

Sistemas de Referência Espacial

Lubia Vinhas

Exemplo

3 pessoas foram ao campo, com diferentes equipamentos, para localizar 2 pontos de interesse e voltaram com as seguintes medições:

| | PESSOA 1 | | PESSOA 2 | | PESSOA 3 | |
|----|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | X | Y | X | Y | X | Y |
| P2 | -42.3591666667 | -23.3194444444 | 770061.694961 | 7418652.21437 | 1189337.72907 | -2627767.87227 |
| P3 | -43.0166666667 | -29.5347222222 | 692193.800396 | 6731129.17863 | 1063065.76762 | -3318803.38603 |

Qual delas fez as medições certas?

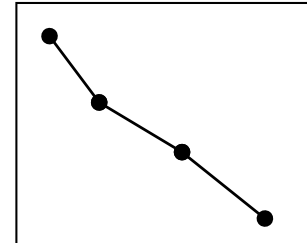
Exemplo: dados geográficos

Dado matricial

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

Como esses dados são tratados digitalmente?
Onde está representado:
o **quê** e **onde**?

Dado vetorial



Dados geográficos digitais

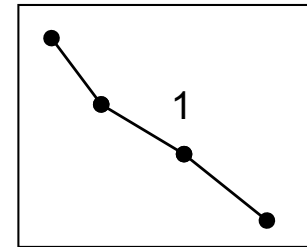
Dado matricial

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 10 | 10 | 10 |
| 30 | 30 | 30 |

altimetria, radiância, etc...

O quê?

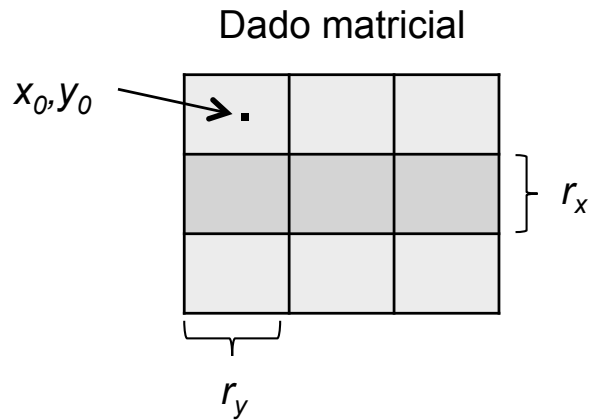
Dado vetorial



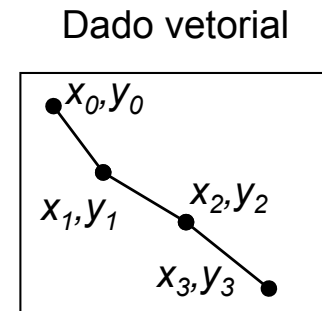
| ID | Atr1 | Atr2 |
|----|------|------|
| 1 | 10.4 | xxxx |

rio, cidade, unidade da paisagem, etc.

Dados geográficos digitais



Onde?

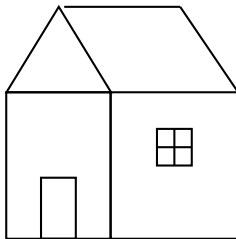


x e y estão em qual sistema de referência?

Sistemas de Referência Espaciais

Natureza dos dados espaciais

- Dados espaciais caracterizam-se especificamente pelo atributo da **localização geográfica** estabelecida quando:
 - possível descrevê-lo em relação a outro objeto cuja posição seja conhecida
 - possível descrevê-lo em um certo **sistema de coordenadas**



Minha casa

Long: 45° 53' 24.00" O

Lat: 23° 11' 74.01" S

Moro abaixo e a esquerda da Torre Eiffel



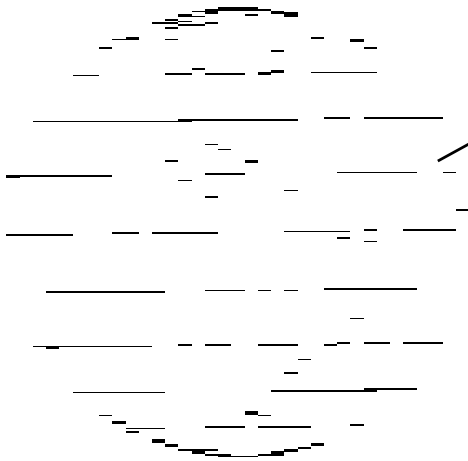
Torre Eiffel

Long: 2° 17' 54.01" L

Lat: 48° 53' 33.24" N

Sistema de coordenadas geográficas

- É o sistema de coordenadas mais antigo. Nele, cada ponto da superfície terrestre é localizado na interseção de um **meridiano** com um **paralelo**, definidos sobre uma superfície de referência



Mas qual é essa superfície de referência?

É uma esfera?

É uma elipse?

Quais suas dimensões?

Qual a forma da Terra?

Conceitos de Geodésia

A **Geodésia** é a ciência que se encarrega da determinação da forma e das dimensões da Terra

Antigamente acreditava-se que a terra era uma esfera.

Evolução da Física e Gravimetria chegou-se a conclusão de que a terra era achatada, ou um elipsóide (achatamento definido por gravimetria)

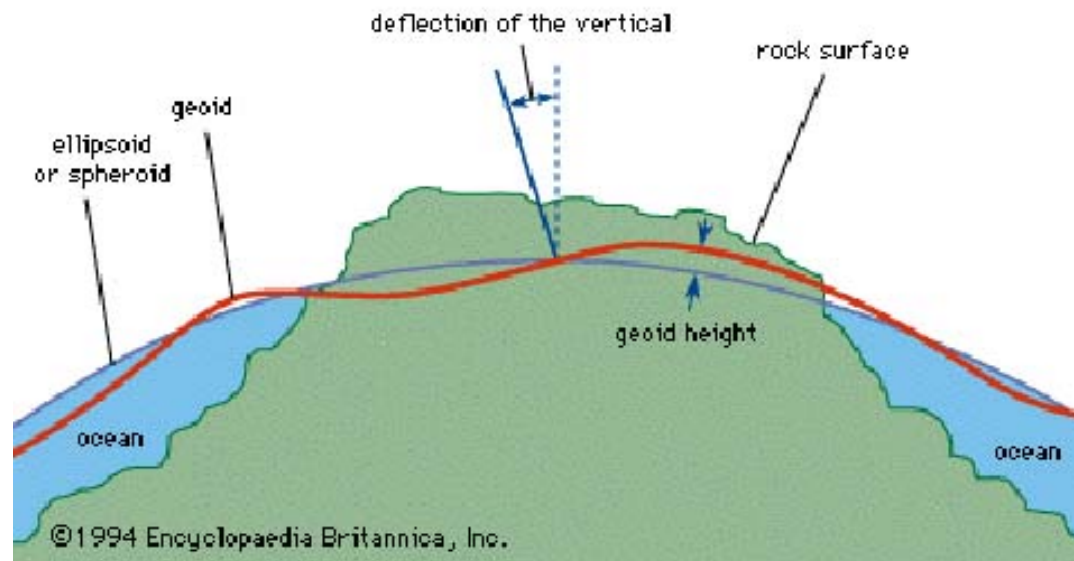
Século XIX – Legendre e Gauss provaram que estava havendo um erro quanto a forma da Terra. Concluíram que a Terra não era uma elipsóide mudando novamente o conceito da figura da Terra, mais tarde este novo conceito foi chamado de **Geóide**

Conceitos de Geodésia

Geodésia trata da determinação das dimensões e da forma da Terra

Geóide é aceito como figura matemática da Terra

Superfície equipotencial do campo gravitacional da Terra que mais se aproxima do nível médio dos mares

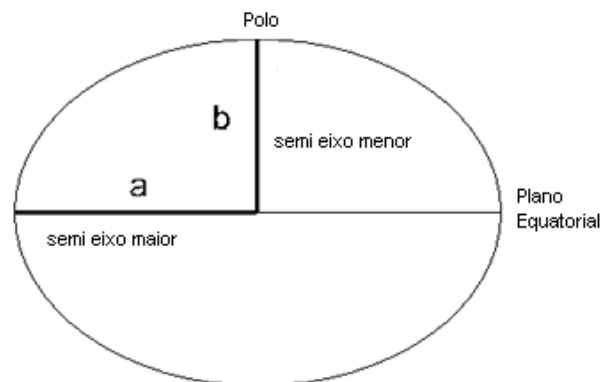


Conceitos de Geodésia

Na prática o geóide não é conhecido globalmente: faltam estações gravimétricas em todo planeta e equações complexas

Surge uma superfície de referência mais adequada à Terra real, ou seja, tratável matematicamente: **Elipsóide de Referência** ou Terra Cartográfica

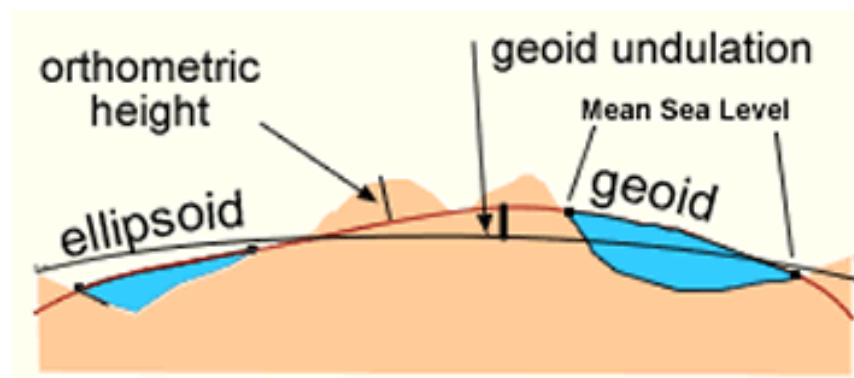
Um elipsóide é caracterizado por seus semi-eixos maior (raio Equatorial) e menor (achatamento dos polos)



Datum planimétrico

É composto por uma superfície de referência posicionada em relação à Terra real;

O procedimento prático de estabelecer uma referência geodésica começa com a seleção arbitrária de um ponto conveniente para o datum e de sua representação na superfície de um elipsóide escolhido

