

# Fundamentos de Cartografia e Projeções UTM



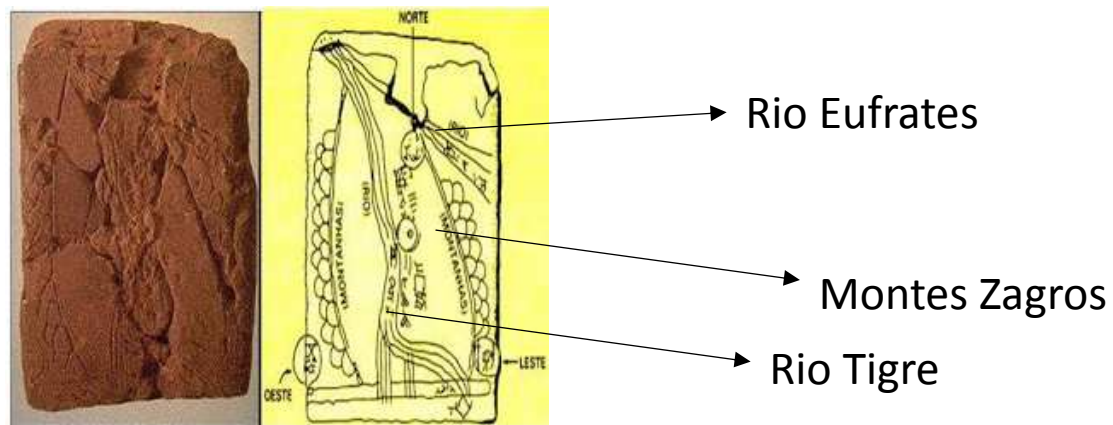
**Prof. Dr. Peterson Ricardo Fiorio**

Dep. Eng. de Biosistemas – ESALQ/USP 

# 1 História da Cartografia

# 1 História da Cartografia

- Pinturas (locais de caça, caminhos)
- Cartografia início 2.500 a.C. (Sumérios)



Representação de parte da Mesopotâmia

- Cartografia em relevo - Pedra Saihuite (Asteca)

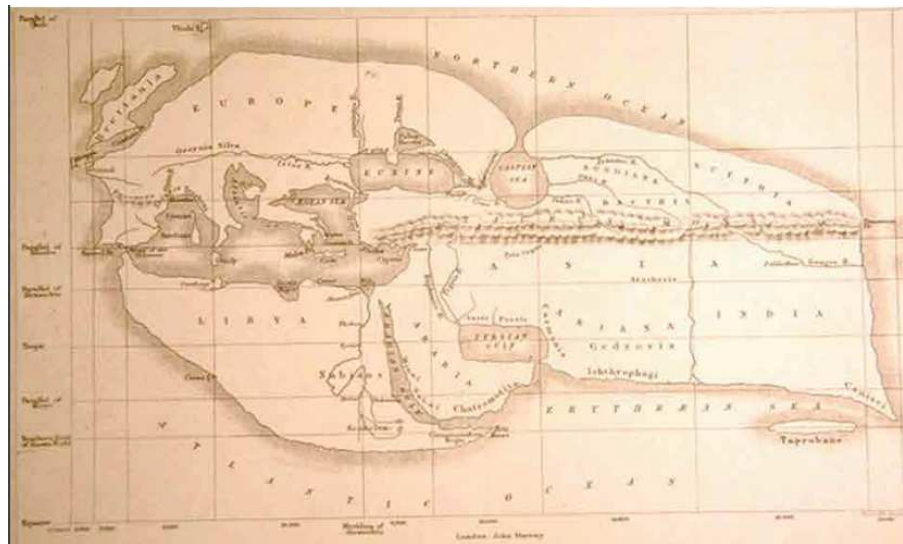


## 1 História da Cartografia

- Século IV a.C – Chineses e Egípcios (demarcação de áreas para fins administrativos)  
Egípcios – desenvolveram o “nível” e triangulação para cálculos de distâncias

### Grécia – grandes avanços na cartografia

- Pitágoras “a terra é uma esfera” (528 a.C)
- Erastóstenes “ Circunferência da Terra – 46.250 km” “40.075 km”



- Reconstrução do séc. 19 do mapa do mundo feito por Eratóstenes, mundo este até então conhecido, c. 194 a.C

## 1 História da Cartografia

- Claudio Ptolomeu 150 a 127 d.C (Dirigiu a Biblioteca de Alexandria)

“ Criou uma obra, ***Geographia***, com coordenadas de 8.000 lugares”



- Idade Média (Concepção da Igreja – retrocesso)

# 1 História da Cartografia

- Idade Média (Concepção da Igreja – retrocesso)

“ Mundo Árabe desde 827 d.C, resgata todos os avanços Gregos, e obras de Ptolomeu e aperfeiçoam”

- Século XIV (Cartas Portulanas - desenvolvimento da navegação)



O mar Mediterrâneo (Atlas de [Cresques](#), 1375)

- Século XV (Bussola)



Bússola e Relógio solar “ museu naval de Madri”

## 1 História da Cartografia

- Século XV ( Juan de la Costa, “primeiro mapa mundi do novo mundo”)



- Século XV-XVIII

**Gerhard Mercator (1512 – 1594) Cria a projeção cilíndrica  
“meridianos e paralelos representados como segmentos de retas perpendiculares entre si”**

Jacques Cassini e César François Casini  
**Representação altimetria, curvas em nível, da França. Em 182 folhas (1744-1789)**

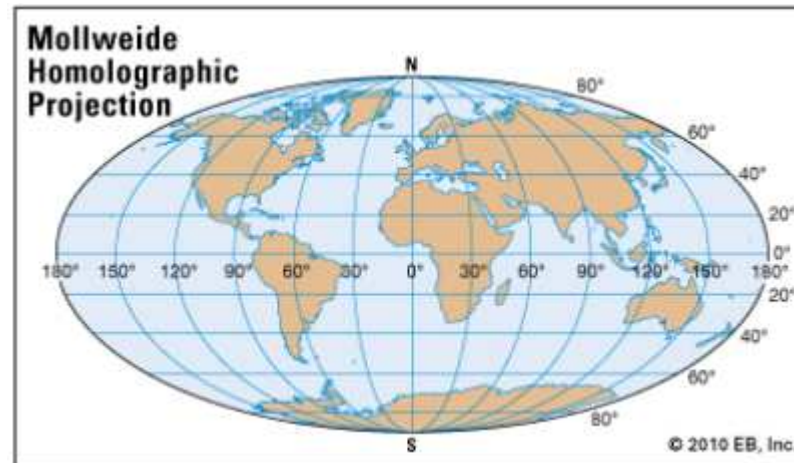
# 1 História da Cartografia

- Século XIX

Desenvolvimento devido a navegação marítimas (mapeamento costeiro em todo mundo)

Desenvolvimento de serviços geográficos nacionais, por toda Europa, Lev. Topograficos

1805 projeção de Mollweide (corrige as distorções de Mercator)



-Século XX - XXI

Aerofotogrametria.....GNSS



## 2 Definição de Cartografia

## 2 Definição de Cartografia

O vocábulo **CARTOGRAFIA**, etimologicamente “ descrição de cartas” foi introduzido em 1839 pelo segundo Visconde de Satarém.

Concepção:

- Traçado de mapas,
- A arte do traçado de mapas,
- A ciência, a arte e a técnica de representar a superfície terrestre.

### 1966 – Associação Cartográfica Internacional (ACI)


Cartografia: Conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que tendo por base os resultados de observações diretas ou análises de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressões ou representações de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos. Bem como sua utilização

## 2 Definição de Cartografia

- Mapas (ABNT): representação gráfica, em geral uma superfície plana e numa **determinada escala**, com a representação de acidentes físicos e culturais da superfície da Terra ou de um planeta ou satélite.
- Cartas (ABNT): representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana, **permitindo a avaliação precisa de distâncias**, direções e a localização plana, **geralmente em média ou grande escala**, de uma superfície da Terra, subdividida em folhas, de forma sistemática, obedecendo a um plano nacional ou internacional

### Qual a Diferença entre Mapa e Carta?

Denominador Escala (D)	1.000.000	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	2.000
Classificação	Mapa	Mapa	Carta	Carta	Carta	Planta	Planta

  
Menor escala Maior escala

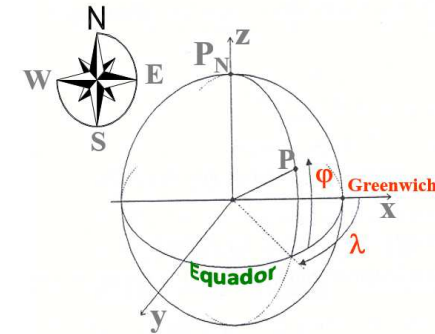
**“ o conjunto articulado de Cartas forma um Mapa”**

# 3 Forma da Terra

### 3 Forma da Terra

- Pitágoras em 528 AC: introduziu o conceito da forma “ esférica”

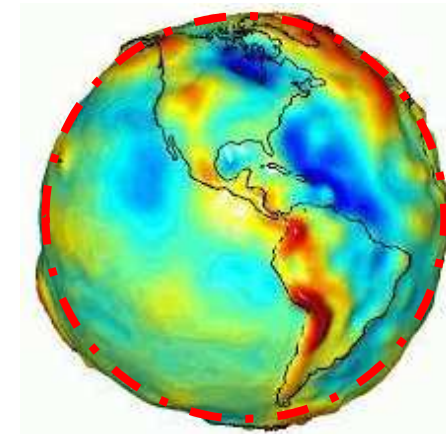
Simplicidade de cálculos e representações de Coordenadas



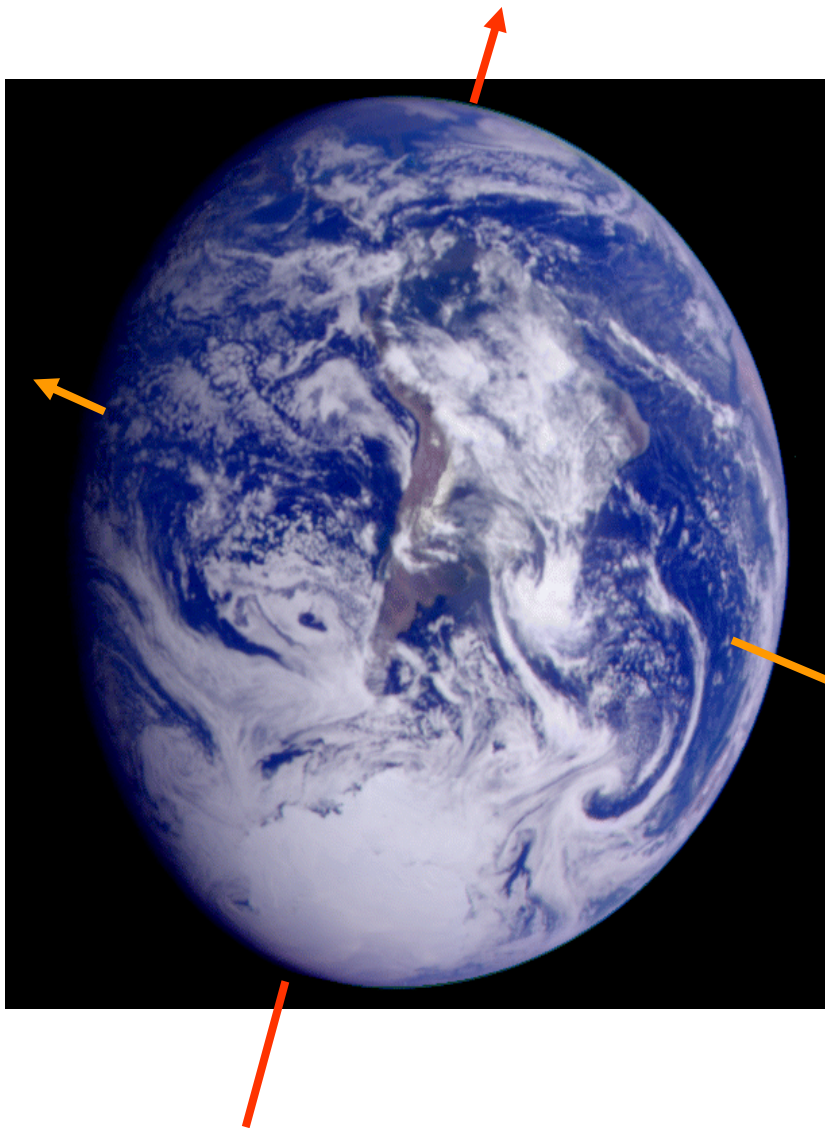
- Carl Friedrich Gauss (1777 – 1855): a forma do planeta é o “Geóide”

a forma da figura da terra, considerando que a superfície dos oceanos está em repouso, sem variação de pressão atmosférica, sem atração de outros corpos celestes (sol e a lua: sem mares, ondas) e supostamente adentrando aos continentes”

