

Sistemas de Informação Geográfica

Prof. Tiago Eugenio de Melo, MSc.

SUMÁRIO

- Apresentação da ementa
- Introdução
- Cartografia Digital
- Arquitetura de SIGs
- Conceitos Básicos de Geoinformação
- Banco de Dados Geográficos
- Aplicações de SIG

APRESENTAÇÃO DA EMENTA

- 0. Apresentação da ementa
 - Conteúdo programático
 - Apresentação dos conceitos
 - Definições de Geoprocessamento
 - Conceitos básicos de SIG
 - Cartografia digital
 - Modelos da Terra e elipsóides
 - Projeções cartográficas
 - Tipos de projeção

APRESENTAÇÃO DA EMENTA

- 0. Apresentação da ementa
 - Conteúdo programático
 - Conceitos básicos da Ciência da Geoinformação
 - Modelagem computacional no espaço geográfico
 - Paradigma dos quatro universos como suporte a problemas de modelagem
 - Tipos de dados em SIG
 - Arquitetura de SIG
 - Estrutura geral de um SIG
 - Arquiteturas internas
 - Tendências em software SIG

APRESENTAÇÃO DA EMENTA

- 0. Apresentação da ementa
 - Conteúdo programático
 - Banco de dados geográficos
 - Modelos de dados geográficos
 - Representação computacionais do espaço geográfico
 - Aplicações de SIG
 - Aplicações ambientais
 - Aplicações urbanas

APRESENTAÇÃO DA EMENTA

- 0. Apresentação da ementa

- Bibliografia

- Câmara, Gilberto et al. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. Campinas: Campus, 1996.
 - Câmara, Gilberto et al. Banco de dados geográficos. Curitiba: Editora MundoGeo, 2005.
 - Câmara, Gilberto et al. Introdução à Ciência da Geoinformação. Edição on-line.
 - Rocha, César Henrique Barra. Geoprocessamento – Tecnologia Transdisciplinar. Belo Horizonte, Edição do Autor: 2000.

APRESENTAÇÃO DA EMENTA

- 0. Apresentação da ementa
 - Referências on-line
 - Site do INPE
 - www.dpi.inpe.br/livros
 - Site do professor
 - www.tiagodemelo.info
 - E-mail de contato
 - tiago@comunidadesol.org ou tiagodemelo@gmail.com

APRESENTAÇÃO DA EMENTA

- 0. Apresentação da ementa
 - Avaliações
 - Serão realizadas avaliações em sala de aula.
 - Testes e provas.
 - Trabalhos escritos e apresentação em sala de aula (possibilidade).

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-referenciados.

INTRODUÇÃO

- Histórico

- Nos **tempos romanos**, os agrimensores ou medidores de Terras constituíram importante parte do governo. Com o declínio do império romano, houve uma paralisação dos levantamentos e, como consequência, uma diminuição substancial da produção de mapas.

INTRODUÇÃO

- Histórico
 - Somente no **século XVIII**, a civilização europeia retomou novamente a organização do Estado, e muitos governos realizaram levantamentos sistemáticos. Assim, pode-se afirmar, sem exageros, que a raiz dos SIGs remonta à metade do século XVIII, mediante o aparecimento da **cartografia** como ciência moderna.

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.

INTRODUÇÃO

- Histórico
 - 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.
 - Esses sistemas eram pouco amigáveis, lentos e exigiam grandes computadores, além de mão-de-obra especializada.
 - As versões dos software estavam apenas no nível governamental.

INTRODUÇÃO

- Histórico

- Na década de 70, a evolução do hardware permitiu o surgimento dos primeiros SIGs comerciais.
- Foi nesse período que surgiram os termos SIG e CAD (*Computer Aided Design*).

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.

INTRODUÇÃO

- Histórico
 - Na década de 90, houve uma consolidação do uso das geotecnologias para o apoio a tomada de decisão, com grande emprego dos SIGs por instituições governamentais e da iniciativa privada.

INTRODUÇÃO

- Histórico
 - Na atualidade, a tendência do desenvolvimento dos SIGs é torná-los híbridos e com o enfoque para a WEB.
 - As empresas que desenvolvem tecnologias de geoprocessamento estabelecem parcerias com empresas de hardware e software para criarem sistemas híbridos, quem combinam geotecnologias e banco de dados, tudo em um ambiente web.

INTRODUÇÃO

- Histórico
 - Atualmente, os SIGs estão se tornando, cada vez mais, amigáveis e de fácil utilização pelo usuário comum, não especialista em geoprocessamento.
 - Essas facilidades trouxe um significativo aumento do número de usuários das geotecnologias.

INTRODUÇÃO

- CADD (Computer Aided Design and Drafting) ou Projeto Assistido por Computador
 - Produção de mapas como substituição ao processo cartográfico tradicional.
 - Os dados são organizados em camadas (layers), empregados para organizar as feições dos mapas por temas (themes).
 - A principal vantagem na atualização mais simples e rápida dos mapas. Porém, este sistema não é adequado para análise de dados.

INTRODUÇÃO

- *AM/FM (Automated Mapping/Facility Management)*
 - Baseiam-se na tecnologia CADD, entretanto a tecnologia não é tão precisa quanto a anterior.
 - Atributos não-gráficos não podem ser ligados aos dados geográficos.
 - Dentre as delimitações está a não definição de relações espaciais.

INTRODUÇÃO

- GIS (Geographic Information System)
 - É o sistema mais recomendado para análise de dados espaciais.
 - Possui relação espacial entre todos os elementos dos dados.

Questões de Revisão

1. O que você entende por Geoprocessamento?
2. O que você entende por Sistemas de Informação Geográficas?
3. Quais foram os principais fatores na popularização dos SIGs?

CARTOGRAFIA DIGITAL

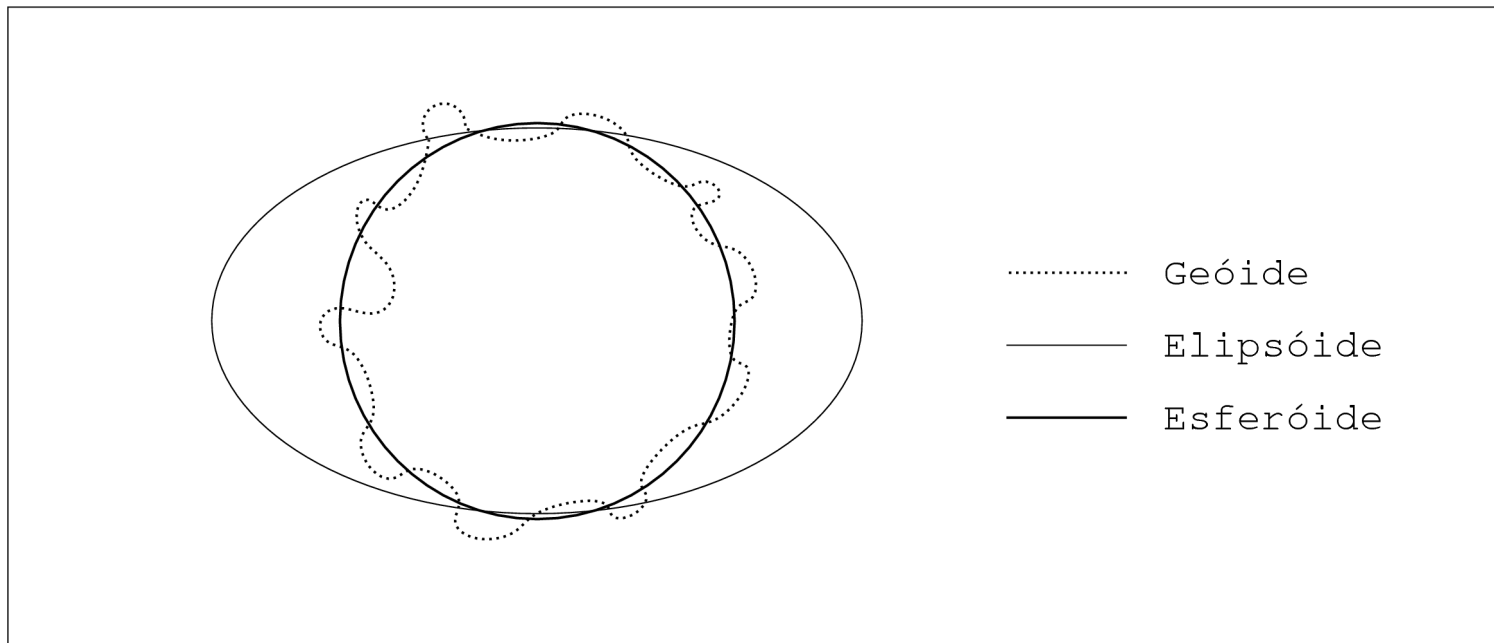
- Cartografia é entendida como o conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, visando à elaboração e a preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Geodésica é a ciência que se ocupa da determinação da forma, das dimensões e do campo gravitacional da Terra.
- Geóide é uma superfície ao longo da qual o potencial gravitacional é igual em todo o lugar.
- O elipsóide é a superfície adotada como referência para os cálculos de posição, distâncias, direções e outros elementos geométricos da cartografia.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Representação de geóide, elipsóide, esferóide



CARTOGRAFIA DIGITAL

- Datum é um ponto onde a superfície de referência toca a Terra, sendo caracterizado a partir de uma superfície de referência (datum horizontal ou planimétrico) e de uma superfície de nível (datum vertical ou altimétrico).
- O datum planimétrico atualmente adotado pelo Brasil é o SAD-69 (*South America Datum*).
- O datum altimétrico é o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- A noção de **escala** está relacionada à maneira de representar o mundo.
- Escala pode ser definida como um valor adimensional que representa a relação entre duas grandezas lineares.
- No caso de um mapa, a escala representa a relação entre uma distância representada sobre o mapa e o seu respectivo valor sobre o modelo usado para representar o mundo real.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- É importante destacar também que a escala controla o conteúdo informativo que pode ser mostrado.
- Por exemplo, num mapa em escala grande uma edificação pode ser mostrada pelas linhas que definem os limites da sua extensão planimétrica (a área da edificação está representada proporcionalmente a escala).

CARTOGRAFIA DIGITAL

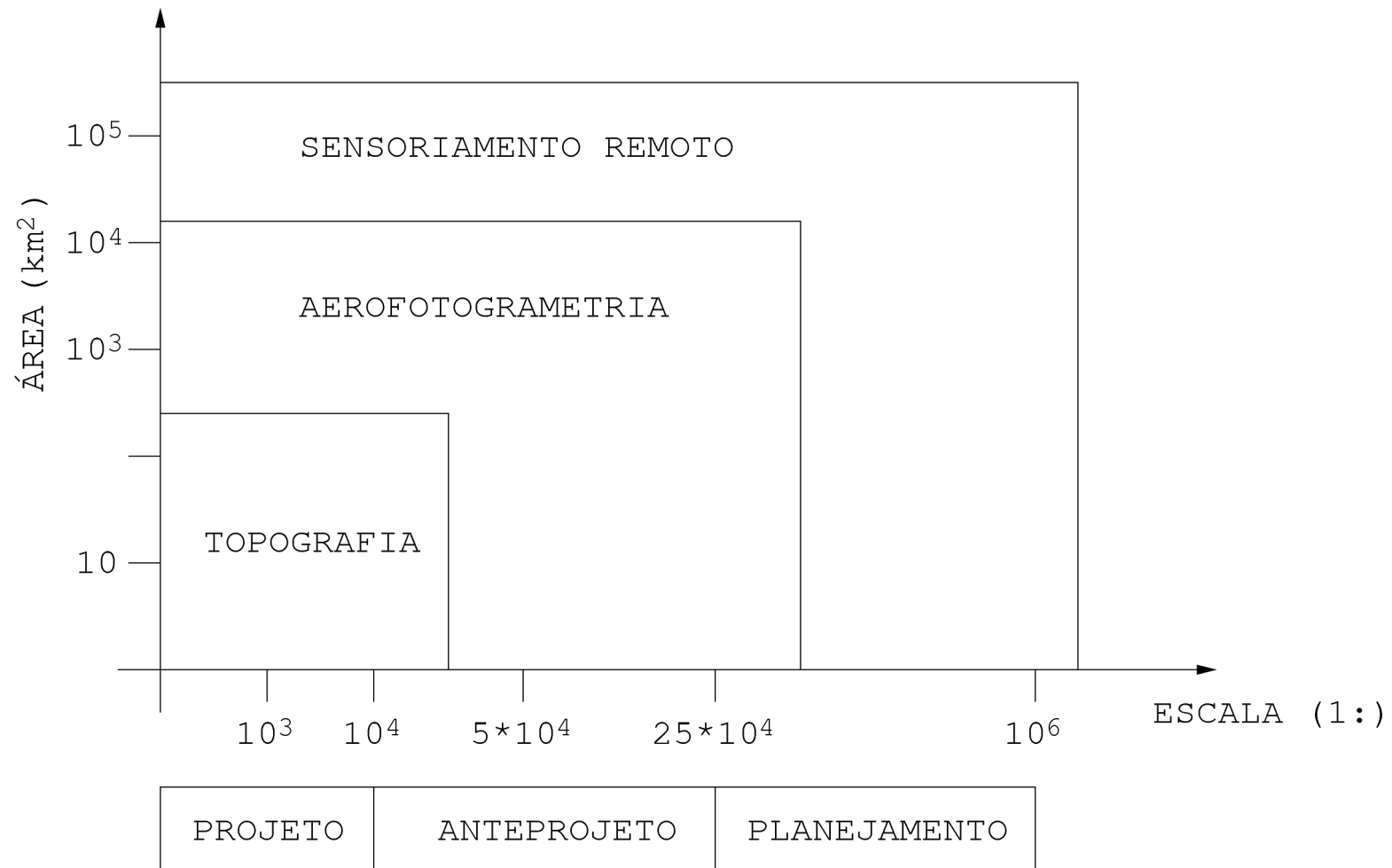
- A medida que a escala vai sendo reduzida a forma que é utilizada para representação da feição vai sendo generalizada e, num caso extremo, para uma escala muito pequena a forma se reduz a um símbolo pontual.
- Neste caso, a informação que se está transmitindo ao usuário é que naquele local ocorre uma feição que pertence a classe edificação, ou seja não existe mais proporcionalidade da área do símbolo com a extensão planimétrica da feição.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- As escalas pode ser classificadas em:
 - 1:100.000 (cartas topográficas)
 - 1:25.000 (levantamento de detalhe)
 - 1:5.000 (planos cadastrais ou plantas de cidades)
 - 1:250.000, 1:500.000 (cartas corográficas)
 - 1:5.000.000 (cartas gerais)