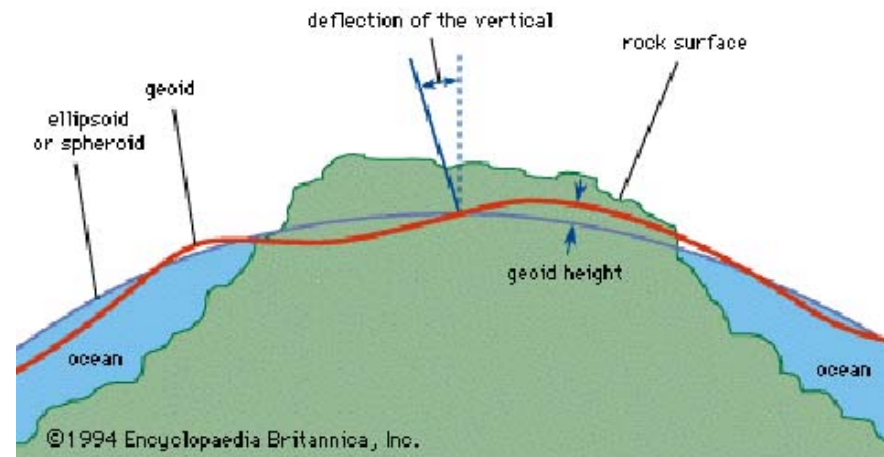
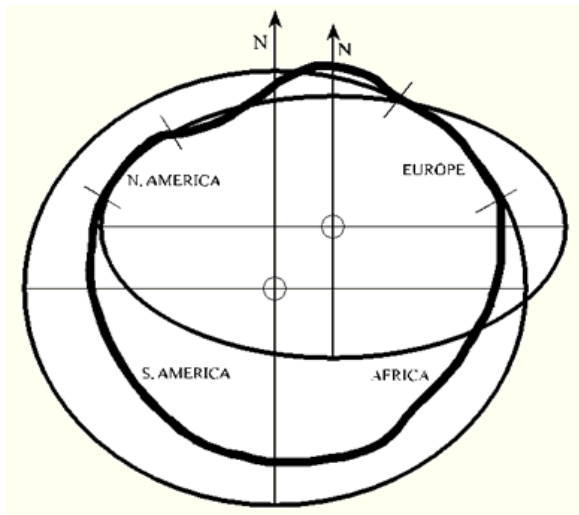


Datum planimétrico

Seleciona-se o elipsóide de referência mais adequado à região

Posiciona-se o elipsóide em relação à Terra real – preservando o paralelismo entre o eixo de rotação da Terra e do elipsóide

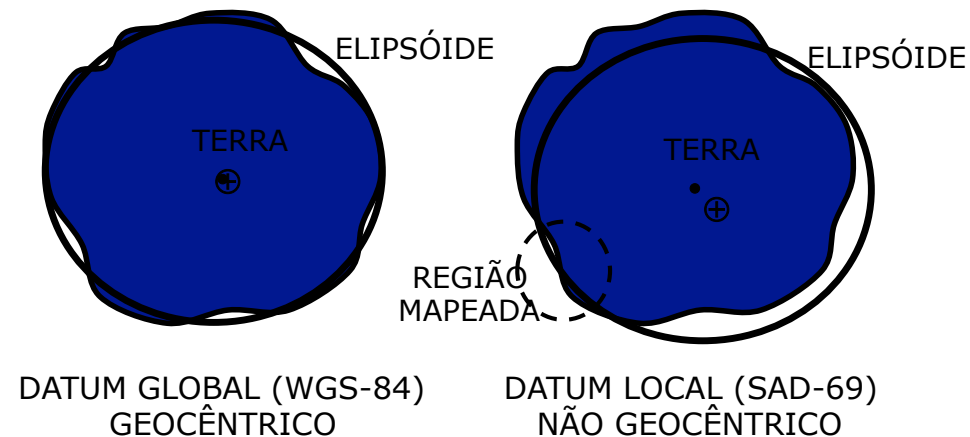
Escolhe-se um ponto central (origem) no país ou região e faz-se a anulação do desvio da vertical



Datum planimétrico

Conceito confuso para os usuários de SIG

Pode ser global (o centro do elipsóide coincide com o centro de massa da Terra) ou local (o centro do elipsóide está deslocado do centro da Terra)



Mensagem importante: as Coordenadas Geográficas, dependem de um Datum planimétrico, pois ele define a referência para os meridianos e paralelos.

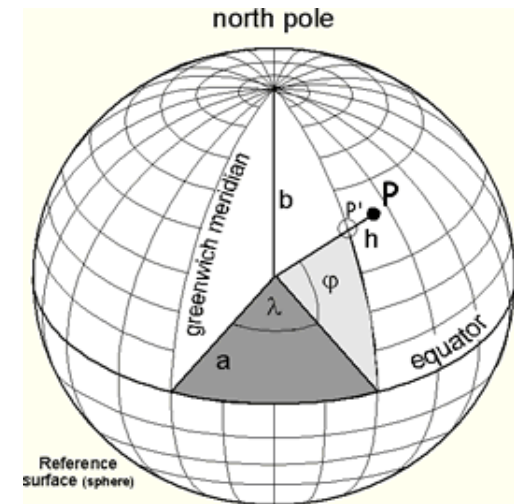
Sistema de coordenadas geográficas

Latitude geodésica ou geográfica

ângulo entre a normal à superfície de referência (elipsóide ou esfera), no ponto em questão, e o plano do equador. Varia de 0° a 90° (norte ou sul)

Longitude geodésica ou geográfica

ângulo entre o meridiano que passa pelo ponto e o meridiano origem (Greenwich, por convenção). Varia 0° a 180° (leste e oeste)



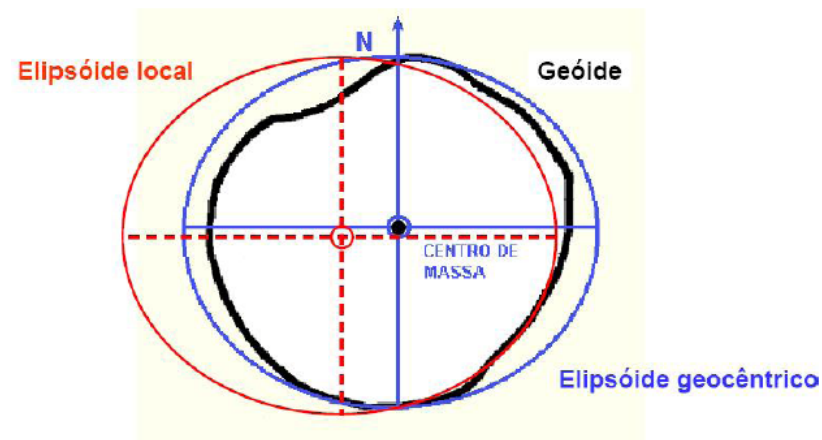
- φ – latitude geodésica (graus)
- λ – longitude geodésica (graus)
- h** – altitude elipsoidal (metros)

Datum usados no Brasil

- Legalmente:
 - **SAD69** - South American Datum 1969
 - **SIRGAS2000** - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
- Também é comum encontrar cartas topográficas que referem-se à **Córrego Alegre**, o antigo Datum brasileiro
- 25 de fevereiro de 2005: SIRGAS2000 foi oficialmente adotado como o novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN)
- Foi também definido um período de transição, não superior a 10 anos, onde o sistema novo (SIRGAS2000) e os antigos (SAD 69, Córrego Alegre) poderão ser utilizados concomitantemente.
- Depois de passado o período de transição, o SIRGAS2000 será o único sistema geodésico de referência legalizado no país.

Datum usados no Brasil

- Diferenças entre o SAD69 e o SIRGAS2000:
 - SAD69 é um sistema de referência topocêntrico que tem como referência um ponto na superfície da Terra
 - SIRGASS2000 é geocêntrico que tem como referência um ponto no centro de massa da Terra
 - SIRGASS2000 atende a uma necessidade de compatibilização com o sistema de posicionamento GPS, que também é geocêntrico

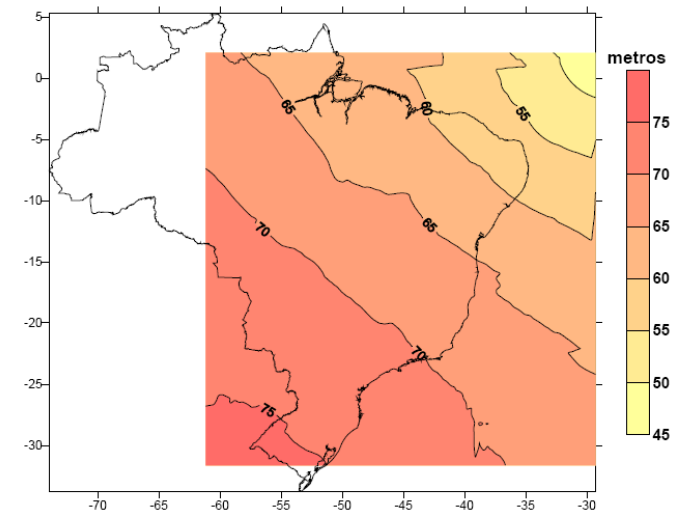
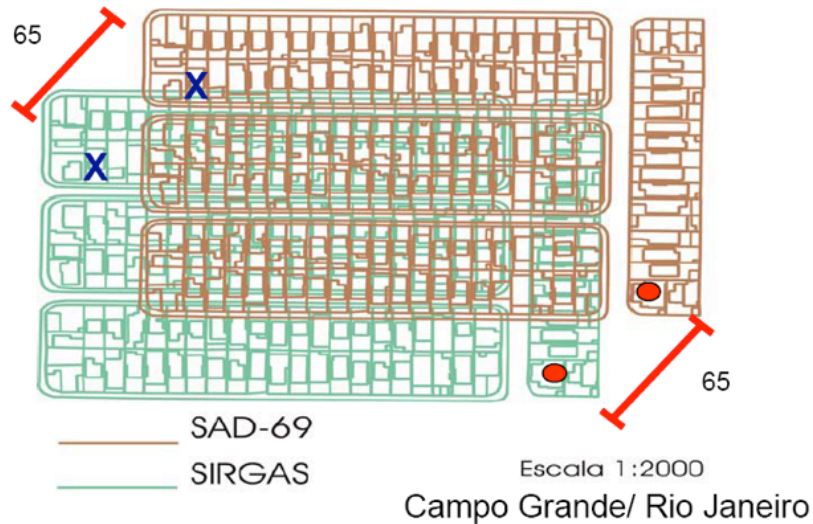


Outros Datum

- Locais
 - SAD69, Córrego Alegre, NAD27, Indian
- Globais
 - WGS84, SIRGAS, NAD83
- WGS84 e SIRGAS200 são praticamente idênticos, pois utilizam o mesmo elipsóide de referência (GRS80), com alguns centímetros de diferença no valor do achatamento.

Erros de Posicionamento

- Ainda que existam dados em coordenadas geodésicas, em diferentes Datum, essa coexistência pode gerar erros de posicionamento
- Por exemplo, um mapeamento realizado em SAD69 e outro em SIRGAS2000 não podem ser mostrados no mesmo mapa



Fonte: <http://www.pign.org/PIGN3/Portugues/cadastral.htm>

(relatório do Projeto demonstração 2)

Erros de Posicionamento

- De SIRGAS200 para SAD69 : ~65 metros no território brasileiro
- De SIRGAS2000 para WGS84: nenhum
- De Córrego Alegre para SAD69: ≤ 60 metros

SOLUÇÃO:

- lembre que a variação das coordenadas geográficas afeta a exatidão de sua base de dados
- use um SIG que saiba levar em conta essa variação de coordenadas
- saiba o que está medindo com um receptor GPS
- tenha cuidado com dados compartilhados (importação e exportação)

Conceitos de Geodésia

- Datum altimétrico ou vertical
 - superfície de referência para a contagem das altitudes (geóide)
 - rede de marégrafos faz medições contínuas para a determinação do nível médio dos mares
 - adota-se um dos marégrafos como ponto de referência do datum vertical
 - no Brasil usa-se o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina

Conceitos de Geodésia

■ Relevo

- Saber se dois ou mais pontos estão no mesmo nível (altitude) – subir ou descer
- **Nível base** – origem padrão de medidas = nível médio dos mares
- **Altitude** é a medida do desnível que existe entre qualquer ponto da superfície e o nível do mar.