(Bittencurt, 1994)



### 3 Forma da Terra



➡ Partindo de um dos Pólos e atravessando o centro da terra até o outro lado: 12.713 km

➡ Partindo do equador e atravessando o centro da terra até o outro lado: 12.756 km

➡ A diferença: 43 km

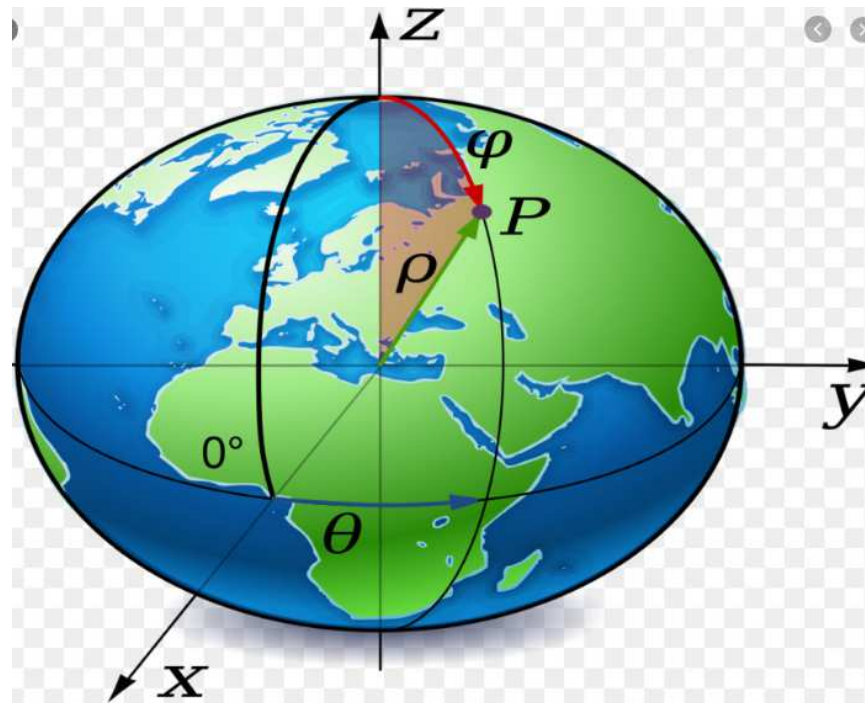
**Achatada nos Polos!!!!**

**COMO REPRESENTAR ESSE ACHATAMENTO?????**

### 3 Forma da Terra

#### ➤ Elipsoide

é uma elipse que ao girar sobre seu eixo menor forma um volume (Elipsoide de Revolução) “achatada nos polos”. Esse modelo matemático é mais simples na representação da Terra.



Em geral cada país ou conjunto de países adota um elipsoide como referência para trabalhos geodésicos e topográficos “que mais se aproxime do geoide na região considerada” Ex: Datum Córrego Alegre

# A Terra como elipsoide de revolução

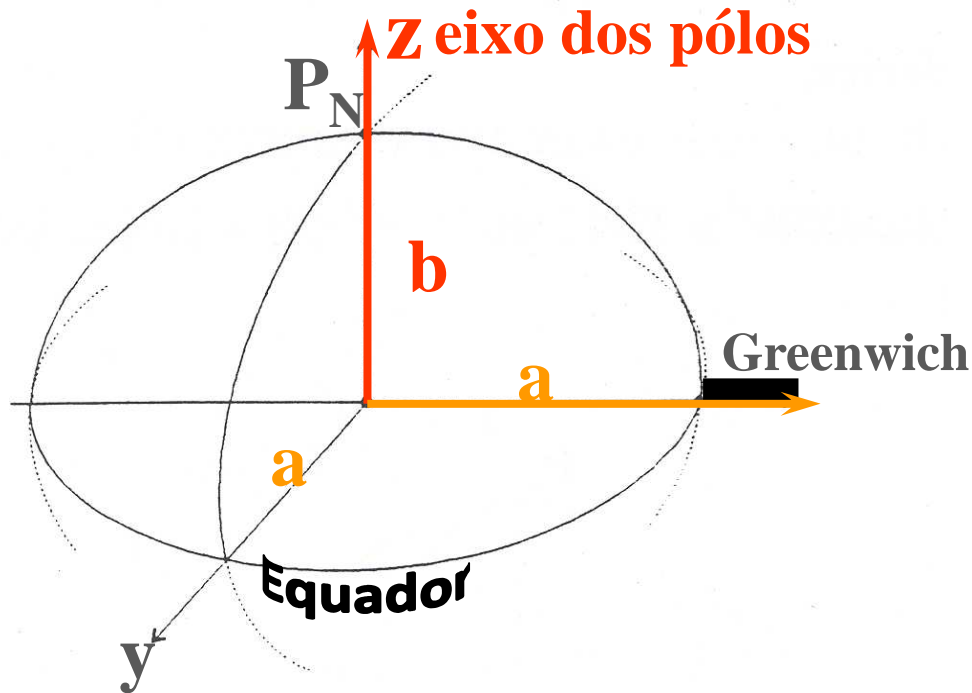


Figura matemática definida como:

$\infty$  - achatamento

a - semi-eixo maior

b - semi-eixo menor

$$\infty = \frac{a - b}{a}$$

⇒ Modelos de elipsoides:

	a (m)	$\infty$
Córrego Alegre	6.378,388	1/297
SAD-69	6.378,160	1/298,25
WGS-84	6.378,137	1/298,27

Datum SAD-69

Data ( SAD-69; WGS84; ....)



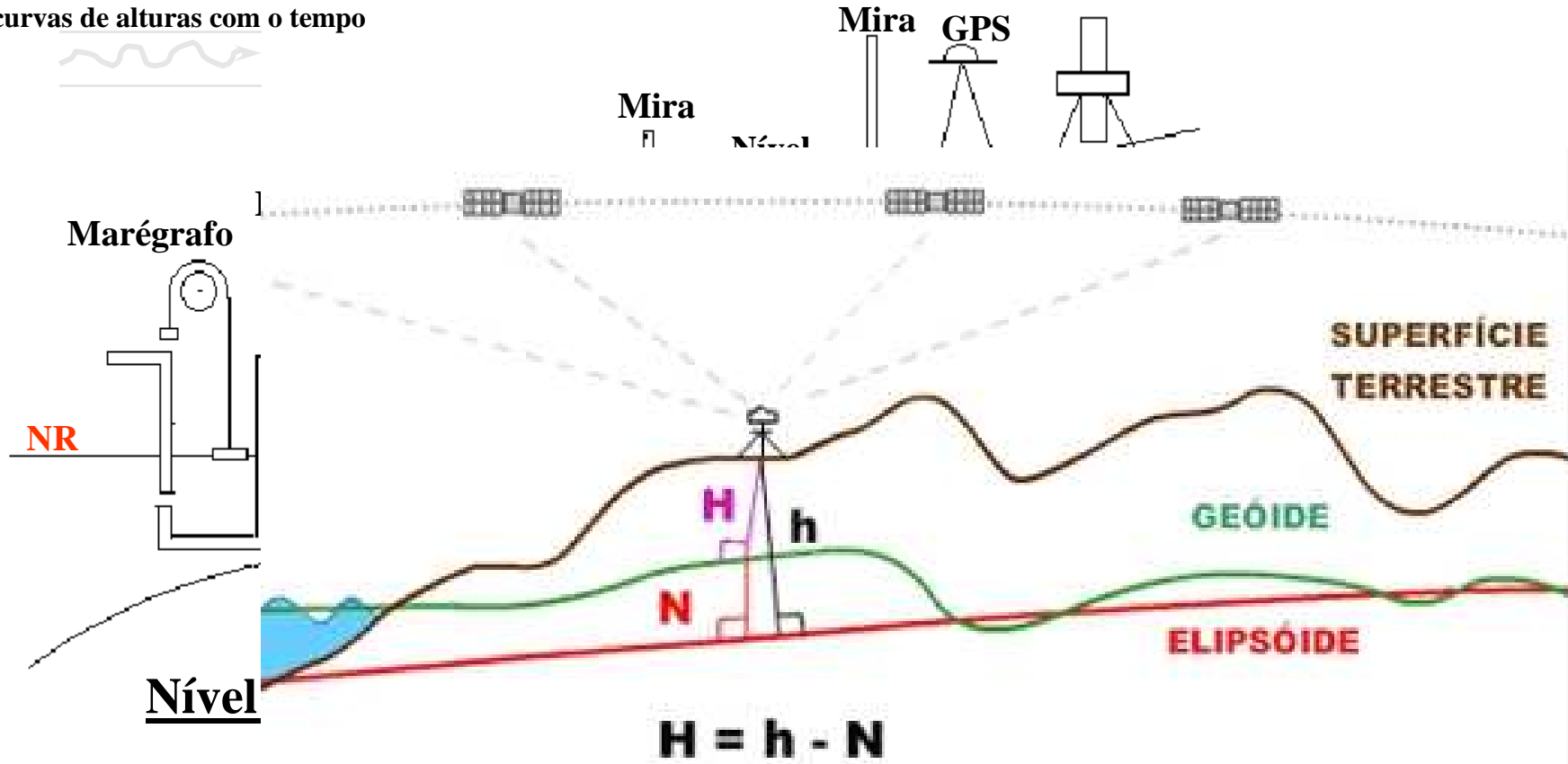
# 4 Sistemas de Coordenadas

# **Datum Vertical – marégrafo de Imbituba SC**

ORIGEM DAS ALTITUDES

# Origem das Altitudes

Dispositivos registradores  
curvas de alturas com o tempo

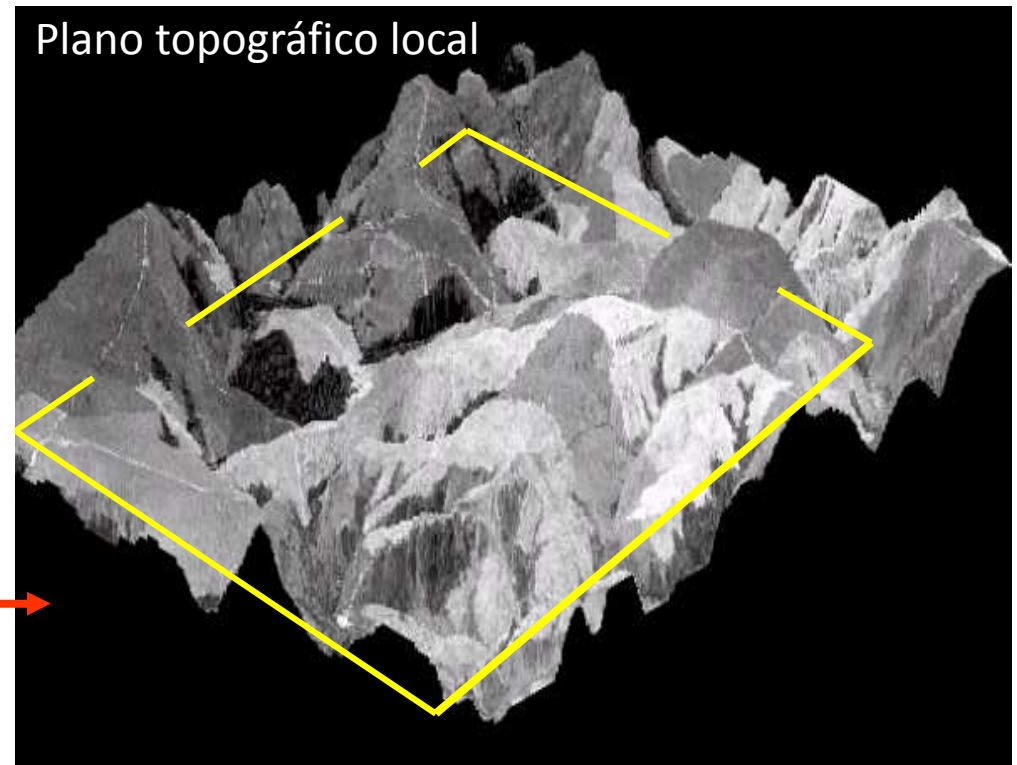
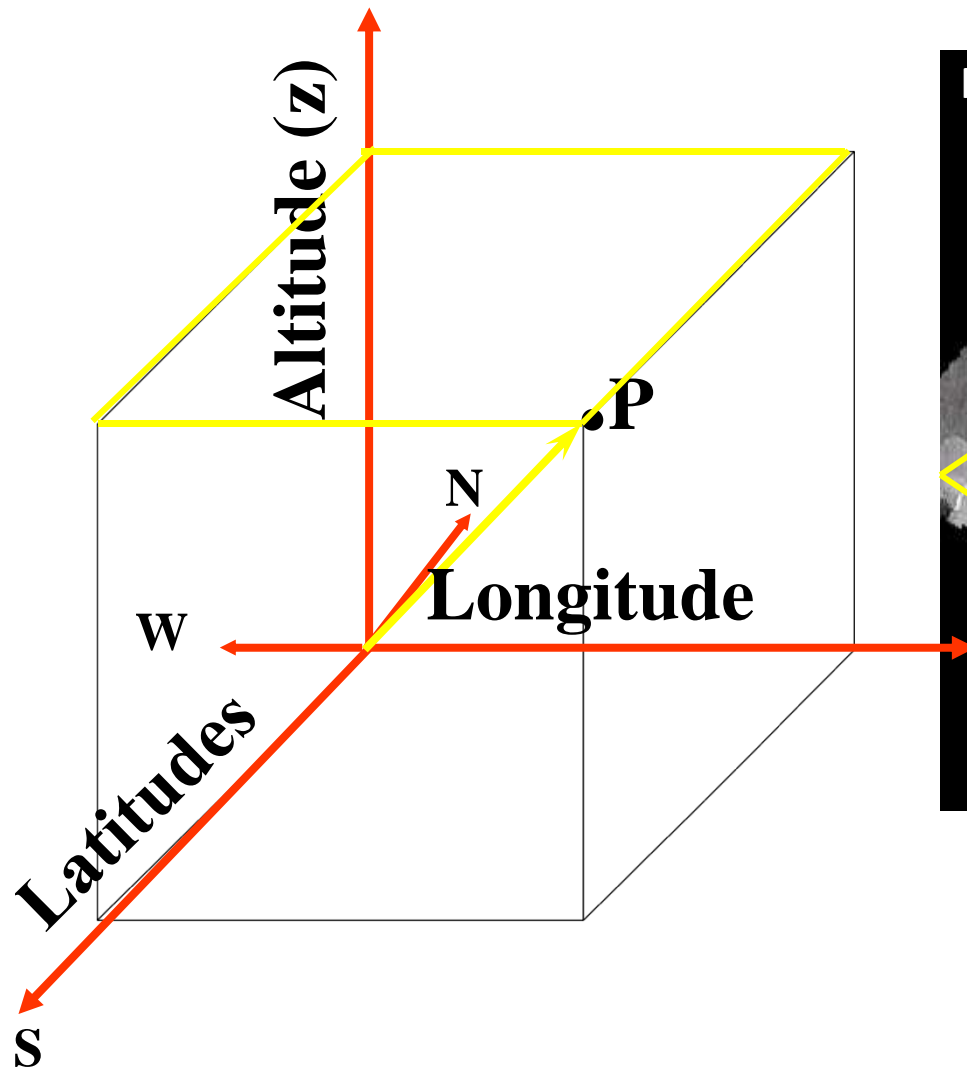


