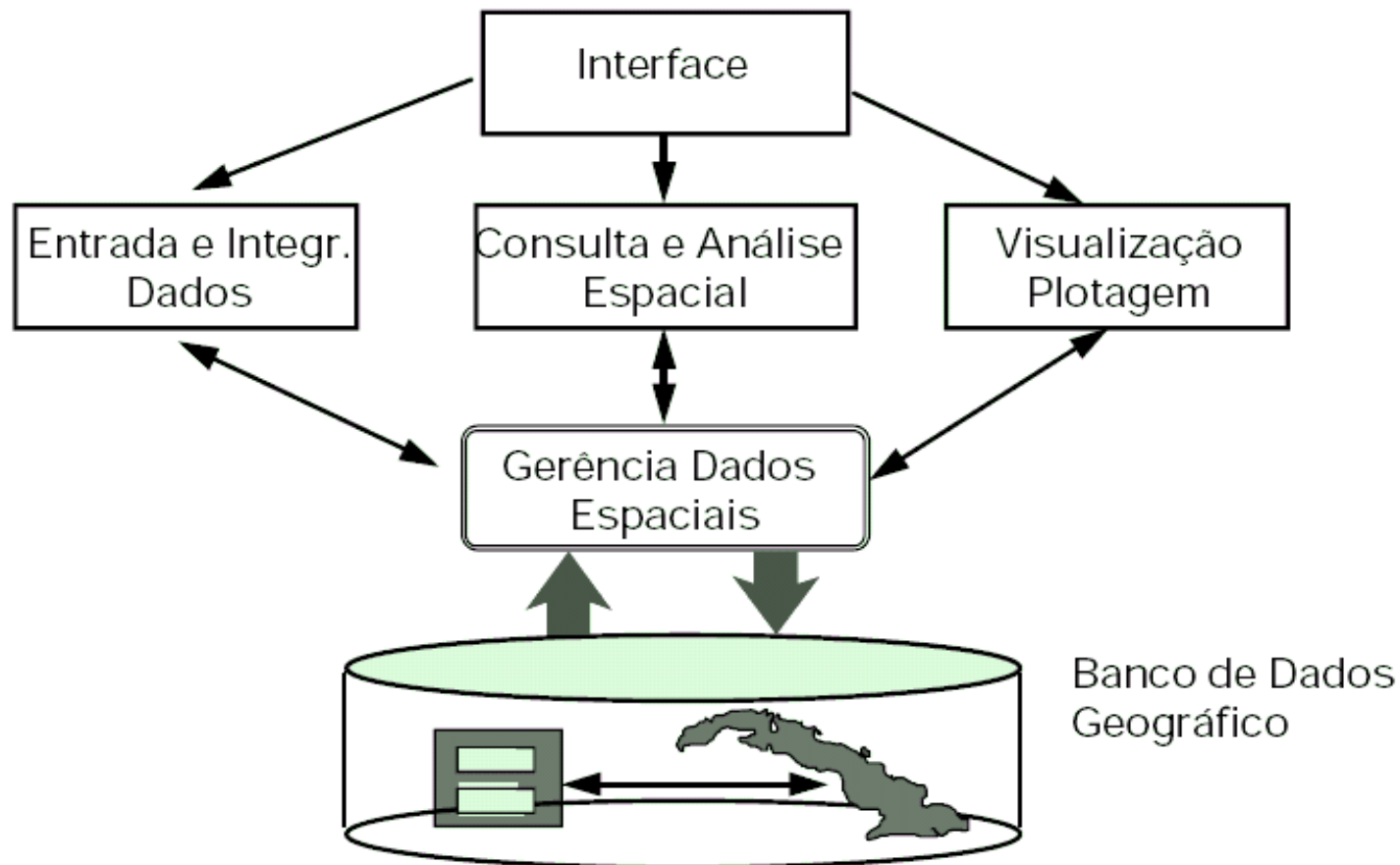
- Estrutura de um SIG:
 - Interface com usuário;
 - Entrada e integração de dados;
 - Funções de consulta e análise espacial;
 - Visualização e plotagem;
 - Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Exemplos de consultas ao SIG:
 - "Recupere os dados relativos à carta de Guajará-Mirim " (restrição por definição de região de interesse);
 - "Recupere as cidades do Estado de São Paulo com população entre 100.000 e 500.000 habitantes" (consulta por atributos não-espaciais).
 - "Mostre os postos de saúde num raio de 5 km do hospital municipal de S.J.Campos" (consulta com restrições espaciais).