- Altitude é DIFERENTE de Altura!!

Conceitos de Geodésia

- Datum altimétrico ou vertical
 - superfície de referência para a contagem das altitudes (geóide).
 - rede de marégrafos faz medições contínuas para a determinação do nível médio dos mares
 - adota-se um dos marégrafos como ponto de referência do datum vertical
 - no Brasil usa-se o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina

Conceitos de Geodésia

■ Altitudes

- Positivas – elevações, ou seja estão acima do nível base
- Negativas – depressões, ou seja, estão abaixo do nível base
- Mapas – representação em **curvas de nível**
- **Curva de nível são linhas que unem pontos de mesma altitude**

Escala

- É a relação entre a medida de um objeto ou lugar geográfico representado no papel e sua verdadeira dimensão.
- Normalmente é expressa das seguintes formas:
 - Fração representativa ou numérica
 - Gráfica ou escala de barras

Escala

- A escala de um mapa deve representar os detalhes
 - Naturais (rios, mares, montanhas)
 - Artificiais (estradas, pontes, edificações)
- Problemas
 - Necessidade de reduzir as proporções dos acidentes a representar.
 - Determinados acidentes, dependendo da escala, não permitem redução acentuada pois se tornam imperceptíveis.

A solução é se utilizar símbolos cartográficos.

Escala numérica

$$E = d / D$$

d: distância medida na carta

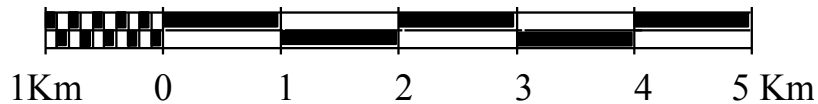
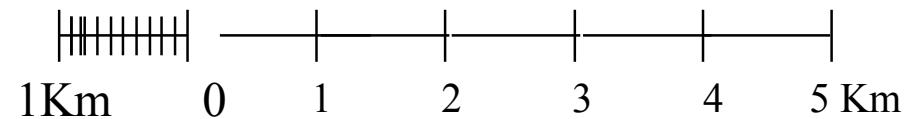
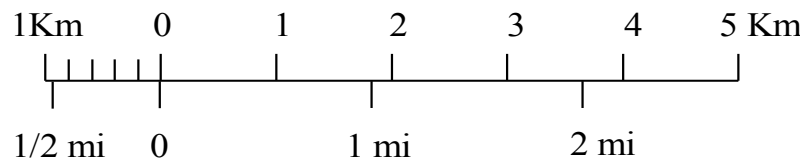
D: distância real

As escalas numéricas mais comuns são da forma:

$$E = 1 / 10x \text{ ou } E = 1:10x$$

Escala gráfica

- É a representação gráfica de várias distâncias do terreno sobre uma linha reta graduada
- É constituída de um segmento à direita da referência zero, conhecida como escala primária
- Consiste também de um segmento à esquerda da origem denominada de Talão ou Escala de Fracionamento, que é dividido em sub-múltiplos da unidade escolhida graduada da direita para a esquerda

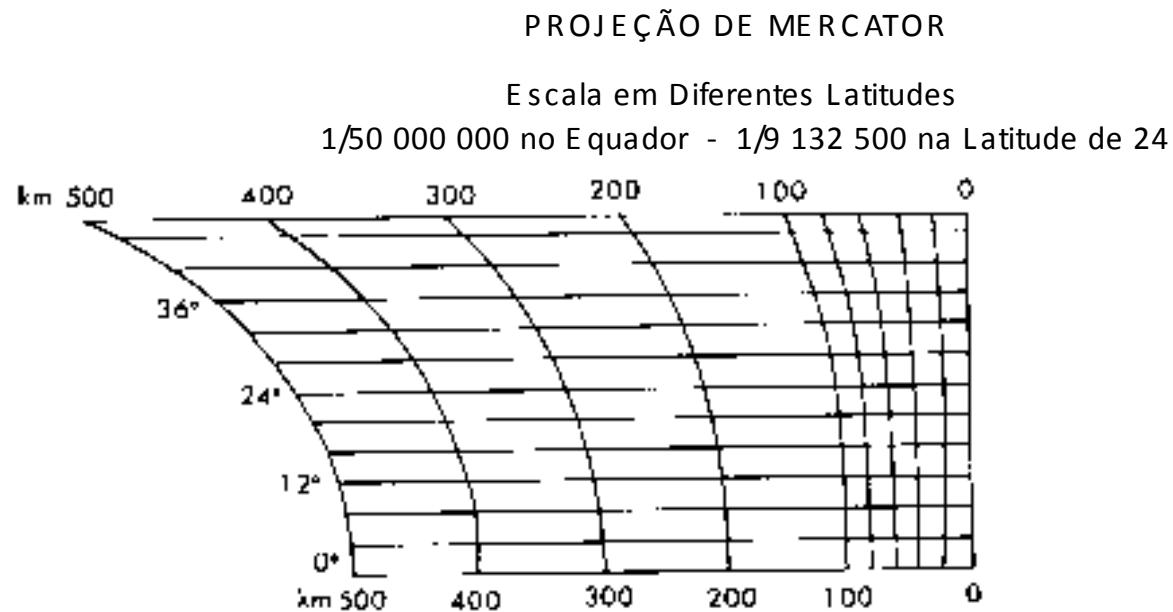


Escalas especiais

- As fotografias aéreas e grande parte das projeções cartográficas não possuem escalas constantes, elas são variáveis dependendo de uma série de fatores inerentes ao processo de elaboração da projeção.
- As fotografias aéreas, por serem uma projeção central, a escala é variável do centro da foto para a periferia, sendo tanto menor quanto mais próximo das bordas.
- Quando a escala for grande, não ocorrerão muitos problemas pois os erros serão desprezíveis, o que já não ocorrerá em escalas pequenas, podendo ser constante ao longo dos paralelos e variável ao longo dos meridianos, ou vice-versa. Depende do tipo de projeção e da sua estrutura projetiva.

Escalas especiais

- Na projeção de Mercator por exemplo, a escala é variável, constante ao longo dos paralelos e variável ao longo dos meridianos, variando com a latitude, quanto maior a latitude, maior a escala.



Escala

- Precisão gráfica

- É a menor grandeza medida no terreno, capaz de ser representada em desenho na mencionada escala.
- Menor comprimento: 0,2 mm

Seja $E = 1 / M$

Erro tolerável: 0,0002 metro X M

$$E = 1/20000 \text{ ----- } 0.2\text{mm} = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$$

$$E = 1/10000 \text{ ----- } 0,2\text{mm} = 2000 \text{ mm} = 2 \text{ m}$$

$$E = 1/40000 \text{ ----- } 0,2\text{mm} = 8000 \text{ mm} = 8 \text{ m}$$

$$E = 1/100000 \text{ ---- } 0,2\text{mm} = 20000 \text{ mm} = 20 \text{ m}$$

Escala

- Escolha de escala

Considerando uma região que se queira mapear e que possua muitos acidentes de 10m de extensão, a menor escala que se deve adotar será:

Erro tolerável = 0,0002 metro X M

M = Erro tolerável / 0,0002 metro

M = 10m / 0,0002m = 50.000 ou seja

E = 1:50.000

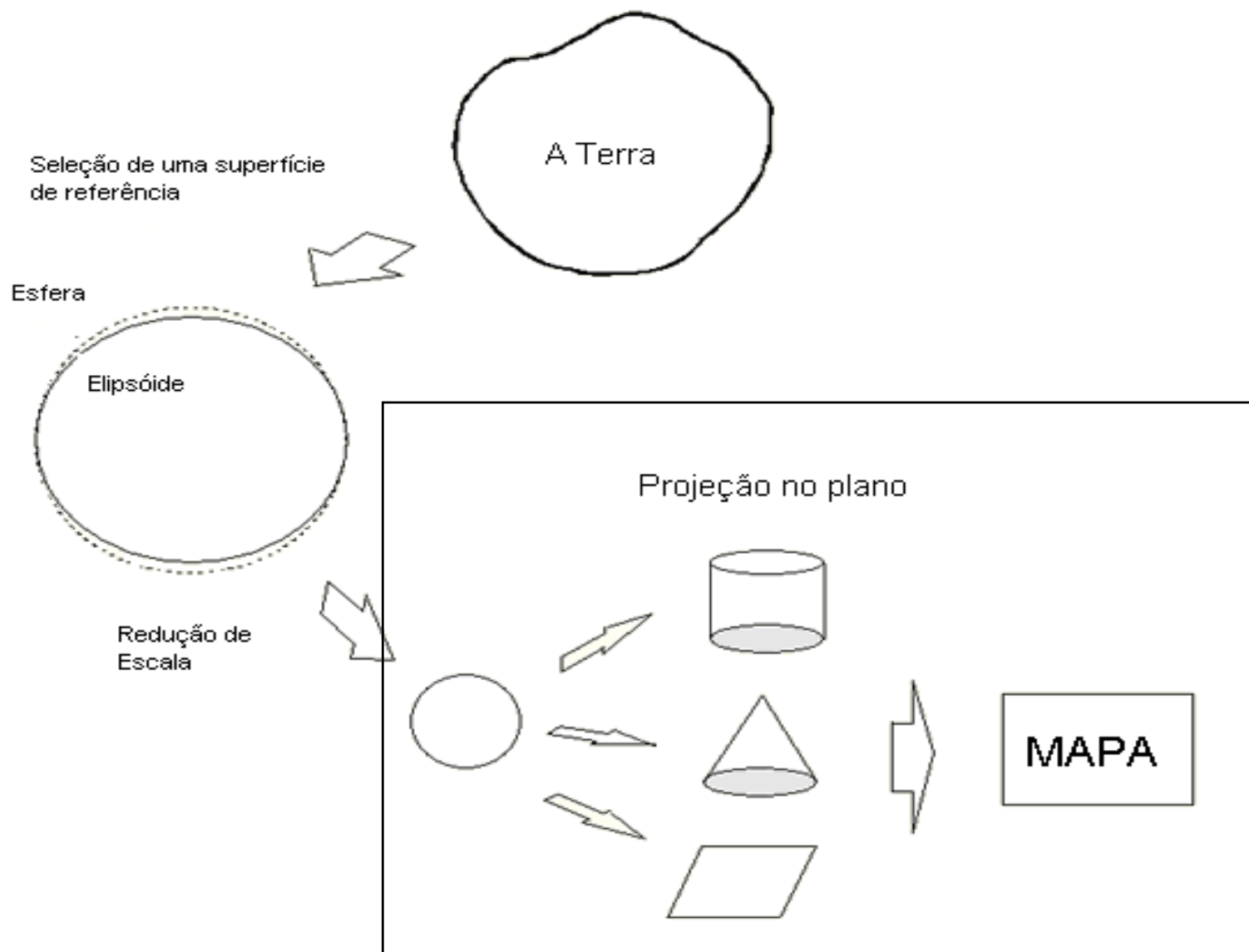
Escala

- As condicionantes básicas para a escolha de uma escala de representação são:
 - dimensões da área do terreno que será mapeado;
 - tamanho do papel que será traçado o mapa;
 - a orientação da área;
 - erro gráfico;
 - precisão do levantamento e/ou das informações a serem plotadas no mapa.