H = Altitude ortométrica (NMM)

h = Altitude elipsoidal (GNSS)

N = Ondulação Geoidal

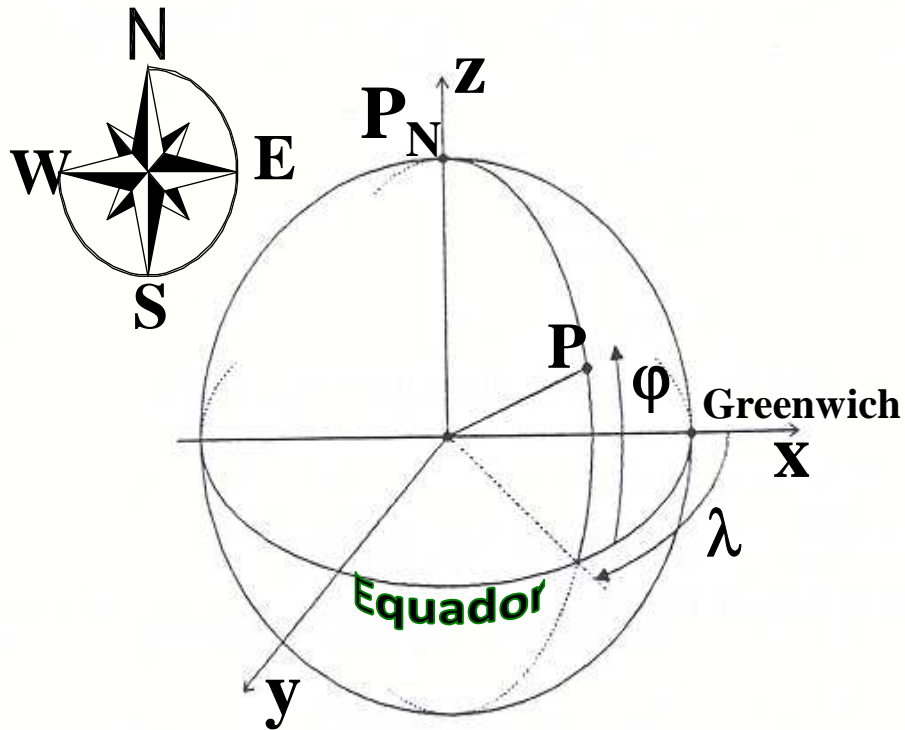
## 4.1 Sistemas de Coordenadas Planas



**Altitude média em relação  
ao nível médio do mar**

“ Altitude ortométrica (H) – distância sobre a vertical do ponto ao Geóide

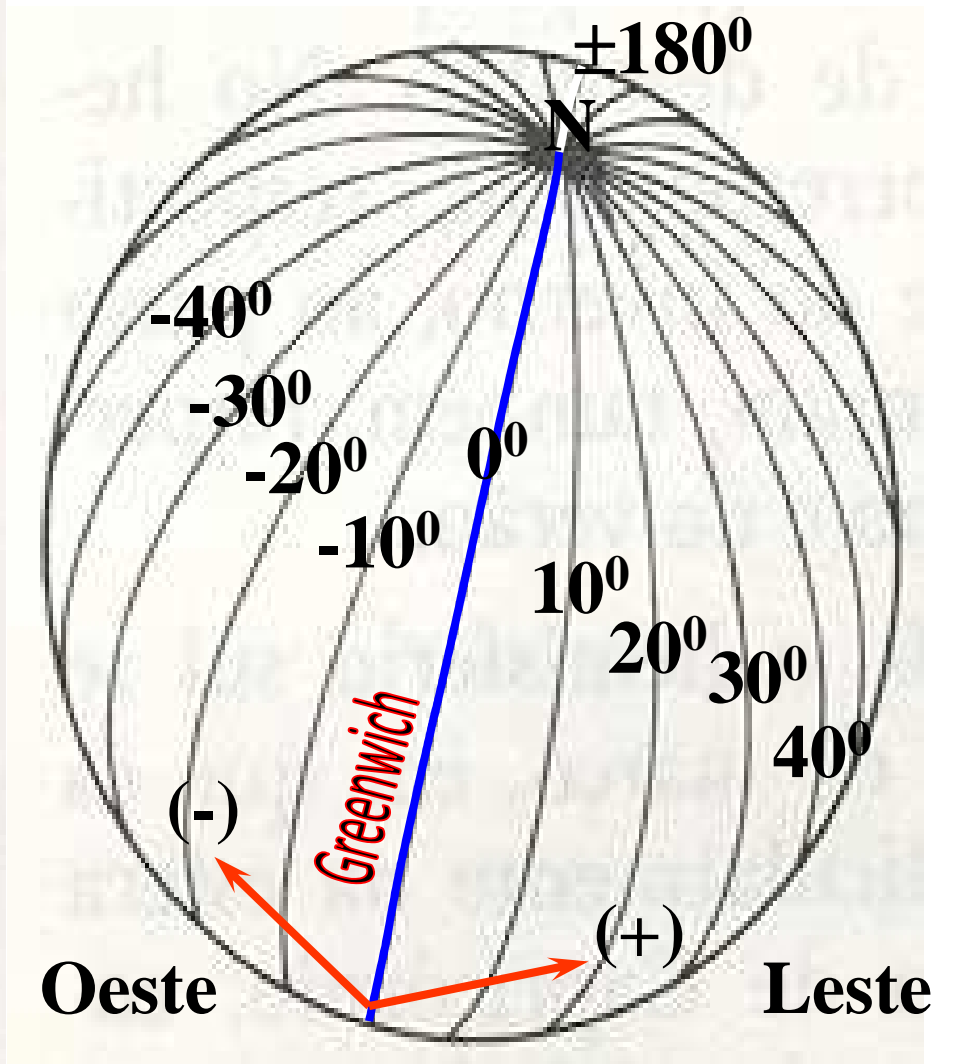
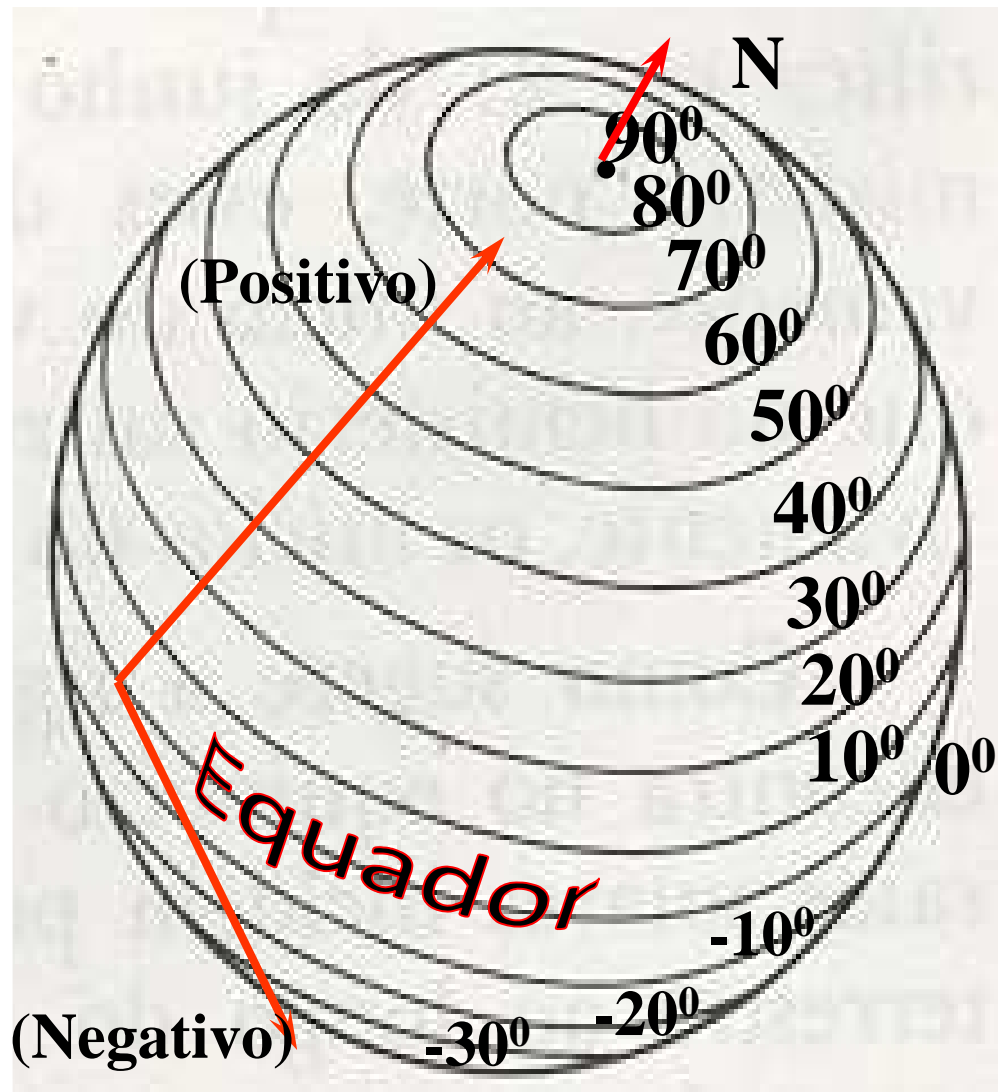
## 4.1 Sistemas de Coordenadas Geográficas



