

Cartografia e topografia Geral

Prof. D.Sc. Enoque Pereira da Silva

Paracatu - MG

- **Ementa**
- Introdução à Topografia e Cartografia;
- Medições de ângulos e distâncias;
- Erros;
- Levantamento planimétrico, desenho topográfico, cálculo de áreas. Altimetria (medição das declividades, perfis, traçados de curvas de nível);
- Planialtimetria;

- **Ementa**
- Interpretação de plantas topográficas e locação de projetos;
- Uso de Softwares em Topografia e Cartografia;
- Introdução à fotogrametria;
- Estereoscopia;
- Recobrimento aerofotogramétrico;
- Visitas Técnicas.

- **Bibliografia Básica**
- CASACA, João Martins. Topografia geral. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- JOLY, Fernand. A cartografia. Campinas: Papirus, 1990.
- MCCORMAC, Jack. Topografia. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

- **Bibliografia Complementar**
- BERRIOS, Juan Mena. Cartografia Digital: desenvolvimento de software interno. Madrid: RA-MA. 1992.
- COMASTRI, J. A. Topografia: altimetria. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005.
- BORGES, Alberto de Campos. Exercícios de topografia. 3ed. blucher, 2012.
- WANIEZ, Philippe; BRUSTLEIN, V.; HEES, D. R. Comunicação Cartográfica. Rio de Janeiro: Edições Loyola, 2002.
- BORGES, A. C. Topografia Aplicada à Engenharia Civil. 2ª ed. vol1 e 2. São Paulo: Blucher, 1977.

Definições e Conceitos :

A TOPOGRAFIA (do grego topos = lugar, local e grafo = descrição) significa a descrição minuciosa de uma localidade. Tal descrição representa diferentes formas de expressão podendo ser - gráfica, numérica, matemática ou física.

Definições e Conceitos :

Para descrever um local ou objeto (a superfície da terra) deve transmitir informações topográficas que são:

informações posicionais - a posição de objetos e fenômenos em relação a um sistema de referência ;

informações geométricas - ângulos, distâncias, áreas e volumes;

Definições e Conceitos :

Pode-se subdividir a Topografia em:

Planimetria (X, Y), que se ocupa em medir, tratar e representar informações de um local, em um plano horizontal;

Altimetria (Z), onde as medidas, o tratamento e representação são realizados em um plano vertical; e

Planialtimetria (X, Y, Z) onde se trabalha com o espaço tridimensional.

Definições e Conceitos :

A planimetria consiste em medir, tratar e representar informações de um determinado local, em um plano horizontal.

Se encarrega da mensuração de distâncias e ângulos horizontais. Nas medições de distâncias podem-se empregar os métodos diretos ou indiretos.

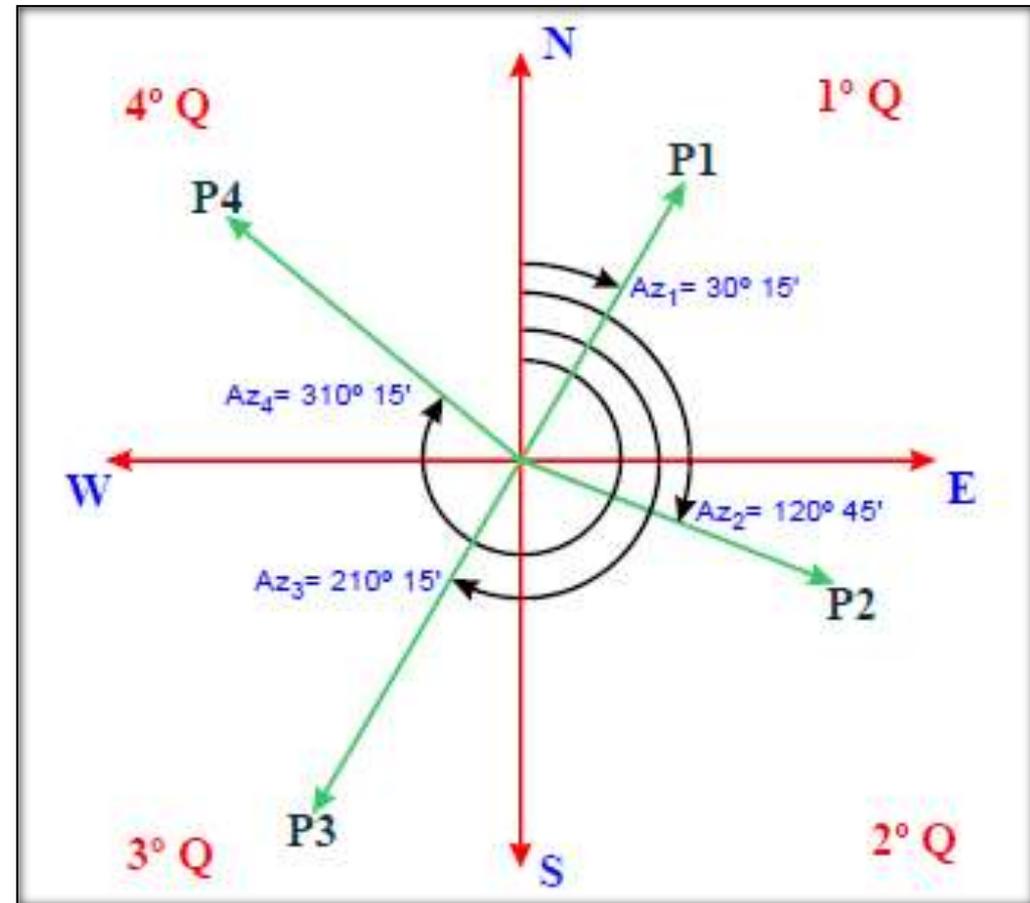
Definições e Conceitos :

Existem diversos métodos para a determinação das posições em planimetria:

- ✓ *Coordenadas polares (irradiação);*
- ✓ *Azimute e rumo;*
- ✓ *Poligonação;*
-

Definições e Conceitos :

Azimute é o ângulo formado entre o Norte e o alinhamento em questão. É medido a partir do Norte, no sentido horário, podendo variar de 0° a 360° .



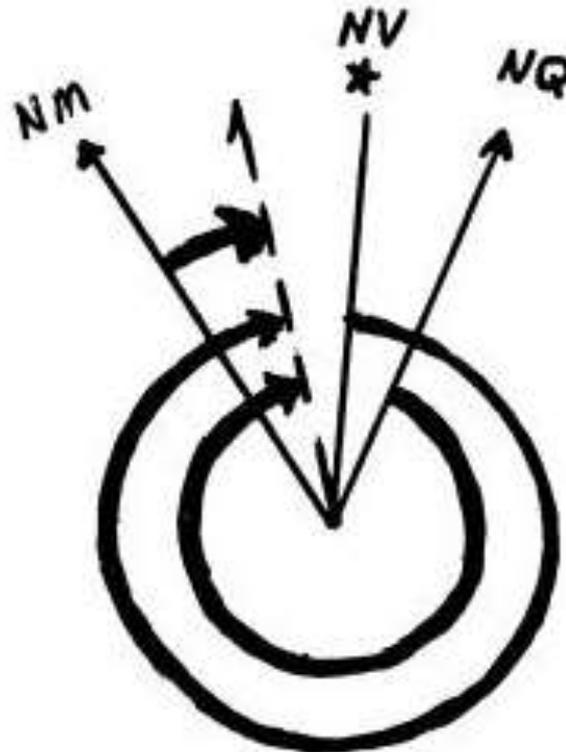
Tipos de Azimute:

Azimute Magnético: Quando medido a partir do Norte Magnético (indicado pela bússola);

Azimute Geográfico: Quando medido a partir do Norte Geográfico (direção do Polo Norte);

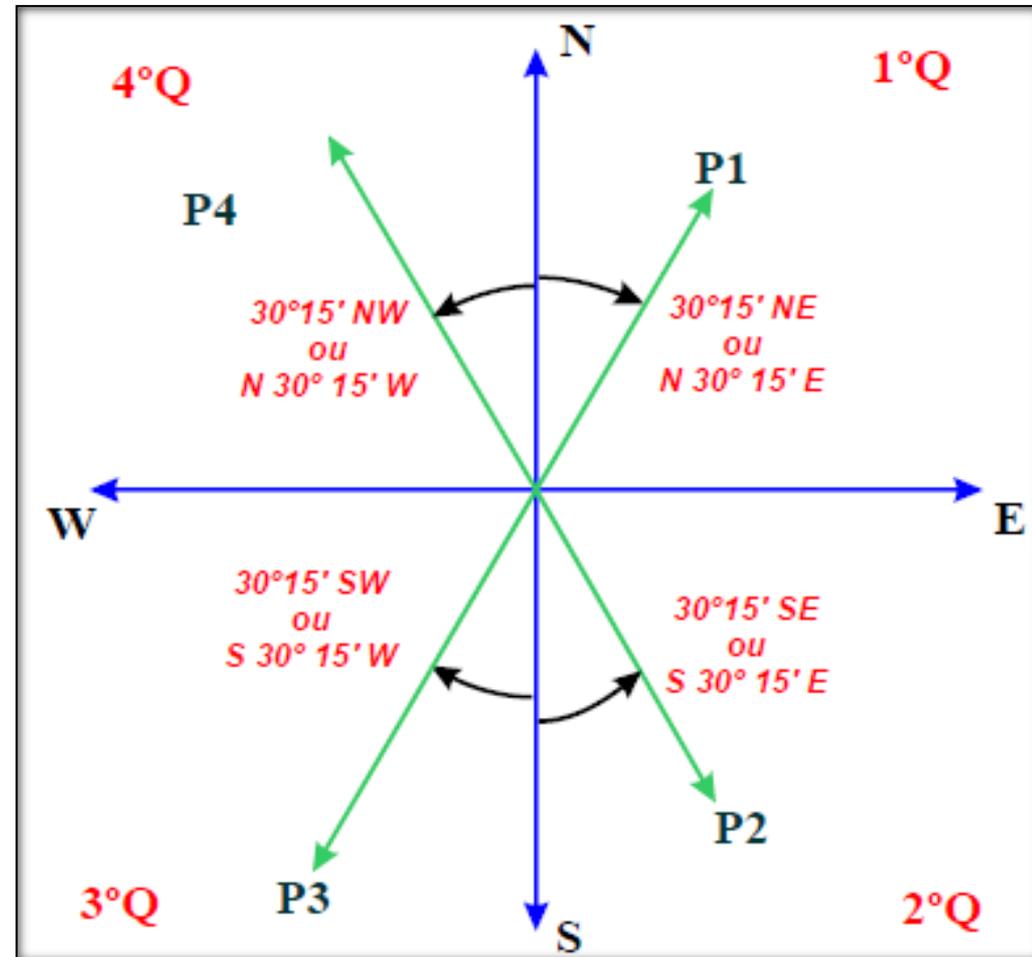
Azimute Cartográfico: Quando medido a partir do Norte Cartográfico (direções das linhas verticais das quadrículas na carta);

Tipos de Azimute:



Definições e Conceitos :

Rumo é o menor ângulo formado entre a linha Norte-Sul e o alinhamento em questão. O Rumo varia de 0° a 90° e necessita a indicação do quadrante em que se encontra o alinhamento.



Conversão Azimute – Rumo e Rumo – Azimute :

Quadrante **NE**:

$$R = Az$$

Quadrante **SE**: $Az = 180^\circ - R$

$$R = 180^\circ - Az$$

Quadrante **SW**: $Az = 180^\circ + R$

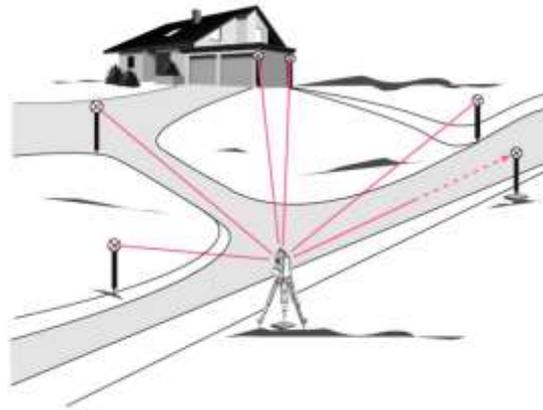
$$R = Az - 180^\circ$$

Quadrante **NW**: $Az = 360^\circ - R$

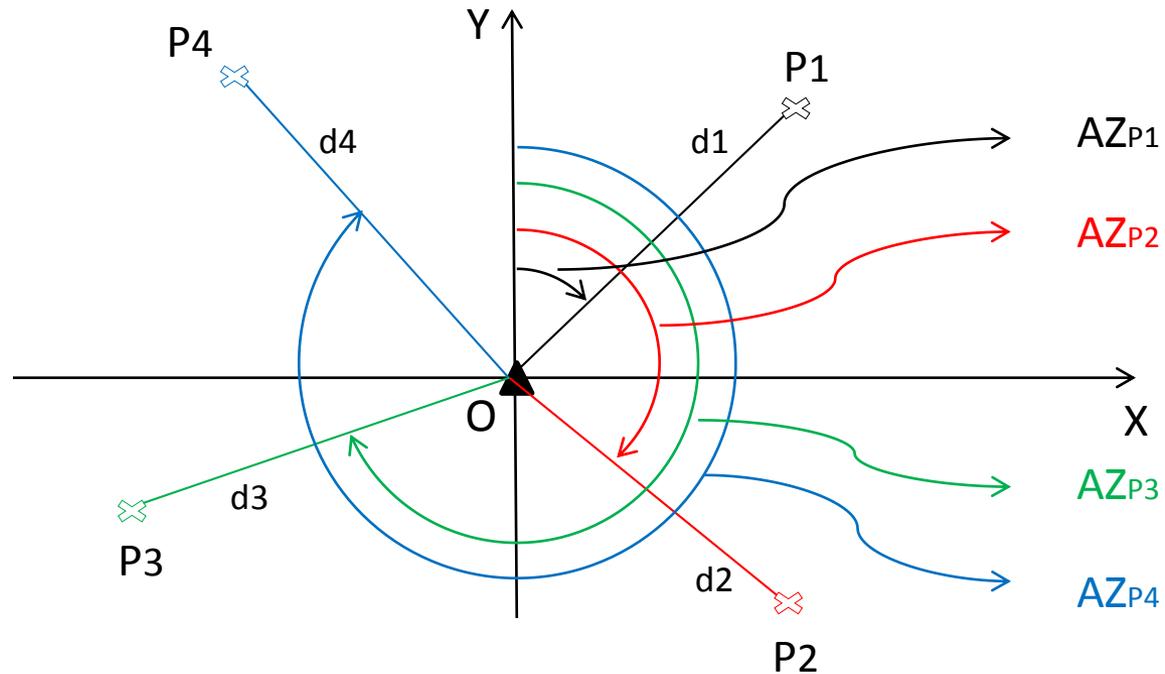
$$R = 360^\circ - Az$$

Método das coordenadas polares (irradiação):

Consiste na determinação das posições (coordenadas) a partir das medições de ângulos e distâncias, atreladas a um determinado sistema de referência, que pode ser arbitrário ou não.



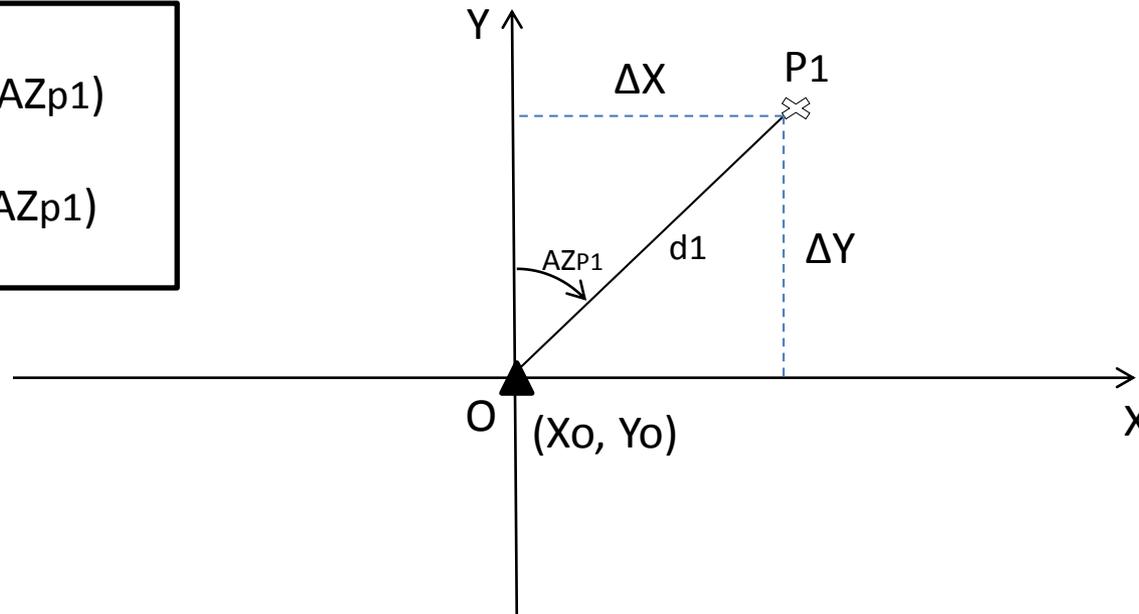
Método das coordenadas polares (irradiação):



Método das coordenadas polares (irradiação):

$$\Delta X = d1 * \text{sen}(AZp1)$$

$$\Delta Y = d1 * \text{cos}(AZp1)$$



Método das coordenadas polares (irradiação):

O modelo matemático para determinação das coordenadas dos pontos de interesse é dado por:

$$X = X_0 + d_1 * \text{sen}(AZ_{p1})$$

$$Y = Y_0 + d_1 * \text{cos}(AZ_{p1})$$

Método das coordenadas polares (irradiação):

Exercício: Determinar através do método de irradiação as coordenadas dos pontos P2, P3 e P4. Sendo que as coordenadas de P1 são respectivamente (100;100)m.

$$P2 = (d=100m; Az=76^\circ)$$

$$P3 = (d=300m; Az=125^\circ)$$

$$P4 = (d=80m; Az=240^\circ)$$

Engenharia de Geodésia

Agrimensura – sacerdotes egípcios (5000 a.C.)