No mapa a Terra é plana



Processo de criação de um mapa



Projeções Cartográficas

- Impossível representar uma superfície curva num plano sem deformação, por isso apareceu o conceito de Superfície de Projeção
- Superfície de Projeção é uma superfície desenvolvível no plano, capaz de representar um sistema plano de meridianos e paralelos sobre o qual pode ser desenhada uma representação cartográfica (carta, mapa, planta)

Projeções Cartográficas

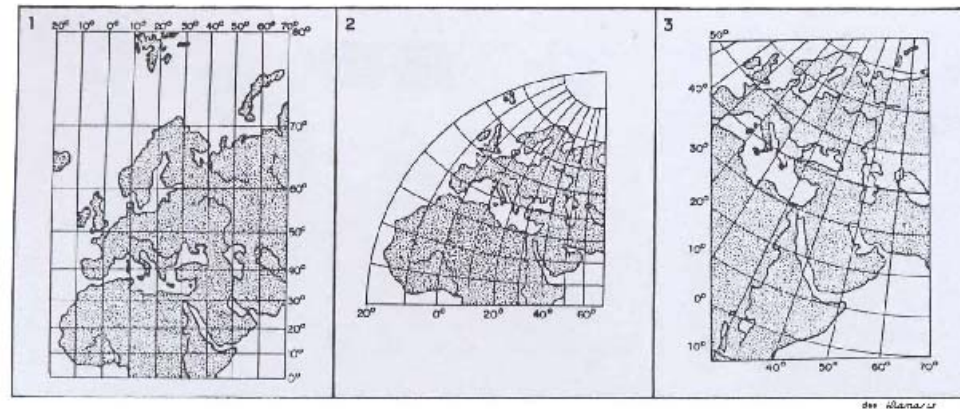
- Uma projeção cartográfica determina a correspondência matemática biunívoca entre os pontos da esfera (ou elipsóide) e sua transformação num plano
- Sistemas de projeção resolvem as equações:
(x e y – coordenadas planas, ϕ, λ – coordenadas geográficas)

$$x = f_1(\phi, \lambda) \quad y = f_2(\phi, \lambda)$$

$$\lambda = g_1(x, y) \quad \phi = g_2(x, y)$$

Projeções cartográficas

- Impossível representar uma superfície curva num plano sem deformação. Por isso, existem diferentes classes de projeção, que causam diferentes distorções e por isso tem diferentes aplicações
- Uma mesma área sob diferentes projeções geram mapas diferentes

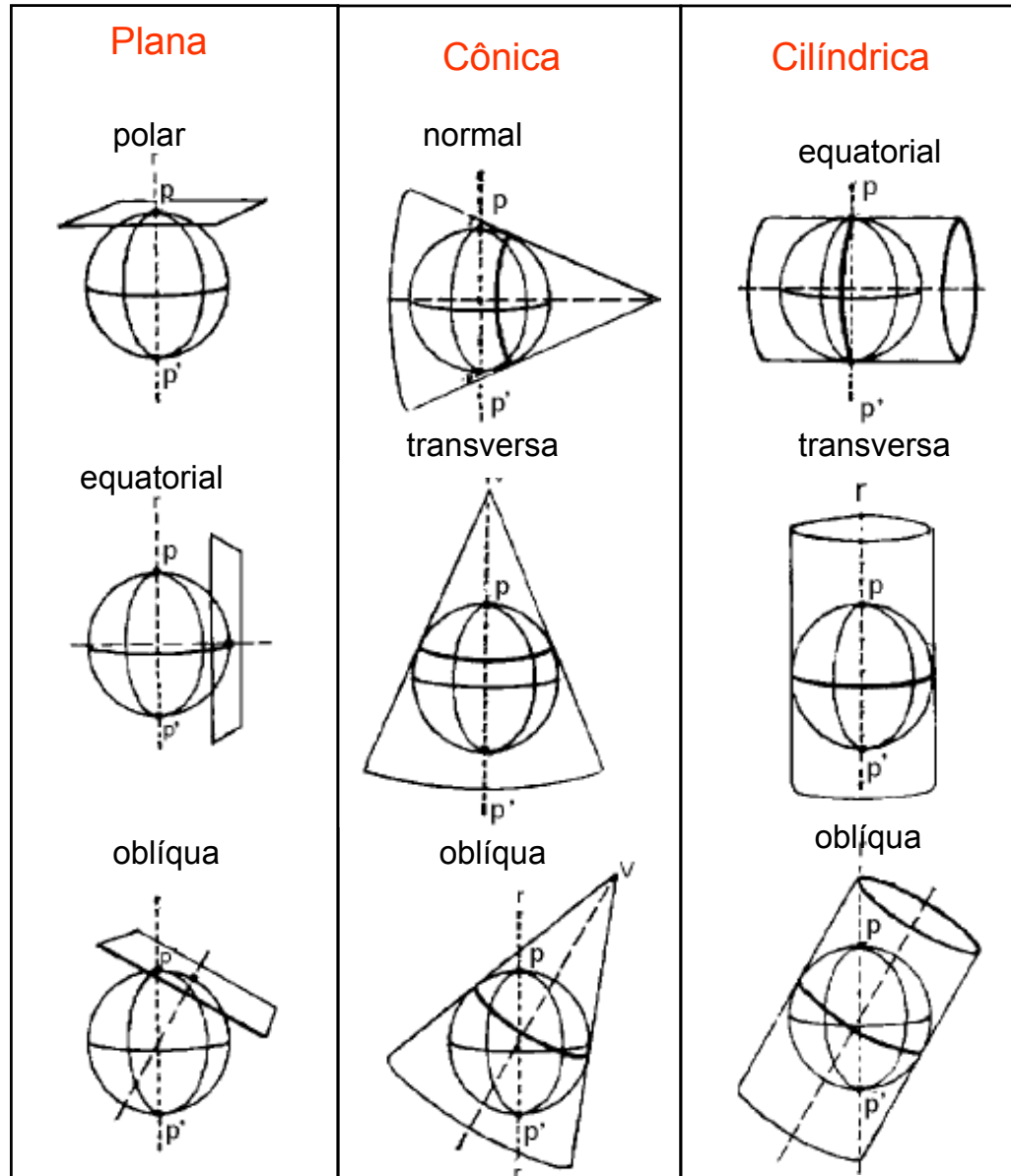


Cilíndrica

Plana

Cônica

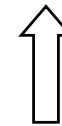
Classes de projeção



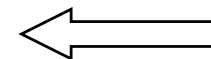
Equidistantes:
preservam distâncias

Equivalentes:
preservam áreas

Conformes: preservam
ângulos



Quanto as propriedades



Quanto a superfície de
projeção

Projeções Cartográficas

- Superfície ou figura de referência
 - esfera, elipsóide
- Superfície de projeção
 - plano, cone, cilindro, poliedro
- Posição da superfície de projeção
 - normal ou equatorial, oblíqua, transversa
- Método de construção
 - projetivo, analítico

Projeções Cartográficas

- Projeções planas ou azimutais
 - plano tangente ou secante
 - estereográfica polar, azimutal de Lambert

- Projeções cônicas
 - cone tangente ou secante
 - cônica de Lambert, cônica de Albers

- Projeções cilíndricas
 - cilindro tangente ou secante
 - UTM, Mercator, Miller

Projeções Cartográficas

- Projeções conformes ou isogonais
 - preservam ângulos
 - UTM, Mercator, cônica conforme de Lambert
- Projeções equivalentes ou isométricas
 - preservam áreas
 - cônica equivalente de Albers
- Projeções equidistantes
 - representam distâncias em verdadeira grandeza ao longo de certas direções
 - cilíndrica equidistante

Projeções Cartográficas

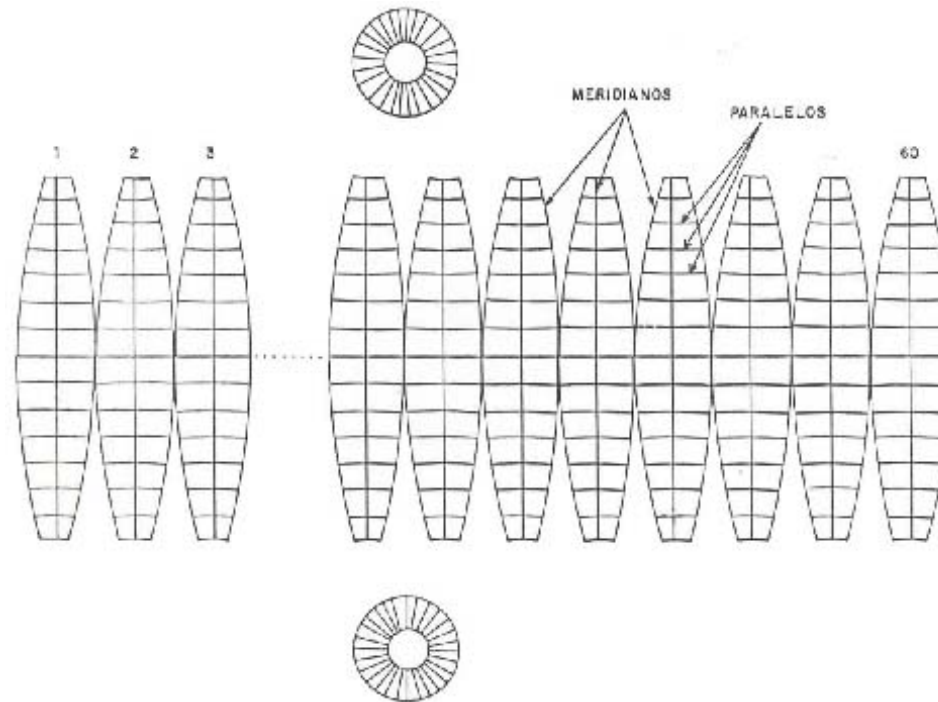
- Parâmetros das projeções
 - figura de referência (elipsóide ou esfera)
 - datum planimétrico
 - paralelo padrão (latitude reduzida)
 - deformações nulas, escala verdadeira ... verdadeira grandeza
 - Um ou dois paralelos se a superfície é tangente ou secante
 - longitude de origem (meridiano central)
 - posição do eixo Y das coordenadas planas
 - para a UTM é o meridiano central de um fuso
 - latitude origem
 - posição do eixo X das coordenadas planas
 - Equador para a maioria das projeções

Projeções Cartográficas

- Sistema UTM – Universal Transversa de Mercator

Projeções Cartográficas

- O sistema UTM é Universal, pois é aplicável em toda a extensão do globo terrestre



Zonas do sistema UTM
(Fonte: Serviço Geodésico Interamericano, s/d.)