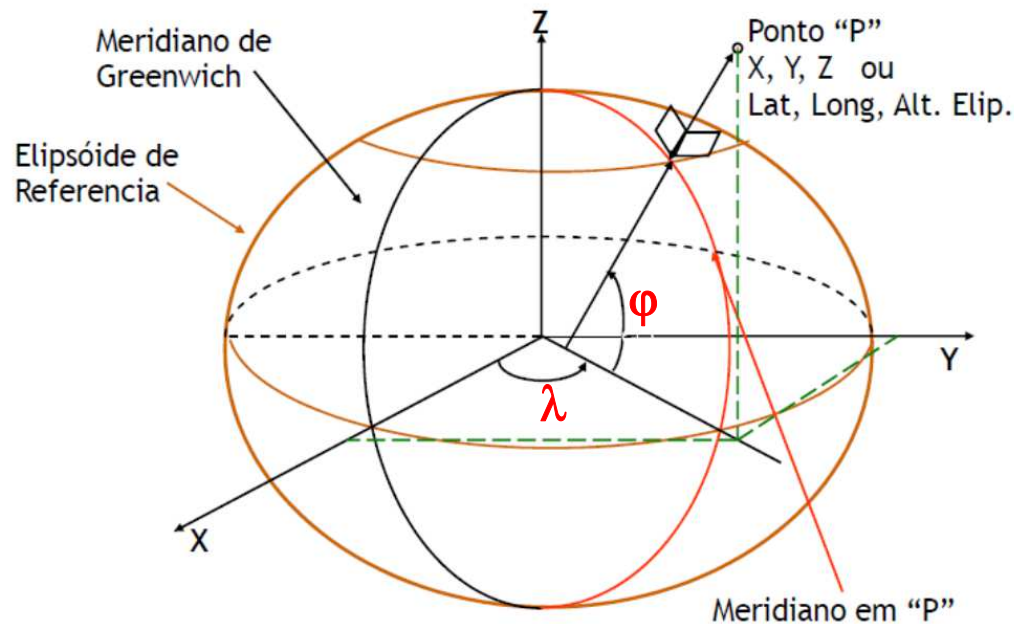
**Latitudes ( $\varphi$ )** – é o arco formado entre o círculo máximo (equador  $0^0$ ) e paralelo no ponto “P” na superfície terrestre; Varia de  $0^0$  a  $90^0$ , sendo (+) para Norte e (-) para o Sul

**Longitudes ( $\lambda$ )** - é o arco formado entre o meridiano de referência (Greenwich  $0^0$ ) e meridiano no ponto “P” na superfície terrestre; Varia de  $0^0$  a  $180^0$ , sendo (+) para Leste e (-) para o Oeste

“ Altitude ortométrica (H) – distância sobre a vertical do ponto ao Geóide



### 4.3 Sistemas de Coordenadas Geodésicas

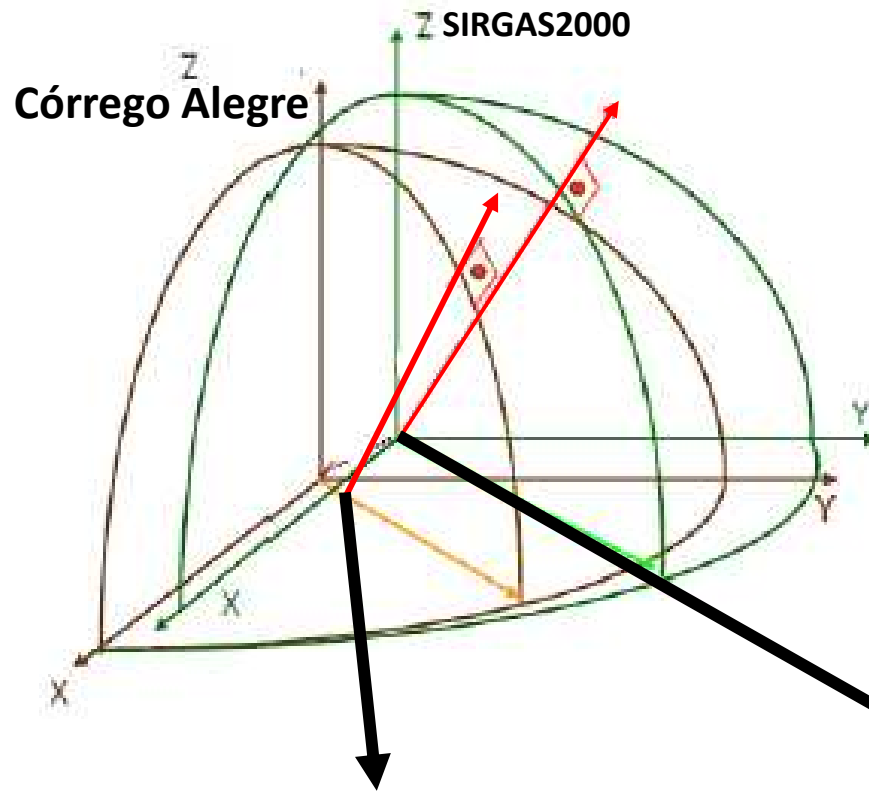


**Latitudes ( $\varphi$ )** – é o arco formado entre a normal ao elipsóide de um determinado ponto “P” e o plano do equador ( $0^{\circ}$ ) Vária de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$ , sendo (+) para Norte e (-) para o Sul

**Longitudes ( $\lambda$ )** - é o arco formado pelo plano meridiano do local “P” e o plano meridiano tomado como referência (Greenwich  $0^{\circ}$ ) Vária de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$ , sendo (+) para Leste e (-) para o Oeste

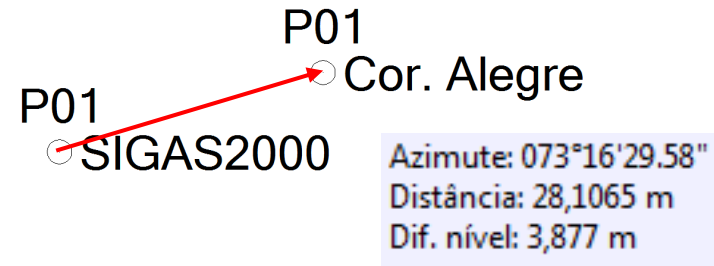
Altitude Elipsoidal – é a distância vertical entre a elipse e a superfície Física

# Quais as diferenças entre elipsoides?



- Coordenadas X,Y e Z

P01	Cor. Alegre	229741.7128	7485907.0181	536.452
P01	SIRGAS2000	229714.7953	7485898.9296	532.575



- Córrego Alegre (ajuste ao local. MG)  
redes verticais  
redes horizontais

- GNSS (Geocêntricas )  
redes tridimensional



## 5 Projeções Cartográficas

## 5 Projeções Cartográficas

- **A confecção de uma carta exige o estabelecimento de um método, segundo o qual, a cada ponto da superfície da terra corresponda a um ponto da carta e vice – versa.**
- **Os métodos empregados para se obter essa correspondência de pontos são denominados de “ SISTEMAS DE PROJEÇÃO”.**

### **Problema Básico !!!**

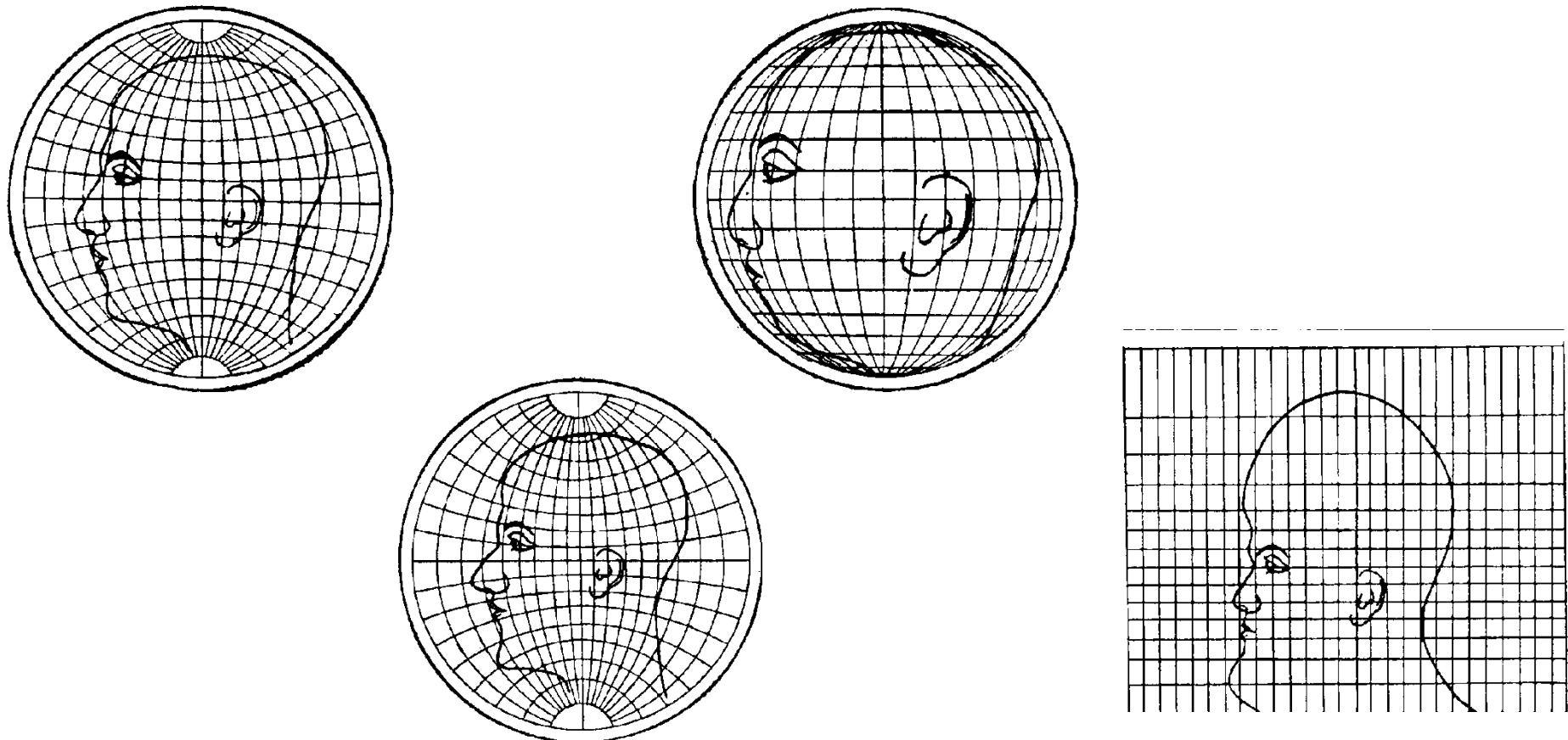
“ Como representar uma superfície curva em uma superfície plana”

“Representar a Terra em um plano”

## 5 Projeções Cartográficas

- Todas as representações de superfícies curvas em um plano envolvem “extensões” ou “contrações” que resultam em “**DISTORÇÕES**”

Uma notável ilustração de distorções e deformações pode ser vista nas figuras. Um rosto foi desenhado sobre a projeção globular, sendo depois transportado para as projeções ortográfica, estereográfica e de Mercator.



### Classificação das Projeções Cartográficas

- **Quanto ao Método**
- **Quanto a Superfície de Projeção**
- **Quanto as Propriedades**
- **Quanto ao Tipo de Contato entre as Superfícies de Projeção e Referência**

## 5 Projeções Cartográficas

### Classificação das Projeções Cartográficas

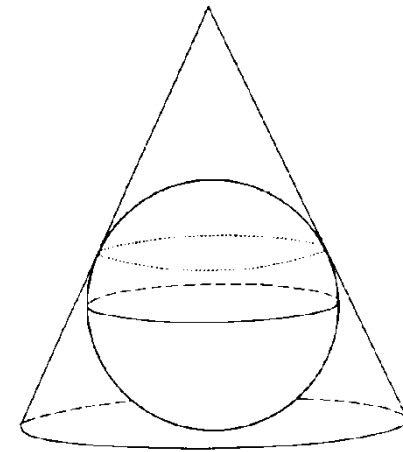
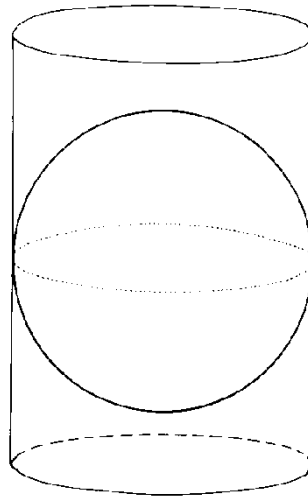
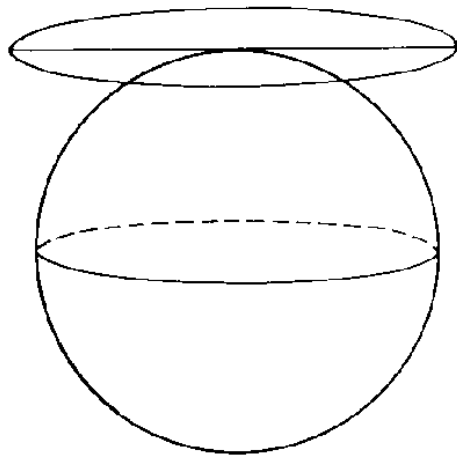
#### ➤ Quanto ao Método

- **Geométricas:** São as que podem ser traçadas diretamente utilizando as propriedades geométricas da projeção.
  