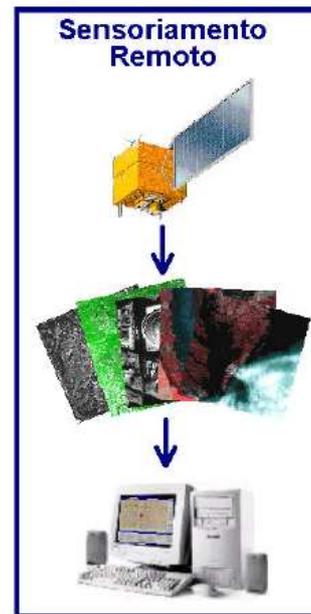
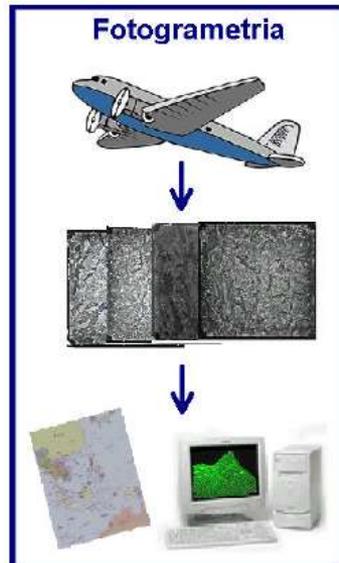
Coordenadas cartesianas – 1637 – René Descartes

Ajustamento por Mínimos Quadrados – 1794 – Gauss – triangulação geodésica de Hannover

Teodolito
(sec. XVIII)



GPS



Estação Total



Laser Scanner

Objetivos e fins da Topografia:

- levantamento** – medição, processamento e representação do terreno da obra - "as built"
- locação do projeto**

Tipos de levantamentos topográficos

Procedimentos:

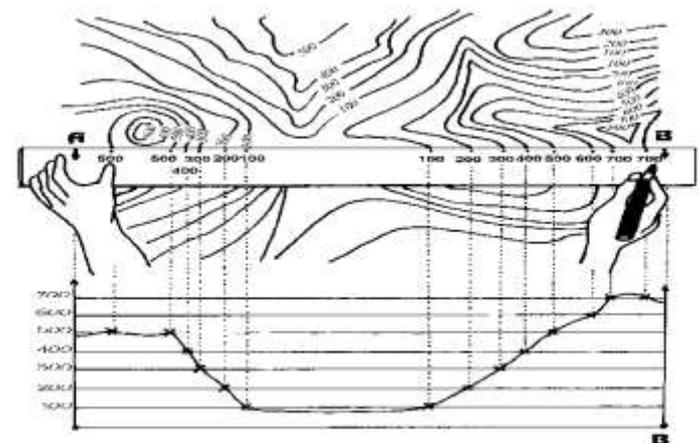
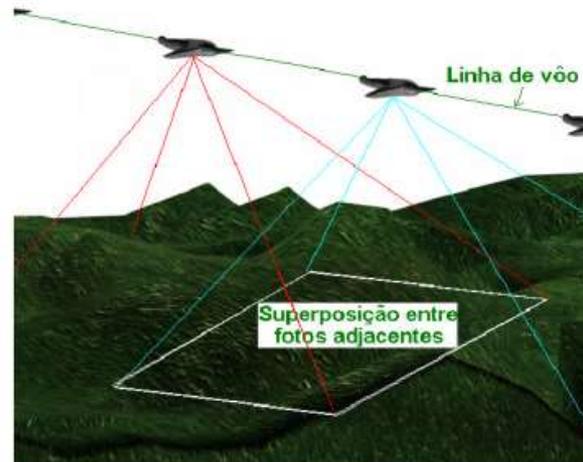
aéreos

terrestres

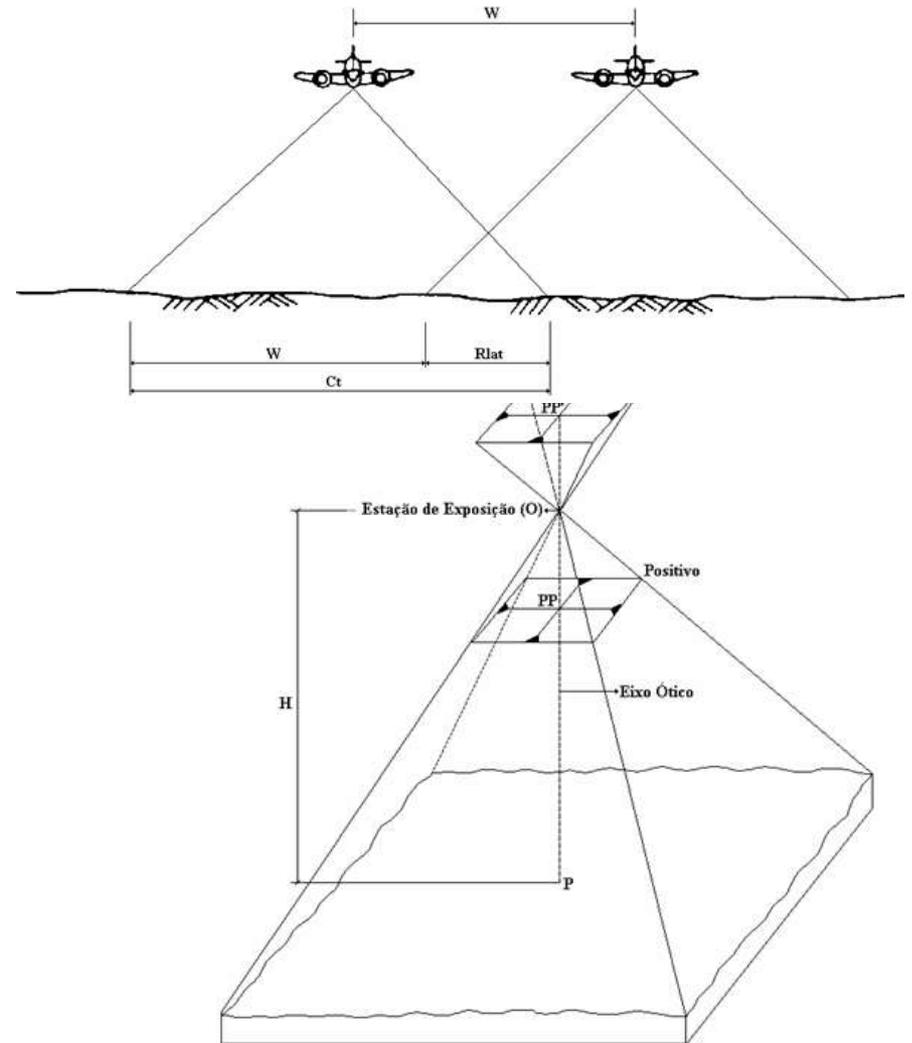
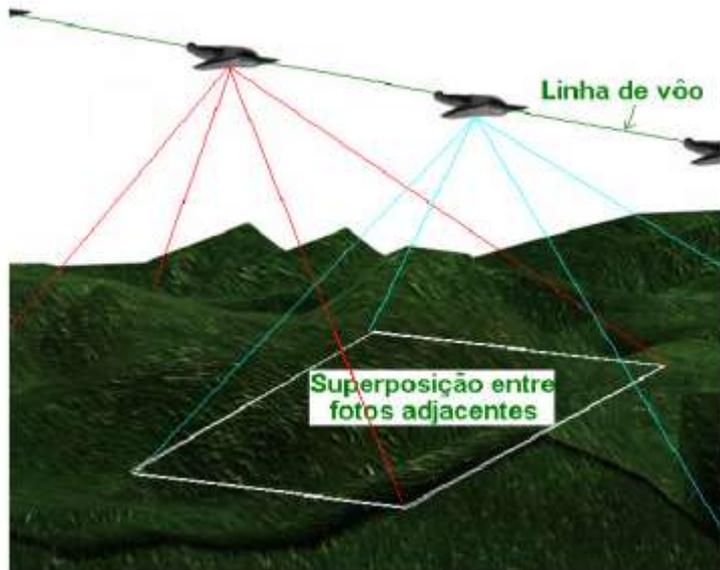
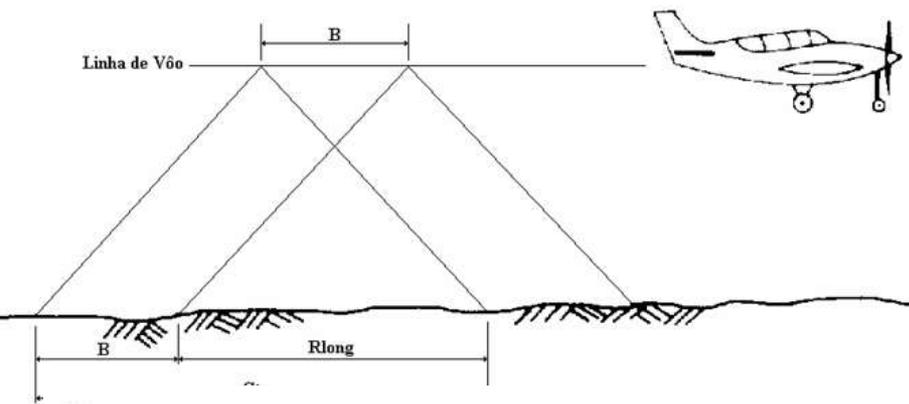
Finalidade:

planimétricos

altimétricos



Levantamento topográfico pelo processo fotogramétrico



AREA 01 FX-21 003 ABR/02 CONDER 18000



8 7 4

2254

GEO 0-213

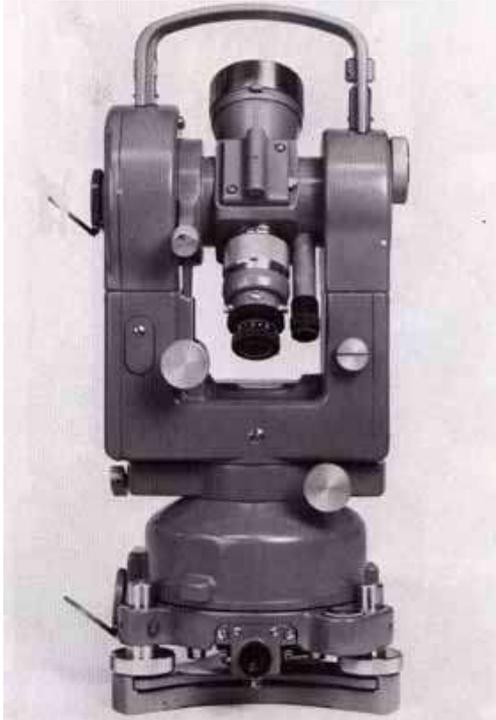
8.

CONDER - SACS





Topografia convencional - teodolito e estação total



CARTOGRAFIA



- “Cartografia é a ciência e a arte de de expressar graficamente, por meio de mapas e cartas, o conhecimento humano da superfície da Terra.

Uma ciência, porque essa expressão gráfica, para alcançar exatidão satisfatória, procura apoio científico na coordenação de determinações astronômicas e matemáticas e nas noções topográficas e geodésicas.

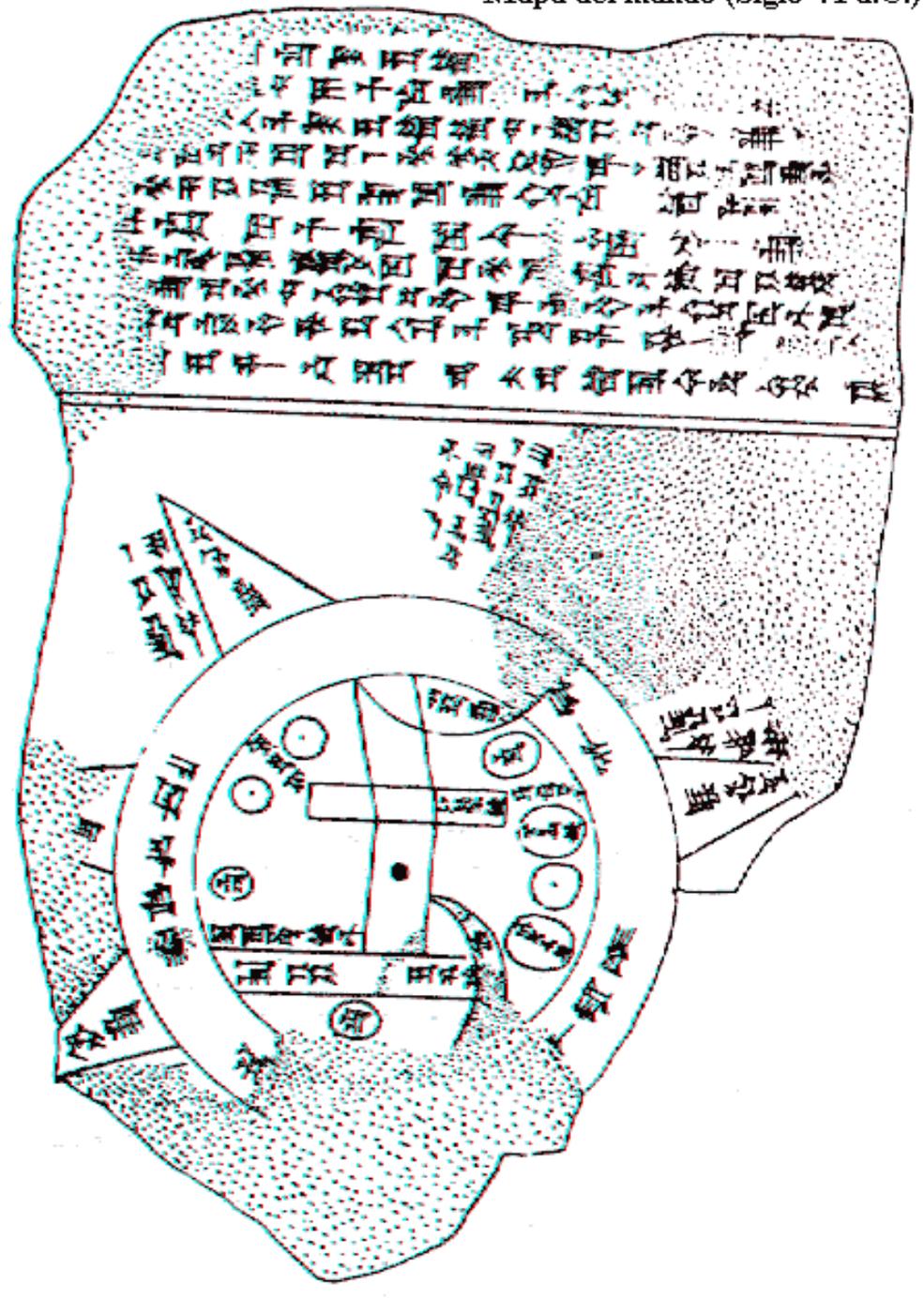
É considerada arte, quando se subordina às leis estéticas da simplicidade, clareza e harmonia, procurando atingir o ideal de beleza.”

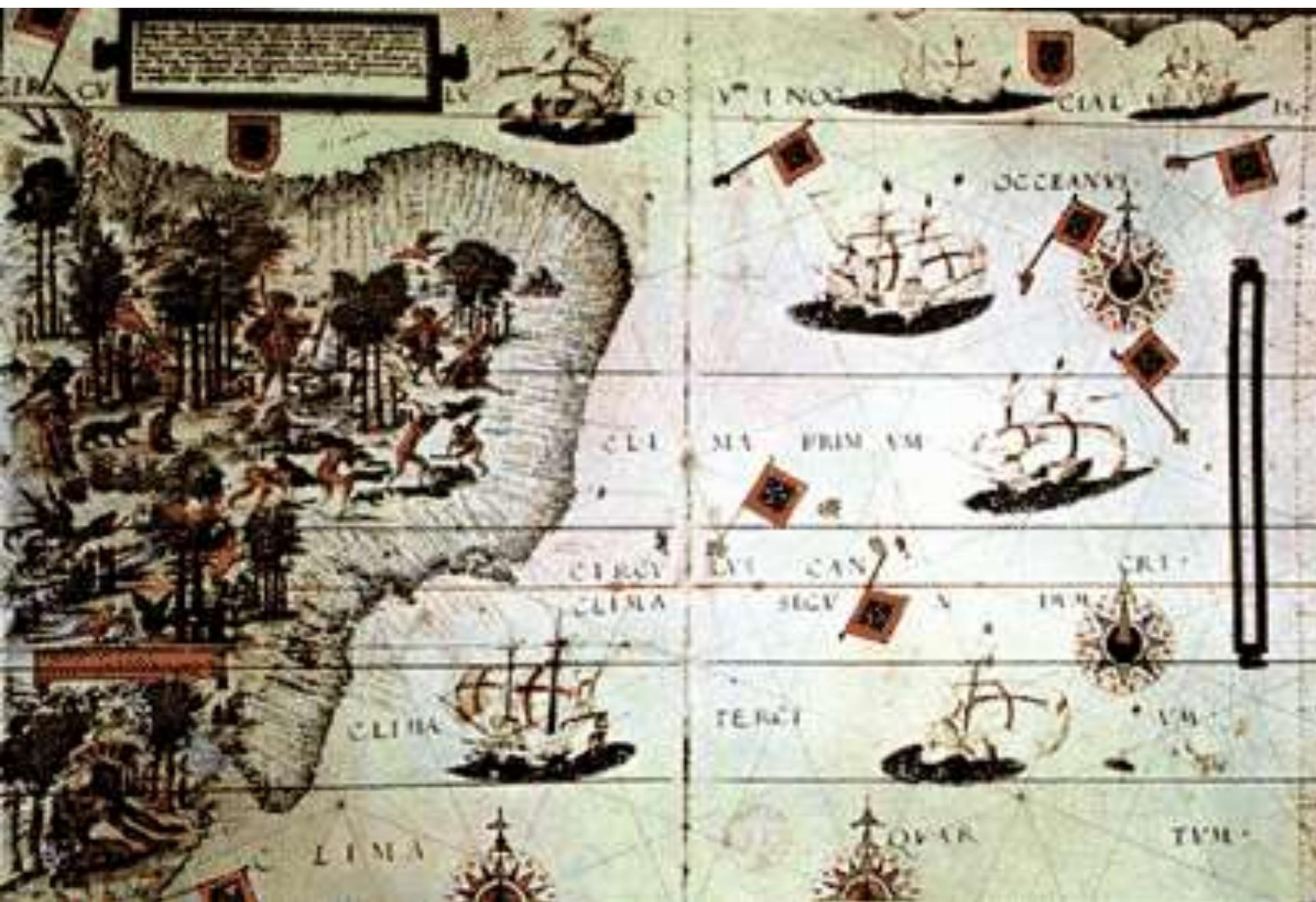
P.R. Múcio Bakker

MAPAS (IBGE 2004)

Os mapas correspondem à representação, aproximada, em um plano dos aspectos - geográficos, naturais, culturais e antrópicos - em proporção reduzida de toda superfície terrestre ou de parte dela. Para confecção de um mapa é necessária a aplicação de um conjunto de procedimentos que visa relacionar os pontos da superfície terrestre a pontos correspondentes no plano de projeção (mapa). Estes procedimentos consistem em

Mapa del mundo (Siglo VI a.C.)