Projeções Cartográficas Especificações UTM

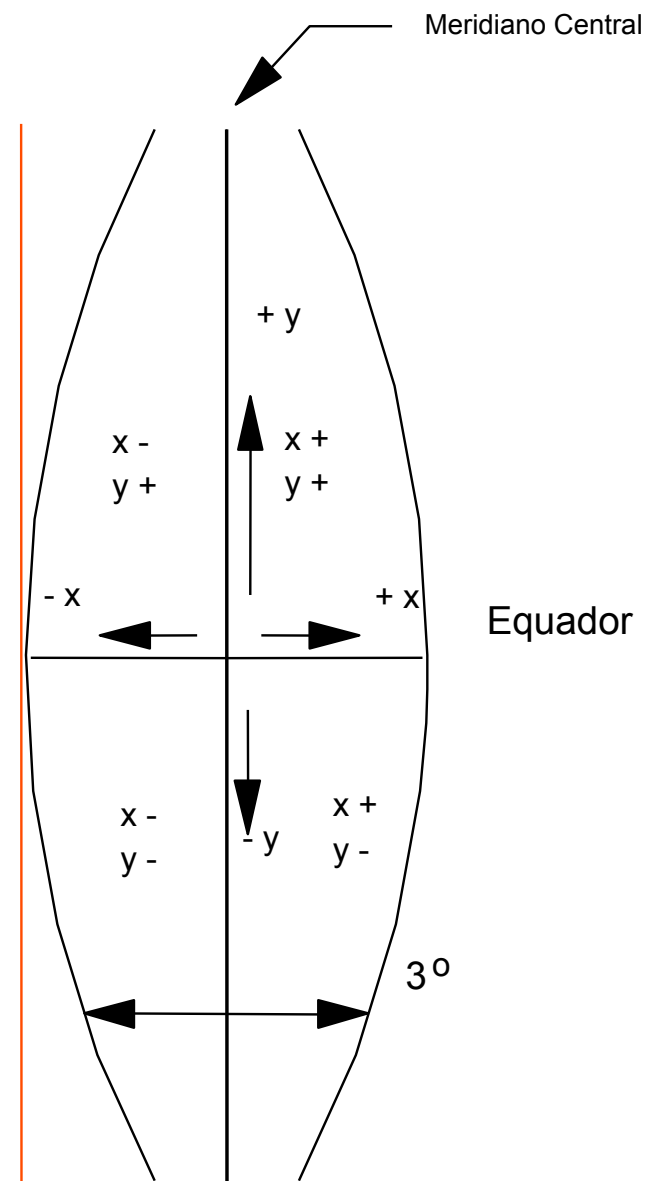
- Adota 60 cilindros de eixo transversal, de maneira que cada um cobre a longitude de 6° (3° para cada lado do meridiano central)
- Em latitude os fusos são limitados ao paralelo 80° N e S pois, acima deste valor as deformações se acentuam muito
- Para evitar coordenadas negativas a partir da origem das coordenadas (cruzamento Equador com meridiano central) será acrescentada em cada fuso das constantes 10.000.000 metros no eixo das ordenadas (NS) e de + 500.000 metros no eixo das abcissas (EW)

Especificações UTM



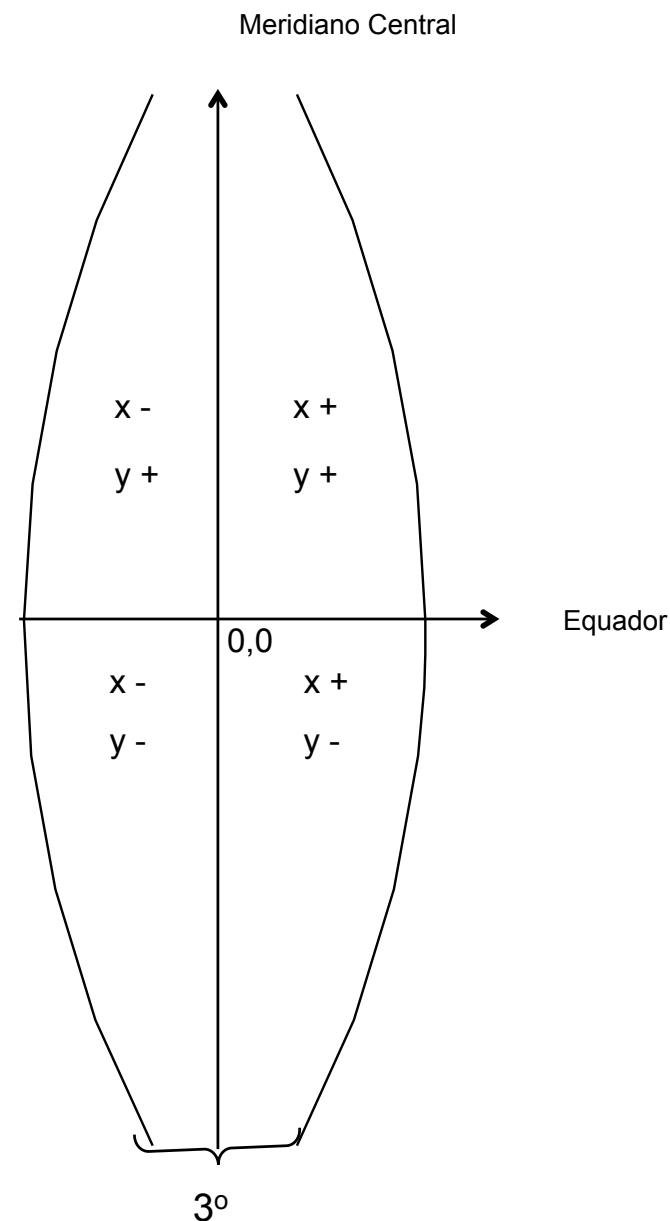
Universal Transversa de Mercator

- Adota 60 cilindros de eixo transverso, de maneira que cada um cobre a longitude de 6° (3° para cada lado do meridiano central)
- Em latitude os fusos são limitados ao paralelo 80° N e S pois, acima deste valor as deformações se acentuam muito



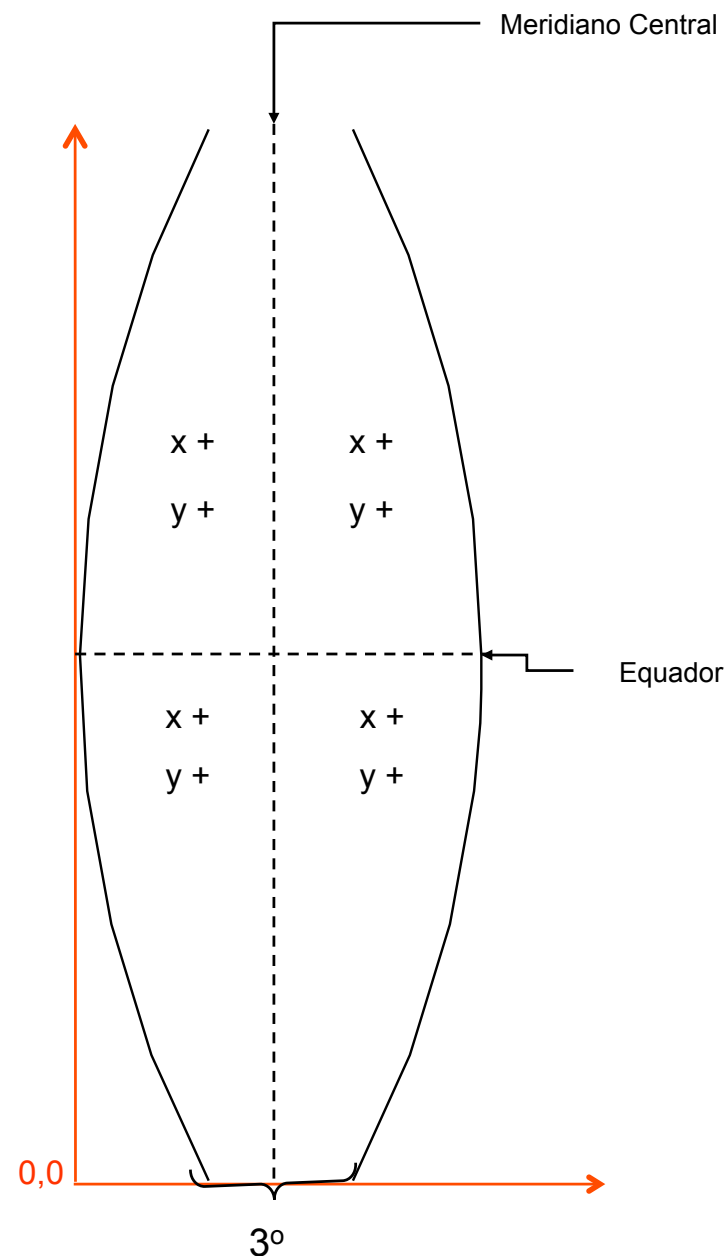
Universal Transversa de Mercator

- Adota 60 cilindros de eixo transverso, de maneira que cada um cobre a longitude de 6° (3° para cada lado do meridiano central)
- Em latitude os fusos são limitados ao paralelo 80° N e S pois, acima deste valor as deformações se acentuam muito