- **Analíticas:** São as que podem ser traçadas com o auxílio de cálculo adicional, tabelas ou ábacos e desenho geométrico próprio. Tem o objetivo de atender condições (características) previamente estabelecidas (é o caso da maior parte das projeções existentes).

## 5 Projeções Cartográficas

### Classificação das Projeções Cartográficas

#### ➤ Quanto a Superfície de Projeção



- Planas ou Azimutais: quando a superfície for um plano.
- Cilíndricas: quando a superfície for um cilindro.
- Cônicas: quando a superfície for um cone.
- Polissuperficiais: mais de uma superfície de projeção (mesmo tipo)

## 5 Projeções Cartográficas

### Classificação das Projeções Cartográficas

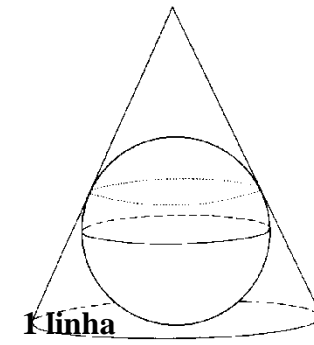
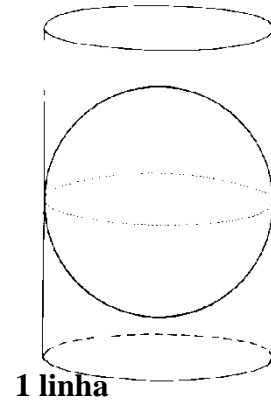
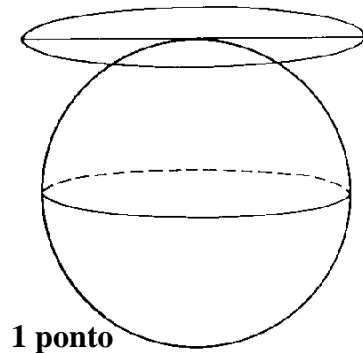
#### ➤ Quanto as Propriedades

- ✓ **Eqüidistantes:** não apresenta deformações lineares para algumas linhas em especial “ comprimentos representados em escalas uniformes”.
- ✓ **Conformes:** não apresenta deformações angulares. Todos os ângulos são mantidos em pequenas regiões. Um pequeno círculo na superfície terrestre se projetará como um círculo na projeção, caracterizando uma deformação angular nula.
- ✓ **Equivalentes:** não alteram as áreas, conservando assim, uma “relação” constante com suas correspondentes superfície da terra.
- ✓ **Afiláticas:** não possui nenhuma das propriedades anteriores (não conservam área, distância, forma ou ângulos).

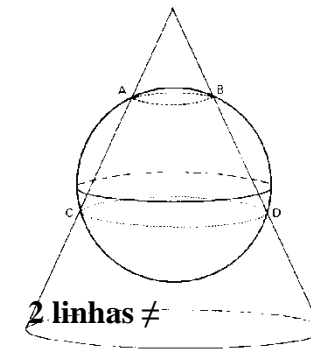
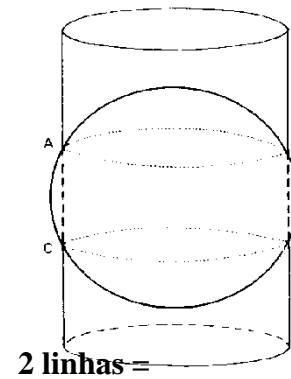
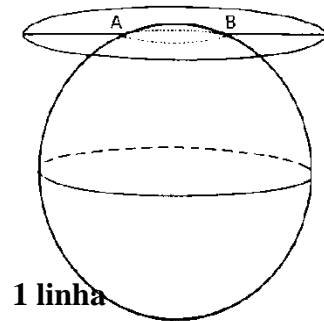
## Classificação das Projeções Cartográficas

➤ Quanto ao Tipo de Contato entre as Superfícies de Projeção e Referência

- Tangentes:

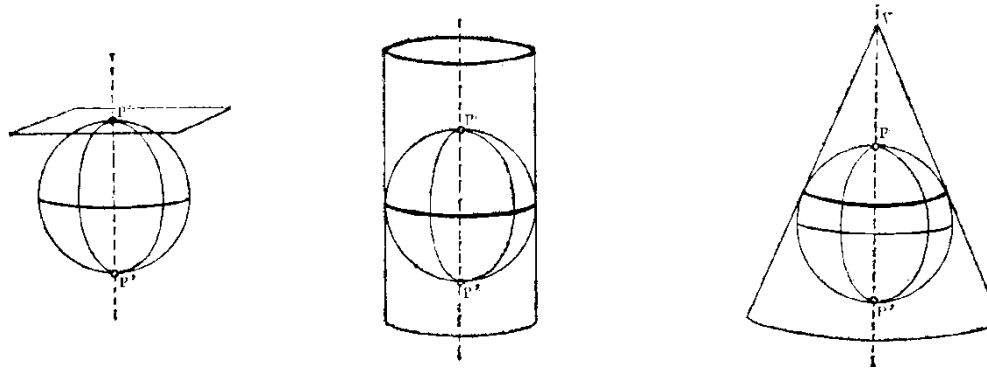


- Secantes:

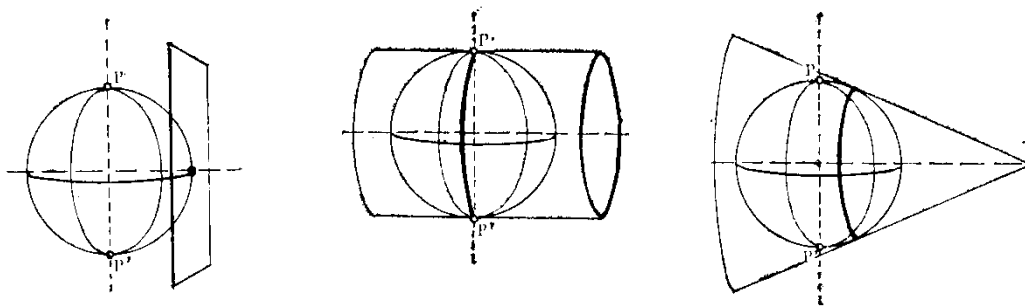




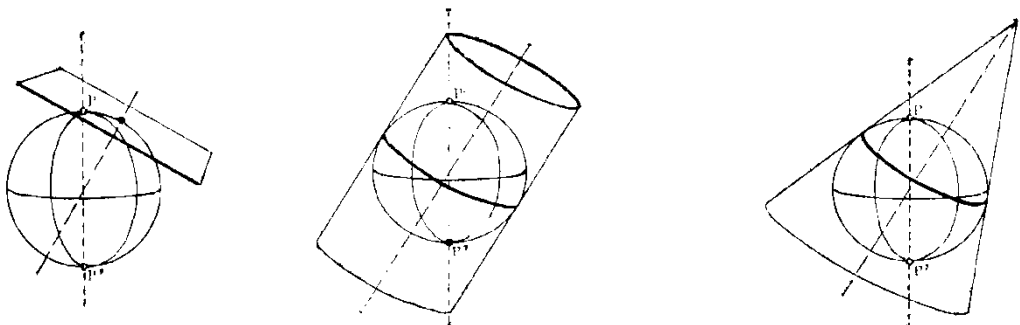
**- Normais ou Polares: plano tangente ao pólo (paralelo ao Equador)**



**- Transversa ou Equatorial: plano tangente ao Equador.**



**- Horizontais ou Oblíquas: plano tangente a um ponto qualquer.**



# 6 Sistema UTM

# **SISTEMA UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR (UTM)**

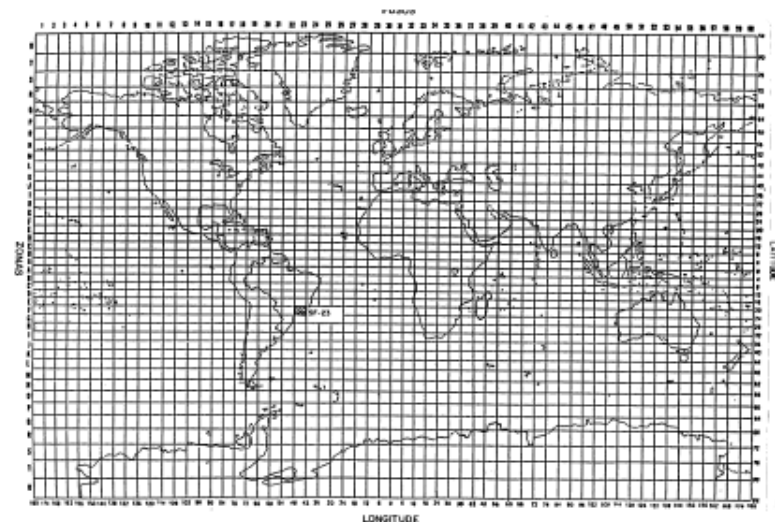


- Cilíndrica
- Conforme
- Secante

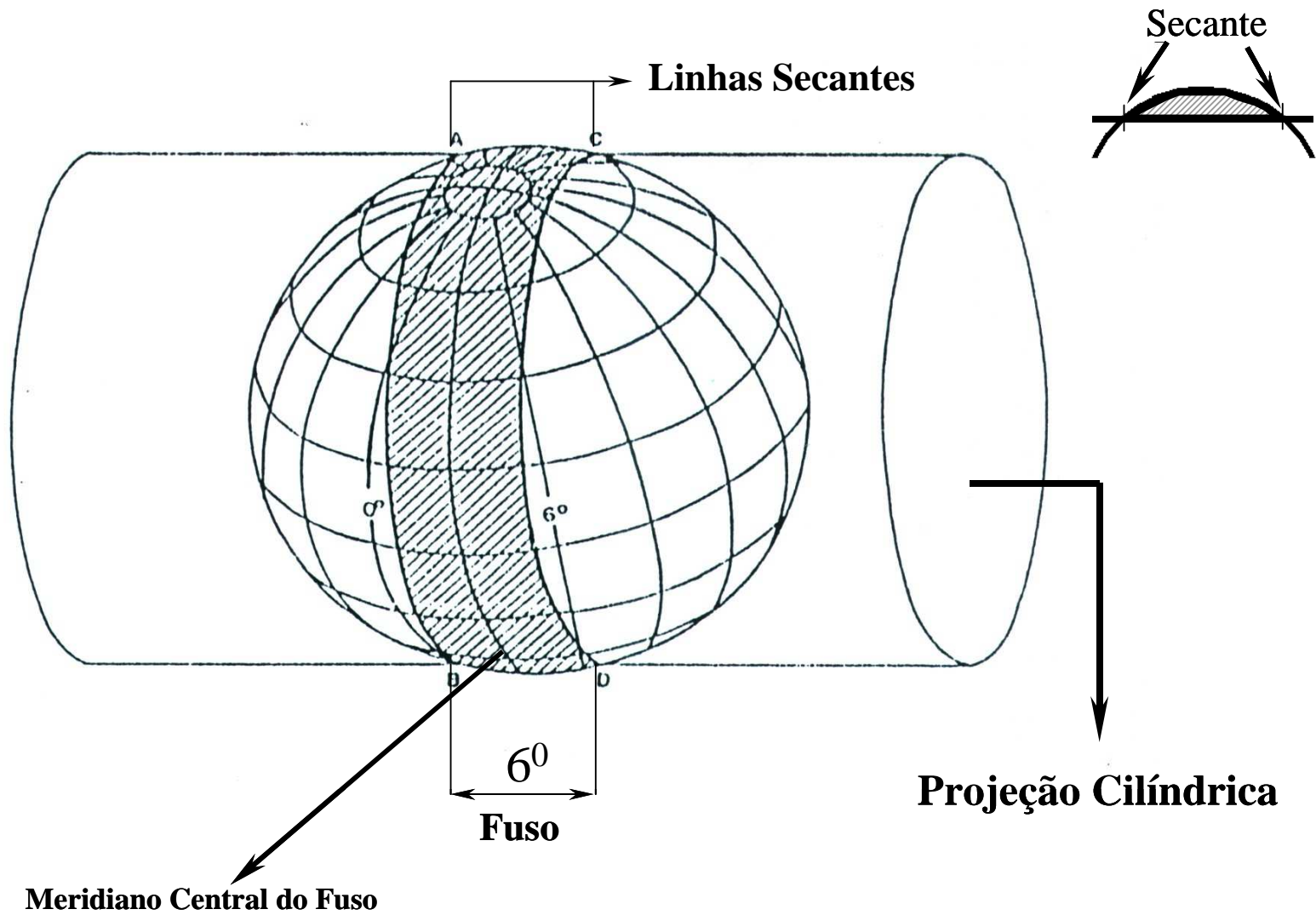
# SISTEMA UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR (UTM)

- ⇒ **Universal:** devido a utilização do elipsóide de *Hayford* (1924), que era conhecido como elipsóide Universal, como modelo matemático de representação do globo terrestre.
- ⇒ **Transversa:** nome dado a posição ortogonal do eixo do cilindro em relação ao eixo menor do elipsóide.
- ⇒ **Mercator (1512-1594):** holandês, foi o idealizador da projeção que apresenta os paralelos como retas horizontais e os meridianos como retas verticais.