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Estrutura geral de um SIG



ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Gerência de dados
 - dual
 - integrada baseada em SGBDs relacionais
 - integrada baseada em extensões espaciais sobre SGBDs objeto-relacionais

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Arquitetura dual
 - Um SIG implementado com a estratégia dual utiliza um SGBD relacional para armazenar os atributos convencionais dos objetos geográficos (na forma de tabelas) e arquivos para guardar as representações geométricas destes objetos.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

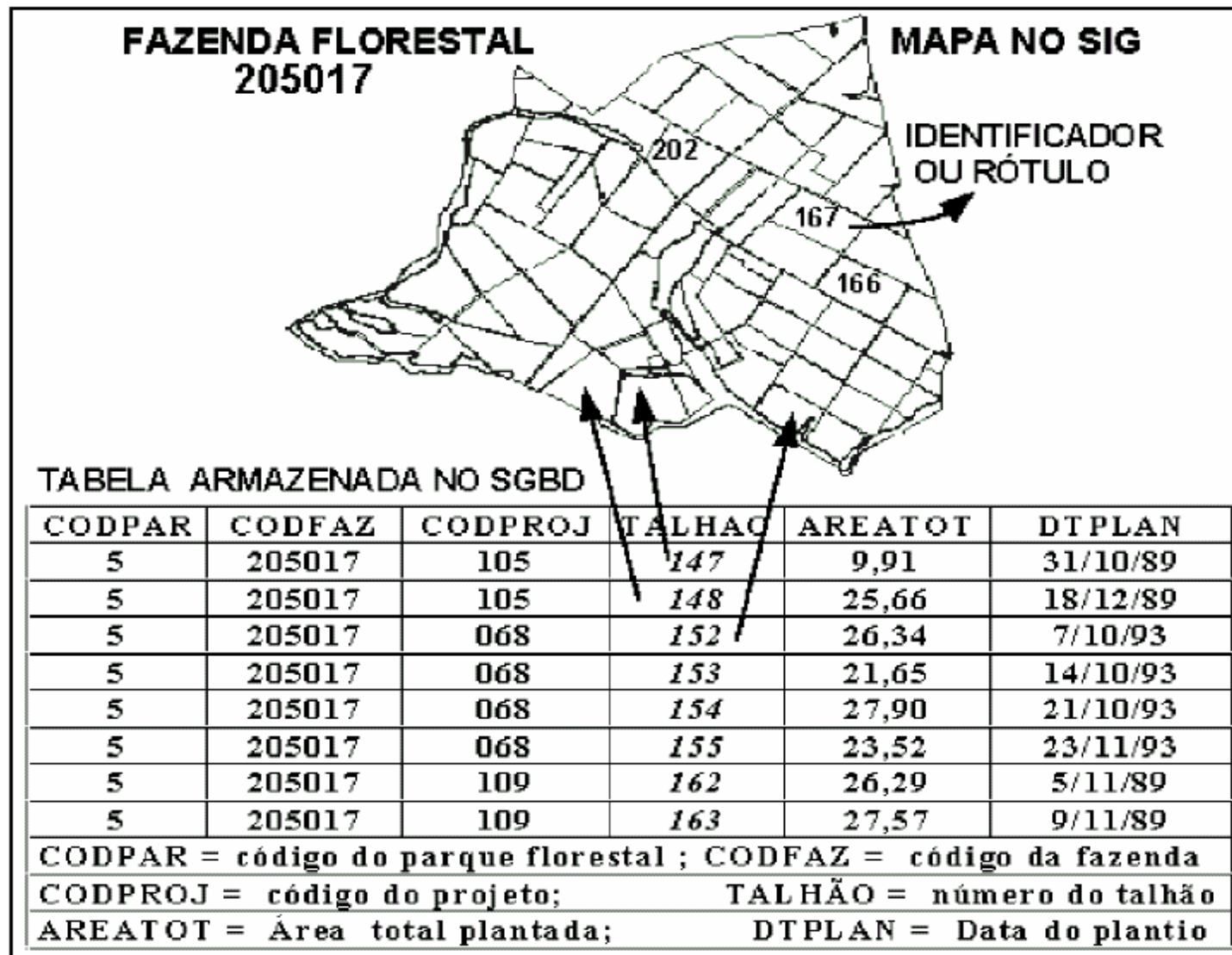


Figura 3.2 Estratégia dual para bancos de dados geográficos.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Arquitetura dual
 - A principal vantagem desta estratégia é poder utilizar os SGBDs relacionais de mercado.
 - No entanto, como as representações geométricas dos objetos espaciais estão fora do controle do SGBD, esta estrutura dificulta o equacionamento das questões de otimização de consultas, gerência de transações e controle de integridade e de concorrência.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- As principais desvantagens da arquitetura dual são:
 - Dificuldades no controle e manipulação dos dados espaciais;
 - Consultas mais lentas, pois são processadas separadamente. A parte convencional da consulta é processada pelo SGBD separado da parte espacial, que é processada pelo aplicativo utilizando os arquivos proprietários;