CARTOGRAFIA

- **TÉCNICA OU ARTE DE PRODUZIR MAPAS**
- **HISTÓRICO**
 - *PRÉ-HISTÓRIA*
 - *ANTIGUIDADE*
 - *IDADE MÉDIA*
 - *GRANDES NAVEGAÇÕES*
 - *ATUALIDADE*



ELEMENTOS DO MAPA

- ESCALA
- TÍTULO
- COORDENADAS GEOGRÁFICAS
- ORIENTAÇÃO
- LEGENDA
- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

ESCALAS

- NUMÉRICAS: 1: 2000000

- GRÁFICAS:

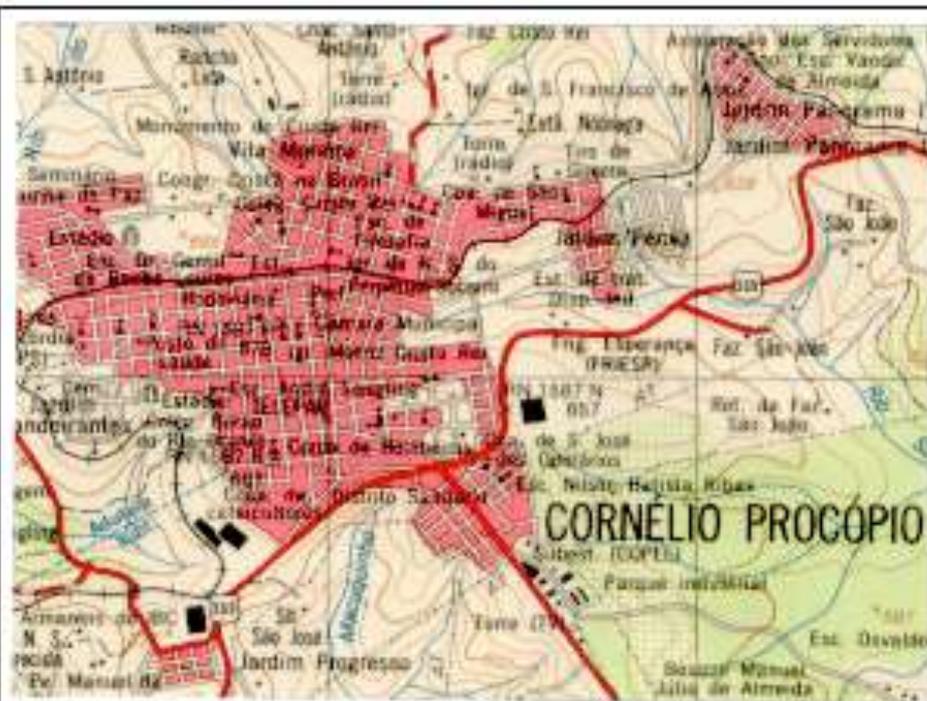
- TAMANHOS



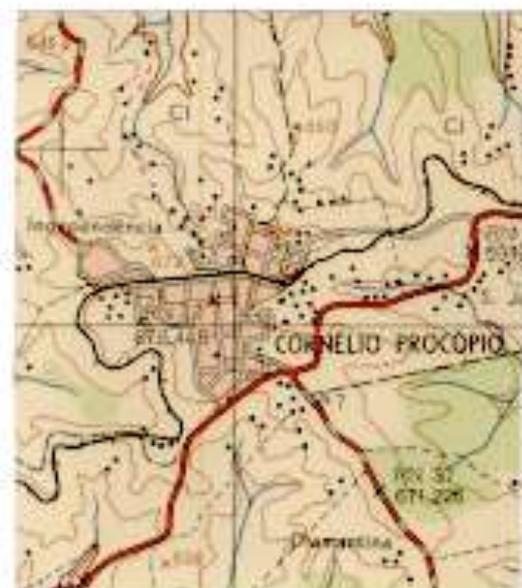
– GRANDES: até 1: 250 000

– MÉDIAS: de 1: 250 000 até 1: 1 000 000

– PEQUENAS: acima de 1: 1 000 000



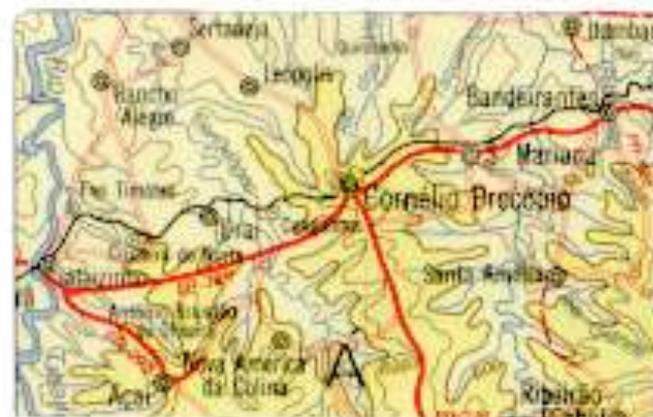
a) escala 1:50.000



b) escala 1:100.000



c) escala 1:250.000



d) escala 1:1.000.000



The islands of Trindade, Martin Vaz, Anjoqueiro de Fernando de Noronha, Atol das Rocas, and Paraisópolis de São Pedro e São Paulo are not shown. Trindade and Martin Vaz are administered by Brazil's Secretariat of Environment and Natural Resources.

ESCALAS

- PLANTAS:
 - **GRANDE (1:5000 a 1:20000)**
- CARTAS TOPOGRÁFICAS
 - **MÉDIAS (1:100000 e 1:200000)**
 - **GRANDES (1:10000 e 1:50000)**
- COROGRÁFICAS (até 1:1000000)
- GEOGRÁFICAS (acima 1:1000000)

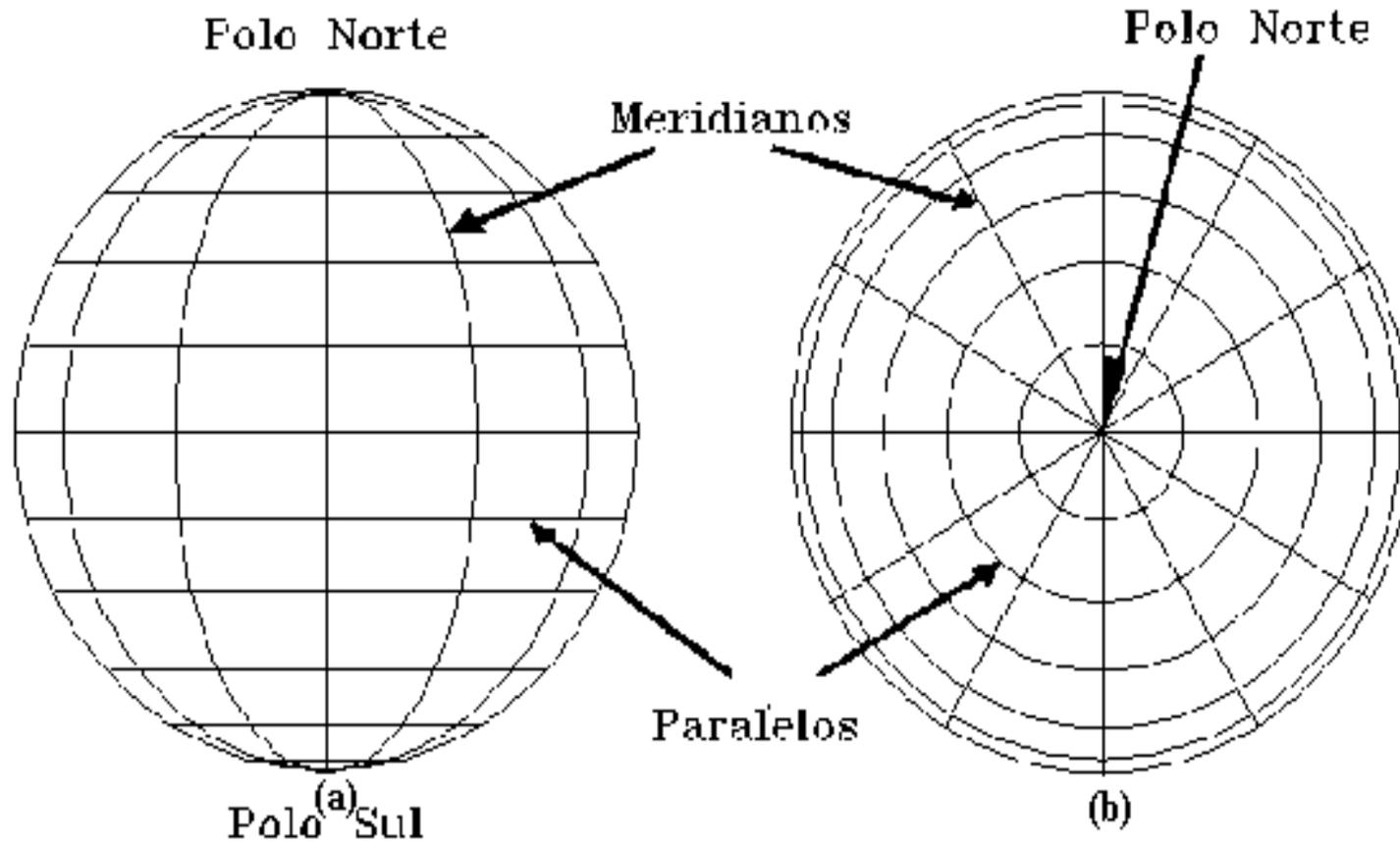
ESCALAS DIFERENTES



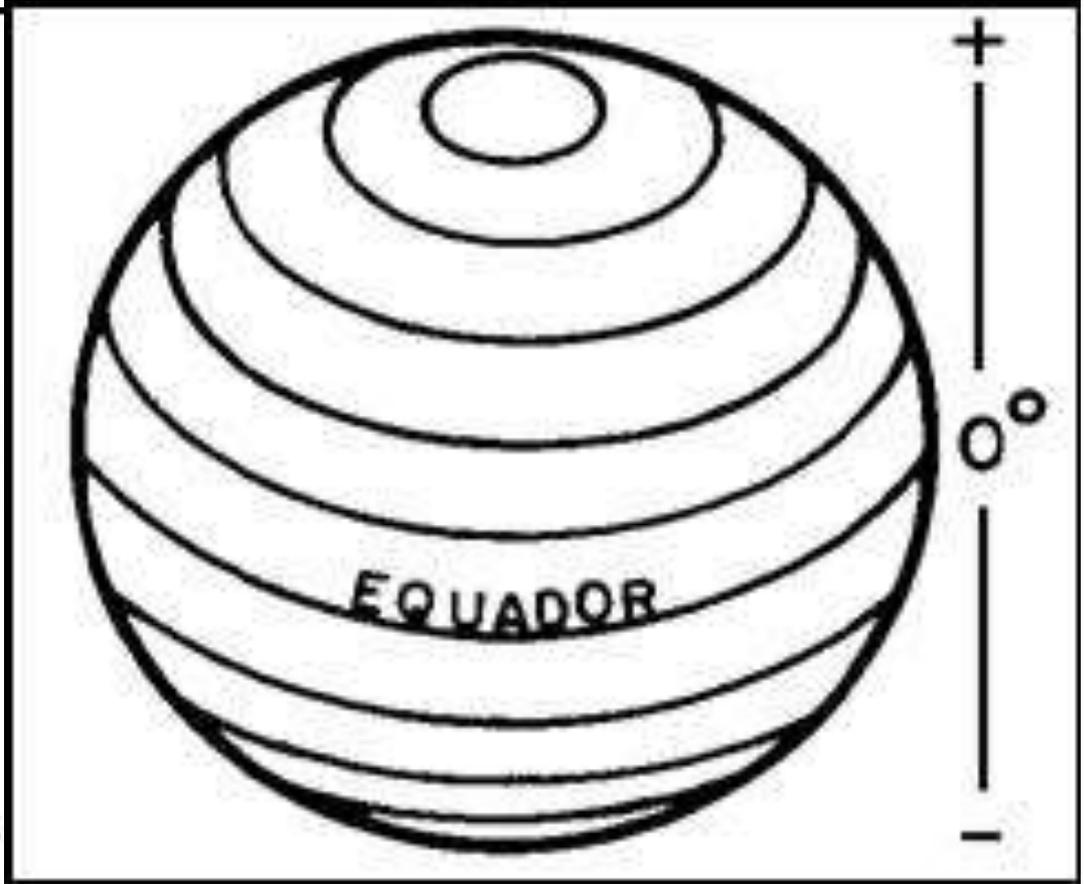
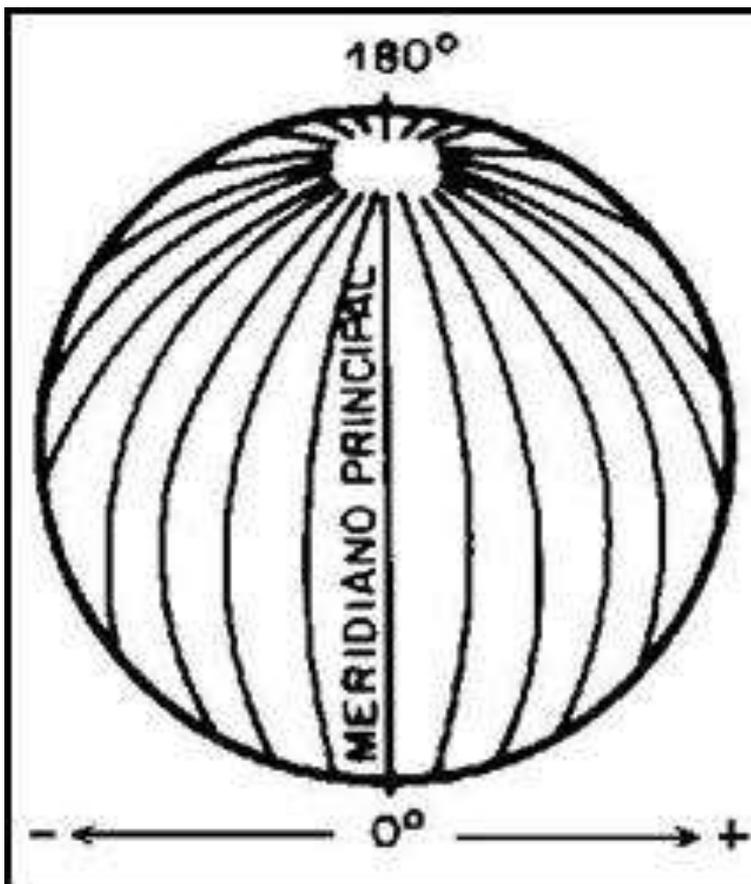
COMO CALCULAR?

- D = distância real
- d = distância no mapa
- E = escala
- $D = d \cdot E$
- $d = D/E$
- $E = D/d$