CARTOGRAFIA DIGITAL

MATERIAIS, MÉTODOS, ESCALAS EM CARTOGRAFIA BÁSICA



CARTOGRAFIA DIGITAL

- **Generalização** é a necessidade de se adaptar os elementos de um mapa numa escala diversa.
- Em cartografia, os principais sistemas utilizados são: coordenadas geográficas, coordenadas cartesianas e coordenadas plano-retangulares.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- **Coordenadas geográficas:** o posicionamento de um ponto sobre o elipsóide de referência é realizado através do cruzamento de linhas de referência imaginárias sobre ele (meridianos e paralelos). As linhas de referência permitem determinar a posição de um ponto sobre a superfície esférica e, em alguns casos, estabelecer a base para as linhas de referência do sistema de coordenadas do plano.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- **Coordenadas cartesianas:** este sistema consiste de linhas perpendiculares em um plano que contém dois eixos principais, chamados de X (eixo horizontal) e Y (eixo vertical).

CARTOGRAFIA DIGITAL

- **Coordenadas plano-retangulares:**
estabelece uma relação matemática que permite deformar a superfície elipsóidica de referência para torná-la plana.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- **Projeção cartográfica** é a correspondência matemática entre as coordenadas plano-retangulares do mapa e as coordenadas esféricas da Terra.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- **Projeção cartográfica** é uma função matemática que é usada para se transformar os elementos que estão sobre uma superfície de referência, normalmente um elipsóide ou uma esfera, para uma superfície de projeção, que deve ser uma superfície plana, ou então desenvolvível numa superfície plana (por exemplo um cone ou um cilindro).

CARTOGRAFIA DIGITAL

- O problema que existe quando se aplica uma projeção cartográfica são as inevitáveis distorções devido a transformação de elementos da superfície de referência, com uma certa curvatura, para a superfície de representação, que é uma superfície plana, ou desenvolvível, mas sem curvatura.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- É possível se avaliar a distorção dessas propriedades em termos dos seguintes critérios:
 - Equidistância.
 - Equivalencia.
 - Conformidade (ortomorfismo).

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Equidistância
 - A projeção eqüidistante é aquela que representa corretamente sobre a superfície de projeção a distância entre 2 pontos que estão sobre a superfície de referência, de modo que a escala é mantida (fator de distorção igual a 1) ao longo da linha que une estes pontos.
 - Essa propriedade não se aplica a quaisquer dois pontos.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Equivalente:
 - A projeção equivalente é aquela para a qual se preserva o valor da área representada a partir da superfície de referência. Para tanto, as distâncias e os ângulos são distorcidos.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Conforme:
 - A projeção conforme (ou ortomórfica) é aquela onde é preservada a forma, ou seja os ângulos não são distorcidos. Entretanto, esta propriedade não é válida para áreas de dimensões muito grandes.

CARTOGRAFIA DIGITAL

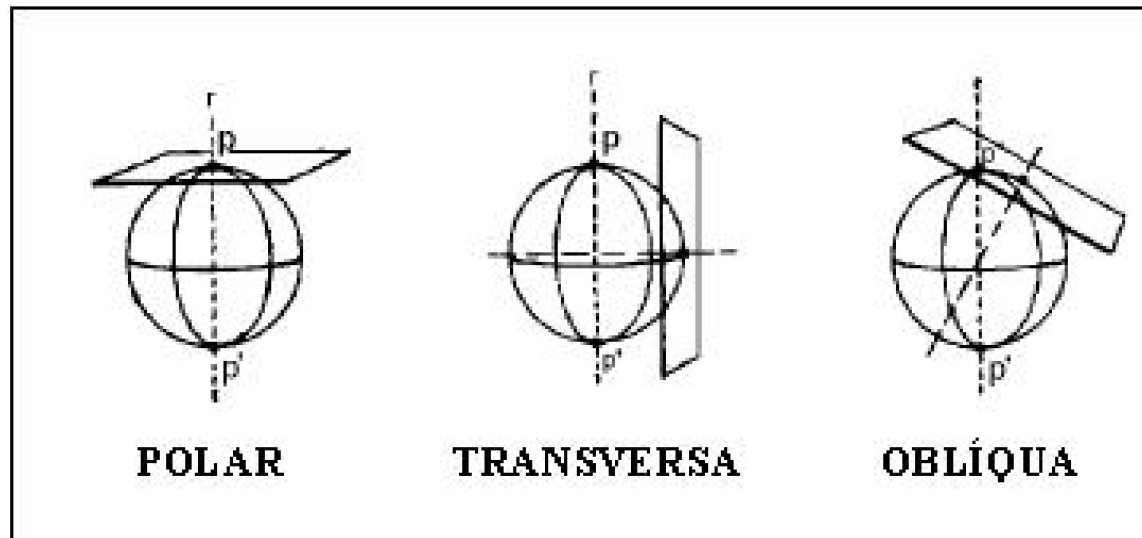
- No que diz respeito ao método de projeção é possível se identificar 2 tipos que são:
 - Projeção direta.
 - Projeção em 2 passos, ou projeção dupla.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Projeção direta.
 - Na projeção direta a transformação se dá diretamente da superfície do elipsóide para a superfície de projeção (se um plano, um cone ou um cilindro).
- Projeção em 2 passos, ou projeção dupla.
 - Na projeção em 2 passos, a transformação se dá primeiro do elipsóide para uma superfície esférica e desta para a superfície de projeção.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Posicionamentos da projeção em relação à Terra.

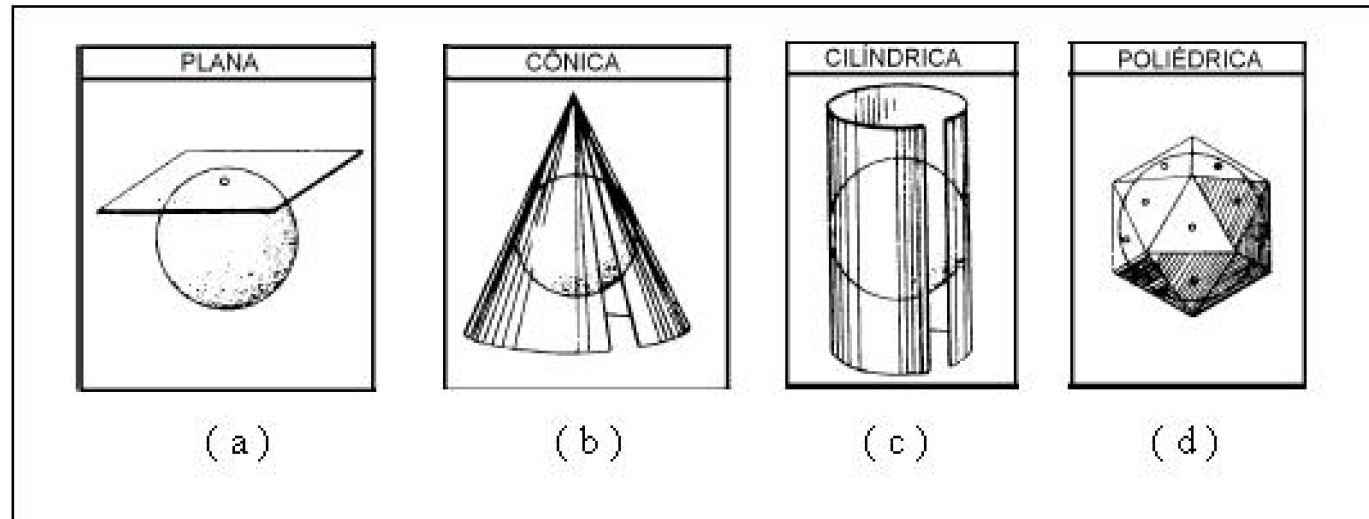


CARTOGRAFIA DIGITAL

- As projeções podem ser classificadas de acordo com o tipo de superfície adotada e o grau de deformação. Em relação ao tipo de superfície de projeção adotada, podem-se classificar em: **planas** ou **azimutais**, **cônicas**, **cilíndricas** ou **poliédricas**, de acordo com a representação da curva da superfície da Terra sobre um plano, cone, cilindro ou poliedro tangente ou secante à esfera terrestre.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Classificação de projeções

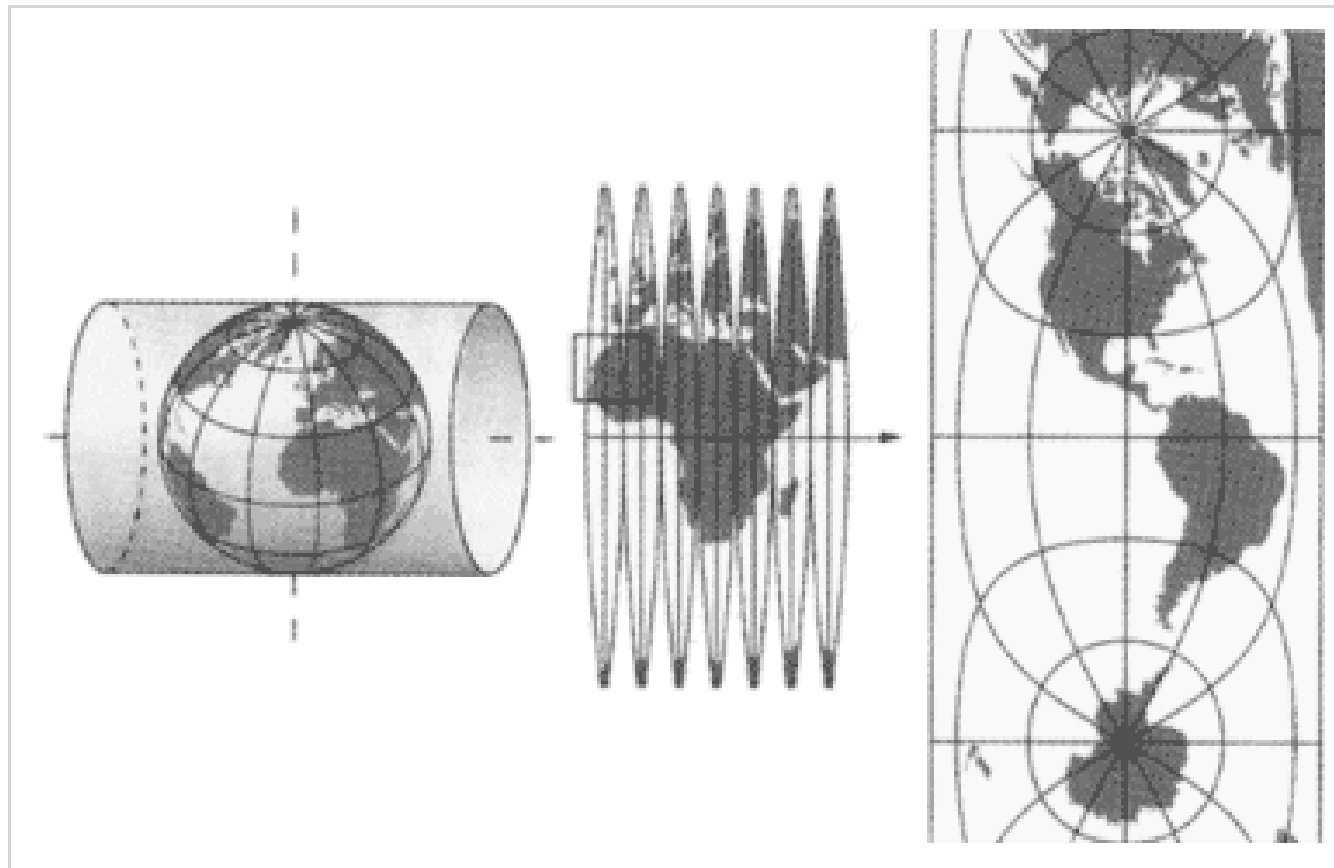


CARTOGRAFIA DIGITAL

- Um tipo importante de projeção é a **Universal Transverse Mercator** (UTM) classificada como uma projeção cilíndrica conforme, ou seja, mantém a forma em detrimento das dimensões.
- Ela pode ser visualizada como um cilindro secante à superfície de referência, orientado de forma que o eixo do cilindro esteja no plano do Equador.