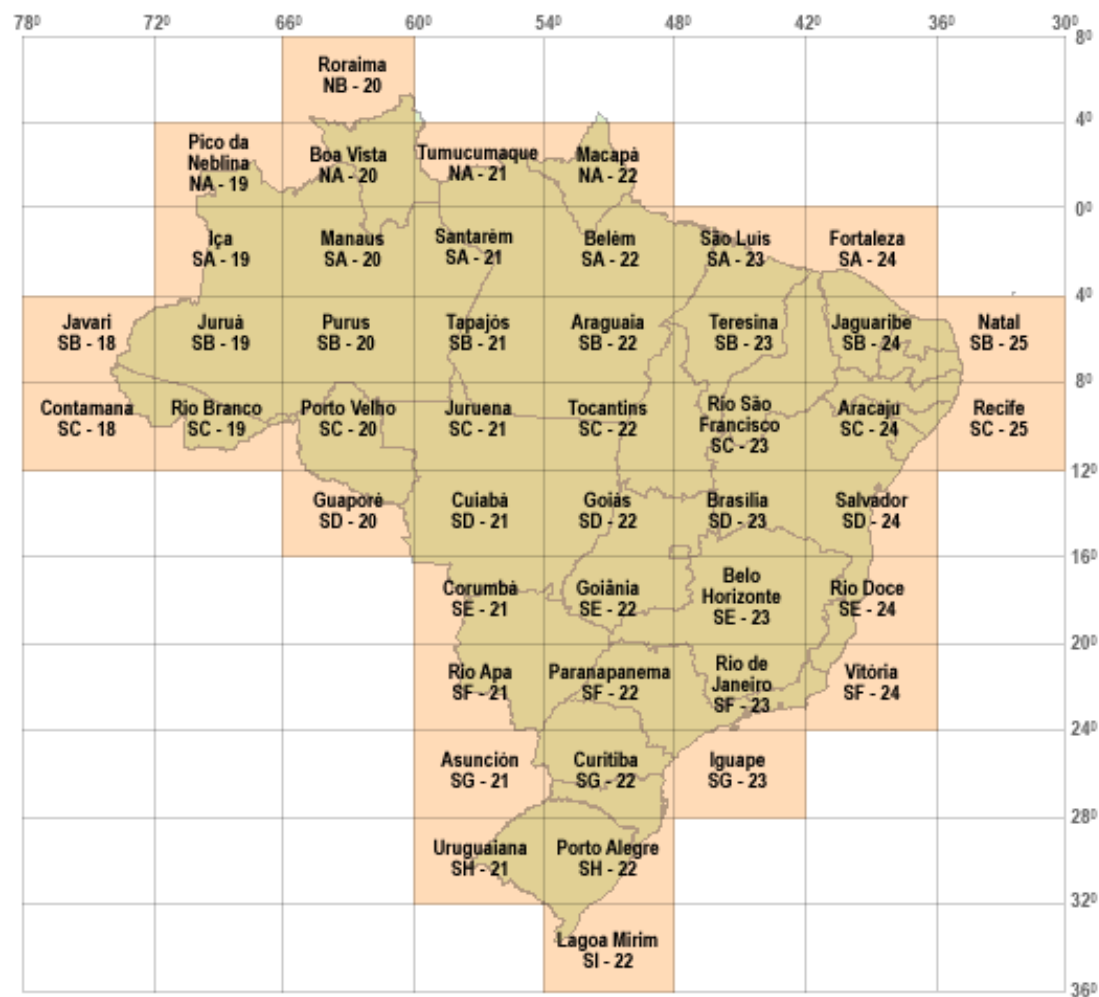
Universal Transversa de Mercator

- Para evitar coordenadas negativas a partir da origem das coordenadas (cruzamento Equador com meridiano central) será acrescida em cada fuso das constantes 10.000.000 metros no eixo das ordenadas (NS) e de + 500.000 metros no eixo das abscissas (EW)

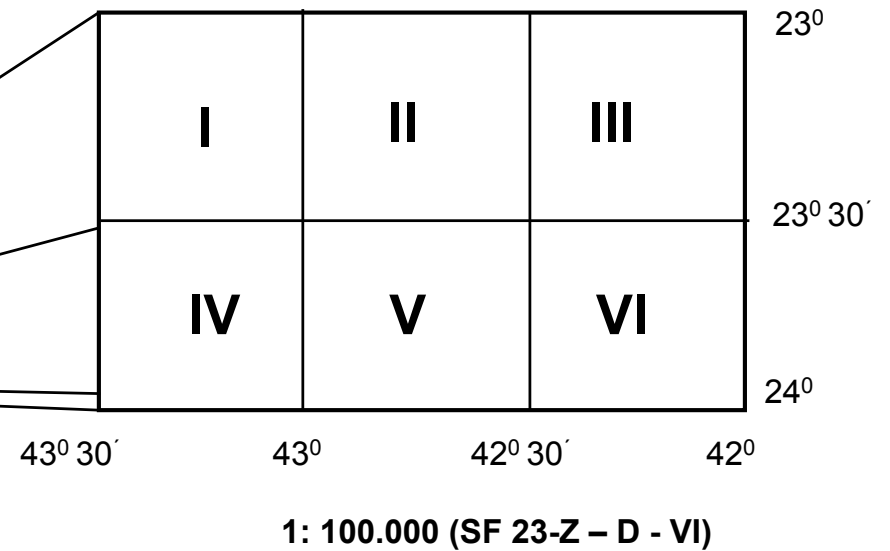
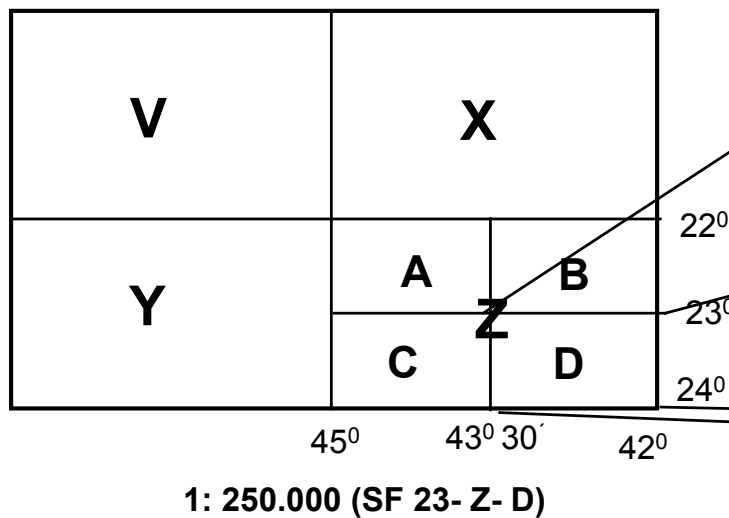
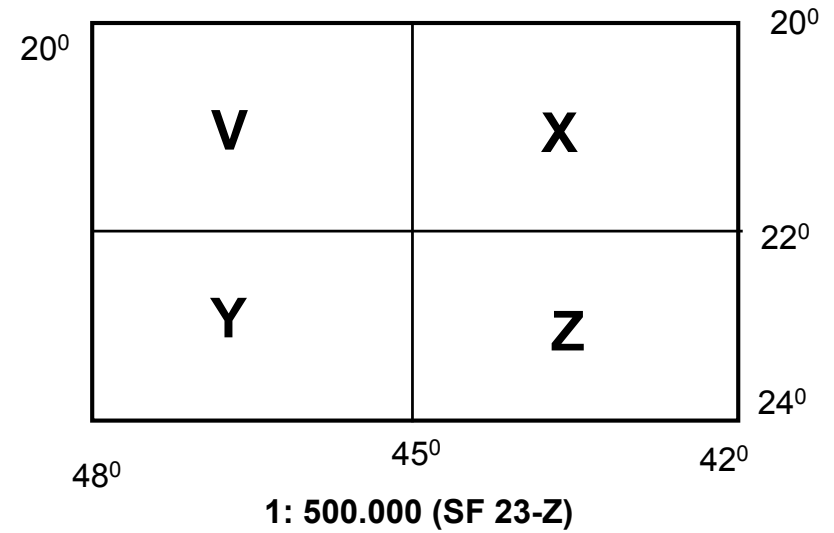
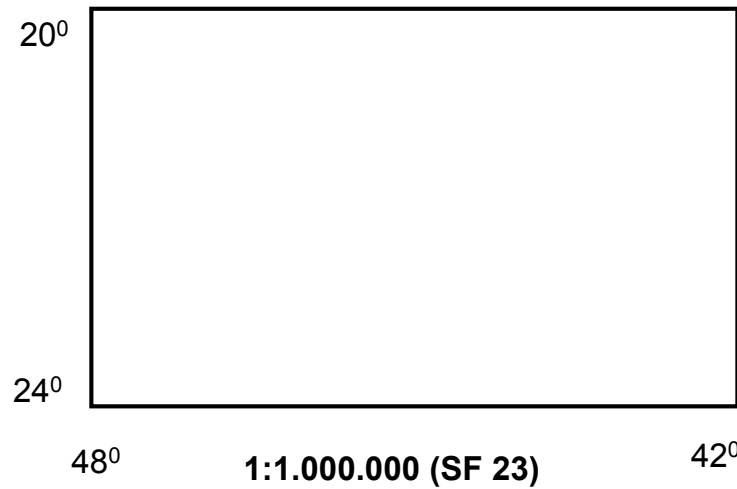


Projeções Cartográficas

Índice de Nomenclatura das Folhas

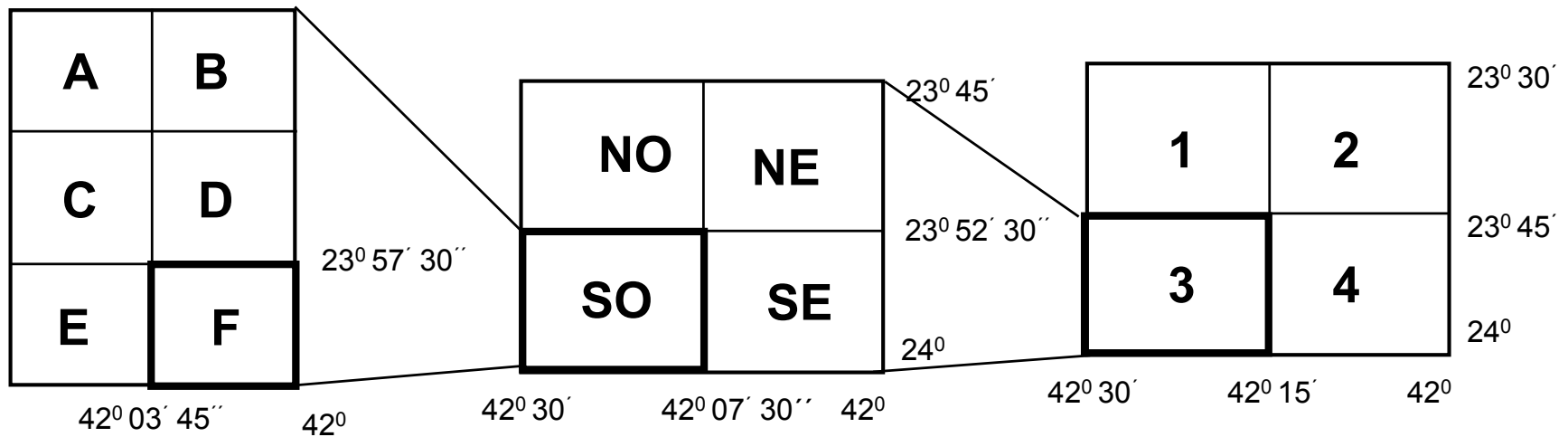
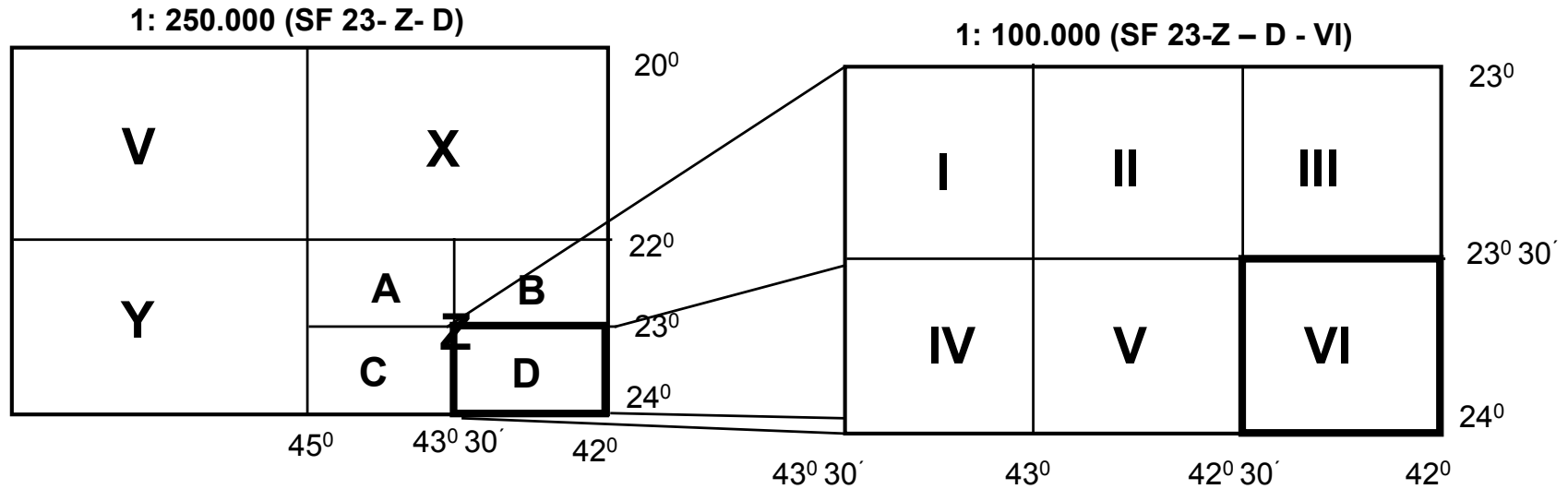