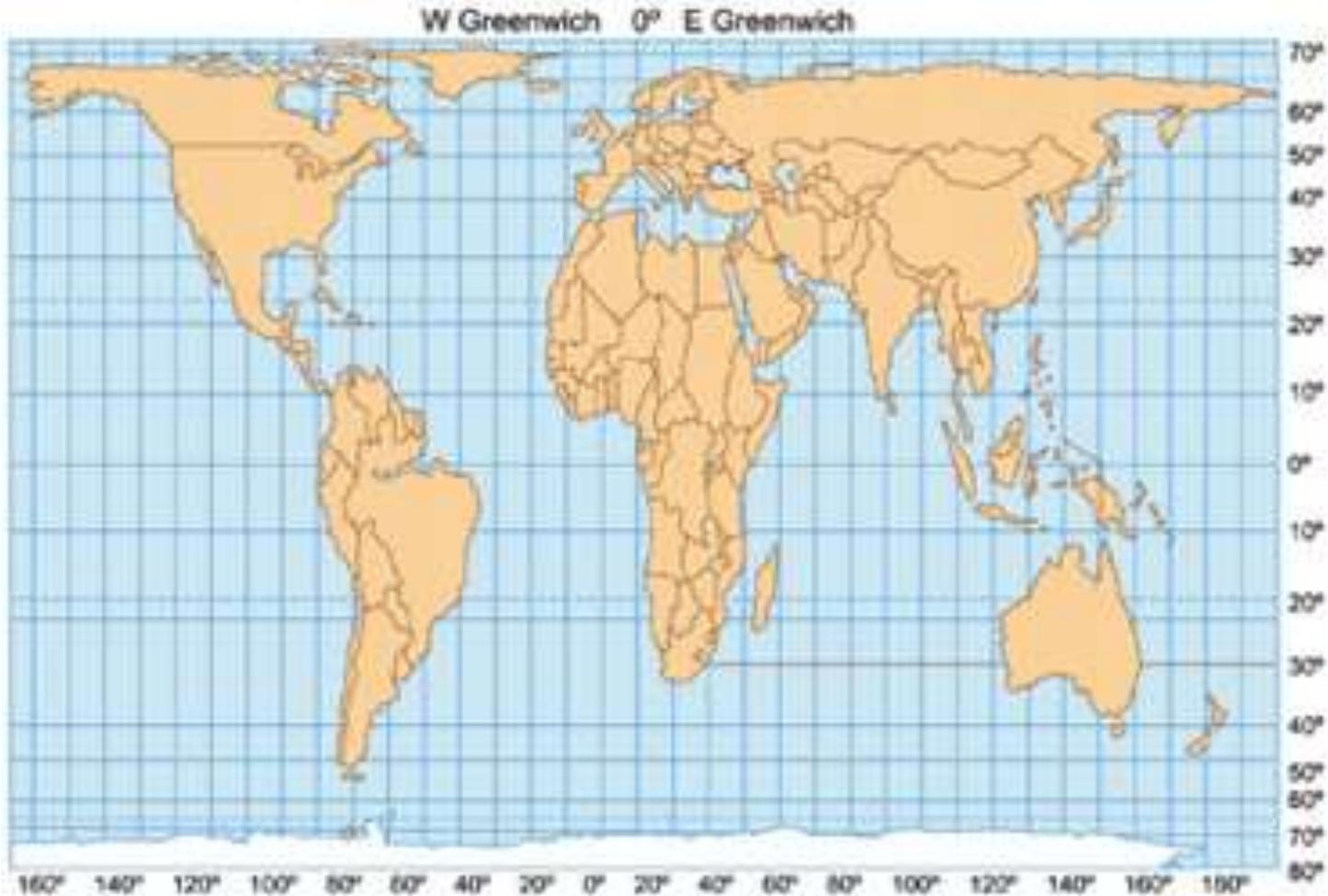
COORDENADAS GEOGRÁFICAS



Latitudes e Longitudes



MERIDIANOS E PARALELOS



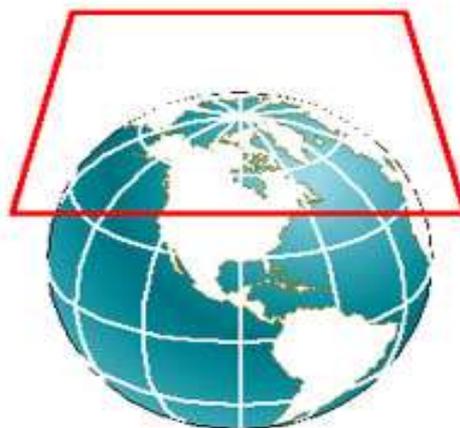
PROJEÇÕES



Proiezione conica



Proiezione cilindrica



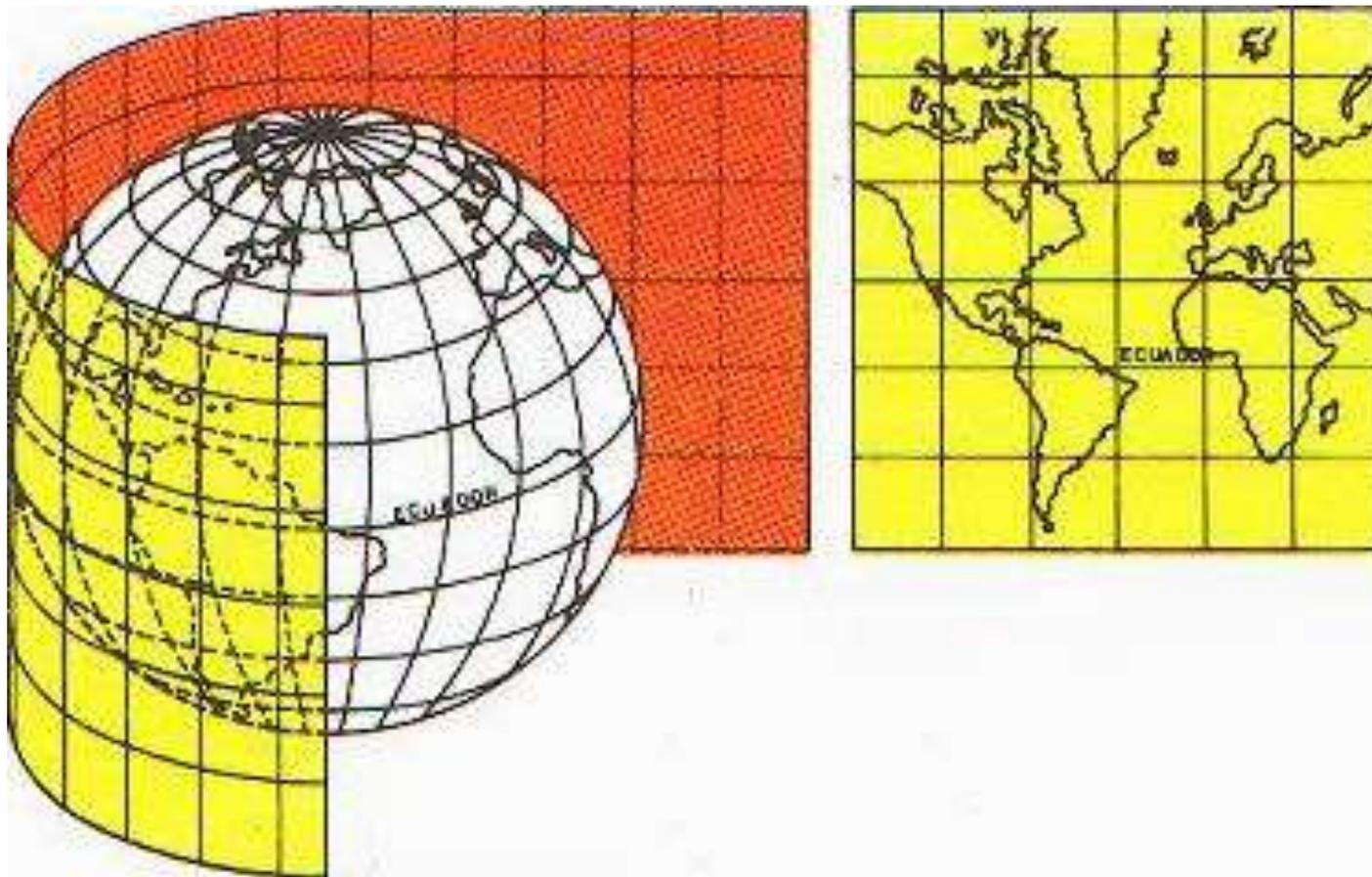
Proiezione azimutale



PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

- ASPECTOS
- DISTÂNCIA, FORMA e ÂNGULO
 - EQUIDISTANTES
 - EQUIVALENTES
 - CONFORMES
 - AFILÁTICAS

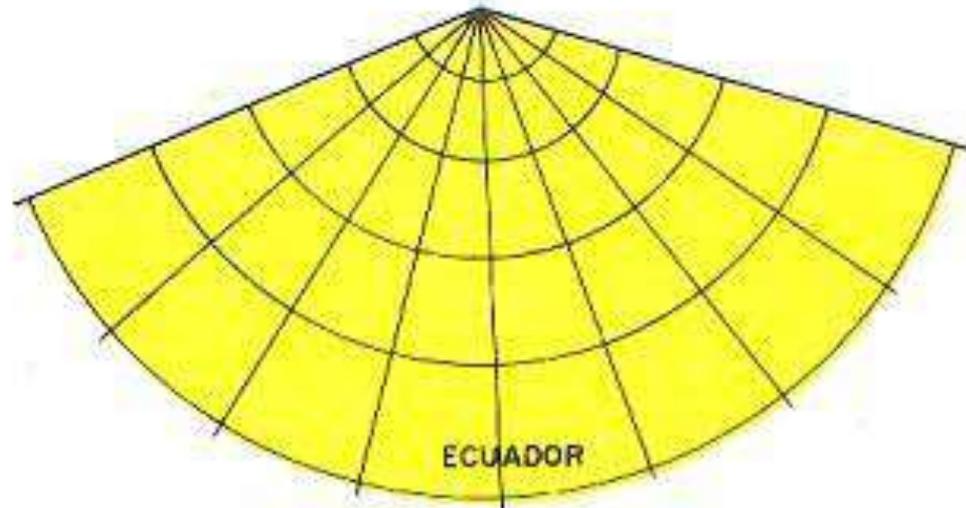
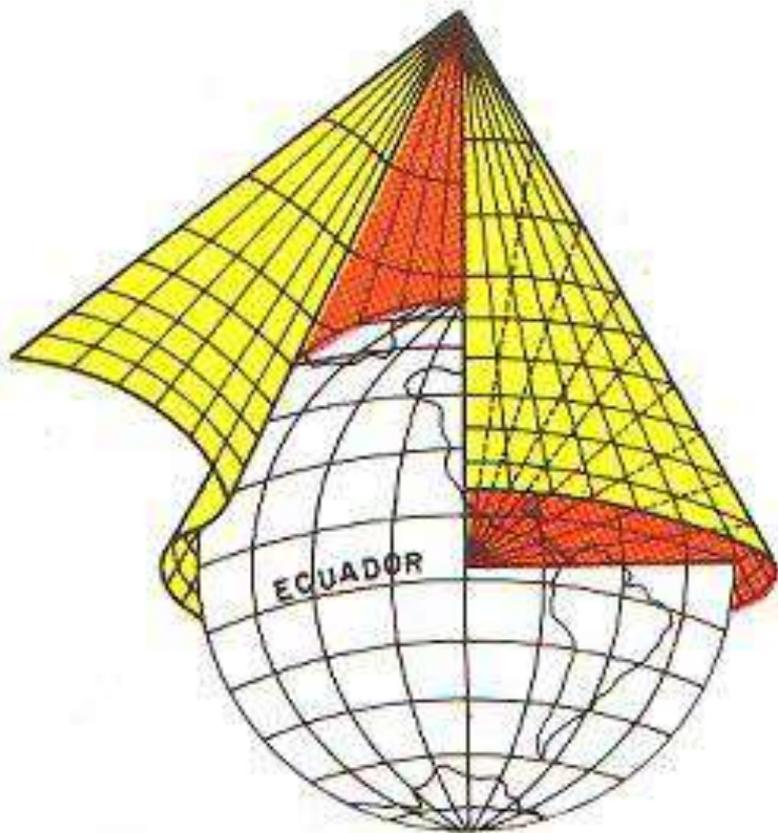
PROJEÇÃO CILÍNDRICA



CARACTERÍSTICAS

- EQUADOR PRESERVA A ESCALA
- QUANTO MAIOR A LATITUDE, MAIOR A DEFORMAÇÃO
- PARALELOS EM INTERVALOS DESIGUAIS
- MERIDIANOS IGUAIS E PERPENDICULARES AO EQUADOR
- ACIMA DE 80° N (inviável)

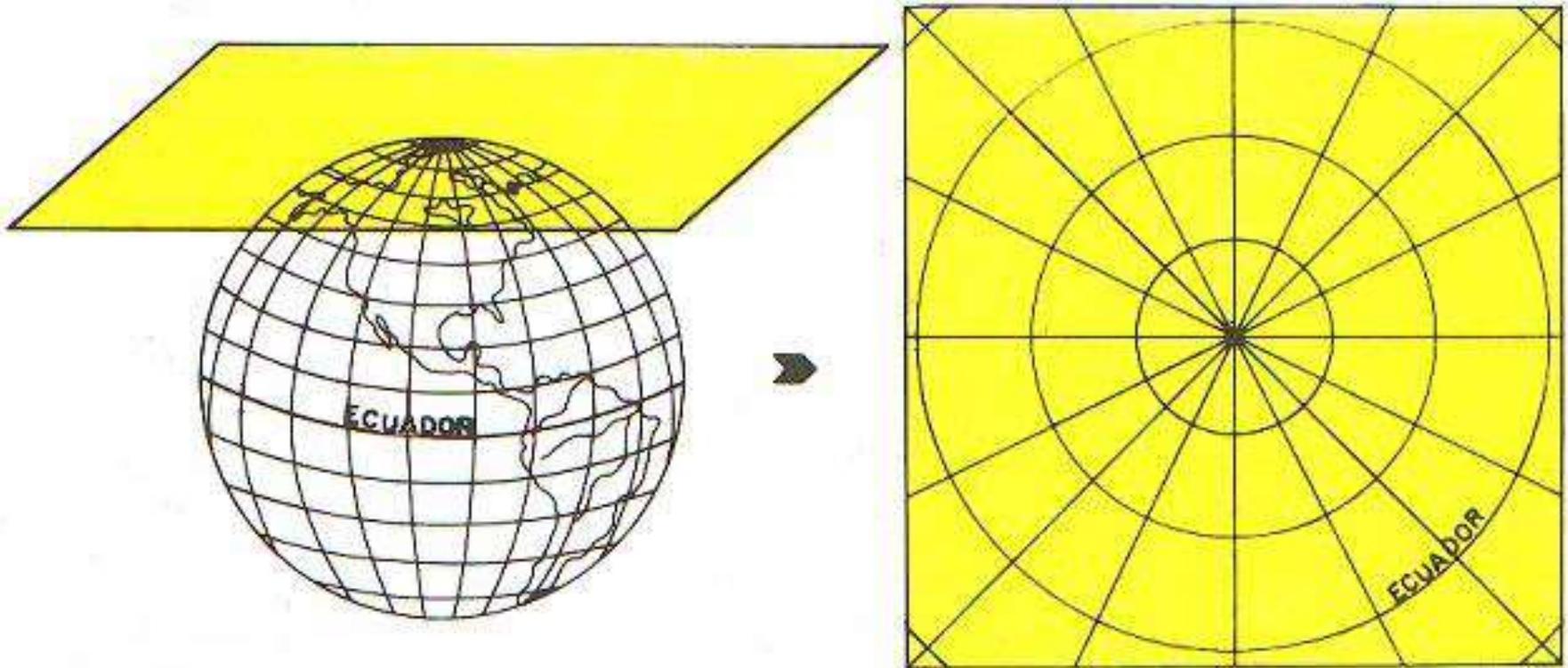
PROJEÇÃO CÔNICA



CARACTERÍSTICAS

- PARALELO CIRCULARES
- MERIDIANOS RADIAIS
- INDICAÇÃO DE USO
 - LATITUDES INTERMEDIÁRIAS
 - »EUROPA
 - »ÁSIA
 - »AMÉRICA DO NORTE

PROJEÇÃO AZIMUTAL



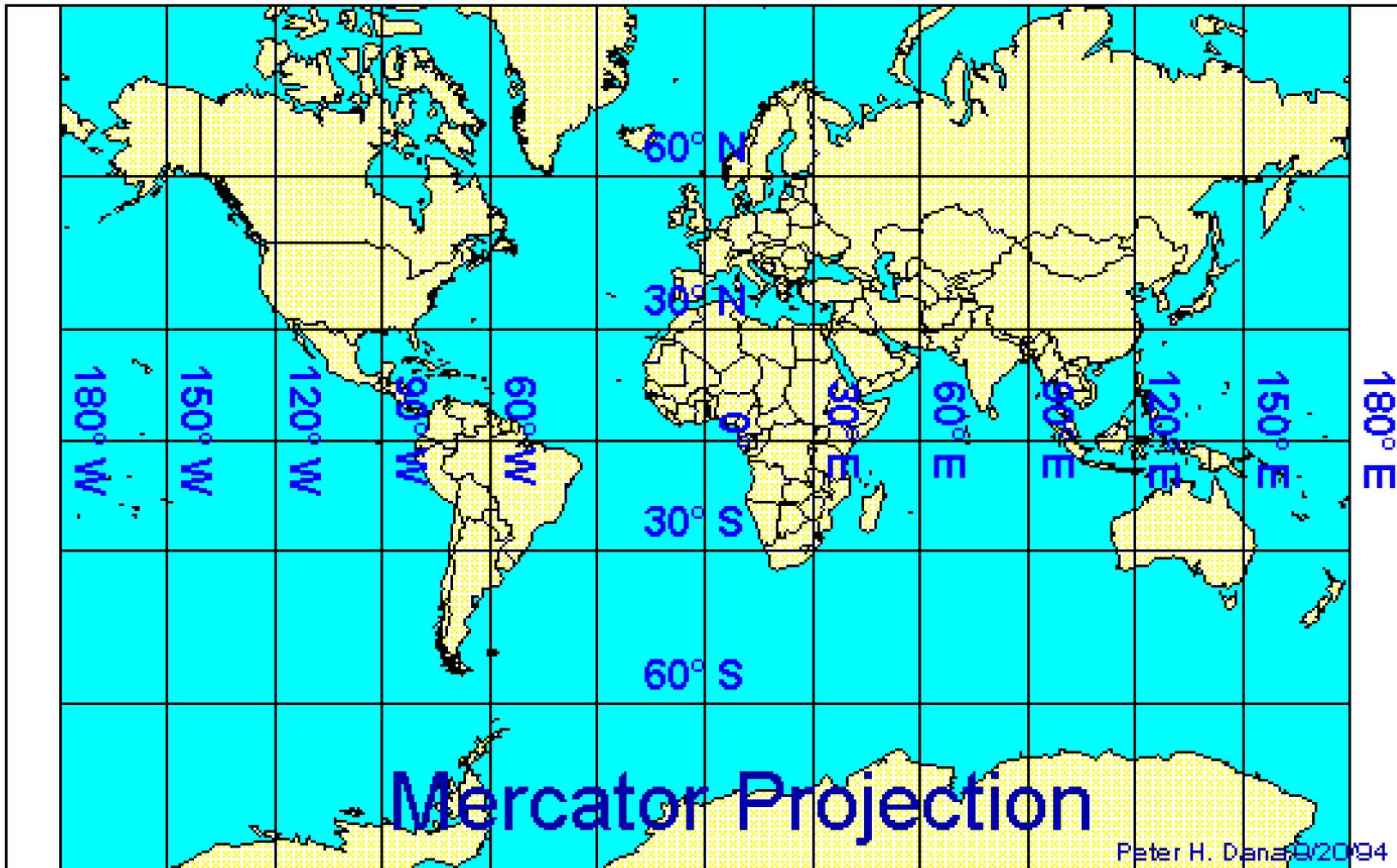
CARACTERÍSTICAS

- PLANA
- POLAR
- MERIDIANOS e PARALELOS
 - ESTEREOGRÁFICAS
 - ORTOGRÁFICAS
 - AZIMUTAIS
 - ADAPTADAS

AZIMUTAL POLAR



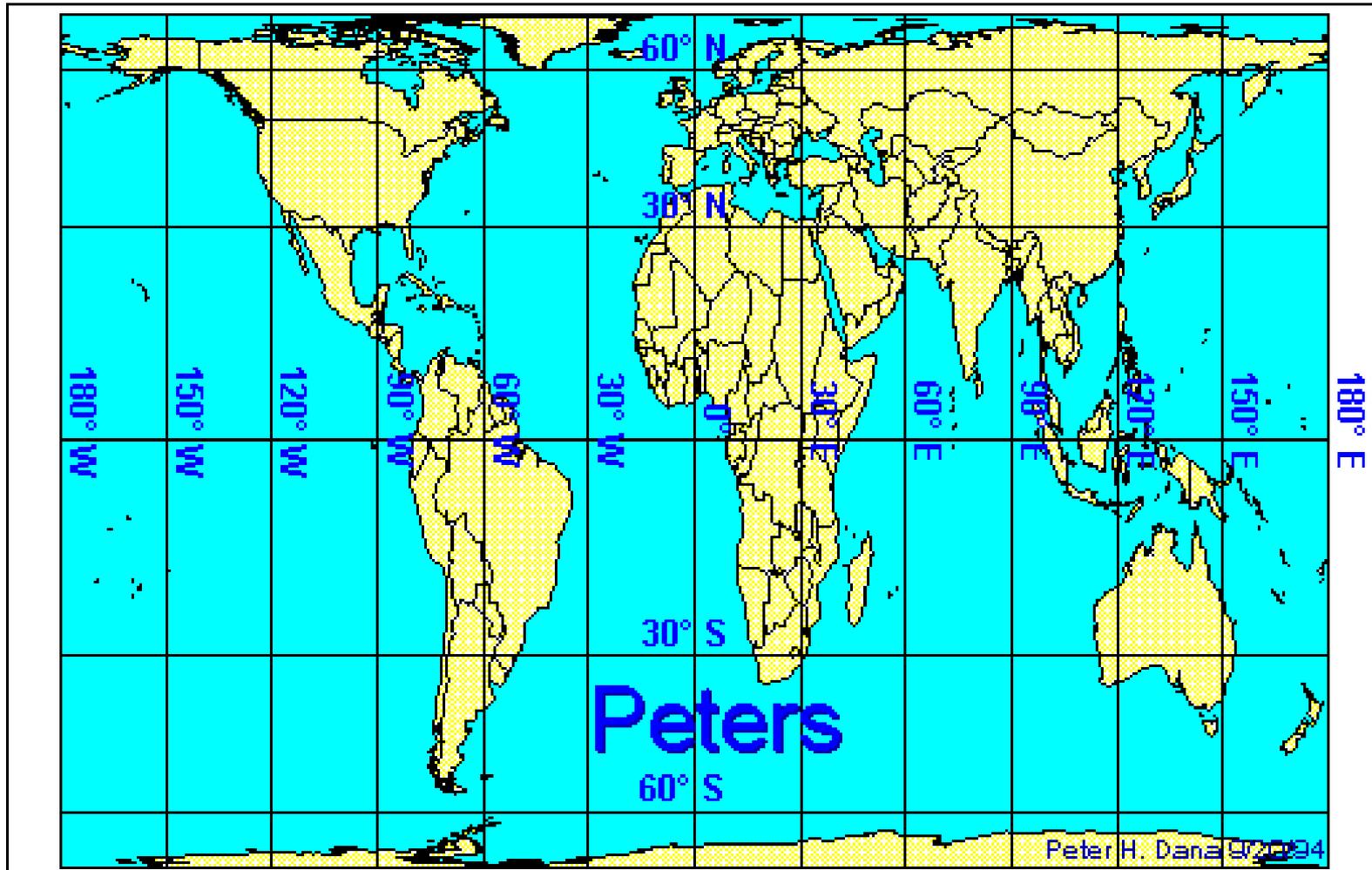
PLANISFÉRIO DE MERCATOR



CARACTERÍSTICAS

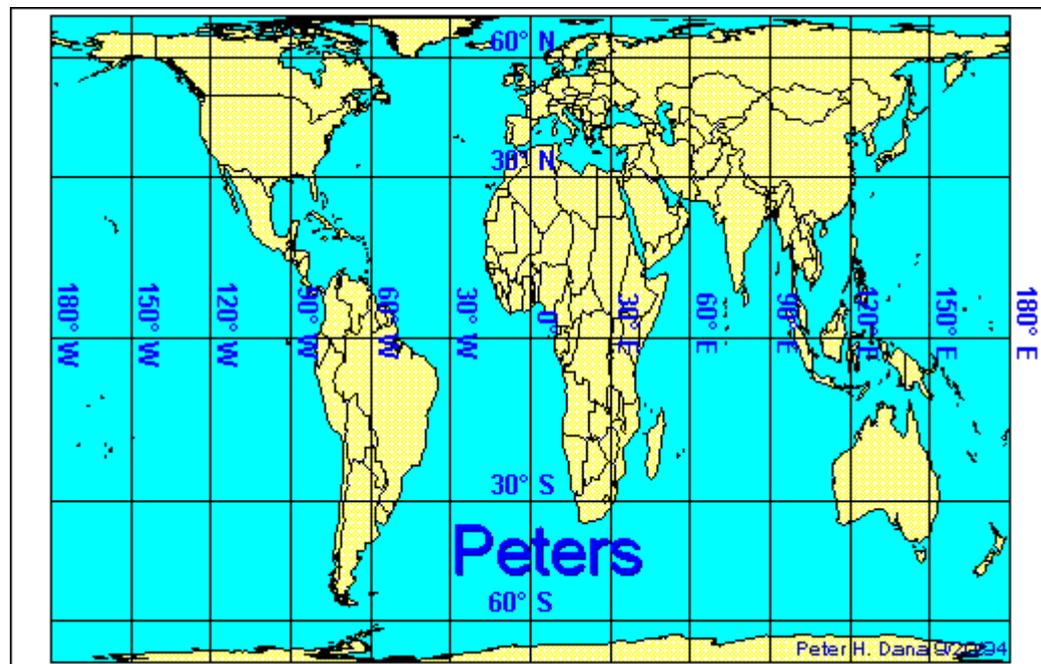
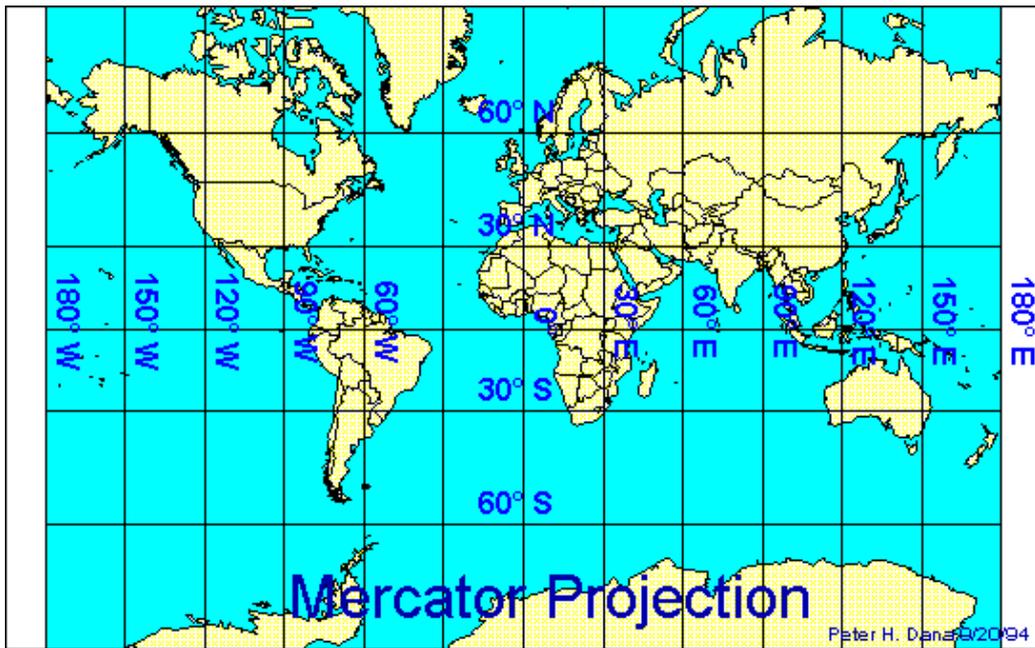
- EUROCÊNTRICO
- PROJEÇÃO CONFORME
- NÃO DEFORMA ÂNGULOS
- VALORIZA A FORMA
- DEFORMA AS ÁREAS
- HEMISFÉRIO NORTE