**O mapeamento sistemático do Brasil,  
(1: 250.000; 1: 100.000; 1: 50.000; 1: 25.000).**

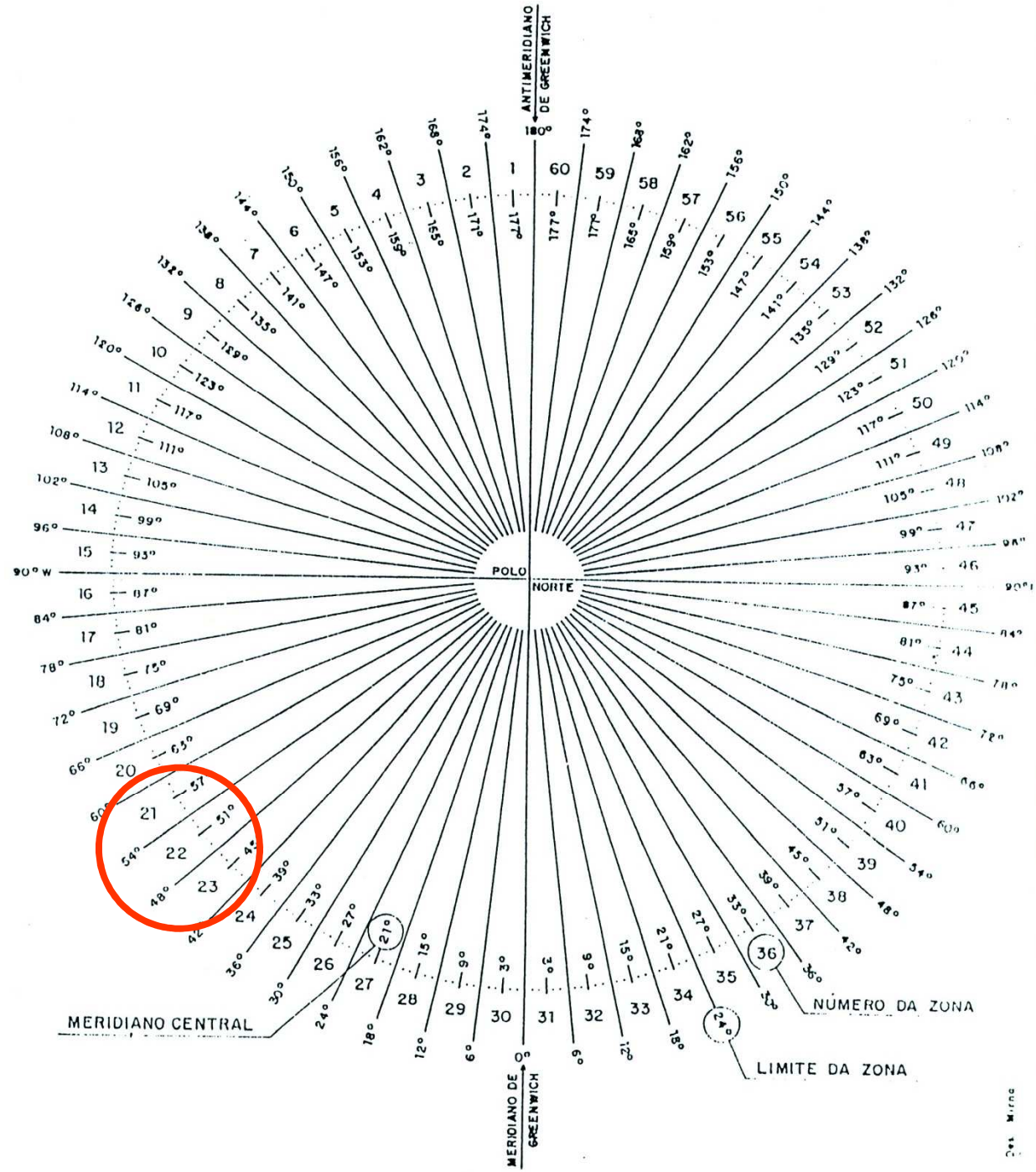


# Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)



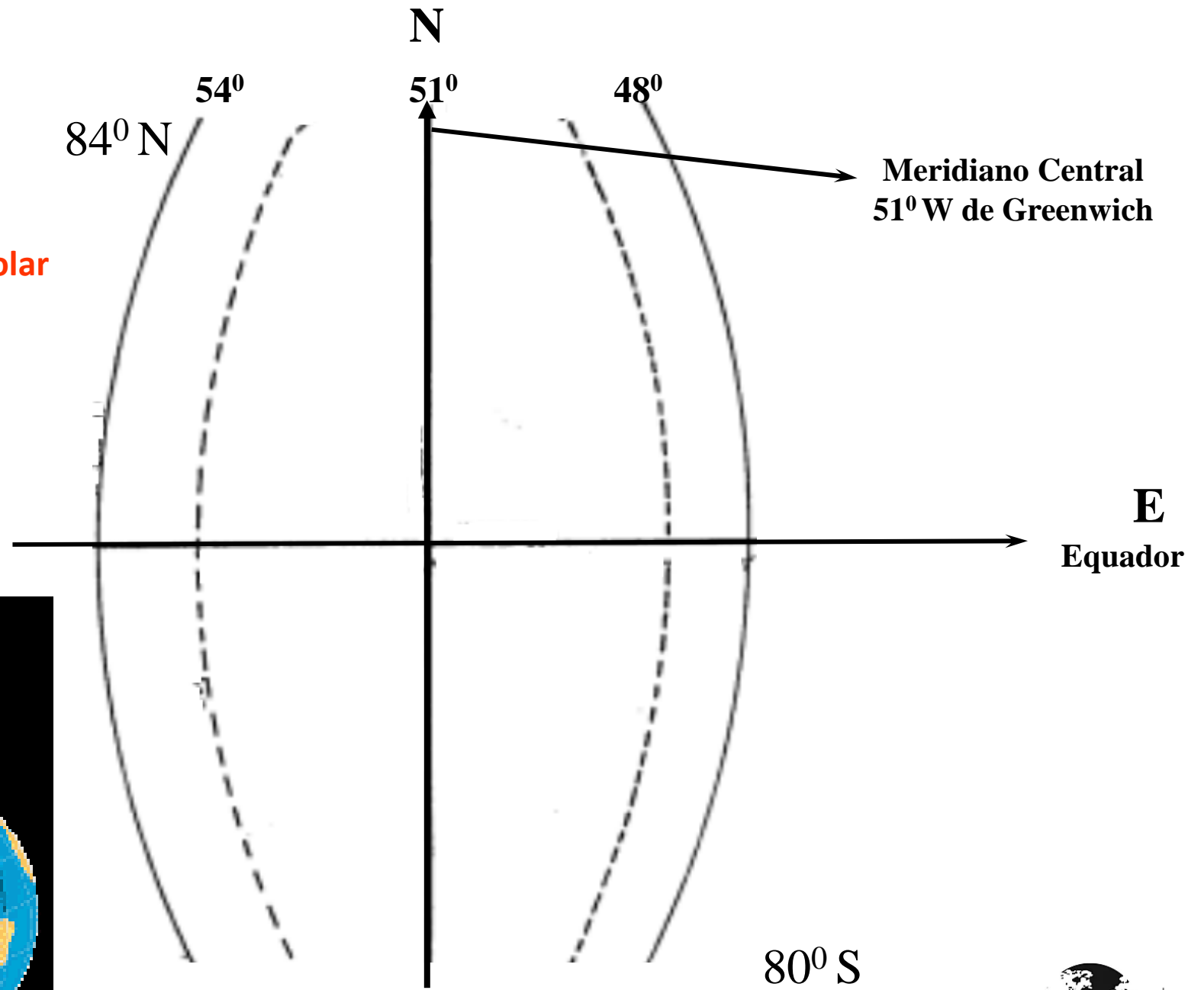


**Os fusos UTM  
apresentam-se com 6°  
de largura,  
enumerados  
crescentemente (1 à 60)  
de Oeste (W) para  
Leste (E) partindo-se  
do antimeridiano 180°  
no Oceano Pacifico**



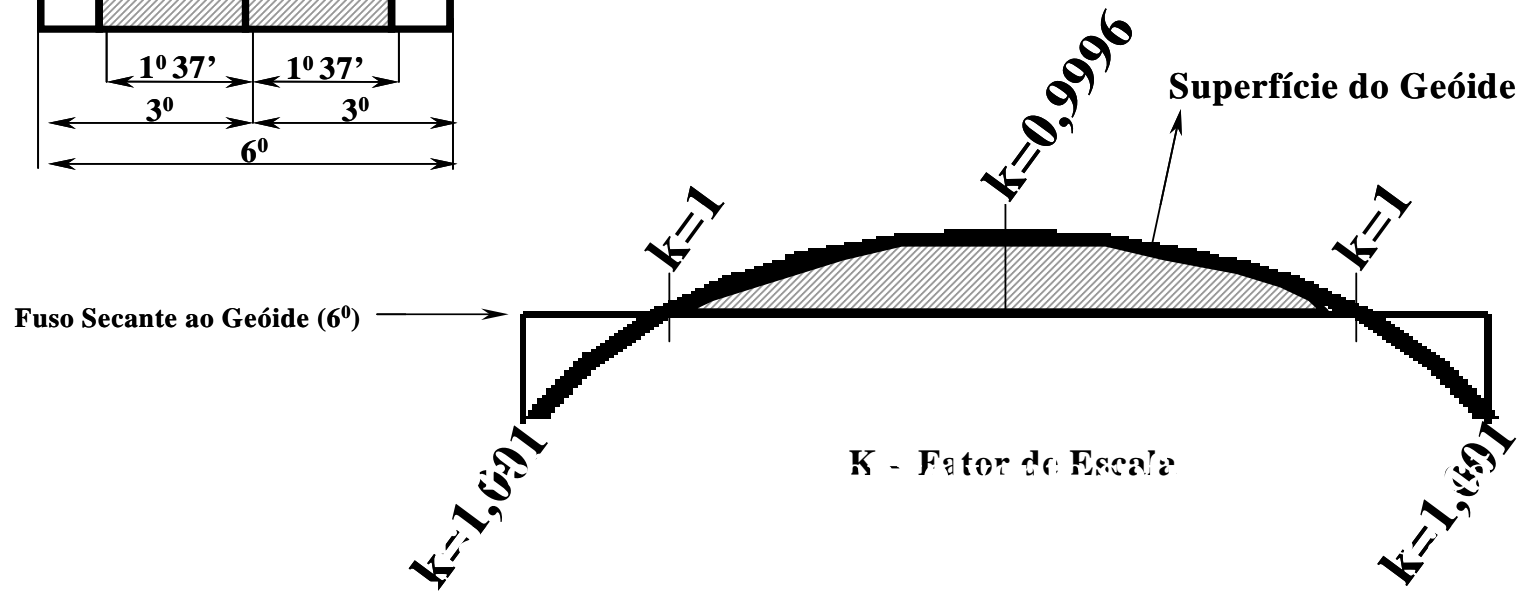
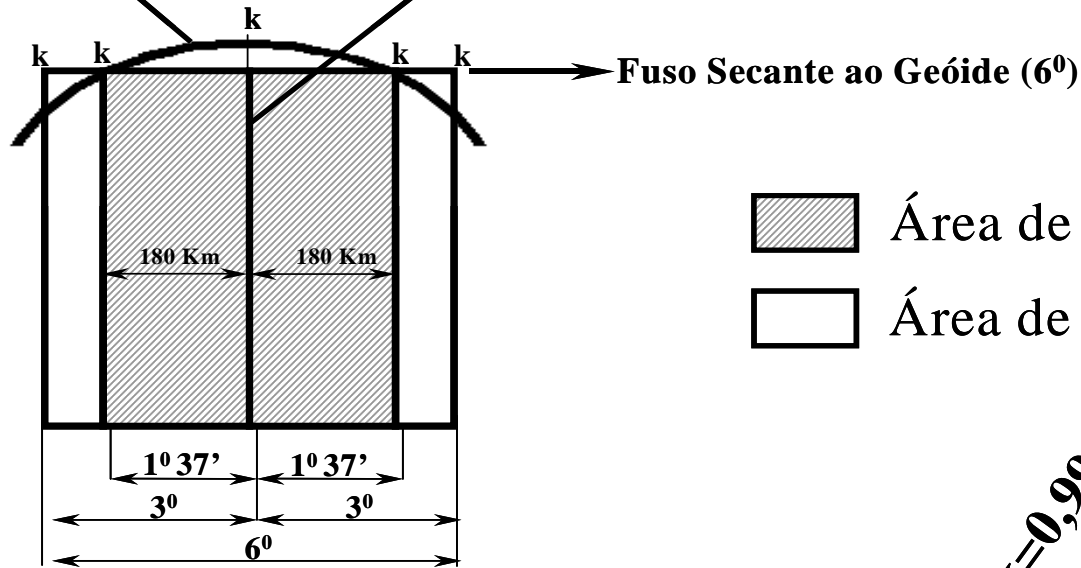
# FUSO - 22