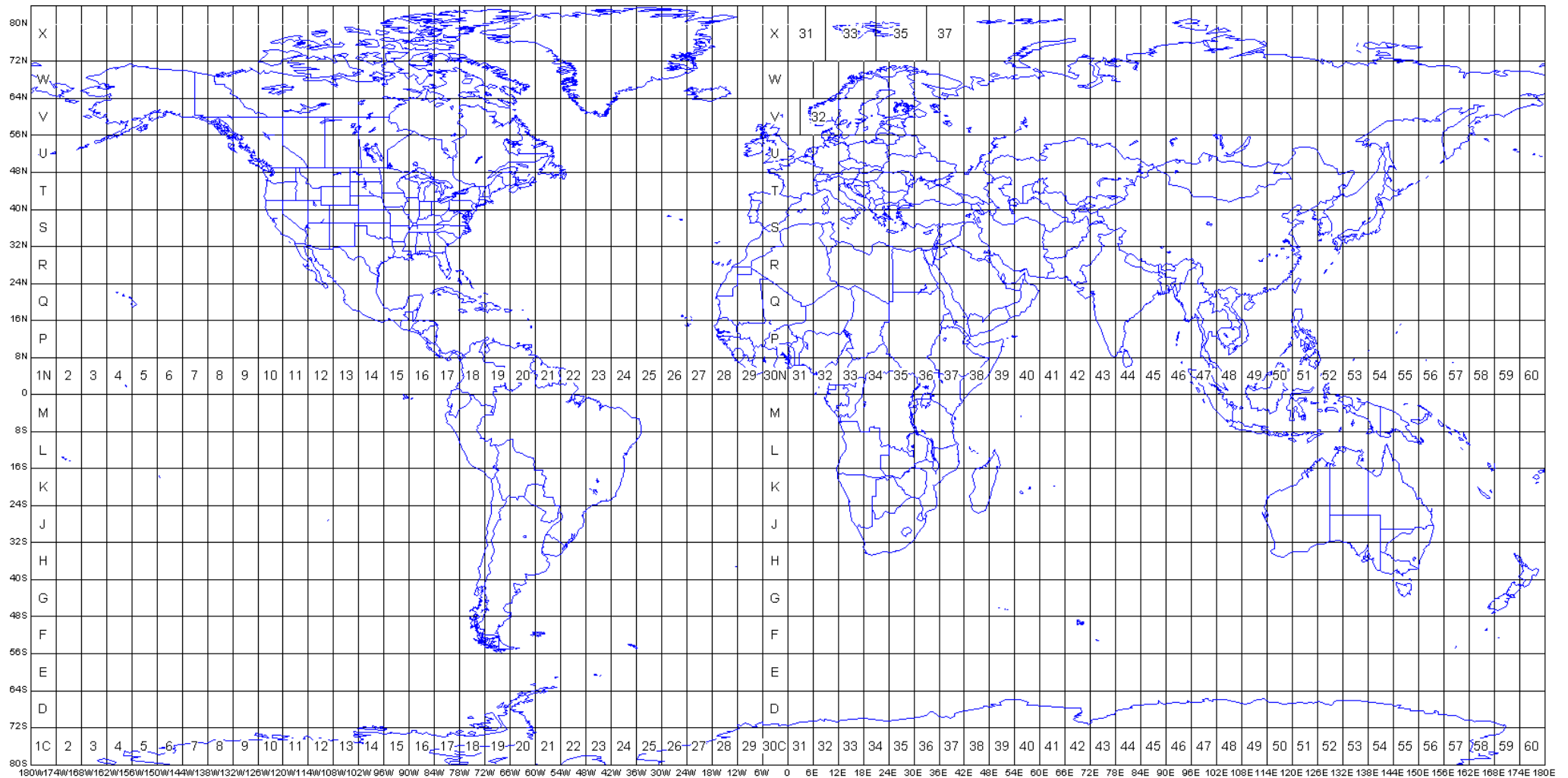
CARTOGRAFIA DIGITAL

- UTM



CARTOGRAFIA DIGITAL

- UTM



CARTOGRAFIA DIGITAL

- UTM
 - Para os mapas topográficos em escalas maiores do que 1/250.000, a projeção adotada no Brasil é a UTM.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Símbolos cartográficos
 - Na realidade, os símbolos cartográficos são um arranjo gráfico, cuja finalidade é transmitir ao usuário algum significado ou idéia.
 - Uma vez definido que tipo de característica será transmitida ao usuário, idealiza-se um símbolo cartográfico para comunicar isto graficamente.

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Símbolos cartográficos
 - O estabelecimento de especificações para os símbolos cartográficos é alvo de normatização específica.
 - No Brasil, a organização responsável pela especificação dos símbolos cartográficos para os mapas topográficos, que caracterizam o mapeamento sistemático, é o Comando do Exército, por meio da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG).

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Símbolos cartográficos
 - Um dos principais problemas que existe no projeto de mapas é representar a enorme quantidade de feições que existem no mundo real, tendo em vista que só existem 3 tipos de elementos gráficos (o ponto, a linha e a área).

CARTOGRAFIA DIGITAL

- Tipos de variações gráficas
 - Os tipos de variações gráficas podem ser quanto a forma, quanto a dimensão, e quanto a cor.

Questões de Revisão

1. Qual é a importância da Cartografia no uso de sistemas de informação geográfica?
2. O que você entende por geóide?
3. Qual é o datum horizontal adotado pelo Brasil?
4. Qual é a finalidade das escalas nos SIGs?
5. O que você entende por generalização?
6. O que são meridianos?
7. Qual é a principal vantagem de usar a projeção UTM?

GPS

- Histórico

- GPS é o acrônimo de Global Position System ou, em português, Sistema de Posicionamento Global.
- O GPS foi um projeto concebido, e ainda hoje é controlado, pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) no início da década de 1960, sob o nome de Projeto Navstar.
- O primeiro satélite foi lançado em fevereiro de 1978.
- O sistema foi declarado operacional no ano de 1995, com um custo aproximado de 10 bilhões de dólares.

GPS

- Histórico
 - Os satélites foram criados para uso militar, com a evolução das aplicações, em 1980, o presidente Ronald Regan autorizou o seu uso para fins civis, porém com um erro de 100 metros, por motivo de segurança.

GPS

- Atualmente, existem dois sistemas efetivos de posicionamento por satélite:
 - O GPS americano;
 - O GLONASS russo;
- Também existem dois sistemas em implantação:
 - O Galileu europeu;
 - O Compass chinês;

GPS

- Funcionamento
 - O sistema NAVSTAR-GPS está baseado no conceito de medida de distâncias entre uma fonte transmissora e uma fonte receptora de rádio-sinais.
 - O receptor, que está na superfície da Terra, capta os sinais codificados dos satélites para determinar as suas próprias coordenadas e o tempo de deslocamento.

GPS

- Funcionamento
 - Com o sinal de três satélites é possível conseguir uma posição 2D (duas dimensões, latitude e longitude) e com o sinal de quatro ou mais satélites é possível conseguir uma posição em 3D (latitude, longitude e altitude).
 - Após receber essas informações, o aparelho calcula a distância até cada um dos satélites no intervalo de tempo entre o instante local e o instante em que os sinais foram enviados.

GPS

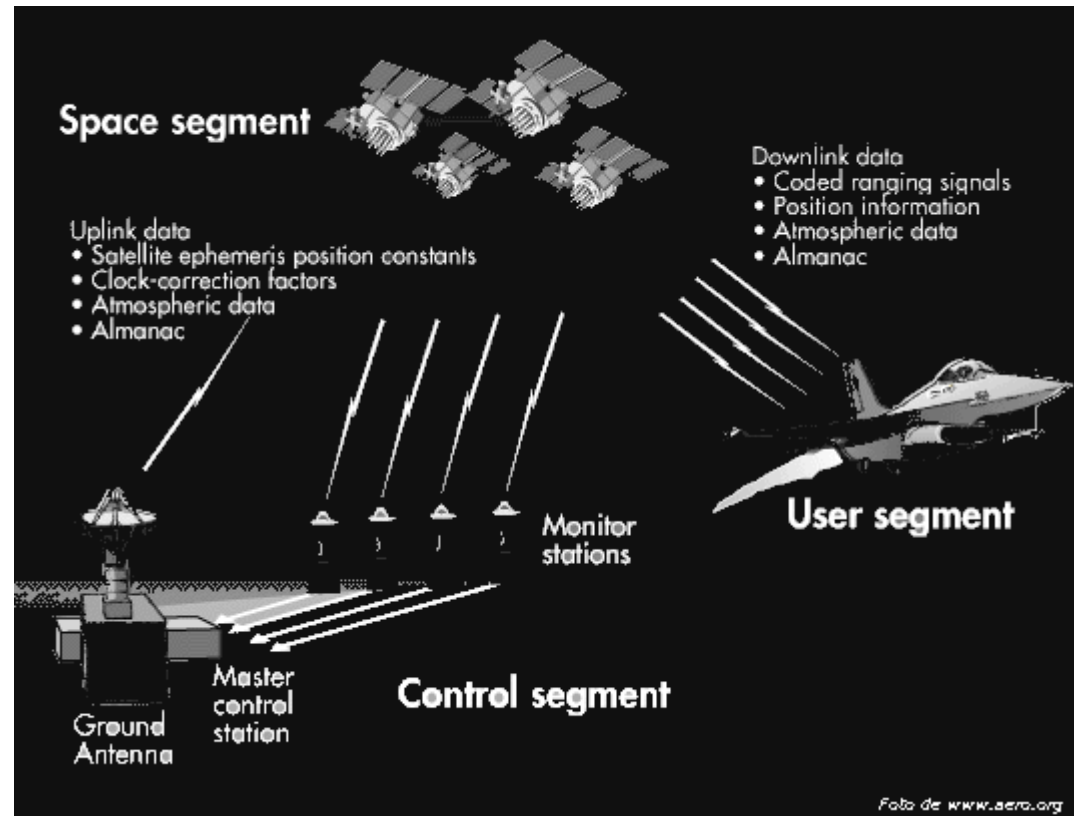
- Funcionamento
 - Este cálculo é efetuado em função do tempo que o sinal demora até chegar ao receptor, sabendo que viaja à velocidade da luz (tempo demorado x 300.000 km/h = distância).

GPS

- Estrutura
 - O GPS é estruturado em três segmentos:
 - espacial (aéreo)
 - de controle (terrestre)
 - de usuário

GPS

- Estrutura



GPS

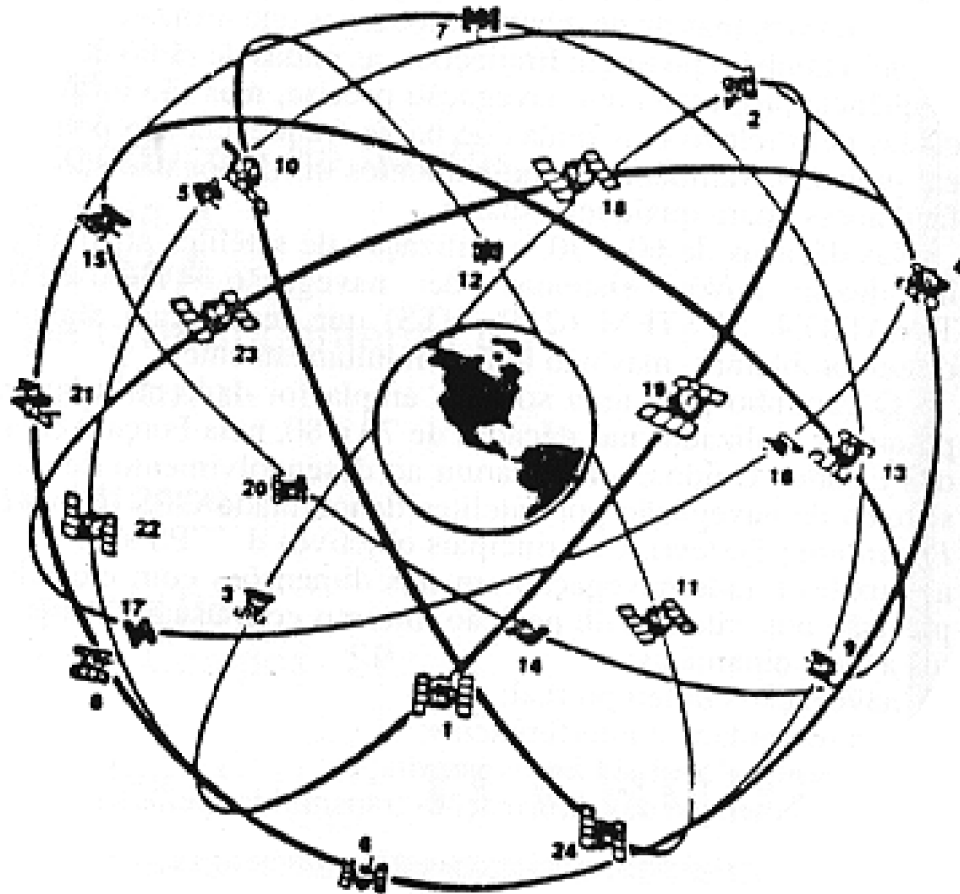
- Estrutura Espacial
 - A constelação de satélites é formada por 28 satélites, sendo quatro sobressalentes, em 6 planos orbitais.
 - As órbitas foram escolhidas de modo que de qualquer ponto da Terra é possível ver de 5 a 8 satélites.
 - Cada satélite gira em torno da Terra, duas vezes por dia, a uma altitude de, aproximadamente, 20.000 quilômetros.