PLANISFÉRIO DE PETERS



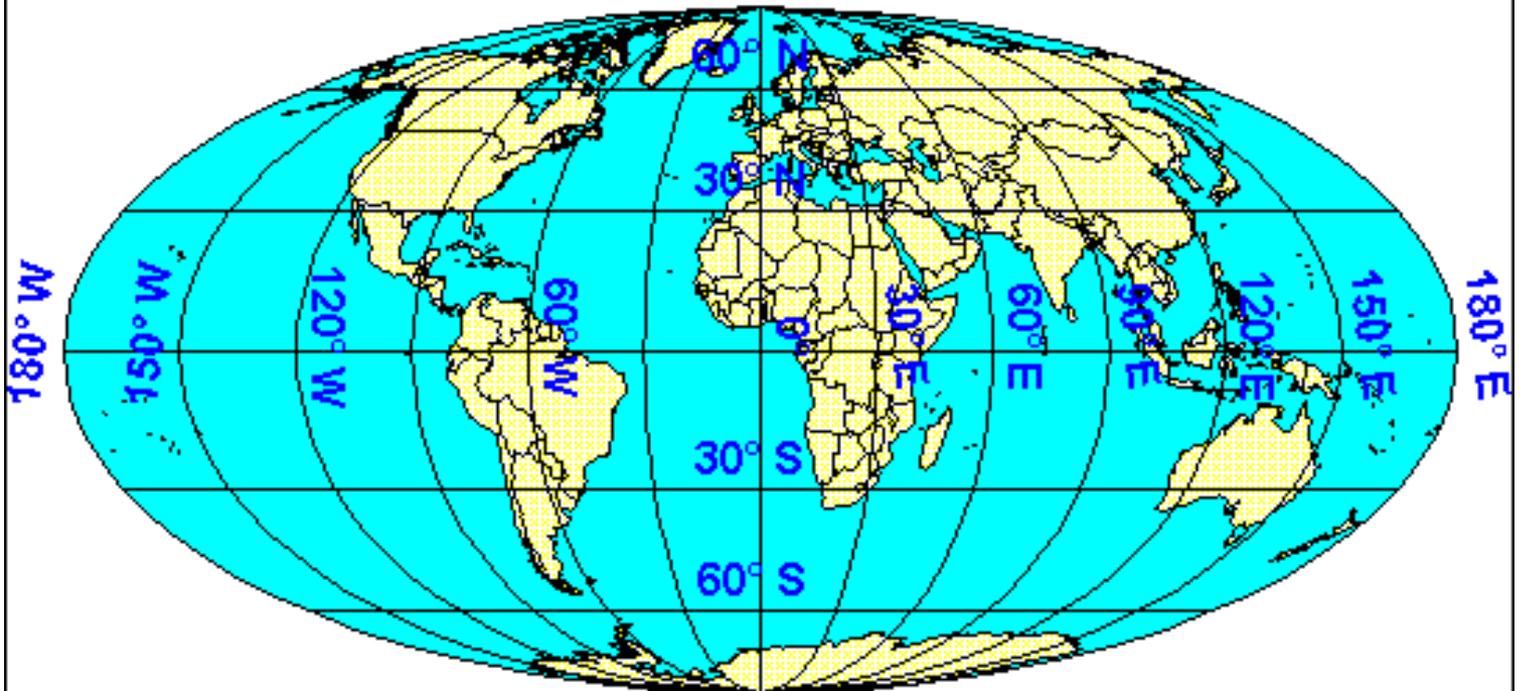
CARACTERÍSTICAS

- TERCEIRO-MUNDISTA
- EQUIVALENTE
- VALORIZA A ÁREA
- DEFORMA OS CONTORNOS DOS CONTINENTES
- ÁFRICA EM DESTAQUE



MOLLWEIDE

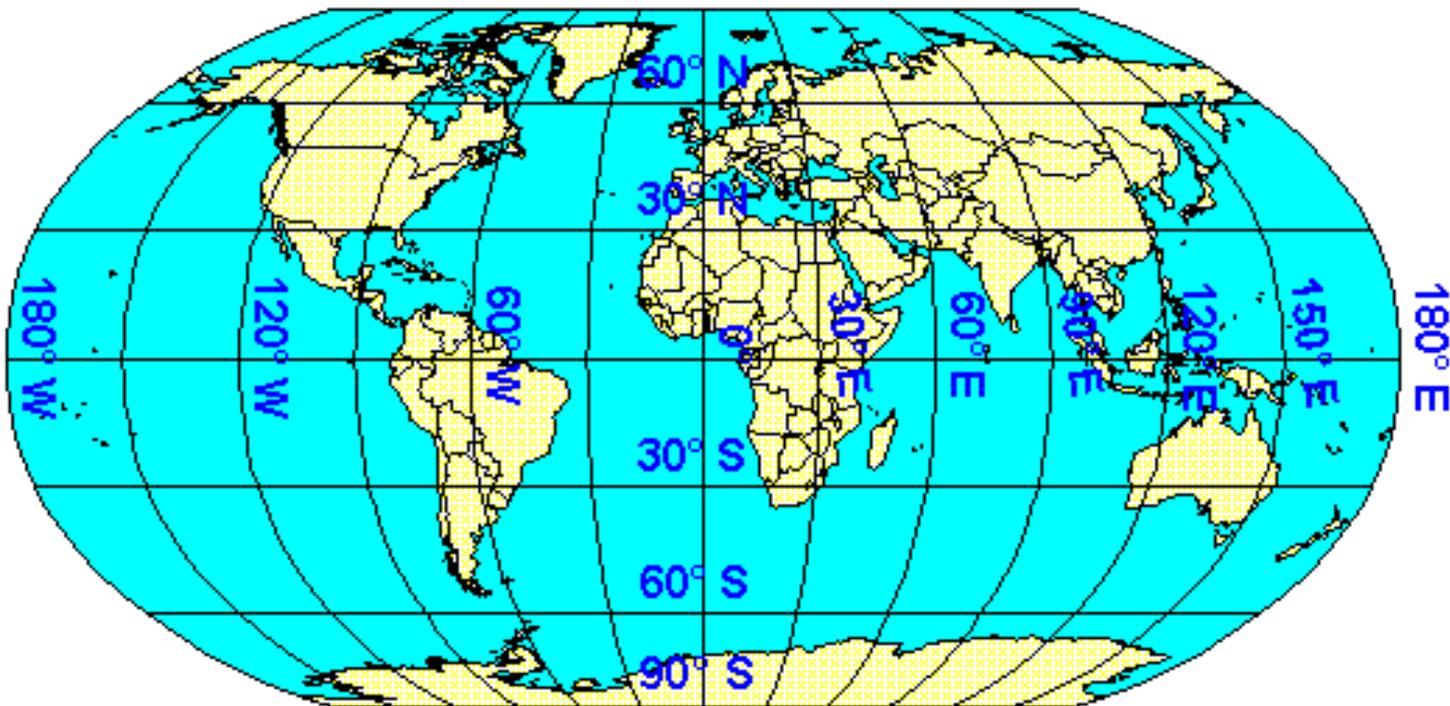
Peter H. Dana 9/20/94



Mollweide Equal-Area

OUTRAS PROJEÇÕES

Peter H. Dana 9/20/94

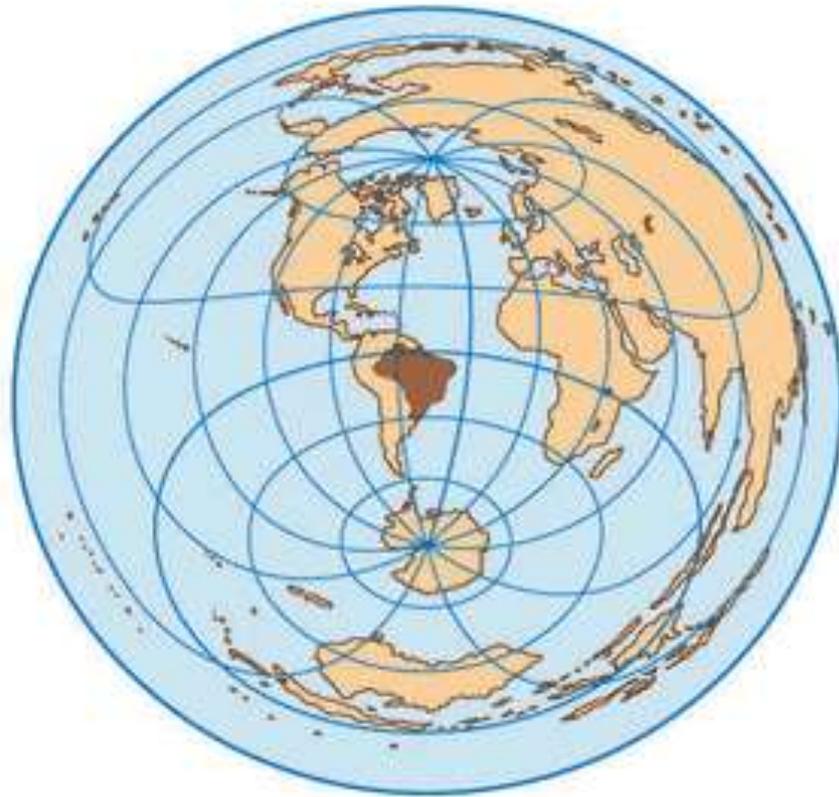


Robinson Projection

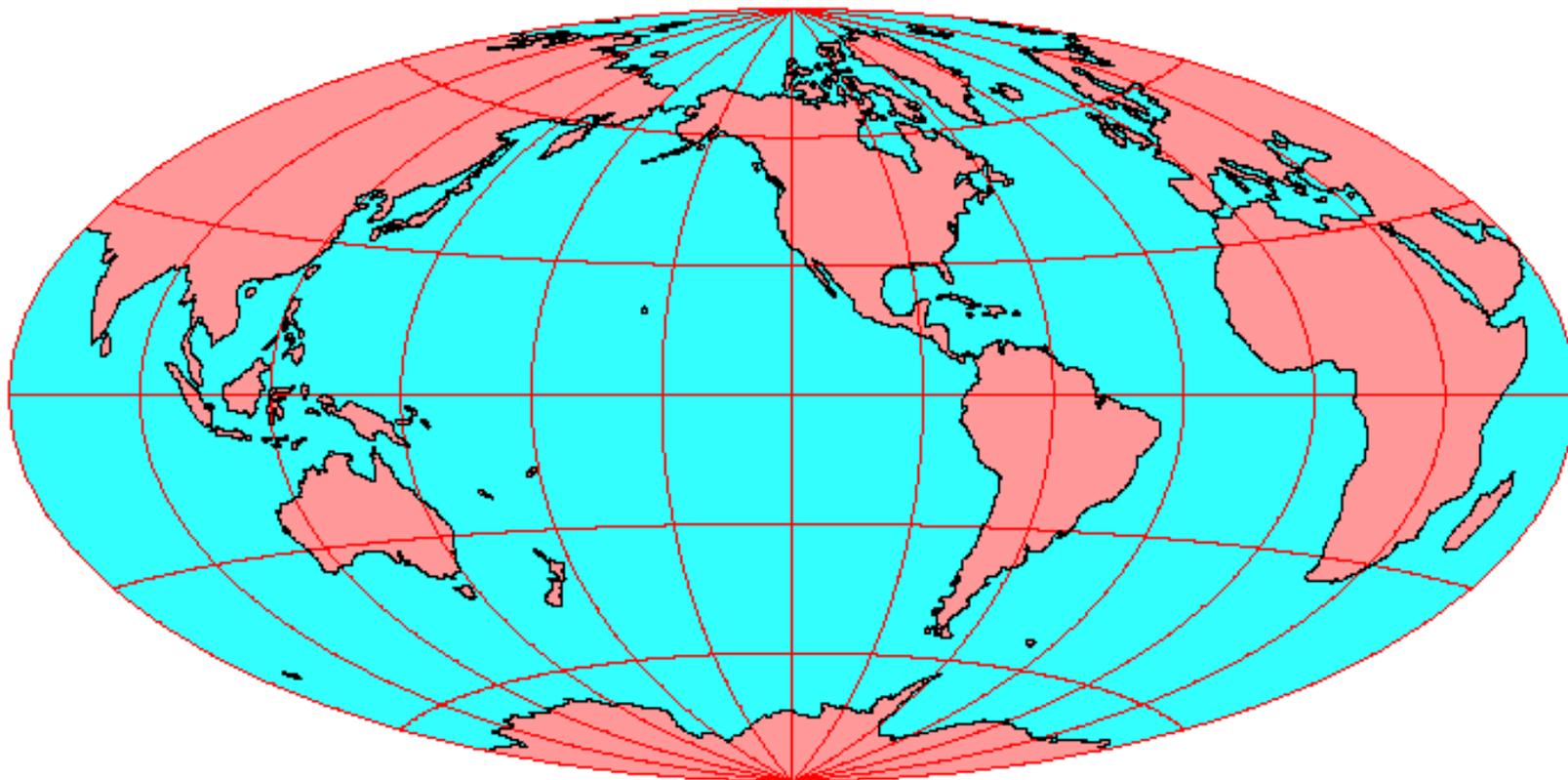
PROJEÇÃO DE GOODE



AZIMUTAL EQUIDISTANTE



AITOFF

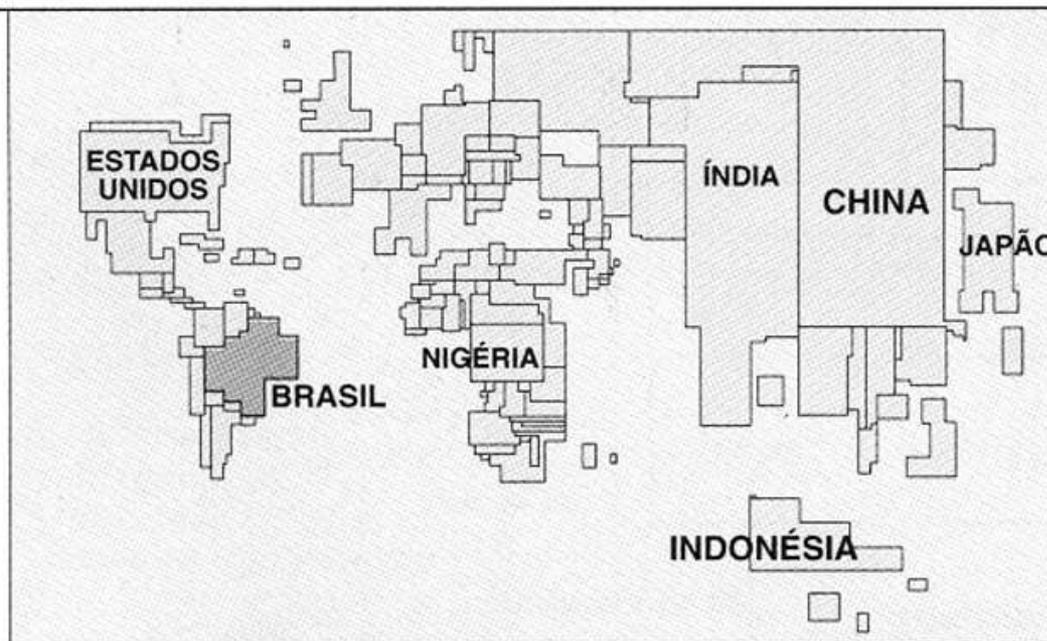




POPULAÇÃO

I

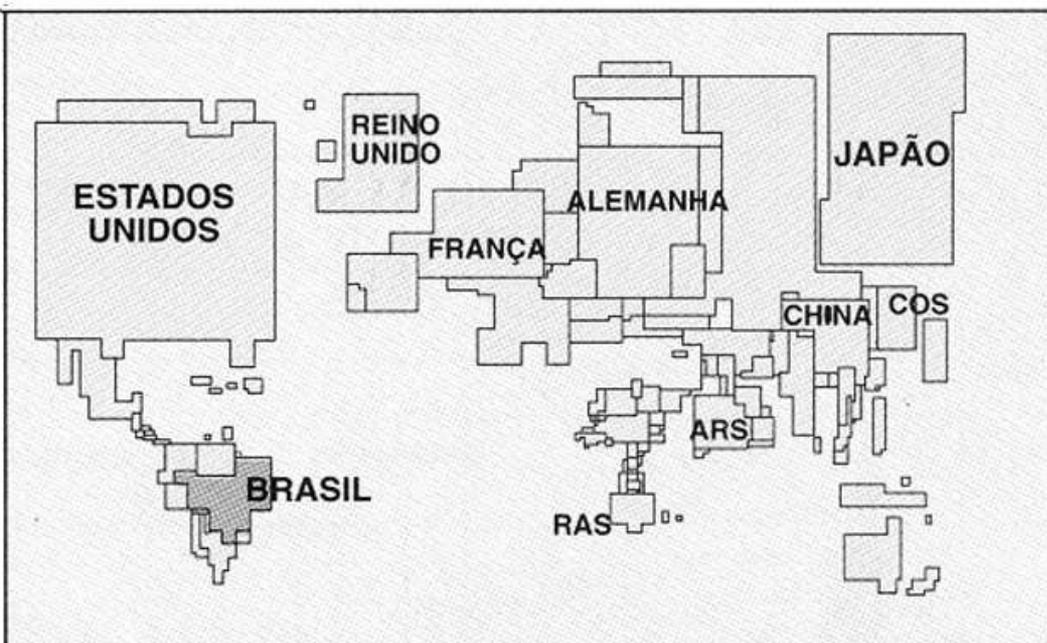
□ 35 MILHÕES DE HABITANTES



PRODUTO NACIONAL BRUTO (PNB)