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

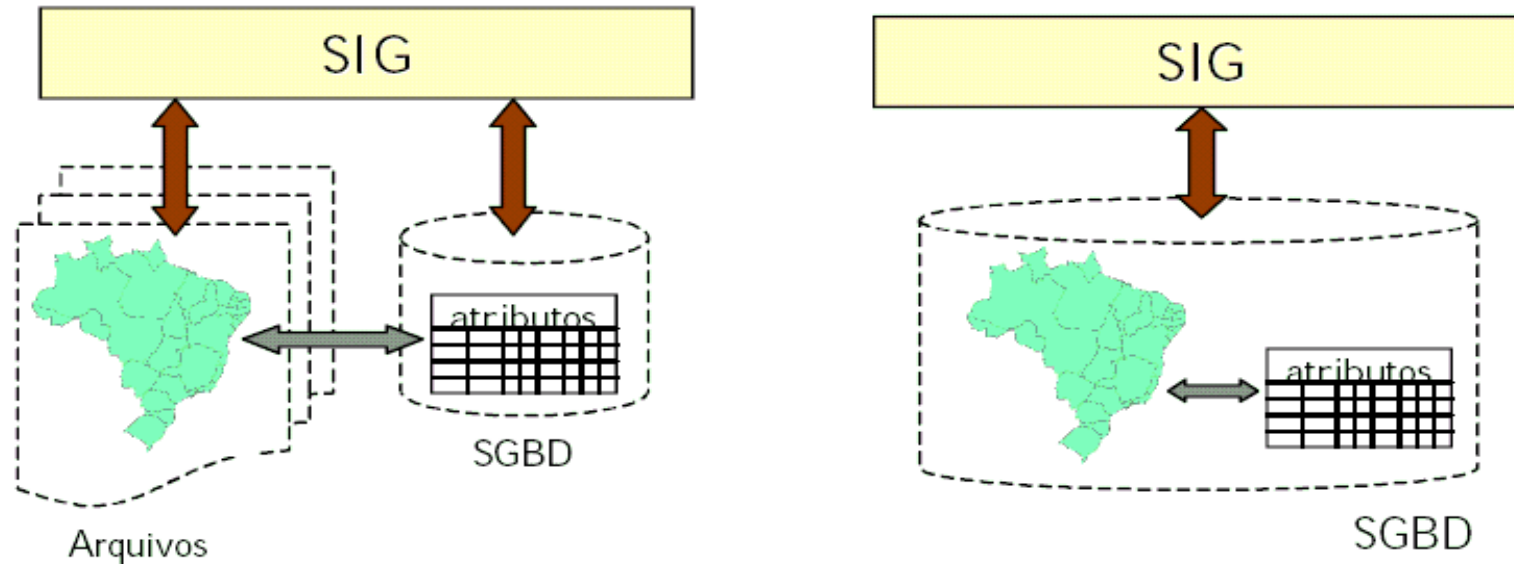
- As principais desvantagens da arquitetura dual são:
 - Dificuldade em manter a integridade entre a componente espacial e a componente alfanumérica;
 - Falta de interoperabilidade entre os dados. Cada sistema produz seu próprio arquivo proprietário sem seguir um formato padrão, o que dificulta a integração destes dados.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Arquitetura Integrada para Gerência de Dados
 - A arquitetura Integrada, mostrada na Figura 3.3b, consiste em armazenar todo o dado espacial em um SGBD, tanto sua componente espacial como a parte alfanumérica.
 - Sua principal vantagem é a utilização dos recursos de um SGBD para controle e manipulação de dados espaciais, como gerência de transações, controle de integridade e concorrência.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Comparação de arquiteturas



ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Arquitetura Integrada para Gerência de Dados
 - Há duas alternativas para a arquitetura integrada:
 - (a) baseada em SGBDs relacionais;
 - (b) baseada em extensões espaciais sobre SGBDs objeto-relacionais.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Arquitetura Integrada para Gerência de Dados
 - A arquitetura integrada baseada em um SGBD relacional utiliza campos longos, chamados de BLOBs, para armazenar a componente espacial do dado.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Arquitetura Integrada para Gerência de Dados
 - Suas principais desvantagens são:
 - Não é capaz de capturar a semântica dos dados espaciais.
 - Métodos de acesso espacial e otimizador de consultas devem ser implementados pelo SIG.
 - Limitações da linguagem SQL1 para a manipulação dos dados espaciais: a SQL padrão oferece recursos limitados para o tratamento de campos longos.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Integrada baseada em extensões espaciais sobre SGBDs objeto-relacionais
 - O outro tipo de arquitetura integrada consiste em utilizar extensões espaciais desenvolvidas sobre SGBDs objeto-relacionais (SGBDOR).
 - Como desvantagens dessa arquitetura podem ser citadas as faltas de mecanismos de controle de integridade sobre os dados espaciais e a falta de padronização das extensões da linguagem SQL.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Um SGBDOR que possui uma extensão para tratar dados espaciais deve ter as seguintes características:
 - Fornecer tipos de dados espaciais (TDEs), como ponto, linha e região, em seu modelo de dados e manipulá-los assim como os tipos alfanuméricos básicos (inteiros, string, etc);
 - Estender a linguagem de consulta SQL para suportar operações e consultas espaciais sobre TDEs;

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Um SGBDOR que possui uma extensão para tratar dados espaciais deve ter as seguintes características:
 - Adaptar outras funções de níveis mais internos para manipular TDEs eficientemente, tais como métodos de armazenamento e acesso (indexação espacial) e métodos de otimização de consultas (junção espacial).

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Uma visão geral da tecnologia de SIG (1a geração)
 - Os "GIS desktop", com interfaces amigáveis e crescente funcionalidade.
 - São sistemas herdeiros da tradição de Cartografia, com suporte de bancos de dados limitado e cujo paradigma típico de trabalho é o mapa.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Uma visão geral da tecnologia de SIG (1a geração)
 - Num "GIS desktop" tradicional, os dados geográficos são armazenados de forma separada, com os atributos descritivos guardados em tabelas (usualmente no padrão xBase) e as geometrias em formatos proprietários (como os "shapefiles" do ARC/VIEW).

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Uma visão geral da tecnologia de SIG (1a geração)
 - Os "GIS desktop" têm evoluído para oferecer uma crescente gama de funcionalidade, incluindo:
 - A combinação de tratamento de dados vetoriais e matriciais ("raster") no mesmo ambiente, com uma integração maior entre Processamento de Imagens e GIS.
 - Linguagens de programação de scripts, em que as variáveis refletem os tipos de dados geográficos suportados pelo sistema (e.g., AVENUE do ARC/VIEW), e que permitem ampliar a funcionalidade disponível.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Uma visão geral da tecnologia de SIG (1a geração)
 - Os "GIS desktop" têm evoluído para oferecer uma crescente gama de funcionalidade, incluindo:
 - Ferramentas sofisticadas de Análise Espacial, como os módulos de Geoestatística.
 - Uma integração do "desktop" com os gerenciadores de dados geográficos, como no caso da ligação entre GEOMEDIA com ORACLE e TerraView com e PostgreSQL.
 - O aumento da potencial de interoperabilidade e da conversão automática de formatos de dados geográficos.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Uma visão geral da tecnologia de SIG (2a geração):
 - Os "Gerenciadores de Dados Geográficos", que armazenam os dados espaciais em ambiente multi-usuário.
 - A segunda geração de SIGs ("banco de dados geográfico") chegou ao mercado no início da década de 90 e caracteriza-se por ser concebida para uso em ambientes cliente-servidor, acoplado a gerenciadores de bancos de dados relacionais e com pacotes adicionais para processamento de imagens.

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Uma visão geral da tecnologia de SIG:
 - Os "Componentes GIS", ambientes de programação que fornecem insumos para que o usuário crie seu próprio aplicativo geográfico.
 - A terceira geração de SIGs (“bibliotecas geográficas digitais” ou “centros de dados geográficos”), caracterizada pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, com interface via WWW (World Wide Web).

ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

- Uma visão geral da tecnologia de SIG:
 - Os "Componentes GIS", ambientes de programação que fornecem insumos para que o usuário crie seu próprio aplicativo geográfico.