GPS

- Estrutura Espacial

- Dentro dos satélites, existem relógios atômicos que difundem precisamente o tempo de acordo com o seu próprio relógio.
- Os satélites são alimentados por corrente elétrica gerada através de placas solares com superfície de 7,25 m².

GPS



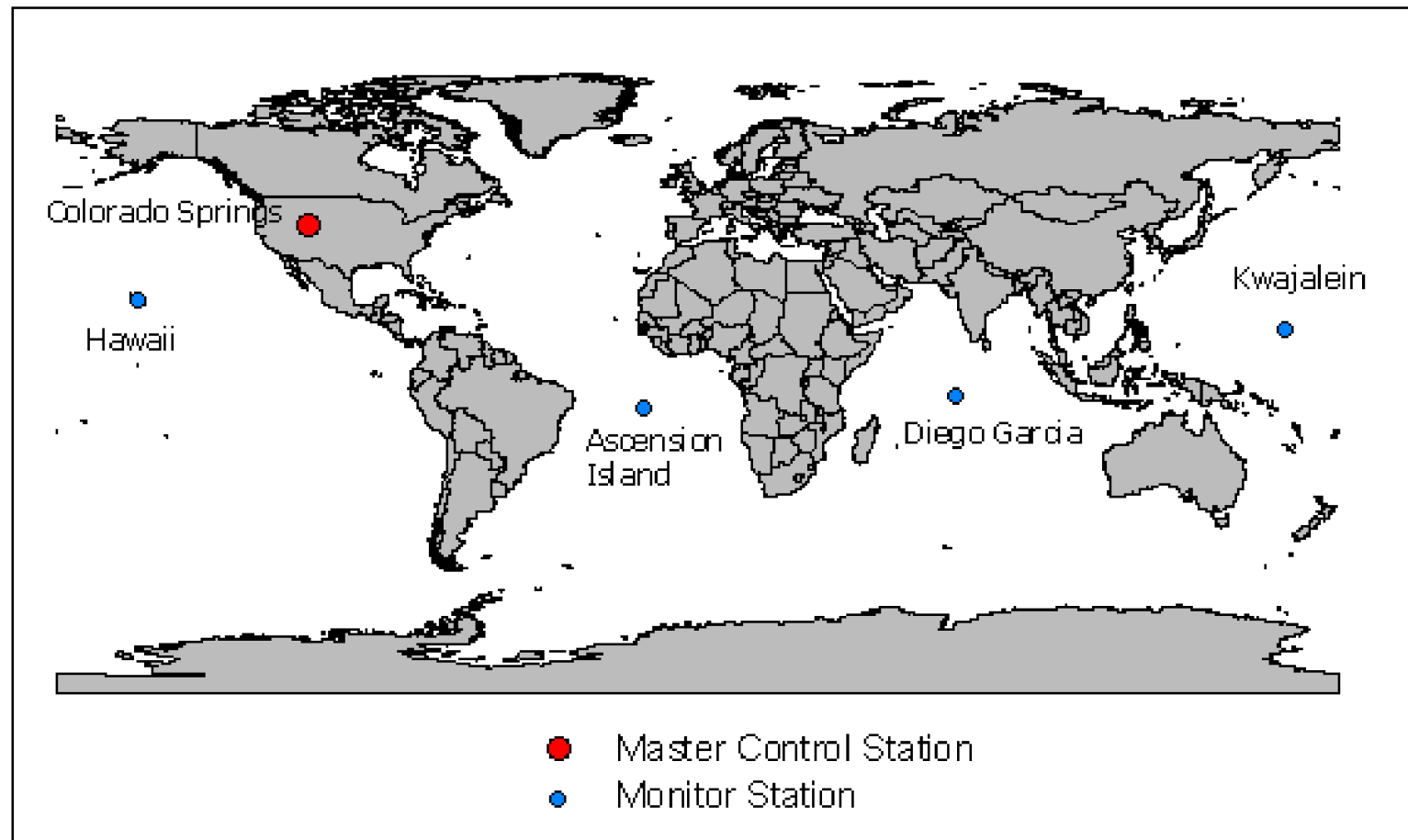
GPS

- Estrutura de controle
 - Este segmento é constituído por várias estações terrestres sob controle operacional do Departamento de Defesa Norte-Americano (DoD), com o objetivo de monitorar, corrigir e garantir o funcionamento do sistema NAVSTAR, dentro das especificações do DoD.
 - O segmento contém um Centro de Controle e quatro Centros de Monitoração.

GPS

- Estrutura de controle
 - A estação primária de controle da constelação está localizada nos Estados Unidos, no estado do Colorado, e as demais estações espalhadas pelo restante do mundo.

GPS



GPS

- Estrutura do usuário
 - Este segmento é constituído por todos aqueles que se utilizam do sistema, de maneira direta ou indireta.
 - O utilizador possui um receptor de rádio com uma unidade de processamento capaz de decodificar, em tempo real, a informação enviada por cada satélite e calcular a posição.

GPS

- Estrutura de usuário
 - De acordo com o tipo de utilizador (civil ou militar) os sinais dos vários satélites podem ser decodificados de maneira diferente.
 - Comparativo:

	Militar	Civil
Precisão na latitude e longitude	22 metros	100 metros
Precisão na altitude	27.7 metros	156 metros
Precisão no tempo	200 nanosegundos	340 nanosegundos

GPS

- Aplicações

- Apesar do GPS ter sido criado para fins militares, hoje se tornou bastante popular e acessível para um grande público. Isto permitiu que diversas aplicações que empregam o GPS surgissem.

GPS

- Aplicações
 - Em Transportes - O uso de SIG com as informações de GPS permitiu que diversas aplicações na área de transportes fossem desenvolvidas.



Exemplo de receptor de GPS no carro

GPS

- Aplicações
 - Nos esportes - Diversas modalidades esportivas empregam hoje os recursos de GPS.



Coordenadas com um GPS com bússola e altímetro integrado.

GPS

- Aplicações
 - Na topografia - A tecnologia na área de GIS ajudou bastante na qualidade e precisão dos dados topográficos.

GPS

- Aplicações

- No cenário militar, o GPS é também usado para o direcionamento de diversos tipos de armamentos de precisão:
 - Bombas JDAM (Joint Direct Attack Munition).
 - Mísseis Tomahawk.
- Esse tipo de sistema pode ser usado em qualquer condição climática e garante um alto índice de acertos.

GPS

- Outros Sistemas de Navegação
 - GLObal NAvigation Satellite – GLONASS
 - Glonass é o sistema russo, desenvolvido pela antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, equivalente ao Navstar GPS, de navegação por satélite.
 - O sistema utiliza três níveis de orbitais, com oito satélites em cada nível, em que cada satélite repete a sua órbita depois de 8 dias.
 - O sistema fornece um sinal com previsão de 100 metros e de 10 a 20 metros de precisão para sinais militares.

GPS

- Outros Sistemas de Navegação
 - GLObal NAVigation Satellite – GLONASS
 - O sistema possui a seguinte estrutura: um centro de controle em Moscou; cinco estações de comando/telemetria; três estações de campo para monitoramento; e um sistema central sincronizador.
 - Esse sistema não se tornou popular devido a fatores tecnológicos, comerciais e políticos.

GPS

- Outros Sistemas de Navegação

- Galileo

- O sistema teve início oficial em maio de 2003, através de um acordo entre a União Européia e a Agência Espacial Européia.
 - O sistema tem previsão de operar com 30 satélites, dos quais 3 ficarão de reserva, e deve entrar em funcionamento em 2013, com um custo orçado em aproximadamente 3.4 bilhões de euros.
 - Os primeiros sinais do Galileo foram transmitidos no dia 12 de janeiro de 2006, pelo satélite GIOVE-A.

GPS

- Uso de GPS em SIG
 - Formação, atualização e manutenção de bases cartográficas.
 - O uso de GPS cadastrais permite que se faça a coleta das posições geográficas com a possibilidade de entrada de dados alfanuméricos em campo, associados às feições mapeadas, integrando os dois sistemas.

GPS

- Uso de GPS em SIG
 - Na etapa de aquisição de dados, esse tipo de GPS pode ser utilizado como receptor de posições de difícil acesso ou para o cadastro simultâneo de mais de uma feição, por exemplo. Na etapa de pré-processamento do SIG, os softwares possuem recursos de visualização, edição, análise quantitativa e qualitativa, filtragem, transformação para outros elipsóides (WGS-84 para SAD-69) ou para outro sistema de coordenadas (geográficas para UTM).

GPS

- Uso de GPS em SIG
 - Os dados do GPS ainda podem ser exportados para um SIG de maneira direta, através de dados espaciais (DXF, DGN, SHP) e dos formatos de dados de atributos (DBF), dependendo do recurso oferecido pelo SIG.

GPS

- Aparelhos



GPS



GPS

- Referências:
 - <http://www.geodesia.org/>
 - <http://www.tracksourc.org.br>
 - <http://www.gpsworld.com>
 - <http://ec.europa.eu>
 - <http://www.cienciaviva.pt/latlong/anterior/gps.asp>

Questões de Revisão

- Qual é a importância dos sistemas de posicionamento global na sociedade?
- Explique as principais estruturas de funcionamento do GPS.
- Comente duas possíveis aplicações do GPS.

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

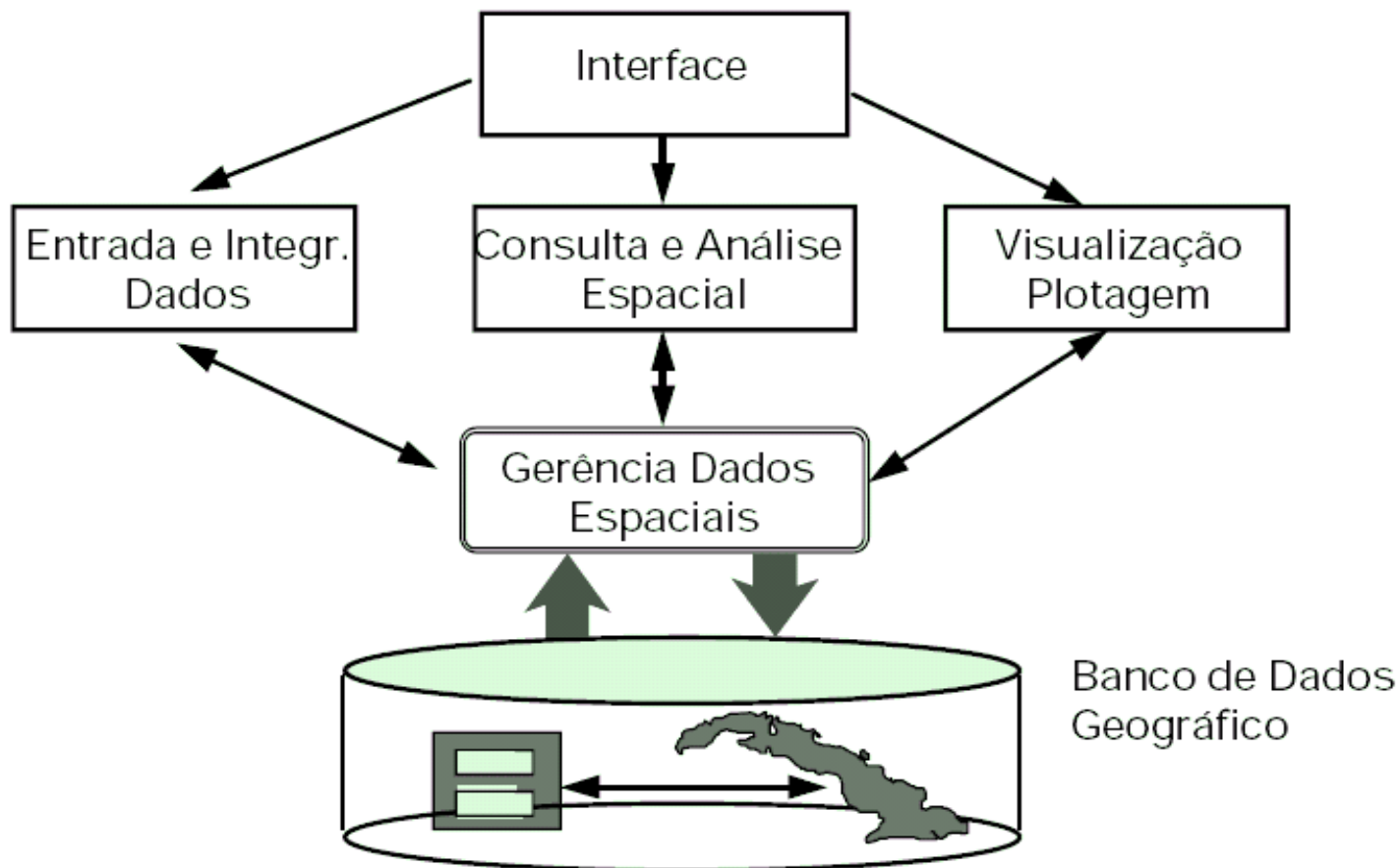
- Estrutura de um SIG:
 - Interface com usuário;
 - Entrada e integração de dados;
 - Funções de consulta e análise espacial;
 - Visualização e plotagem;
 - Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