Projeção  
Estereográfica Polar



Superfície do Geóide

Meridiano Central do Fuso





# FUSO - 22

10.000 km

W

0 km  
10.000 km

0 km

84° N  
54°

320 km

- 180 km

500 km

N

51°

48°

680 km

+ 180 km

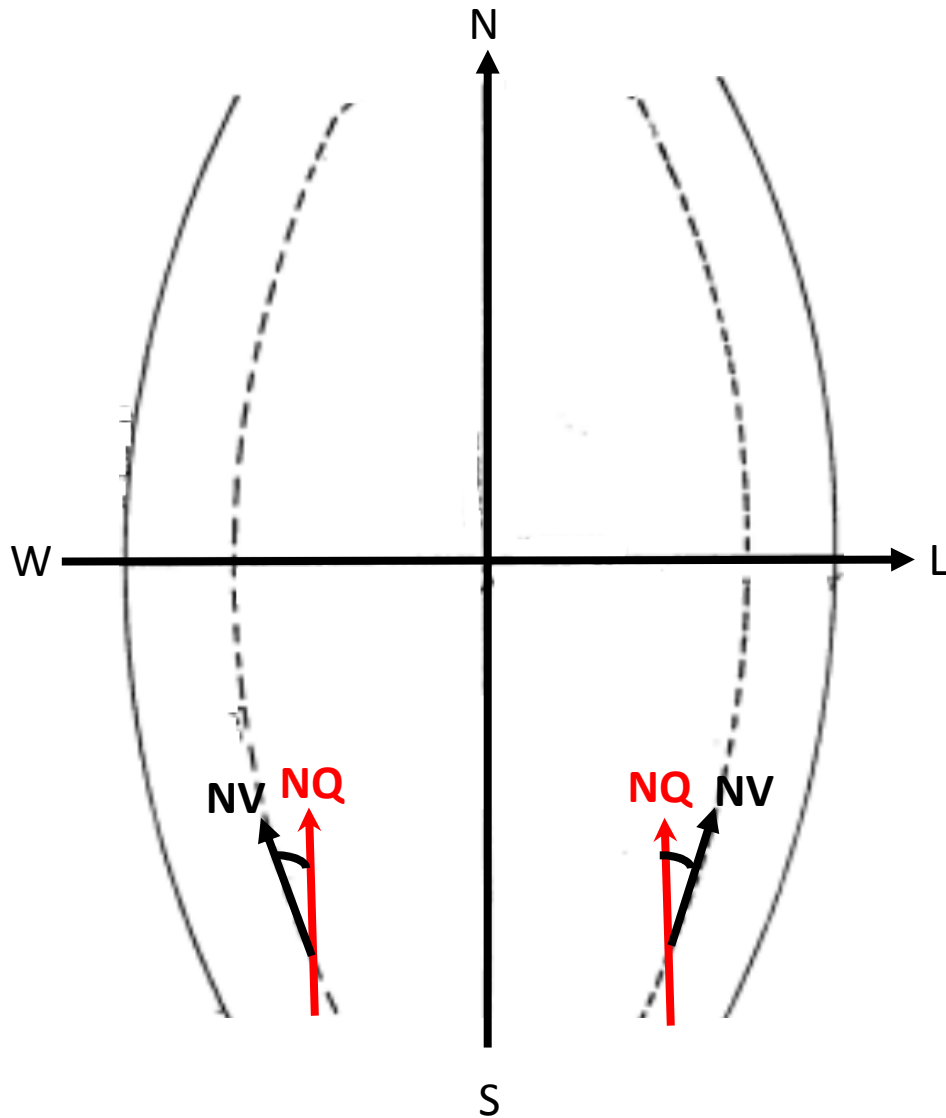
Meridiano Central  
51° W de Greenwich

E  
Equador

80° S



# Conceitos Importantes:



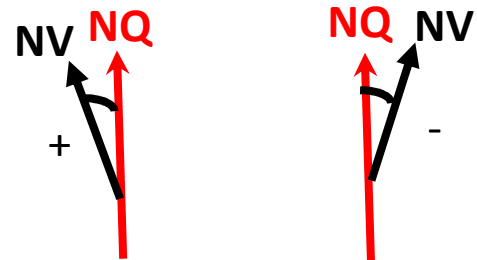
Norte Verdadeiro (NV)

Norte Quadrícula (NQ)

Norte Magnético (NM)

Azimute {  
Verdadeiro  
Magnético  
Quadrícula

Convergência Meridiana



Declinação Magnética

# 7 Sistema UTM - Nomenclatura

# ESCALA 1:50 000



Equidistância das curvas de nível 20 metros

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

Datum vertical: marégrafo Imbituba, SC  
 Datum horizontal: Córrego Alegre, MG

Levantamento estereofotogramétrico topográfico regular.  
 Aerofotografias de 1965. Reambulação, restituição e triangulação  
 espacial executados pela VASP AEROFOTOGRAFIA S. A. em 1969

Esta fôlha foi preparada e impressa em decorrência do  
 Convênio entre a FUNDAÇÃO IBGE e a VASP AEROFOTOGRAFIA S. A.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA

PRIMEIRA EDIÇÃO - 1970

DIREITO DE REPRODUÇÃO RESERVADOS

Impressa no Serviço Gráfico da FUNDAÇÃO IBGE.

O INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA agradece a gentileza da  
 comunicação de falhas ou omissões verificadas nesta fôlha.

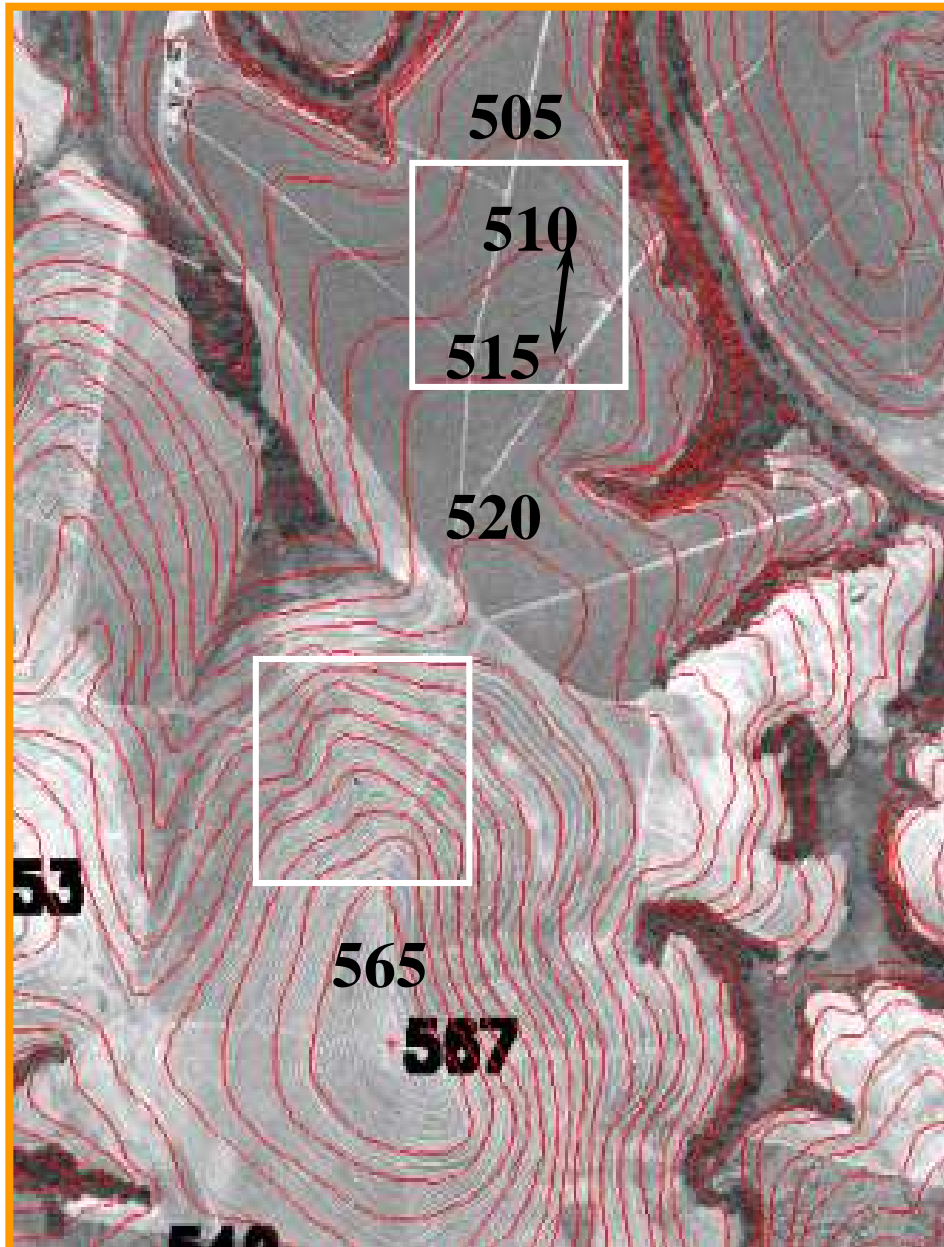
## ARTICULAÇÃO DA FÔLHA

Itaipiruna	Capivari	Americana
Laranjal Paulista	Porto Feliz	SF-23-Y-C-II-1
Tatuí	Boituva	SF-23-Y-C-II-3