II

□ 275 000 MILHÕES DE DÓLARES



REPRESENTAÇÕES DO RELEVO

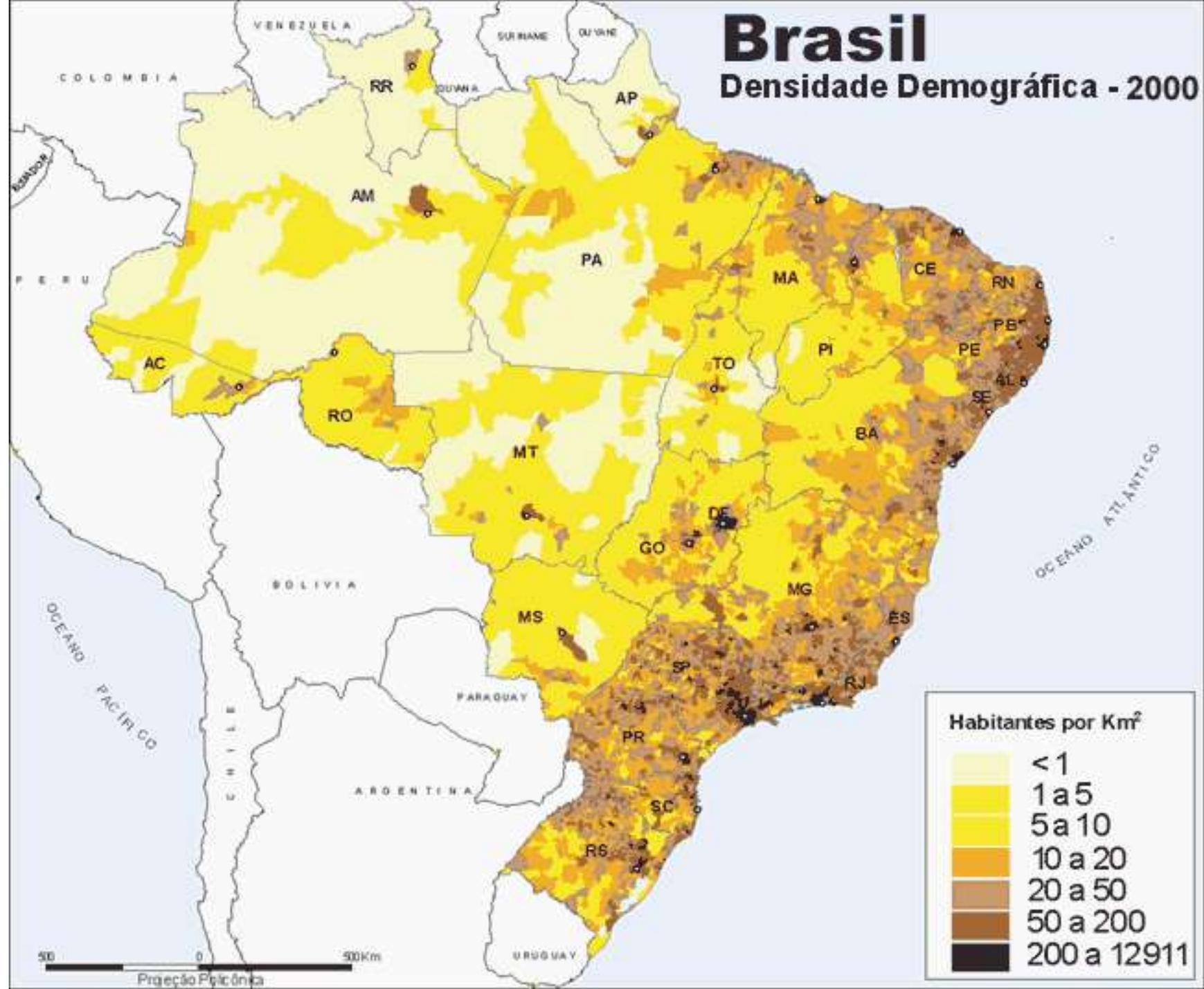
- CORES ALTIMÉTRICAS
 - HIPSOMÉTRICAS
 - VERDE: PLANÍCIES
 - AMARELO: PLANALTOS
 - VERMELHO, MARROM, PRETO, BRANCO
 - TERRAS ALTAS

REPRESENTAÇÕES DO RELEVO

- CORES ALTIMÉTRICAS
 - BALTIMÉTRICAS
 - PROFUNDIDADE DAS ÁGUAS
 - TONS DE AZUL (escuro para claro)
- CURVAS DE NÍVEL
- LIGAM PONTOS DE IGUAL ALTITUDE
- INCLINAÇÃO DO RELEVO (plano ou não)

Brasil

Densidade Demográfica - 2000





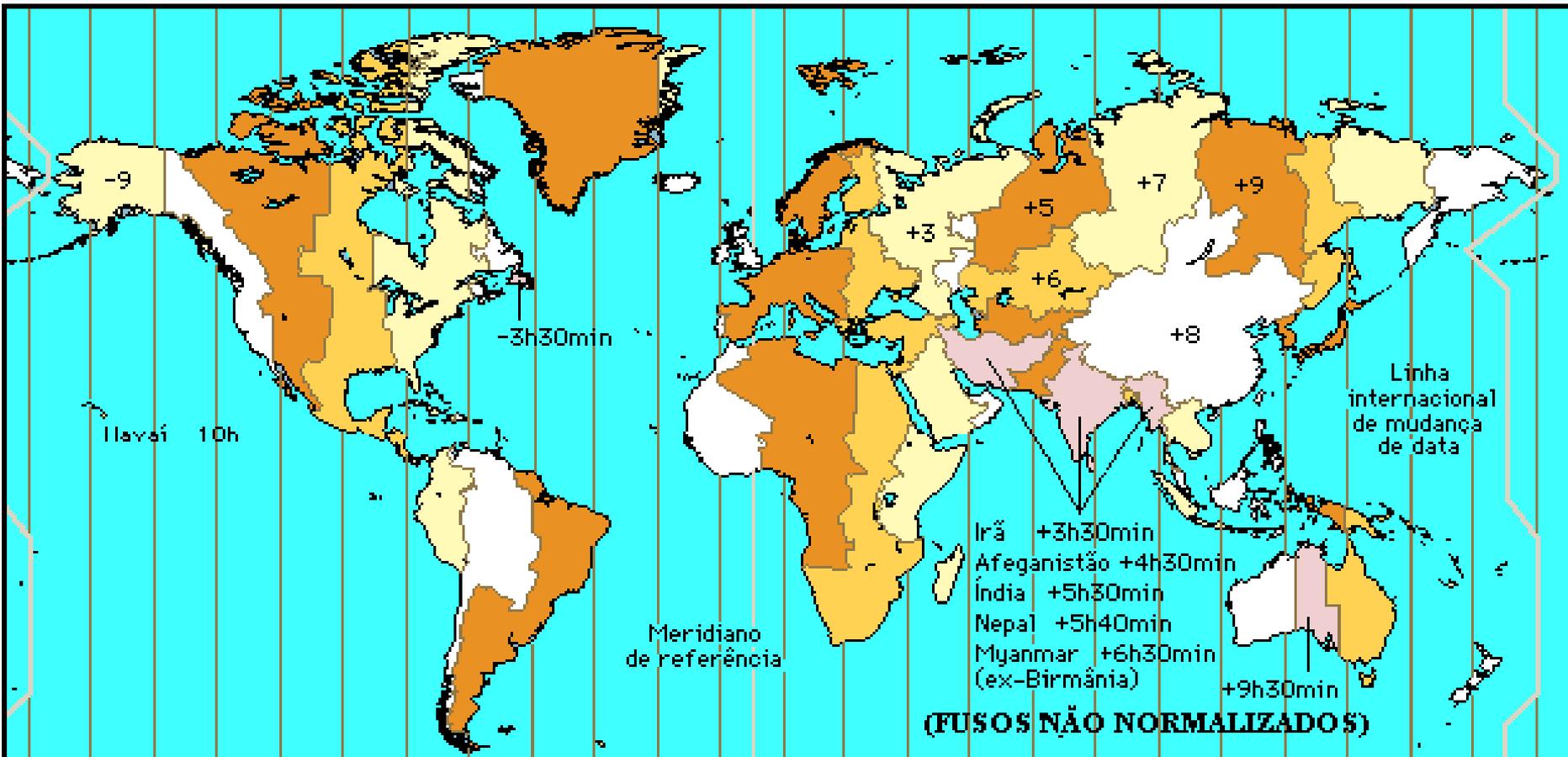
NÃO FIQUE CONFUSO, VAMOS AOS FUSOS... HORÁRIOS

FUSOS HORÁRIOS

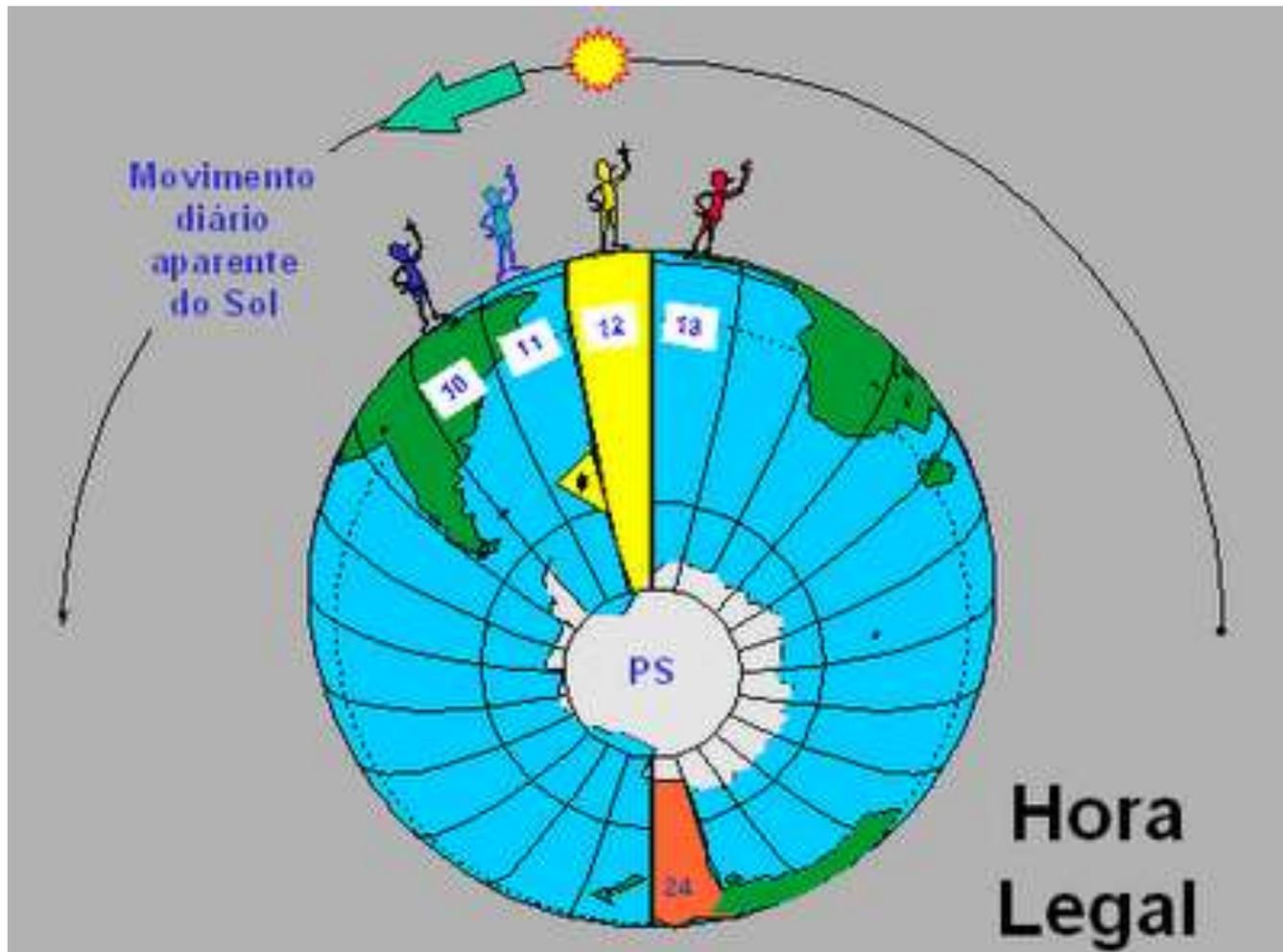




MUNDO - FUSOS HORÁRIOS



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11	+12



FUSOS HORÁRIOS

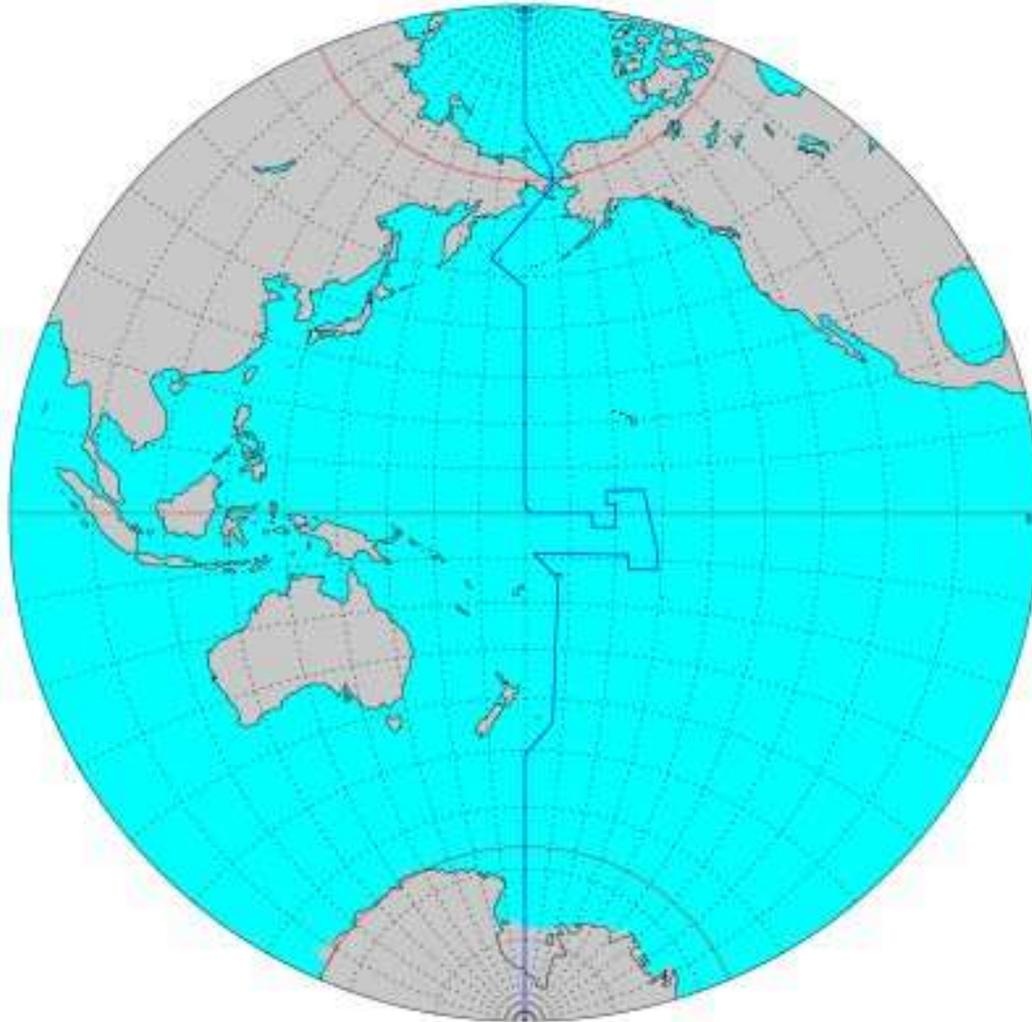


FUSOS HORÁRIOS BR.