Nomenclaturas Folhas



Nomenclaturas Folhas

23°



1: 10.000 (SF 23 - Z - D - VI - 3- SO- F)

1: 25.000 (SF 23 - Z - D - VI - 3- SO)

1: 50.000 (SF 23-Z - D - VI - 3)

Carta Topográfica

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DA REPÚBLICA
DA SUCESSÃO DE GOVERNADORES
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA
CARTA DO BRASIL ESC. 1:50 000

LUTÉCIA

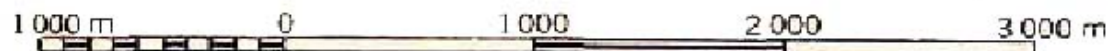
M-270/3
FOLHA SF-22-Z-III-3

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

| | | |
|--------------------|------------|-----------------------|
| QUATA | HERCULÂNIA | POMPEIA |
| PARAGUAÇU PAULISTA | LUTÉCIA | EXAPORA |
| VARACAÍ | ASSIS | CAMPOS NOVOS PAULISTA |

ESCALA 1: 50 000



Eqüidistância das curvas de nível: 20 metros

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano 51° W. Gr.,
acréscidas as constantes 10 000 km e 500 km respectivamente

Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC

Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

Levantamento estereofotogramétrico topográfico regular
Aerofotografias - 1965; apoio suplementar e reambulação
executados em 1973 pelo Departamento de Geodésia e Topografia;
restituição, aerotriangulação e preparo para a impressão
realizados pelo Departamento de Cartografia

Esta folha foi preparada e impressa em decorrência do
Convênio entre o IBGE e o Departamento de
Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA

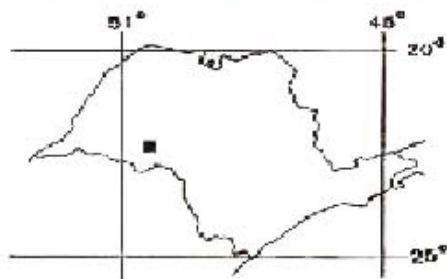
PRIMEIRA EDIÇÃO — 1974

DIREITOS DE REPRODUÇÃO RESERVADOS

Impressa no Serviço Gráfico do IBGE

A SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA agradece a gentileza da
comunicação de falhas ou omissões verificadas nesta Folha

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO



Projeções Cartográficas

- Principais projeções no Brasil
 - UTM (Universal Transverse Mercator)
 - cartas topográficas
 - Mercator
 - cartas náuticas
 - Cônica conforme de Lambert
 - cartas ao milionésimo
 - cartas aeronáuticas
 - Policônica
 - mapas temáticos
 - mapas políticos

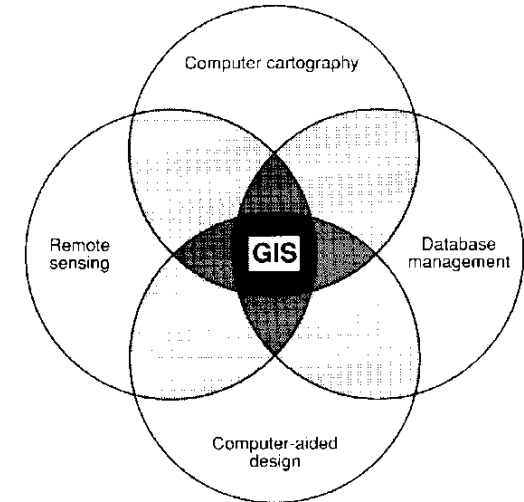
Projeções Cartográficas

- Outras projeções importantes
 - Cilíndrica equidistante
 - apresentação de dados em SIG
 - mapas mundi
 - Estereográfica polar
 - substitui a UTM nas regiões polares
 - Cônica conforme bipolar oblíqua
 - mapa político das Américas
 - Cônica equivalente de Albers
 - cálculo de área em SIG

Resumo

Cartografia para geoprocessamento

- **Cartografia**: preocupa-se em apresentar um modelo de representação de dados para os processos que ocorrem no espaço geográfico
- **Geoprocessamento** representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos **Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**, para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico



(fonte: Maguire, Goodchild, Rhind, 1991)

Dados geográficos

Duas **componentes**: o **quê** e **onde**

O quê → semântico: altimetria, município, reflectância, estação de coleta, etc.

Onde → localização em um sistema que representa a superfície terrestre, ou seja, Sistema de Referência Espacial

Representação: estrutura de dados usada para armazenar o dado geográfico

Matricial: matriz regular de valores

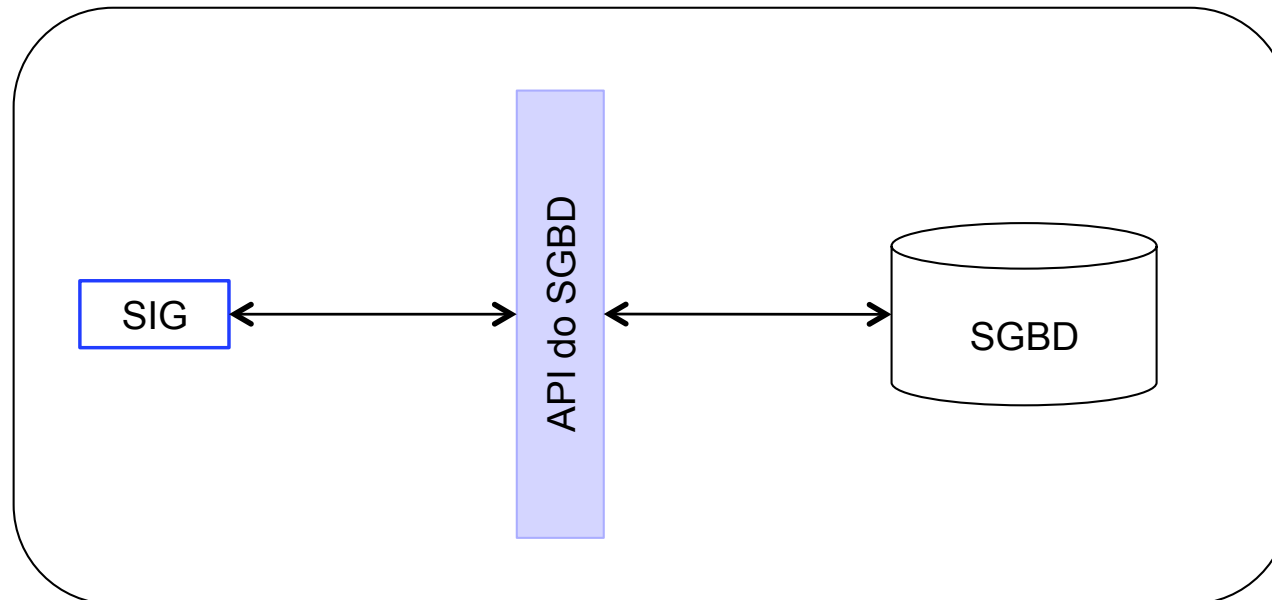
Vetorial: primitivas geométricas ponto, linha e polígono para representar a localização, associada a um conjunto de valores

Geoprocessamento

Geoprocessamento: **disciplina** que trata da manipulação de dados geográficos.

SIG: **sistema computacional** usado para materializar as técnicas de geoprocessamento

Questões de Arquitetura



Como descrever um SRS?

1. Qual é o Datum?
2. É geográfico?
 - a. Qual a unidade angular?
 - b. Qual o meridiano padrão?
3. É projetado?
 1. Qual a unidade linear?
 2. Qual a projeção?
 3. Quais os parâmetros da projeção?