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

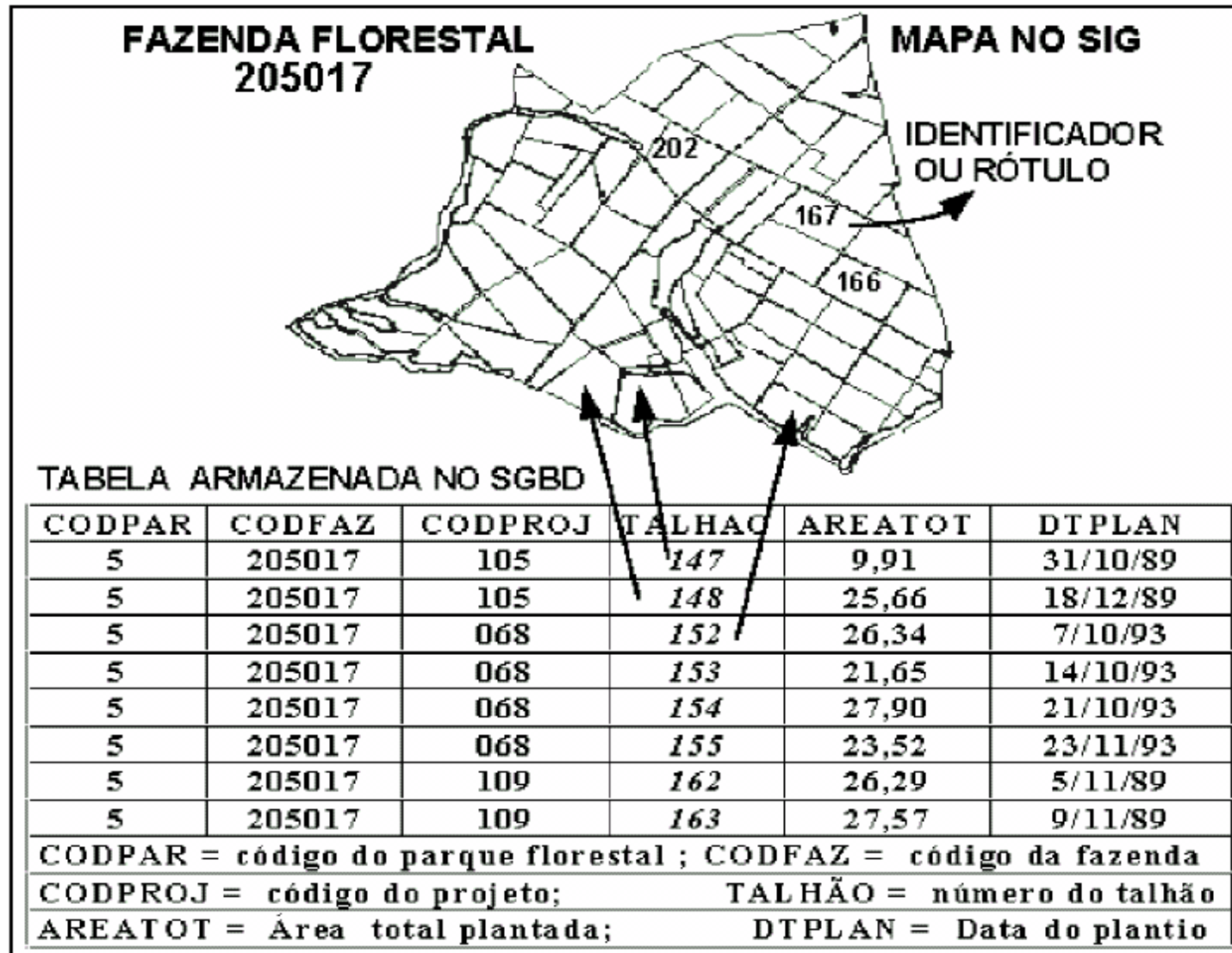


Figura 3.2 Estratégia dual para bancos de dados geográficos.

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

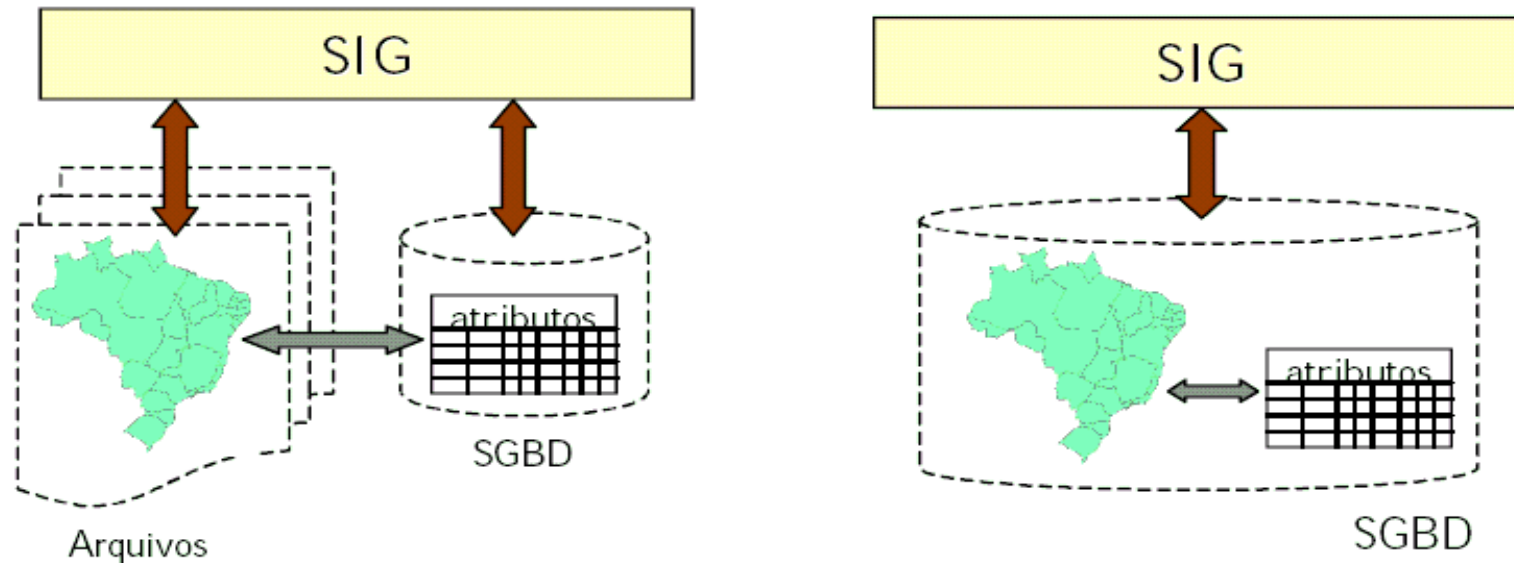
- As principais desvantagens da arquitetura dual são:
 - Dificuldade em manter a integridade entre a componente espacial e a componente alfanumérica;
 - Falta de interoperabilidade entre os dados. Cada sistema produz seu próprio arquivo proprietário sem seguir um formato padrão, o que dificulta a integração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

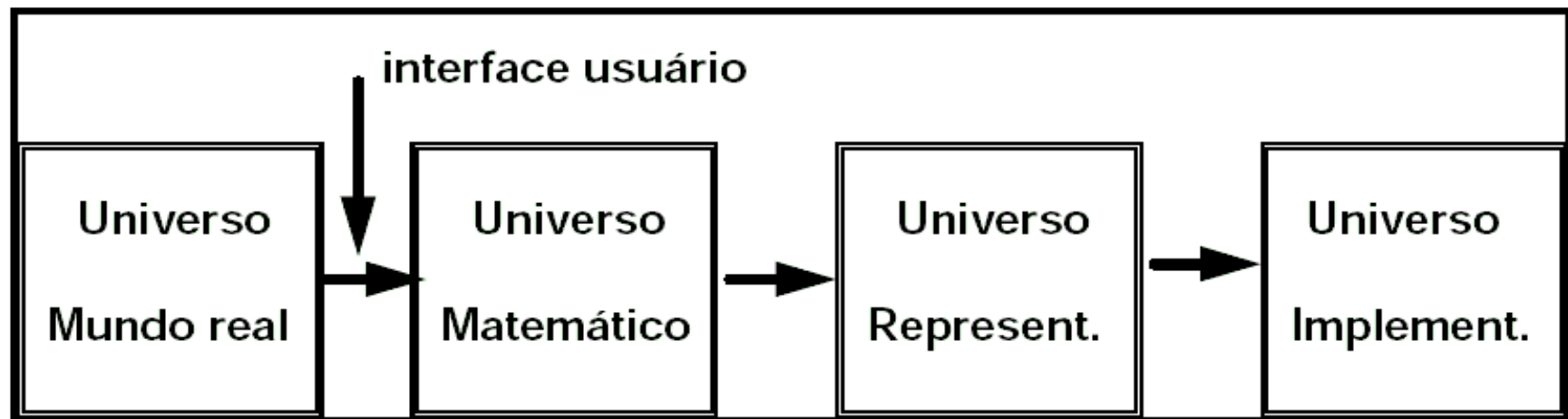
- Uma visão geral da tecnologia de SIG:
 - Os "Componentes GIS", ambientes de programação que fornecem insumos para que o usuário crie seu próprio aplicativo geográfico.
 - A terceira geração de SIGs (“bibliotecas geográficas digitais” ou “centros de dados geográficos”), caracterizada pelo gerenciamento 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.

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

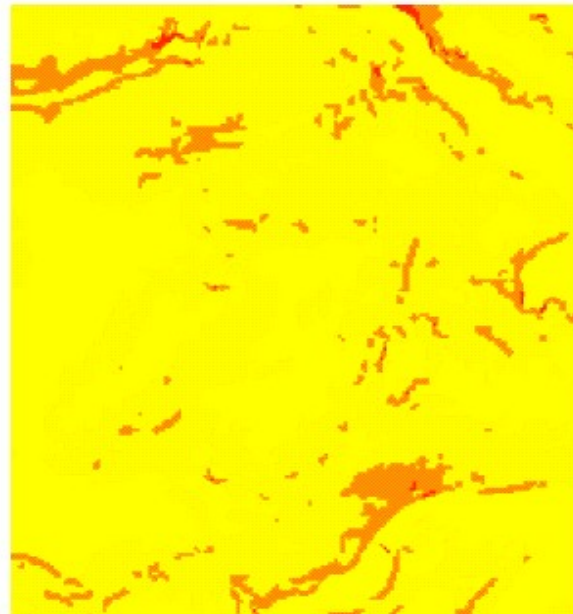
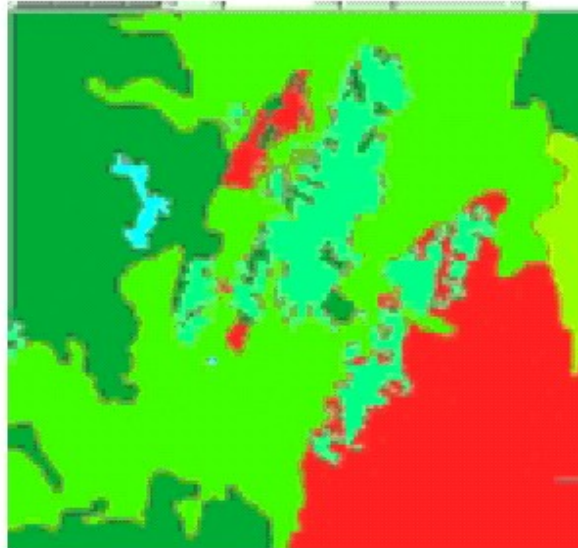
1. mundo real

- as principais escalas de mensuração são:

- nominal (temático) -> baseia-se na diferenciação entre os objetos segundo classes distintas.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOPROCESSAMENTO

- 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

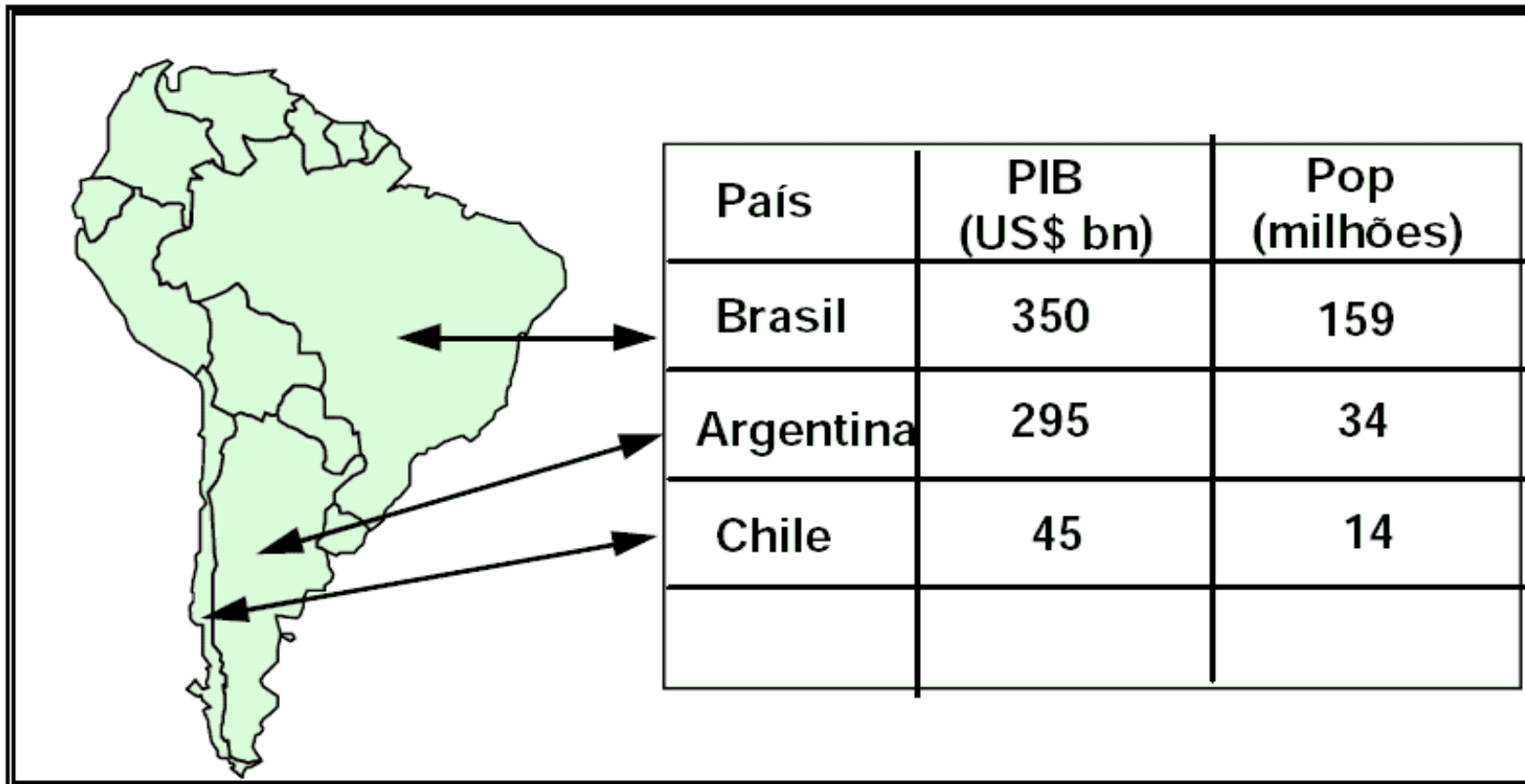
- 1. mundo real

- 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

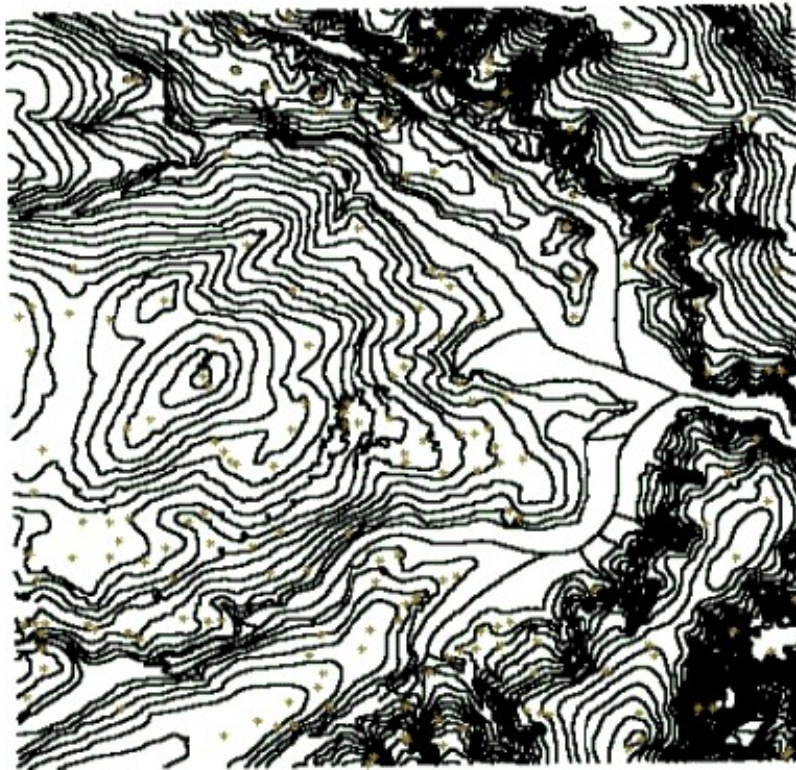


CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- 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

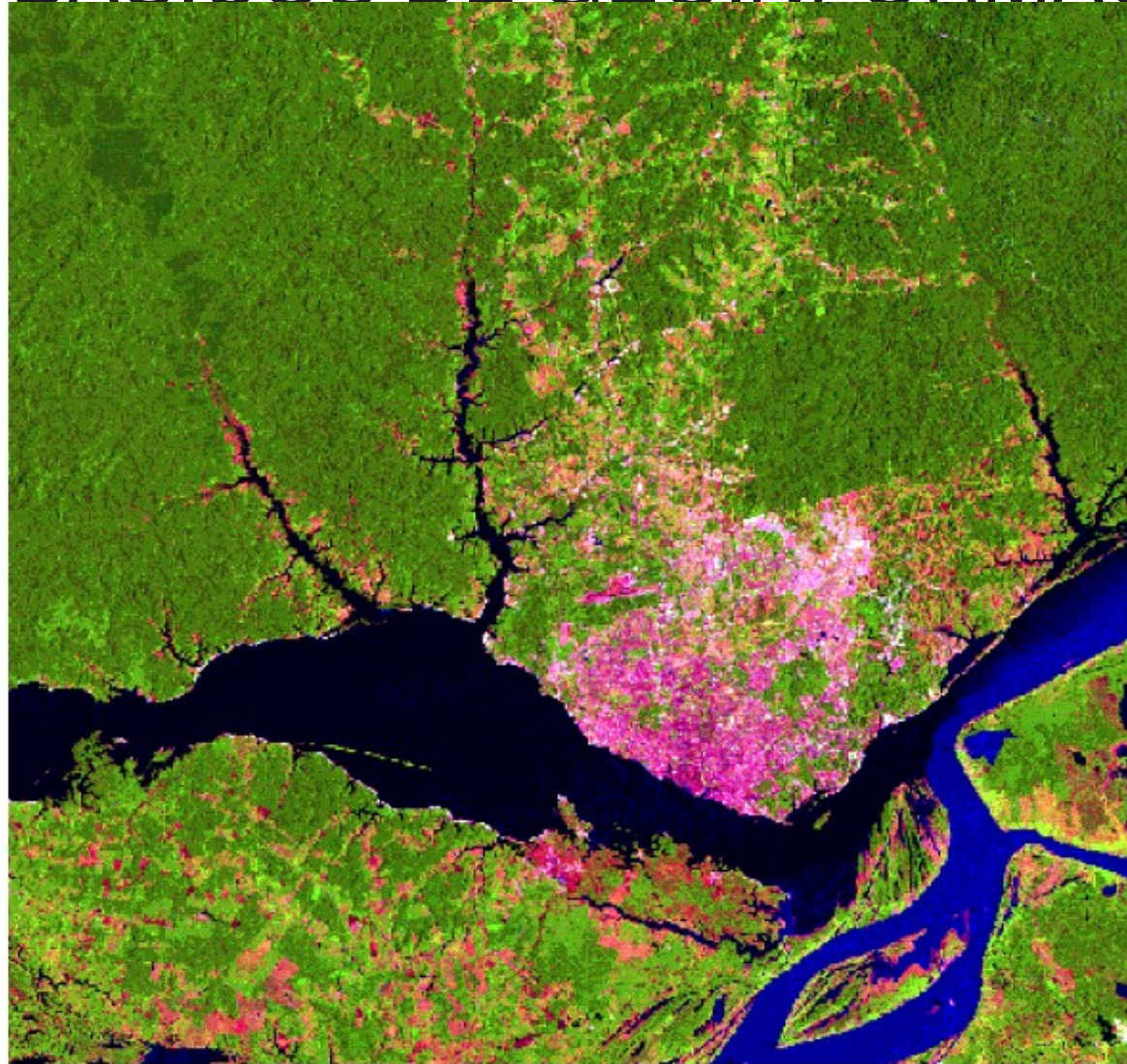


CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- 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

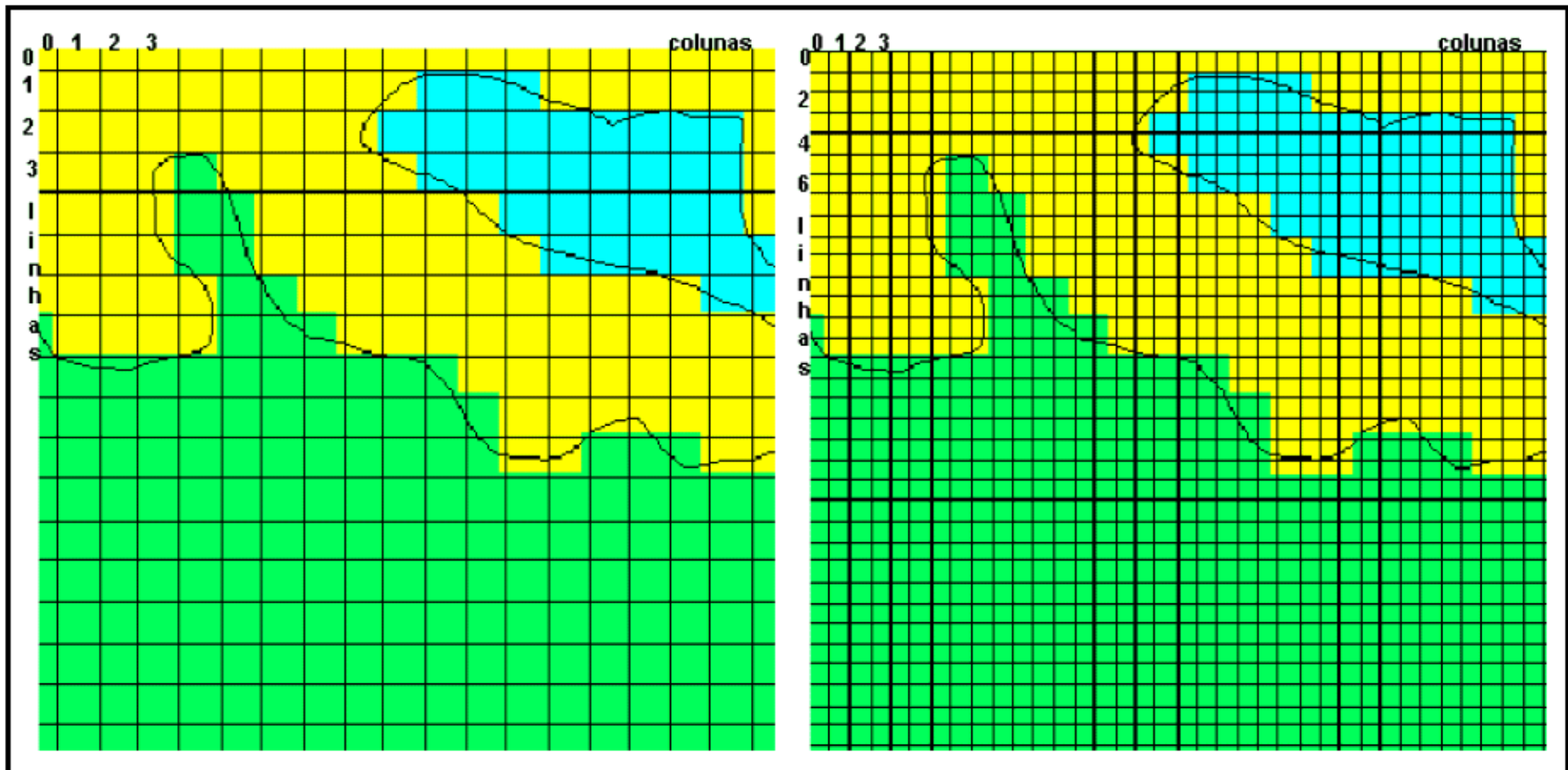
- Representação dos dados no computador
 - 2. matemático (conceitual)
 - classes formais de dados geográficos (dados contínuos e objetos individualizáveis)

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

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

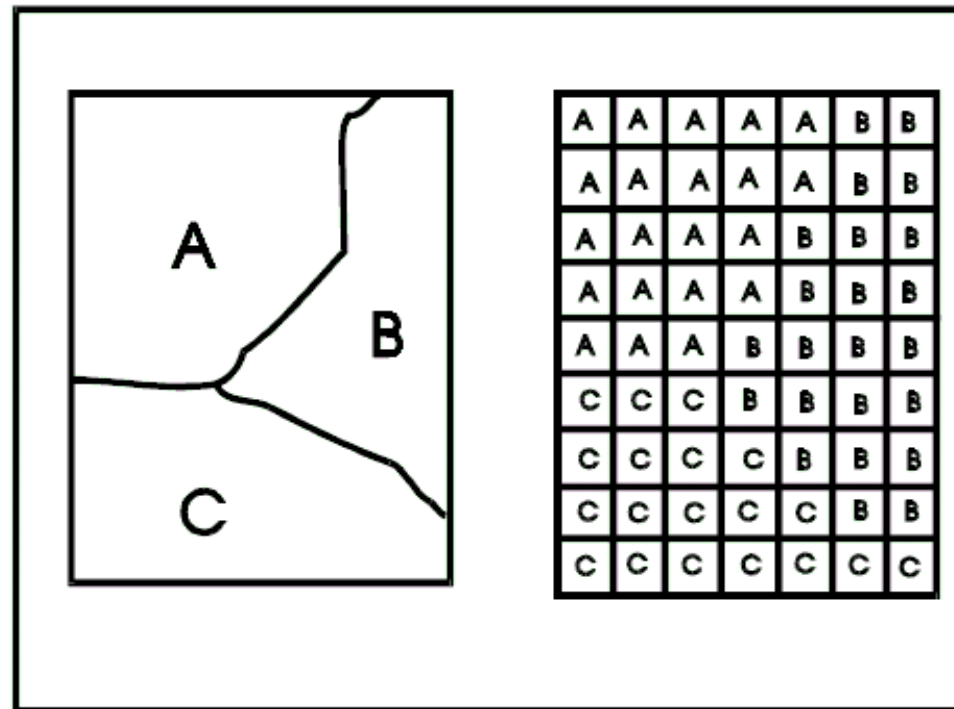
CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- 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.