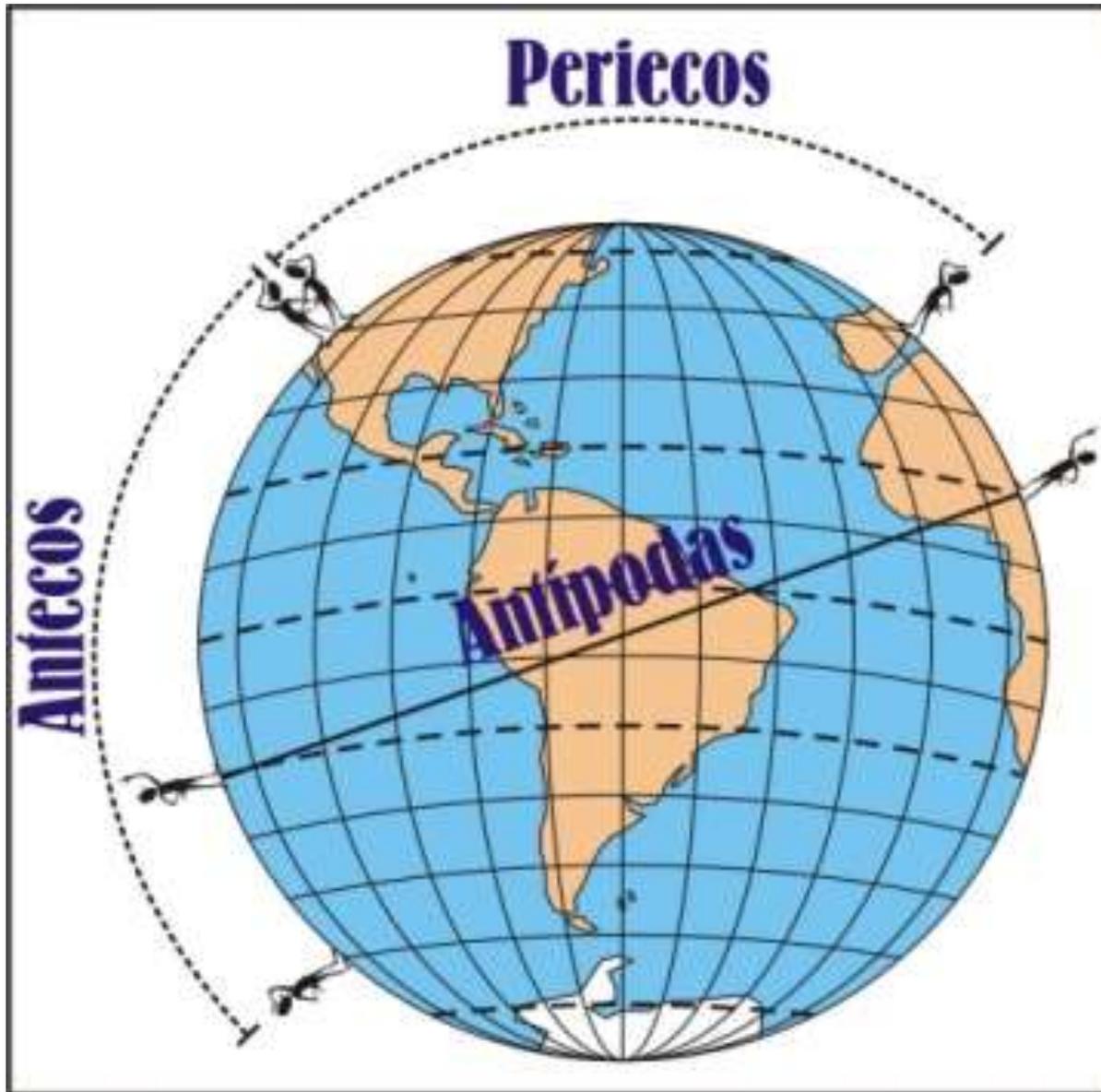
FUSOS HORÁRIOS



L.I.D



PERIECOS, ANTECOS e ANTÍPODAS

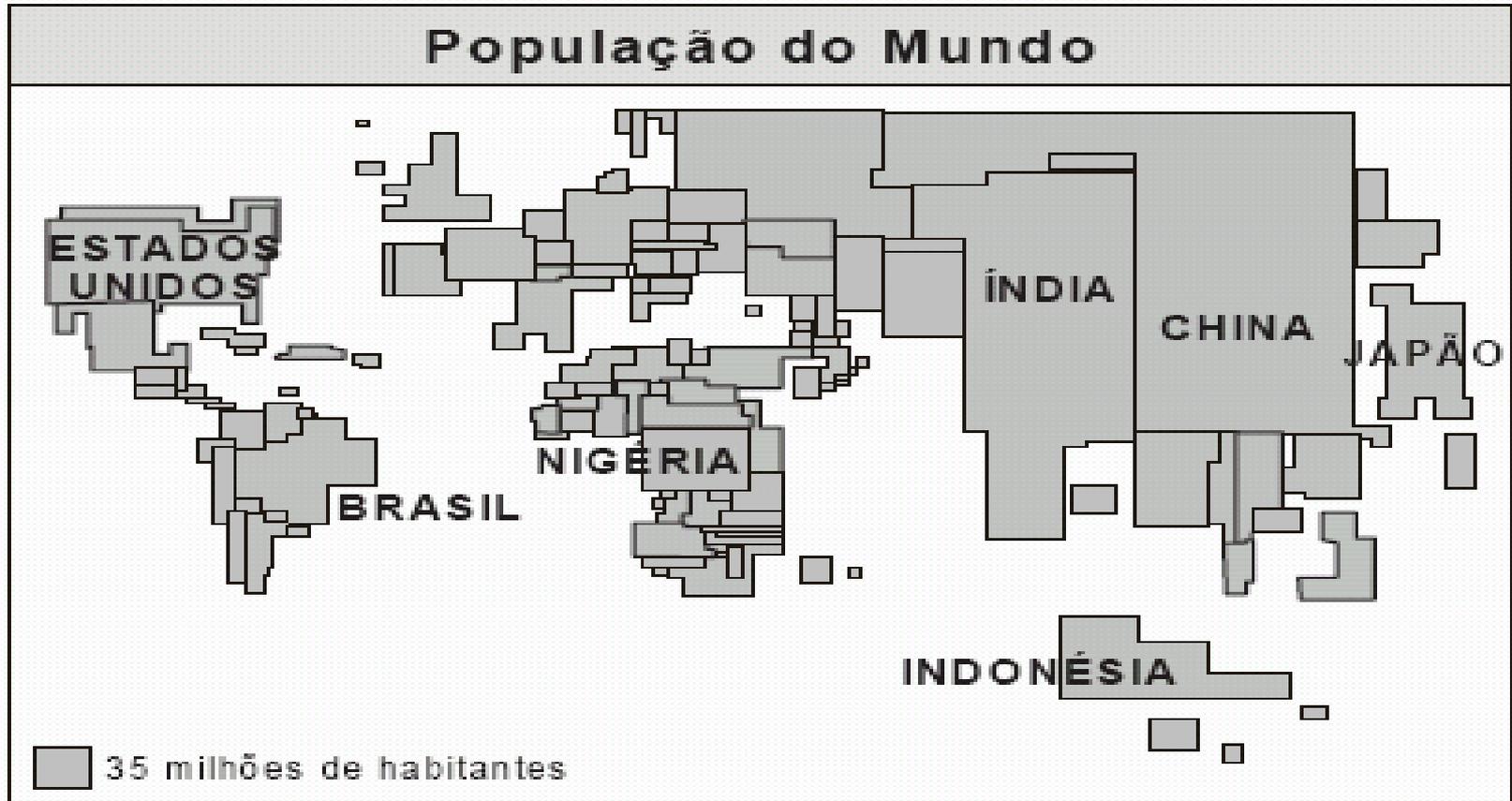


Pra discutir!!!

Com base na análise do mapa e dos conhecimentos sobre localização e fusos horários, pode-se afirmar:

- 01) O Brasil localiza-se totalmente na zona tropical do globo e limita-se com todos os países da América do Sul.
- 02) A Indonésia se situa em baixas longitudes, daí a ocorrência de clima com elevada pluviosidade e baixa temperatura.
- 03) As horas se apresentam com acréscimo de Salvador para Rio Branco, em virtude da rotação da Terra ser realizada no sentido anti-horário.
- 04) As áreas localizadas ao longo de um mesmo meridiano possuem a mesma longitude e a mesma hora.
- 05) O horário de verão é uma prática realizada por locais que enfrentam crises energéticas, por isso os relógios devem ser atrasados em uma hora, em relação à hora local vigente na localidade.

CARTOGRAFIA

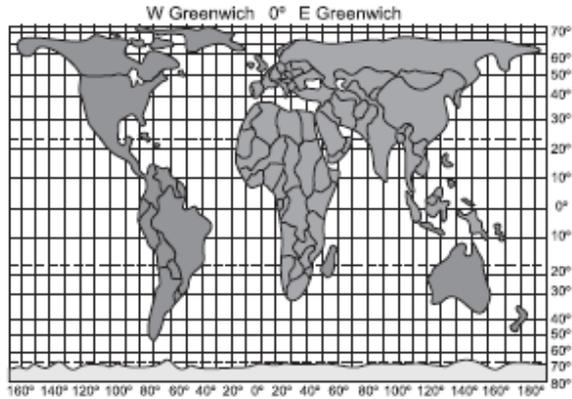


Fonte: FERREIRA, Graça M. Lemos. *Atlas geográfico: espaço mundial*. São Paulo, Moderna, 2000. p. 5.

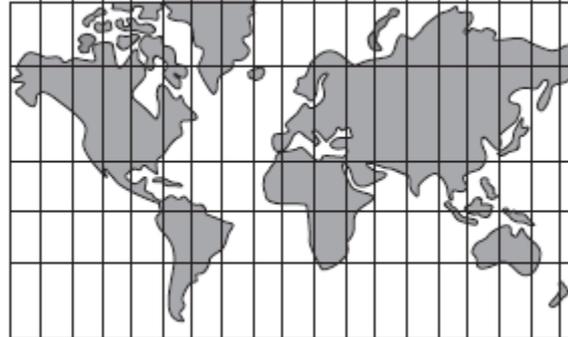
- Sobre o tipo de mapa apresentado, é correto afirmar:
- 01) As formas dos continentes e dos países se encontram modificadas devido às deformações dos ângulos das coordenadas.
- 02) As massas continentais e oceânicas são representadas em escala uniforme, conservando as proporções entre as distâncias.
- 03) As áreas de um país ou de um continente assumem o tamanho proporcional ao dado que se quer representar.
- 04) As áreas da Terra conservam o tamanho proporcionalmente correto, valorizando o mundo subdesenvolvido.
- 05) As distorções na forma, na superfície ou na distância dos elementos apresentados são pequenas, possibilitando a representação total da Terra.

UESC 2010

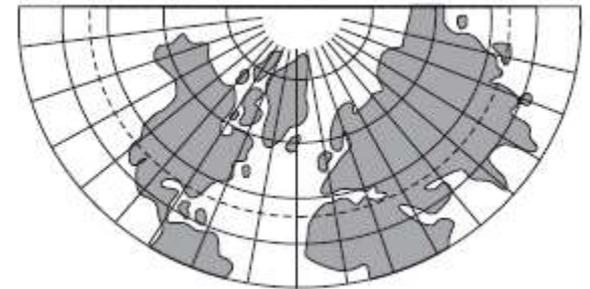
I.



II.



III.



A partir da análise das ilustrações e dos conhecimentos sobre mapas, escalas e projeções cartográficas, pode-se afirmar:

01) Os mapas que mostram características específicas da realidade geográfica são chamados de mapas gerais.

02) O mapa que utiliza uma escala pequena é o que apresenta mais detalhes da realidade geográfica representada.

03) I representa a projeção de Mercator, a mais nova das projeções, criada no século XIX, e se caracteriza por deformar áreas de médias latitudes.

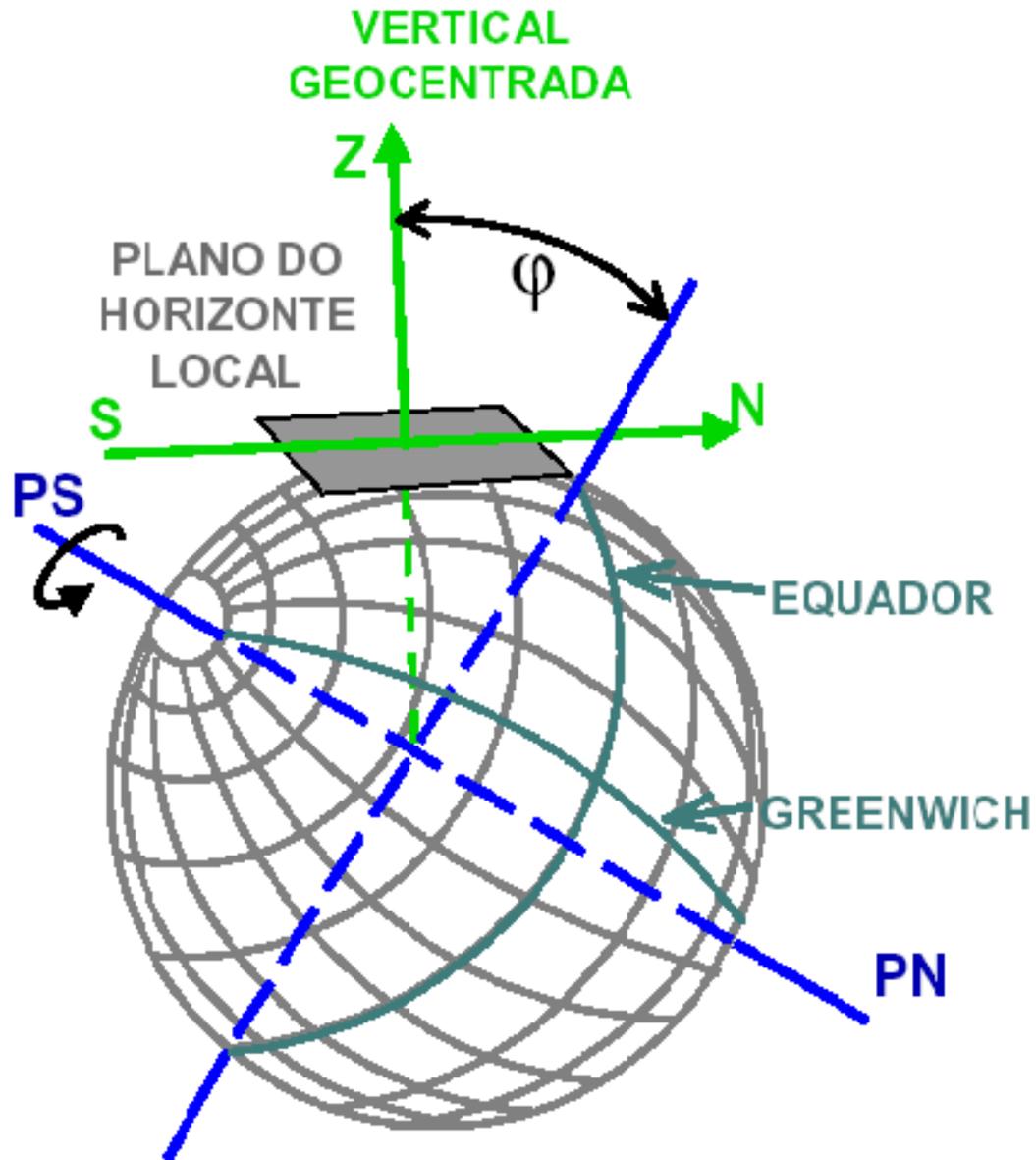
04) II representa a projeção cilíndrica, em que a única coordenada que se apresenta em tamanho original é o Equador.

05) III representa a projeção cônica, a mais antiga das projeções e, por esse motivo, reflete a ideologia do eurocentrismo.

(UESB 2010) A partir dos conhecimentos sobre mapas, escalas e projeções, pode-se afirmar:

- 01) Os mapas físicos, por representarem, sobretudo, o relevo, são os mais precisos e, portanto, os mais utilizados pelos cartógrafos.
- 02) A escala gráfica trabalha, exclusivamente, com a redução dos espaços representados e as escalas numéricas, com a ampliação desses espaços.
- 03) As projeções cônicas são utilizadas apenas para representar países localizados em baixas latitudes, devido às suas peculiaridades.
- 04) A projeção de Peters é a única que não apresenta deformações, pois mantém as proporções da área e não deforma as medidas de ângulo.
- 05) A projeção azimutal é adequada para representar as zonas polares, mas a projeção mais utilizada para representar as navegações aérea e marítima é a de Mercator.

Modelo da forma da Terra - Plano topográfico



Medidas topográficas:

Medidas angulares:

ângulos horizontais:

entre alinhamentos

ângulo horário

deflexão

de orientação

rumo

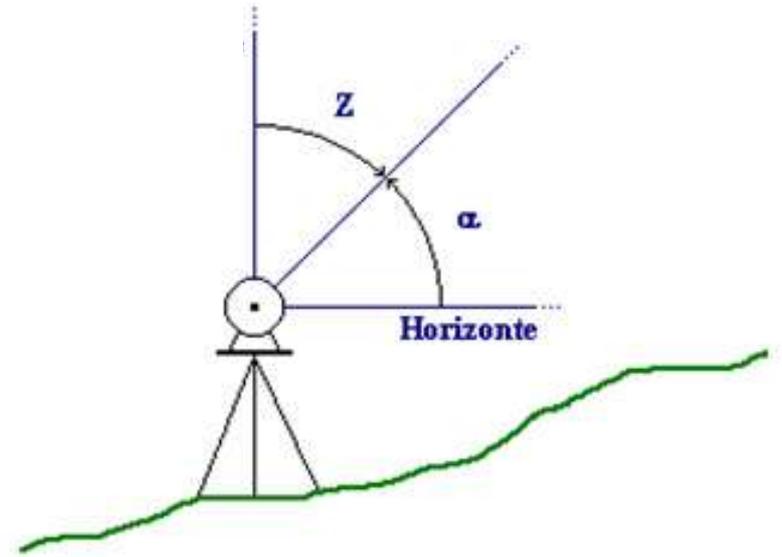
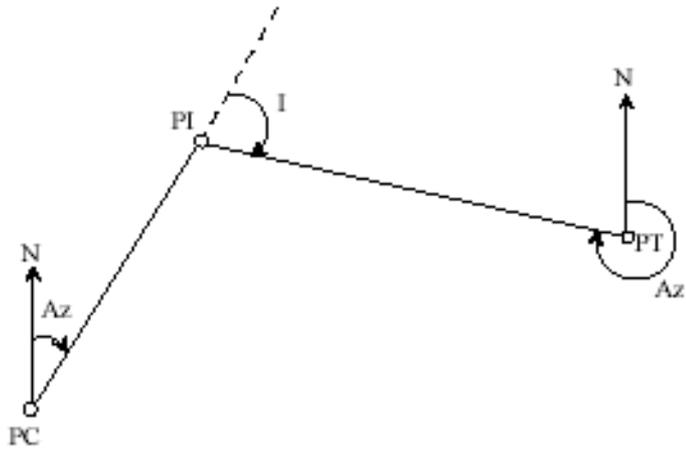
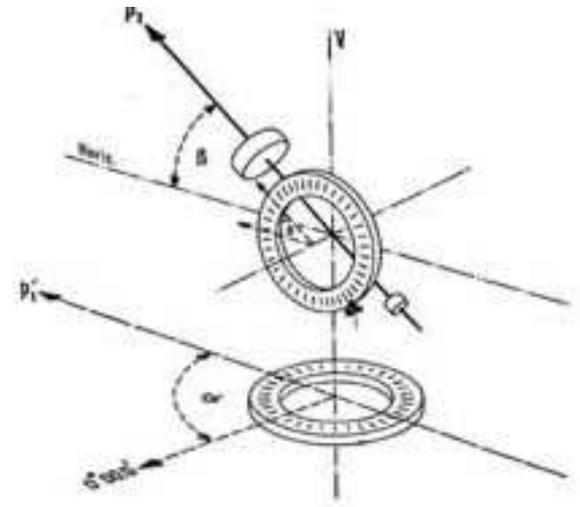
azimute

ângulos verticais

de inclinação (i)

zenital (z)

nadiral (z')



Medidas topográficas:

Medidas lineares:

Procedimento:

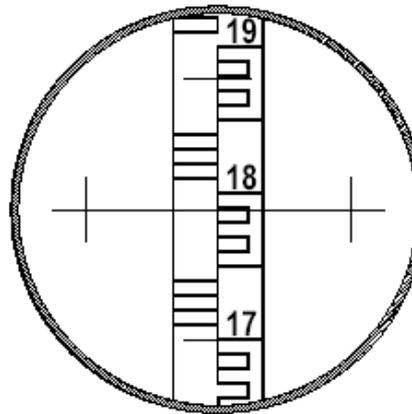
direto - trena

indireto – taqueometria, barra horizontal, MED

Finalidade:

horizontal - DH

vertical (diferença de nível) - DV



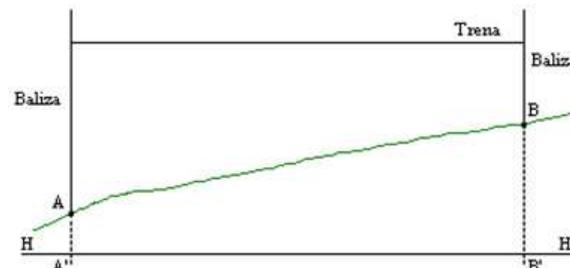
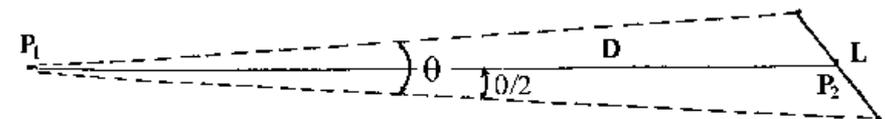
Leituras na mira:

fio superior (f3) : 1,878 m

fio médio (f2) : 1,789 m

fio inferior (f1) : 1,700 m

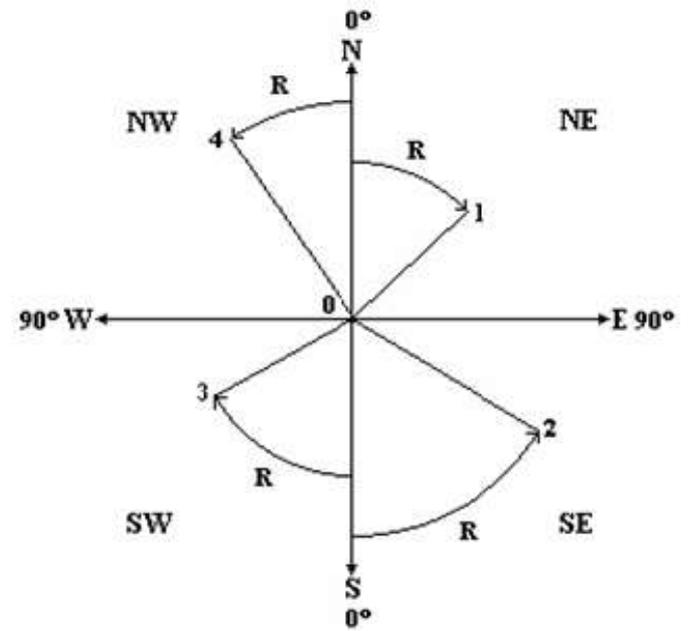
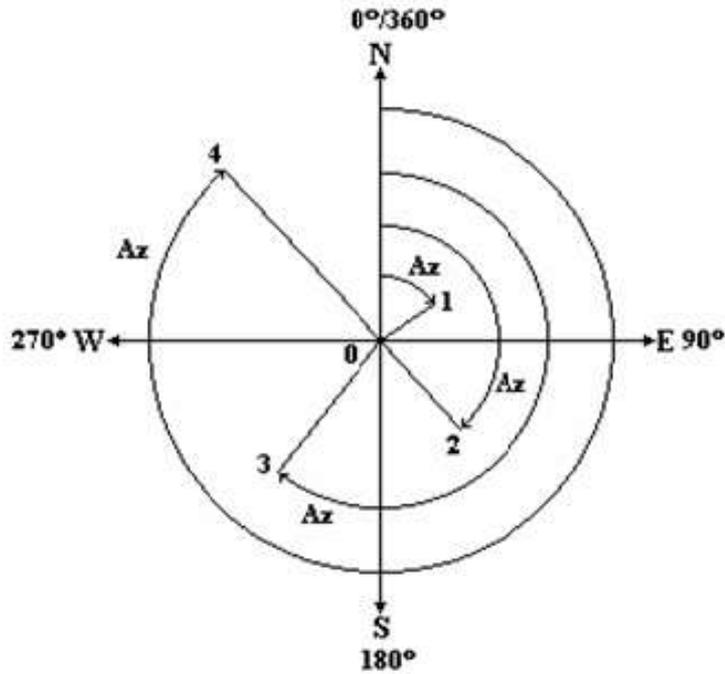
$$G=1,878-1,700=0,178 \text{ m}$$