Como descrever um SRS?

```
GEOGCS["WGS 84",  
  DATUM["WGS_1984",  
    SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563]],  
  PRIMEM["Greenwich",0],  
  UNIT["degree",0.01745329251994328]]
```

```
PROJCS["WGS 84 / UTM zone 23S",  
  GEOGCS["WGS 84",  
    DATUM["WGS_1984",  
      SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563],  
      PRIMEM["Greenwich",0],  
      UNIT["degree",0.01745329251994328]],  
  UNIT["metre",1],  
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],  
  PARAMETER["central_meridian",-45],  
  PARAMETER["scale_factor",0.9996],  
  PARAMETER["false_easting",500000],  
  PARAMETER["false_northing",10000000],  
  AXIS["Easting",EAST],  
  AXIS["Northing",NORTH]]
```

WKT – Well Known Text for SRS
OGC – Open Geospatial Consortium

Como descrever um SRS?

```
GEOGCS["WGS 84",  
  DATUM["WGS_1984",  
    SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,  
      AUTHORITY["EPSG","7030"]],  
    AUTHORITY["EPSG","6326"]],  
  PRIMEM["Greenwich",0,  
    AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
  UNIT["degree",0.01745329251994328,  
    AUTHORITY["EPSG","9122"]],  
  AUTHORITY["EPSG","4326"]]
```

SRS Id
EPSG – European Petroleum Survey
Group

```
PROJCS["WGS 84 / UTM zone 23S",  
  GEOGCS["WGS 84",  
    DATUM["WGS_1984",  
      SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,  
        AUTHORITY["EPSG","7030"]],  
      AUTHORITY["EPSG","6326"]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
    UNIT["degree",0.01745329251994328,  
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],  
    AUTHORITY["EPSG","4326"]],  
  UNIT["metre",1,  
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],  
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],  
  PARAMETER["central_meridian",-45],  
  PARAMETER["scale_factor",0.9996],  
  PARAMETER["false_easting",500000],  
  PARAMETER["false_northing",10000000],  
  AUTHORITY["EPSG","32723"],  
  AXIS["Easting",EAST],  
  AXIS["Northing",NORTH]]
```

Voltando ao exemplo

3 pessoas foram ao campo, com diferentes equipamentos, para localizar 2 pontos de interesse e voltaram com as seguintes medições:

| | PESSOA 1 | | PESSOA 2 | | PESSOA 3 | |
|----|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | X | Y | X | Y | X | Y |
| P2 | -42.3591666667 | -23.3194444444 | 770061.694961 | 7418652.21437 | 1189337.72907 | -2627767.87227 |
| P3 | -43.0166666667 | -29.5347222222 | 692193.800396 | 6731129.17863 | 1063065.76762 | -3318803.38603 |

Qual delas fez as medições certas?

Resposta:

não posso avaliar sem saber em qual Sistema de Referência Espacial estão esses números.

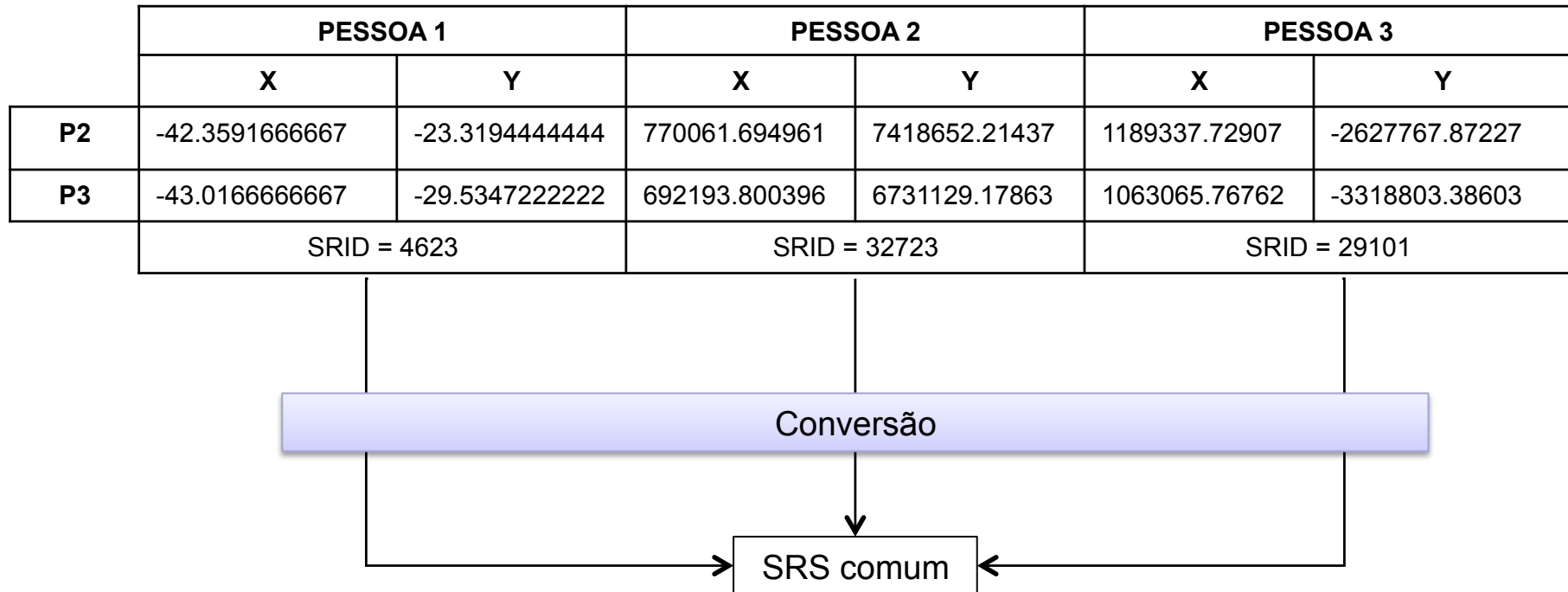
Voltando ao exemplo

| | PESSOA 1 | | PESSOA 2 | | PESSOA 3 | |
|----|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | X | Y | X | Y | X | Y |
| P2 | -42.3591666667 | -23.3194444444 | 770061.694961 | 7418652.21437 | 1189337.72907 | -2627767.87227 |
| P3 | -43.0166666667 | -29.5347222222 | 692193.800396 | 6731129.17863 | 1063065.76762 | -3318803.38603 |
| | SRID = 4623 | | SRID = 32723 | | SRID = 29101 | |

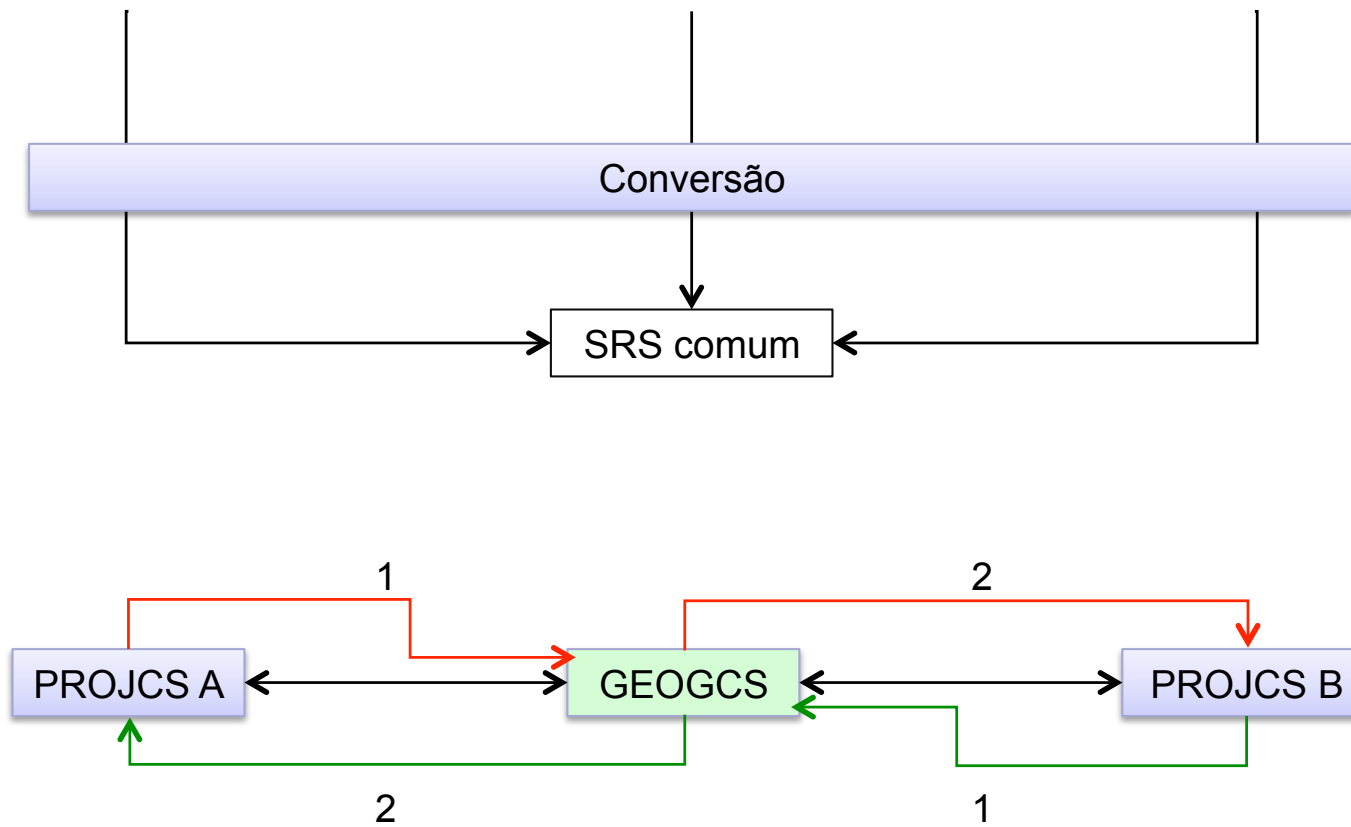
Qual delas fez as medições certas?

Neste caso, todas estão corretas. Todas se referem a mesma localização, mas medidas em sistemas de referência espacial diferentes.

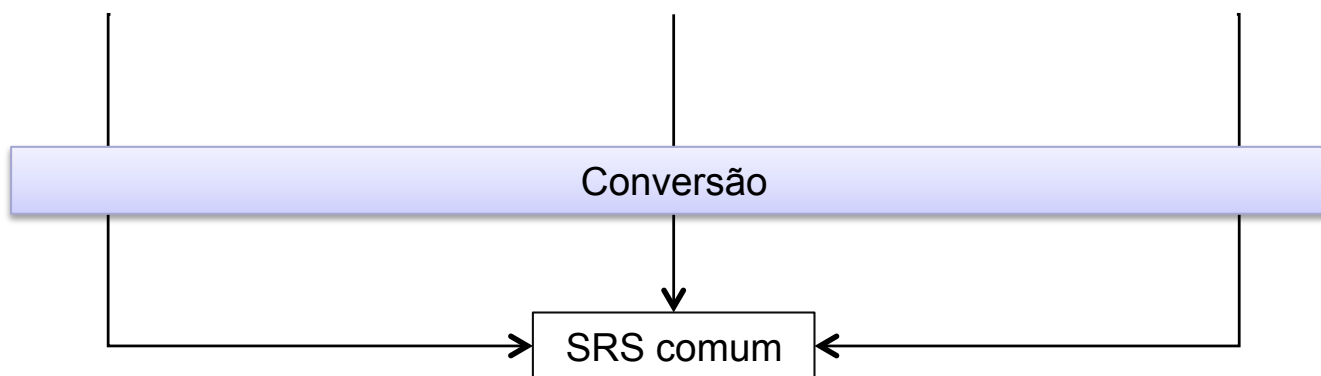
Conversão de coordenadas



Conversão de coordenadas



Conversão de coordenadas



PROJ.4

PROJ.4 - Cartographic Projections Library