CONCEITOS BÁSICOS DE GEOINFORMAÇÃO

- Questionário
 1. Comente as principais diferenças entre dados matriciais e dados vetoriais.
 2. Quais são os universos empregados para representar os dados no computador?
 3. O Modelo Numérico de Terreno é empregado para representar quais tipos de dados espaciais?
 4. O Modelo de Redes é utilizado para representar que tipos de dados? Mencione um exemplo.

Open Geospatial Consortium (OGC)

Open Geospatial Consortium (OGC)

(material baseado no curso de banco de dados geográficos, disponível em:
<http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser303>)

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- O que é o OGC?
 - É um consórcio formado por empresas, universidades e agências governamentais.
- Qual é o seu objetivo?
 - Promover o desenvolvimento de padrões que facilitem a interoperabilidade entre sistemas envolvendo informação geo-espacial.
 - Os produtos do trabalho do OGC são apresentados sob a forma de especificações de interfaces e padrões de intercâmbio.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- Extensão Espacial

- SGBD-OR são estendidos para suportar:
 - Tipos de dados espaciais: polígono, ponto, linha, etc.
 - Operadores e funções utilizados na SQL para manipular dados espaciais (consultas e junção).
 - Métodos eficientes de acesso aos dados espaciais.
- Extensões existentes (**seguem padrão OGC**):
 - Comerciais
 - Oracle Spatial.
 - IBM DB2 Spatial Extender.
 - Livres
 - PostGIS.
 - Extensão espacial para MySQL (em desenvolvimento).

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- Algumas especificações OGC:
 - **SFS-SQL** (Simple Feature Specification For SQL): especificações sobre o armazenamento e recuperação de dados espaciais.
 - **GML** (Geography Markup Language): intercâmbio de dados.
 - **OWS** (OGC Web Services): especificações de serviços WEB
 - WFS: Web Feature Service
 - WMS: Web Map Server

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

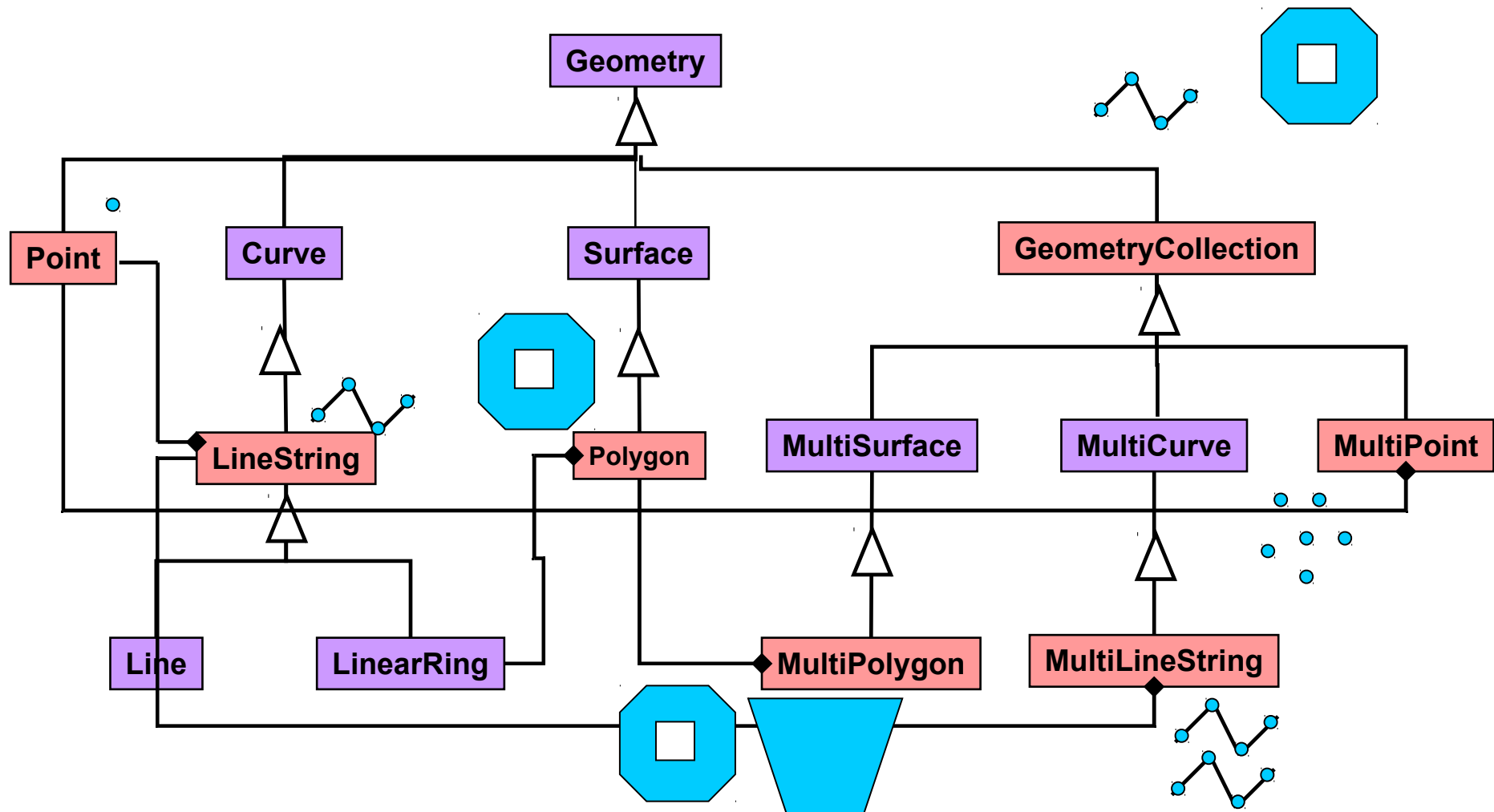
- Simple Feature Specification for SQL (SFS-SQL)
 - Endereça o armazenamento e recuperação de feições espaciais pelos sistemas de bancos de dados.
 - Define:
 - Esquema para o armazenamento de feições.
 - Semântica dos operadores topológicos a serem usados em consultas espaciais.
 - Interface dos demais operadores espaciais (métricos e que geram novas geometrias).

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- Simple Feature Specification for SQL (SFS-SQL)
 - Define o conceito de tabelas de feições:
 - Atributos alfa-numéricos: tipos comuns da SQL
 - Atributos espaciais: SQL ou SQL com tipos geométricos.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- SFS-SQL: Hierarquia de Tipos Geométricos



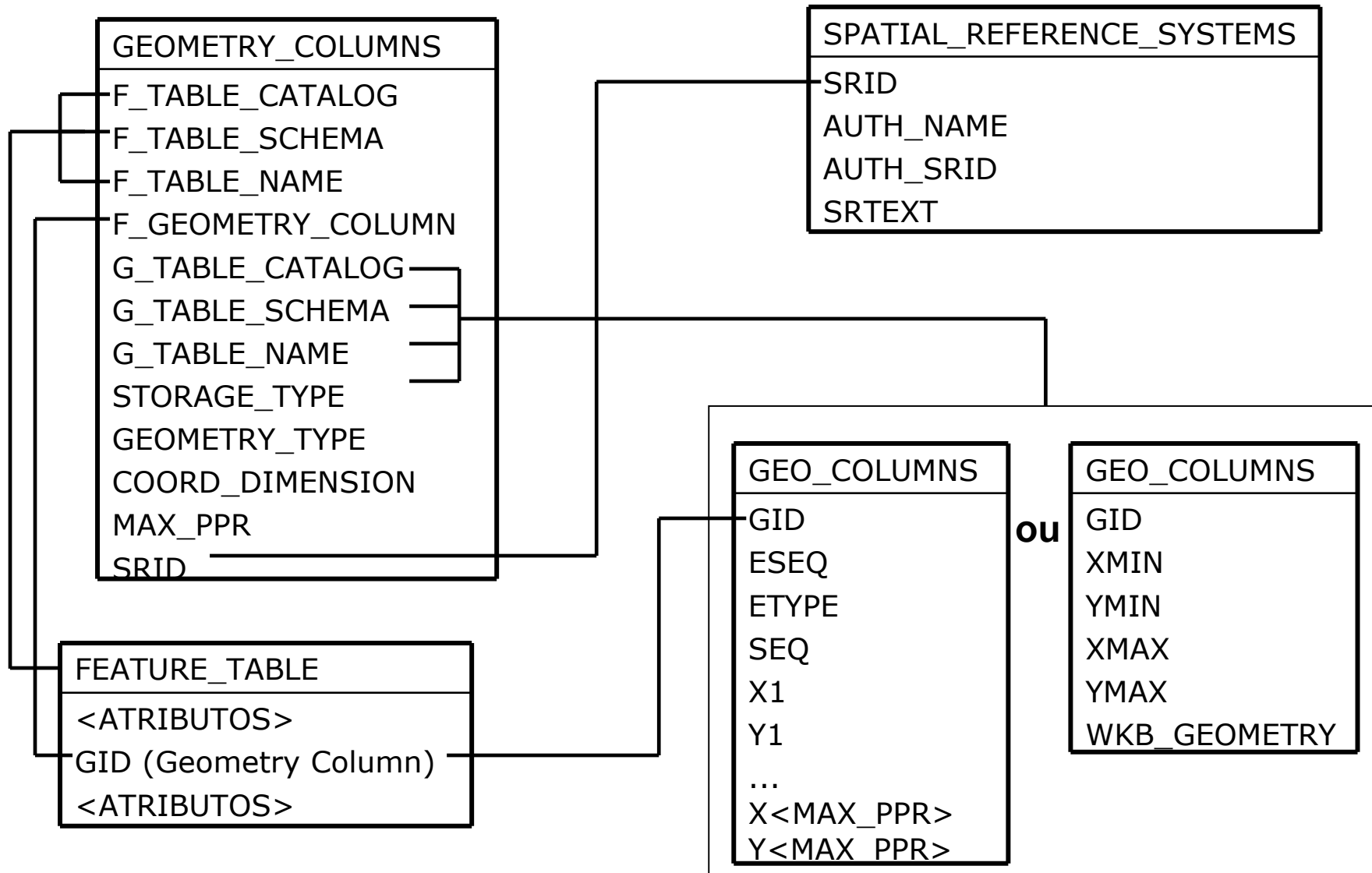
OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- WKT – Well Known Text

Geometry Type	SQL Text Literal Representation	Comment
Point	<code>'POINT (10 10)'</code>	a Point
LineString	<code>'LINESTRING (10 10, 20 20, 30 40)'</code>	a LineString with 3 points
Polygon	<code>'POLYGON ((10 10, 10 20, 20 20, 20 15, 10 10))'</code>	a Polygon with 1 exterior ring and 0 interior rings
Multipoint	<code>'MULTIPOINT (10 10, 20 20)'</code>	a MultiPoint with 2 point
MultiLineString	<code>'MULTILINESTRING ((10 10, 20 20), (15 15, 30 15))'</code>	a MultiLineString with 2 linestrings
MultiPolygon	<code>'MULTIPOLYGON (((10 10, 10 20, 20 20, 20 15, 10 10)), ((60 60, 70 70, 80 60, 60 60)))'</code>	a MultiPolygon with 2 polygons
GeomCollection	<code>'GEOMETRYCOLLECTION (POINT (10 10), POINT (30 30), LINESTRING (15 15, 20 20))'</code>	a GeometryCollection consisting of 2 Point values and a LineString value