Ângulos horizontais de orientação

Azimute

Rumo



Quadrante	Azimute → Rumo	Rumo → Azimute
1º	$R = Az$ (NE)	$Az = R$
2º	$R = 180^\circ - Az$ (SE)	$Az = 180^\circ - R$
3º	$R = Az - 180^\circ$ (SO)	$Az = R + 180^\circ$
4º	$R = 360^\circ - Az$ (NO)	$Az = 360^\circ - R$

Levantamento topográfico planimétrico

Levantamento de pontos da rede de referência

Poligonal aberta

Poligonal fechada (anel)

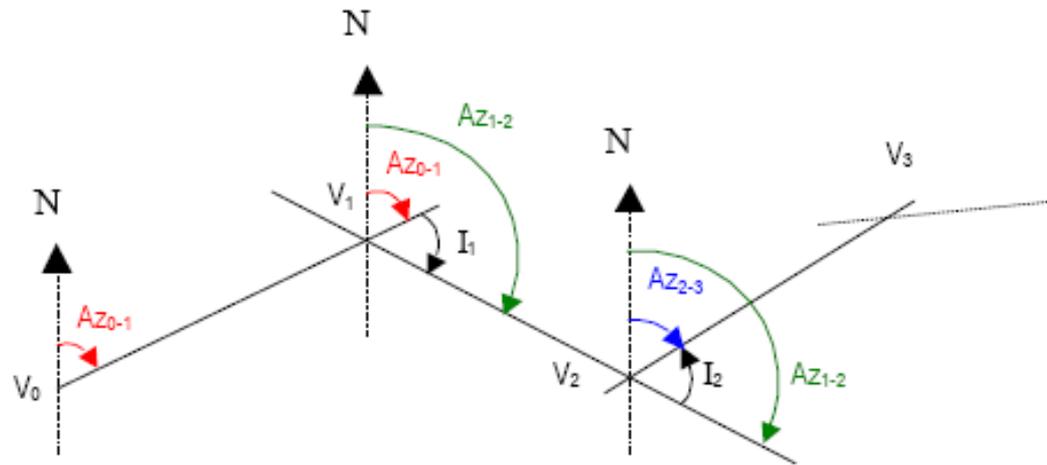
Poligonal apoiada

Levantamento de pontos de detalhes

Irradiação

Intersecção

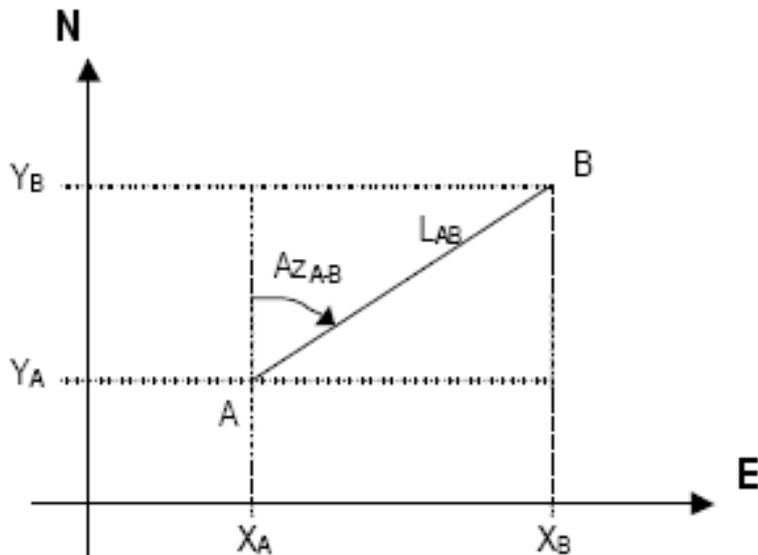
Levantamento topográfico planimétrico – princípio



Cálculo dos azimutes

$$AZ_{1-2} = AZ_{0-1} + I_1$$

$$AZ_{2-3} = AZ_{1-2} - I_2$$



Cálculo das coordenadas cartesianas

$$X_B = X_A + L_{AB} \cdot \text{sen}(AZ_{A-B})$$

$$Y_B = Y_A + L_{AB} \cdot \text{cos}(AZ_{A-B})$$

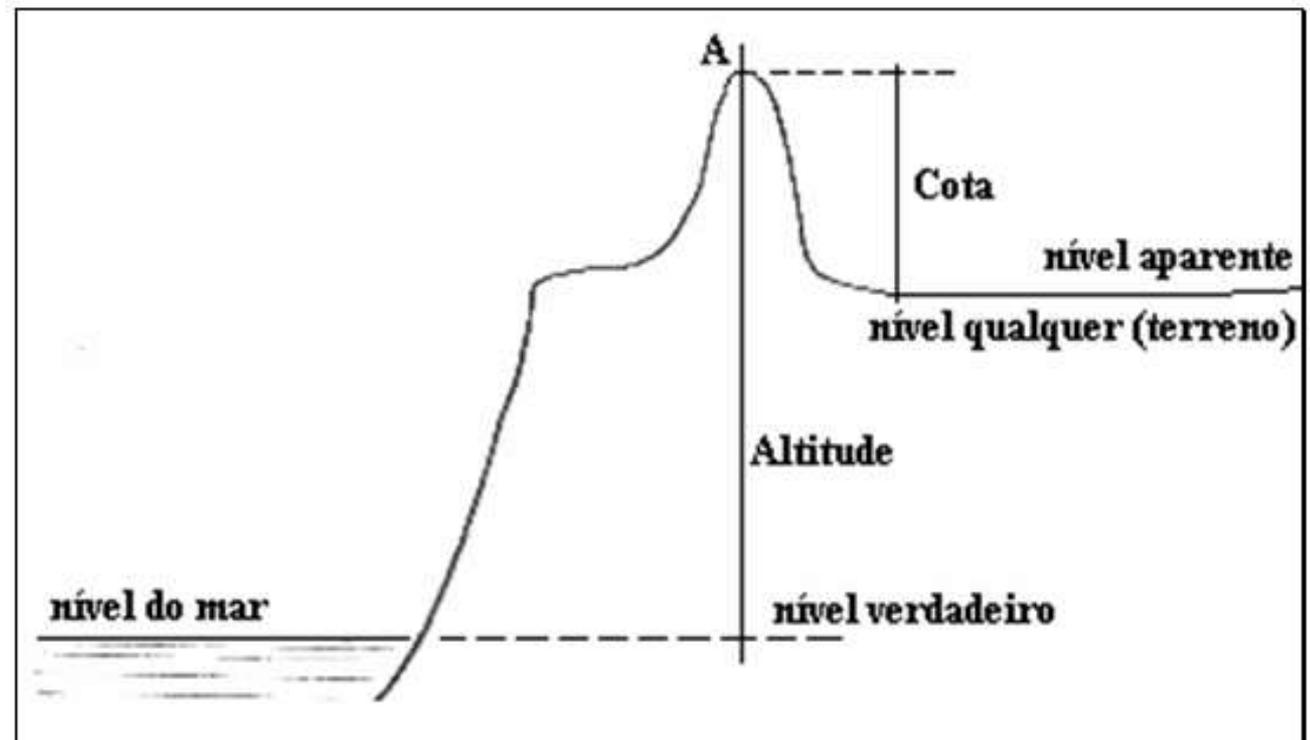
Levantamento topográfico altimétrico

Nivelamento geométrico

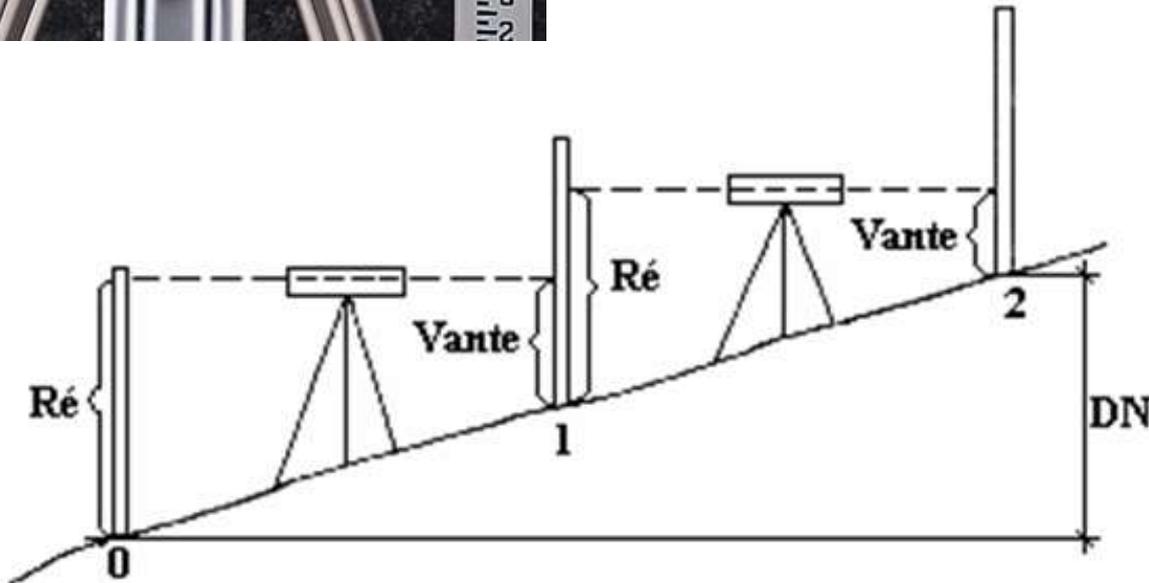
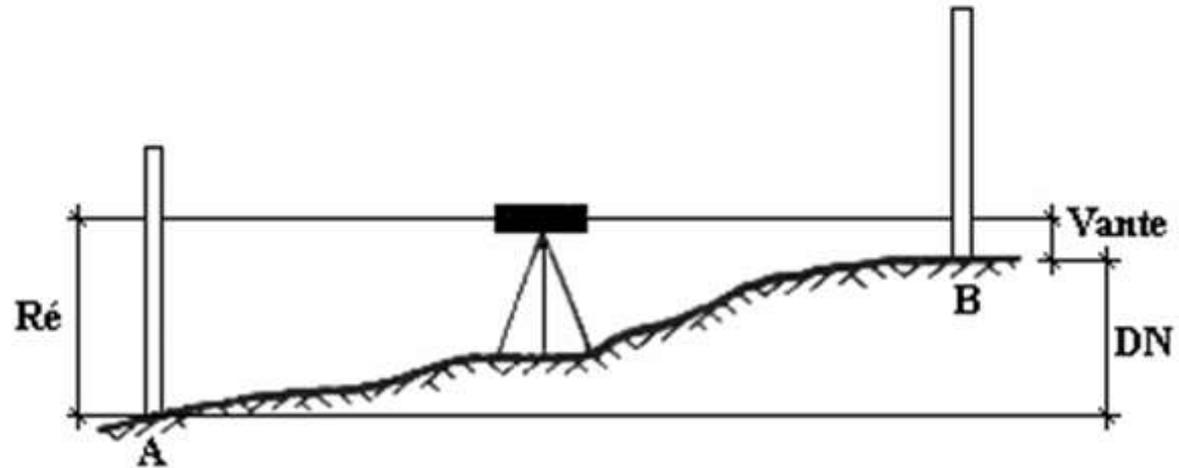
Nivelamento trigonométrico

Taqueometria

Conceitos:

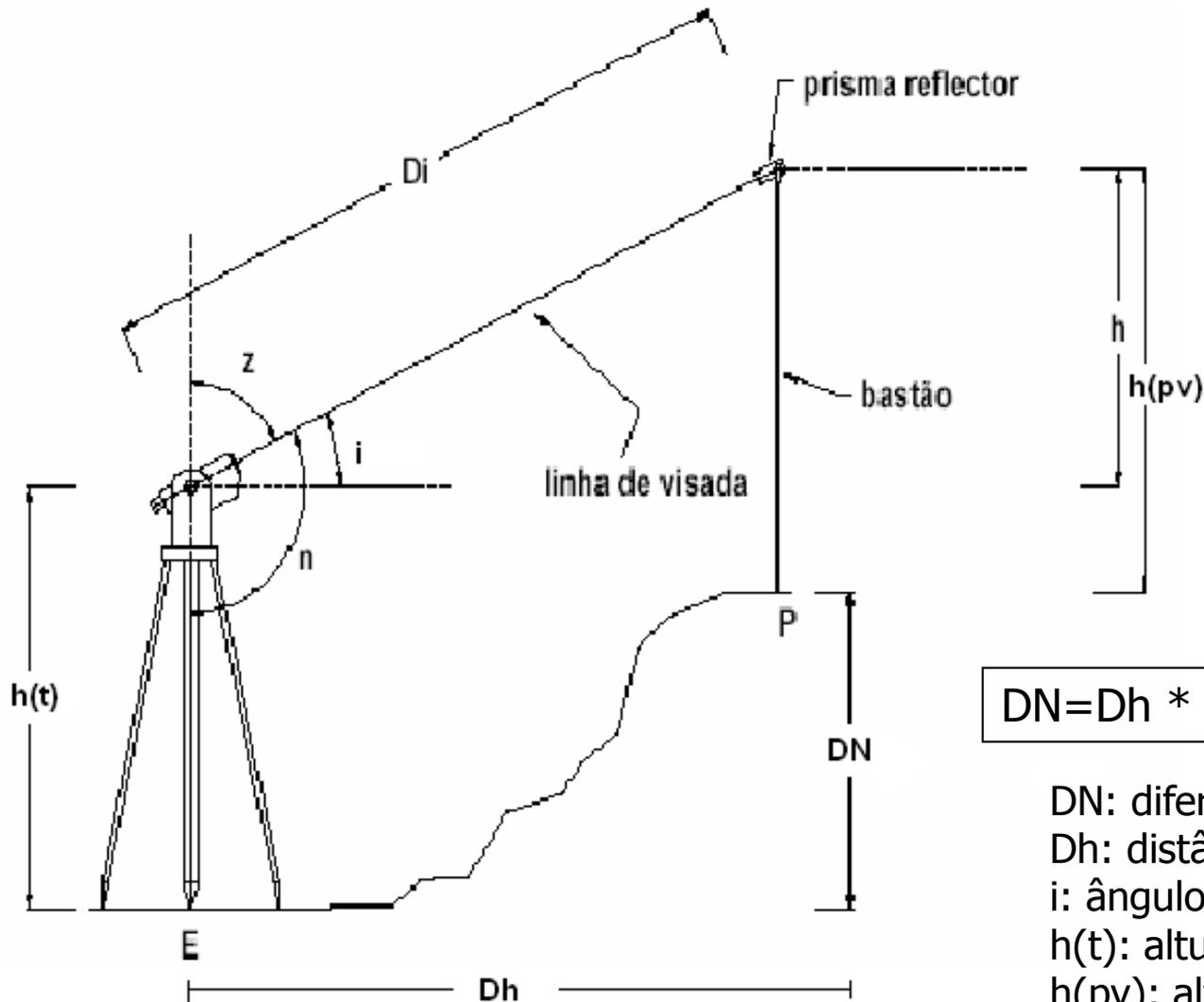


Nivelamento geométrico



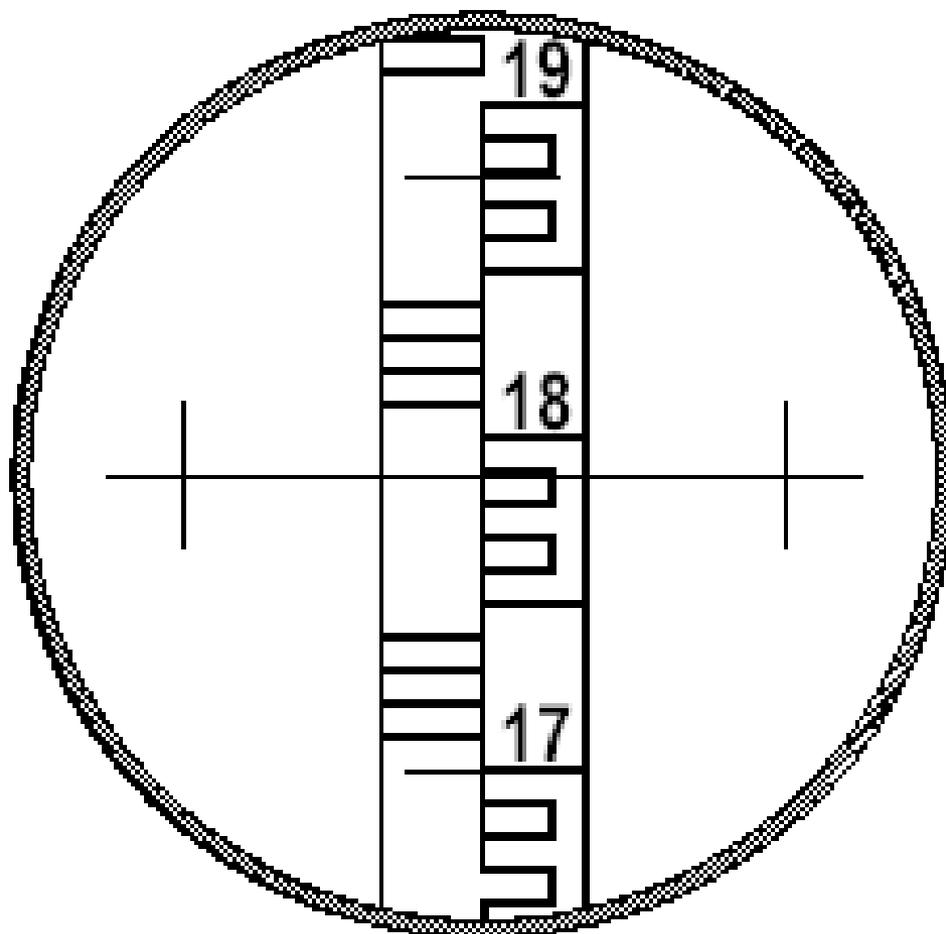
$$DN = (RE) - (VANTE)$$

Nivelamento trigonométrico



$$DN = D_h * \text{tg}(i) + h(t) - h(pv)$$

DN: diferença de nível
Dh: distância horizontal
i: ângulo vertical de inclinação
h(t): altura do teodolito
h(pv): altura do ponto visado



Leituras na mira:

fio superior (f3) : 1,878 m

fio médio (f2) : 1,789 m

fio inferior (f1) : 1,700 m

$$G=1,878-1,700=0,178 \text{ m}$$