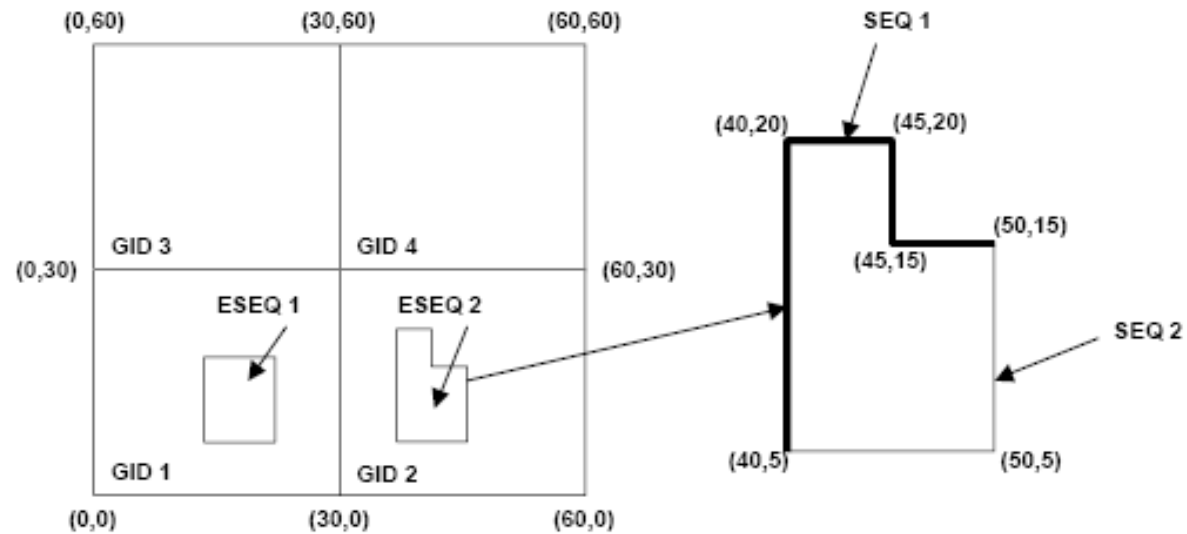
OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- SFS-SQL: Tabelas de feições – Tipos SQL



OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- SFS-SQL: Tabelas de feições Usando Tipos Numéricos da SQL



GID	ESEQ	ETYPE	SEQ	X0	Y0	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
1	1	3	1	0	0	0	30	30	30	30	0	0	0
1	2	3	1	10	10	10	20	20	20	20	10	10	10
2	1	3	1	30	0	30	30	60	30	60	0	30	0
2	2	3	1	40	5	40	20	45	20	45	15	50	15
2	2	3	2	50	15	50	5	40	5	Nil	Nil	Nil	Nil
3	1	3	1	0	30	0	60	30	60	30	30	0	30
4	1	3	1	30	30	30	60	60	60	60	30	30	30

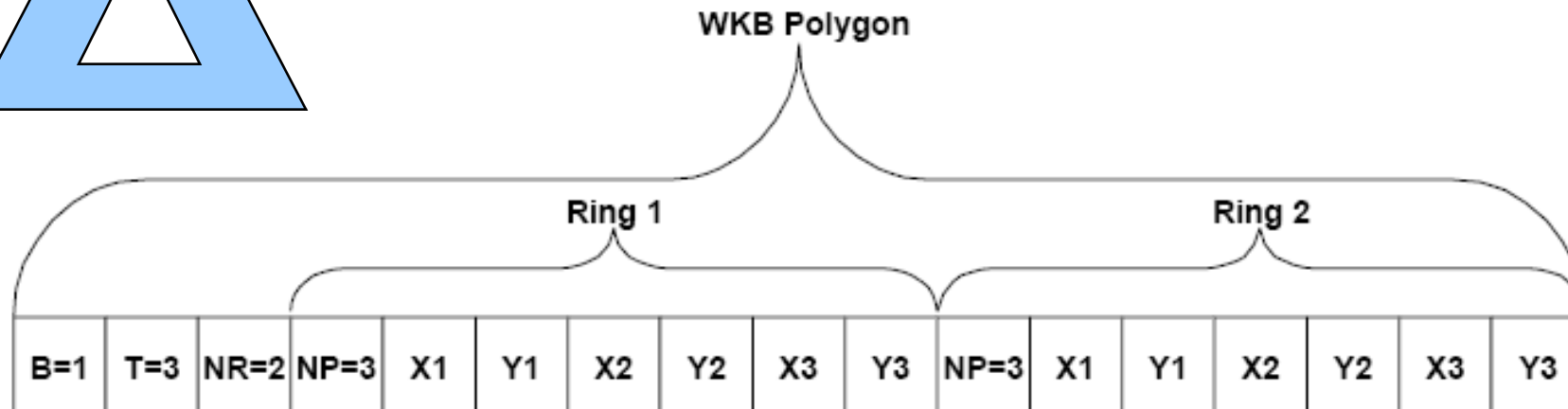
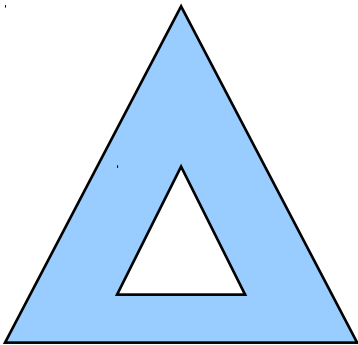
OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- SFS-SQL: Tabelas de feições Usando BLOBs - Well Known Binary (WKB)

Geometria:

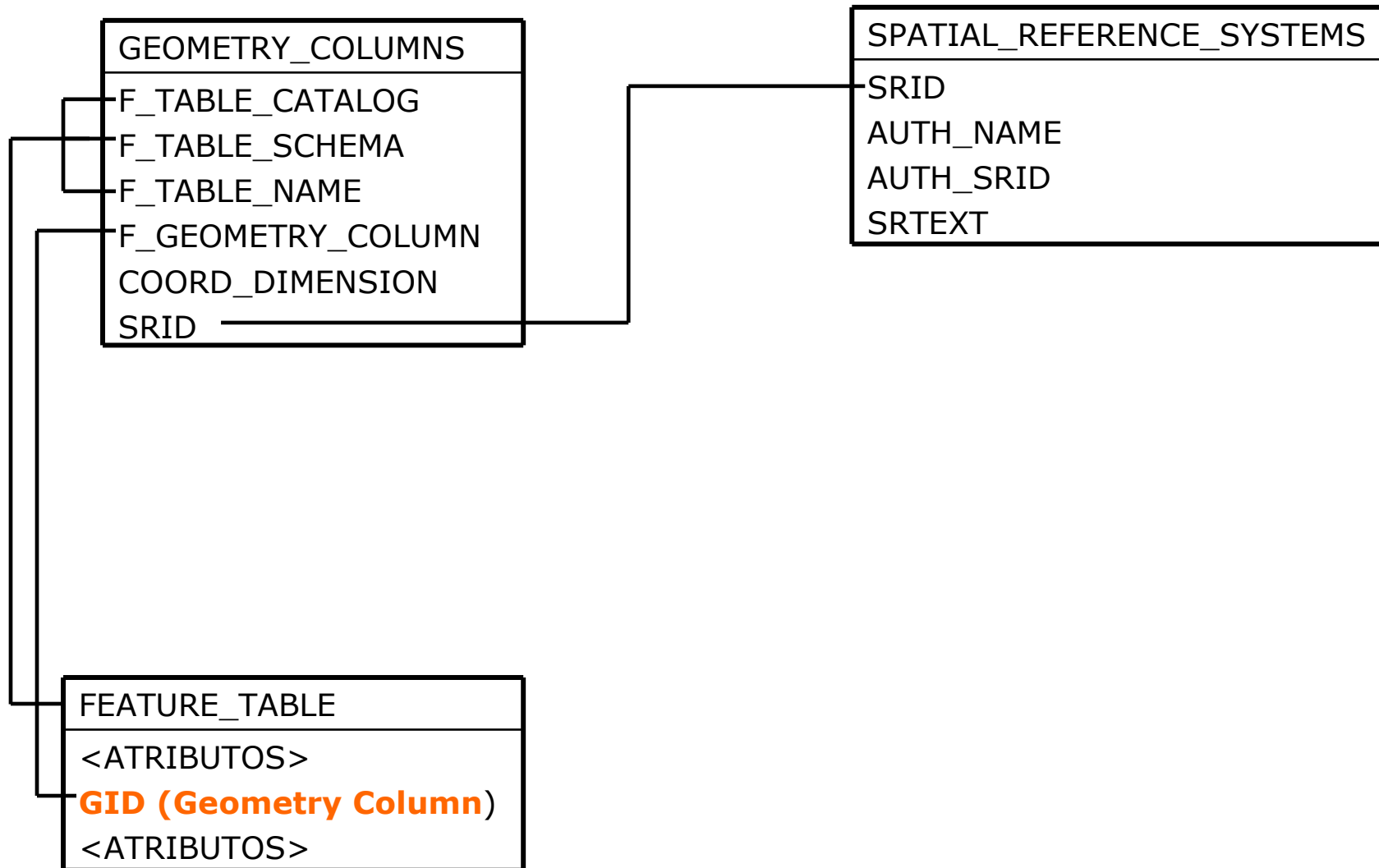
- com valores no formato NDR ($B=1$)
- tipo polígono ($T=3$)
- 2 anéis ($NR = 2$)
- Cada anel com 3 pontos ($NP = 3$).

GEO_COLUMNS
GID
XMIN
YMIN
XMAX
YMAX
WKB_GEOMETRY



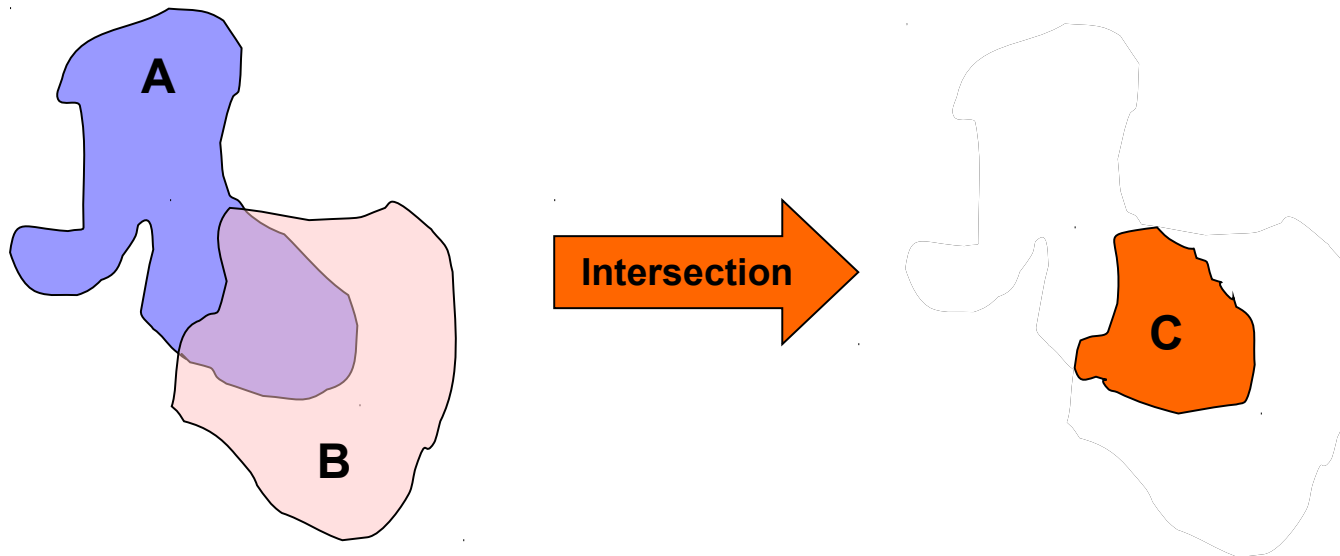
OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- SFS-SQL: Tabelas de feições – Tipos Geométricos Nativos



OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- SFS-SQL: Operadores Espaciais
 - Intersection(A, B): Geometry



OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- Outras Operações (SF-SQL)
 - distance(outraGeometria:Geometry):Double
 - retorna a distância entre as geometrias
 - buffer(distância:Double):Geometry
 - retorna uma geometria definida por um mapa de distância
 - convexHull():Geometry
 - retorna um polígono convexo com todos os pontos da geometria
 - intersection(outraGeometria:Geometry):Geometry
 - retorna a geometria resultante da interseção das geometrias
 - union(outraGeometria:Geometry):Geometry
 - retorna a geometria resultante da união de duas geometrias

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- Outras Operações (SF-SQL)
 - `difference(outraGeometria:Geometry):Geometry`
 - retorna a geometria resultante da diferença entre as geometrias
 - `area ():double`
 - área de uma região
 - `centroid():point`
 - um ponto representando o centróide da geometria
 - `pointOnSurface():point`
 - um ponto que esteja na superfície

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- SFS-SQL
- Extensões existentes que seguem este padrão:
 - Comerciais
 - Oracle Spatial
 - IBM DB2 Spatial Extender
 - Livres
 - PostGIS
 - Extensão espacial para MySQL (em desenvolvimento)

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

- Questionário:
 1. Qual é o papel da OGC?
 2. O que é OGC?
 3. De que maneira a OGC contribui para a interoperabilidade dos dados geográficos?
 4. O que é GML?

AULA REVISÃO DE BD

Material de Referência:

http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser303/slides_introducao_sistemas_bd.ppt

Referências

- Vieira, Antônio José Berutti & Oliveira, Leonardo Castro. Textos didáticos: conceitos importantes de Cartografia Digital. Curitiba, 2001.

Referências (URLs)