## LOCALIZAÇÃO DA FÔLHA NO ESTADO



# ➔ TOPOGRAFIA DO TERRENO

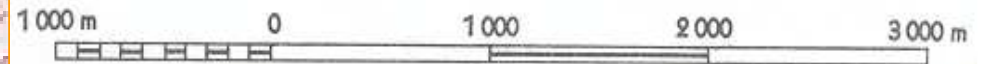


## EQÜIDISTÂNCIAS DAS CURVAS DE NÍVEL

- 5 m
- 10 m
- 20 m

## ESCALAS

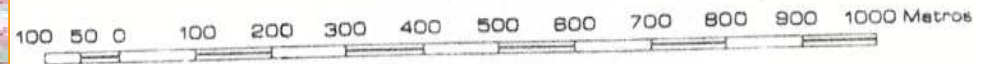
ESCALA 1:50 000



Eqüidistância das curvas de nível 20 metros

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

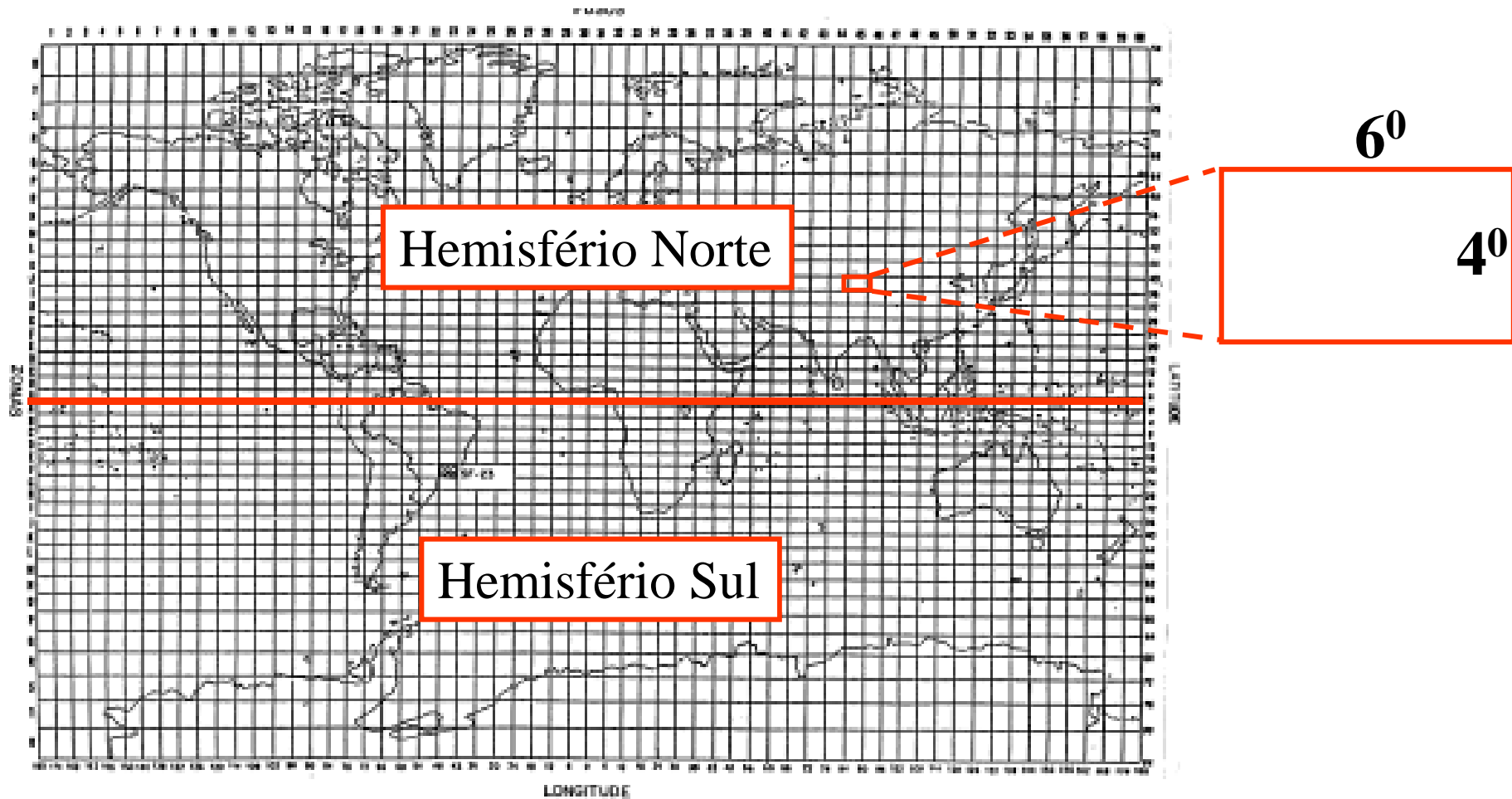
ESCALA 1:10.000



EQÜIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 5 METROS

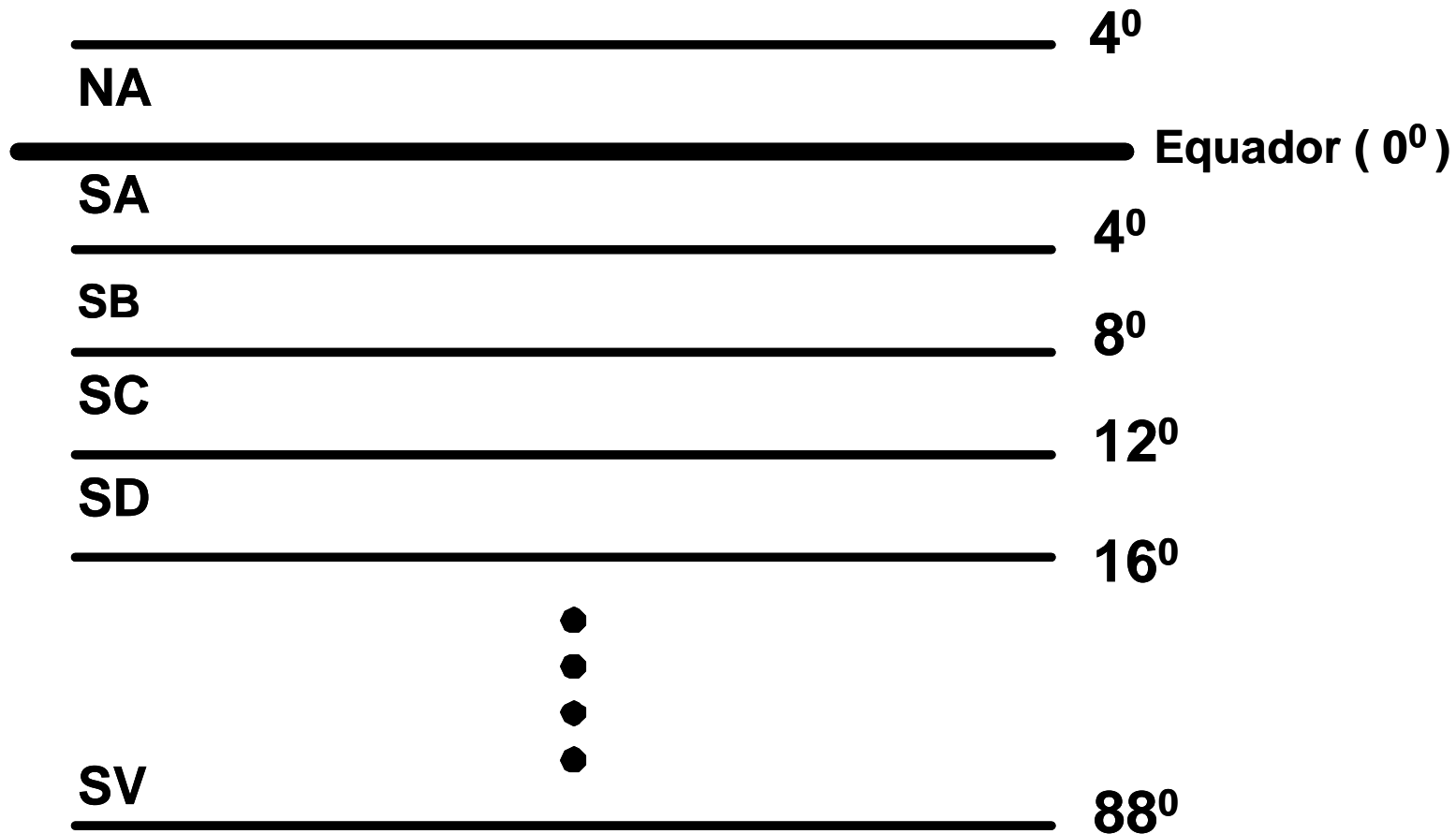
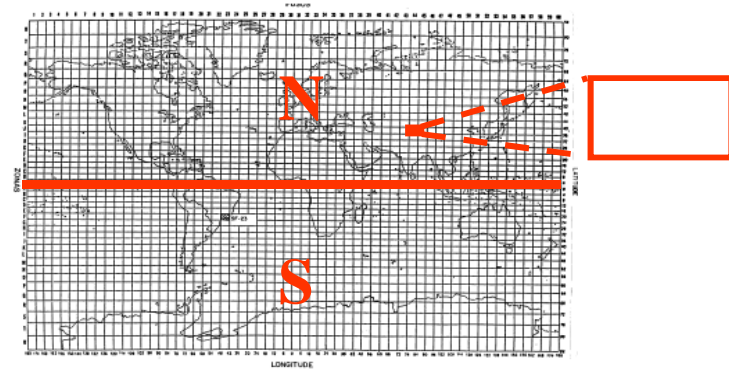
## Nomenclatura das folhas

⇒ Carta milionésima (carta internacional do mundo)  
1 : 1.000.000



*Projeção Cônica Conforme de Lambert*

# O sistema de códigos “UTM atual”



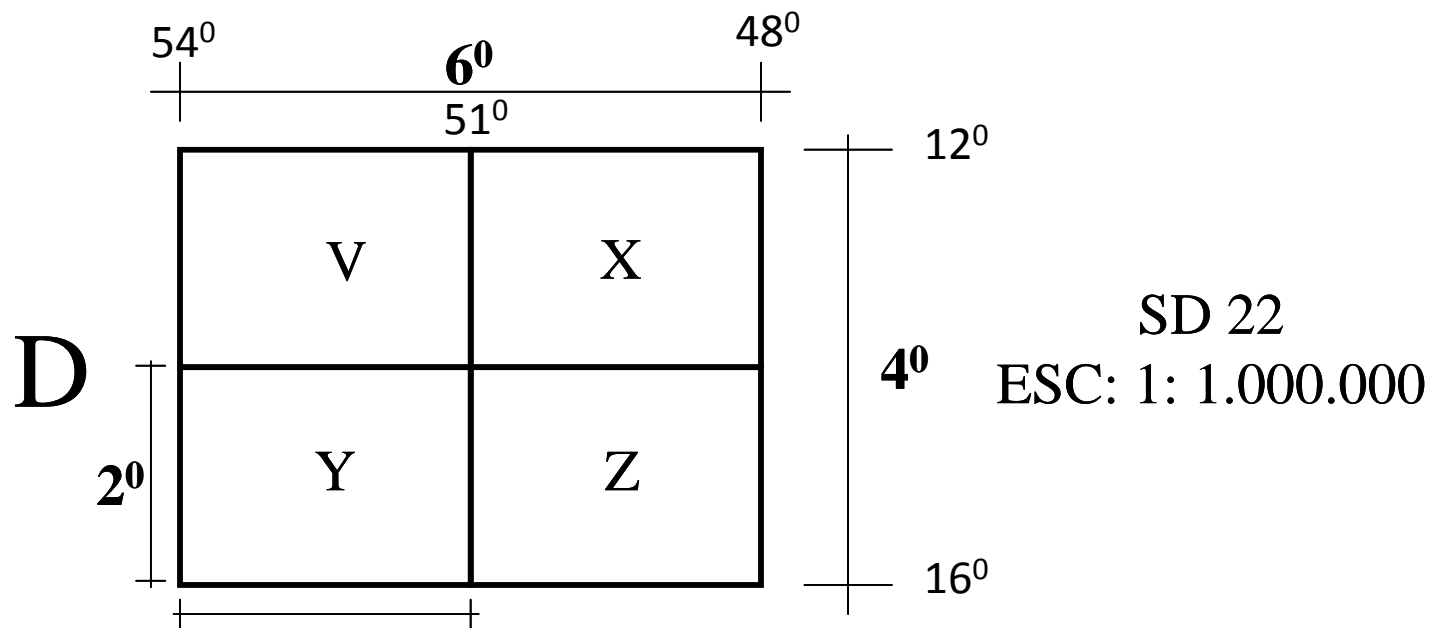
## O sistema de códigos “UTM atual”

**Ex: SF 23-Y-A-IV-2**

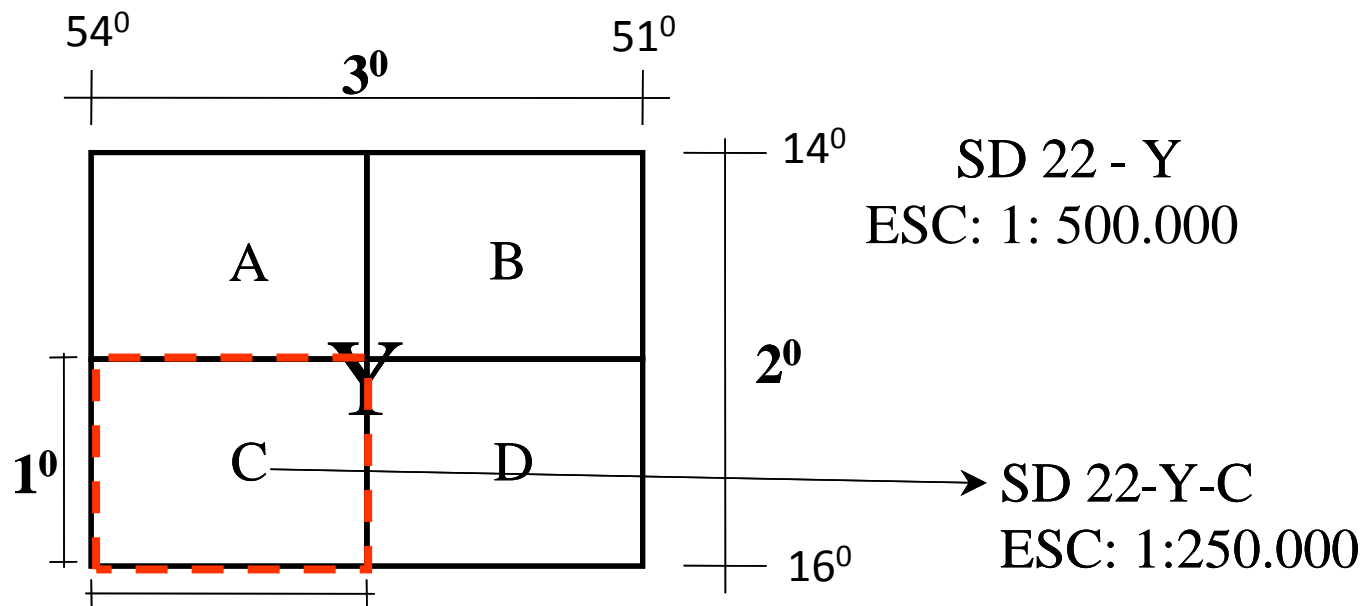
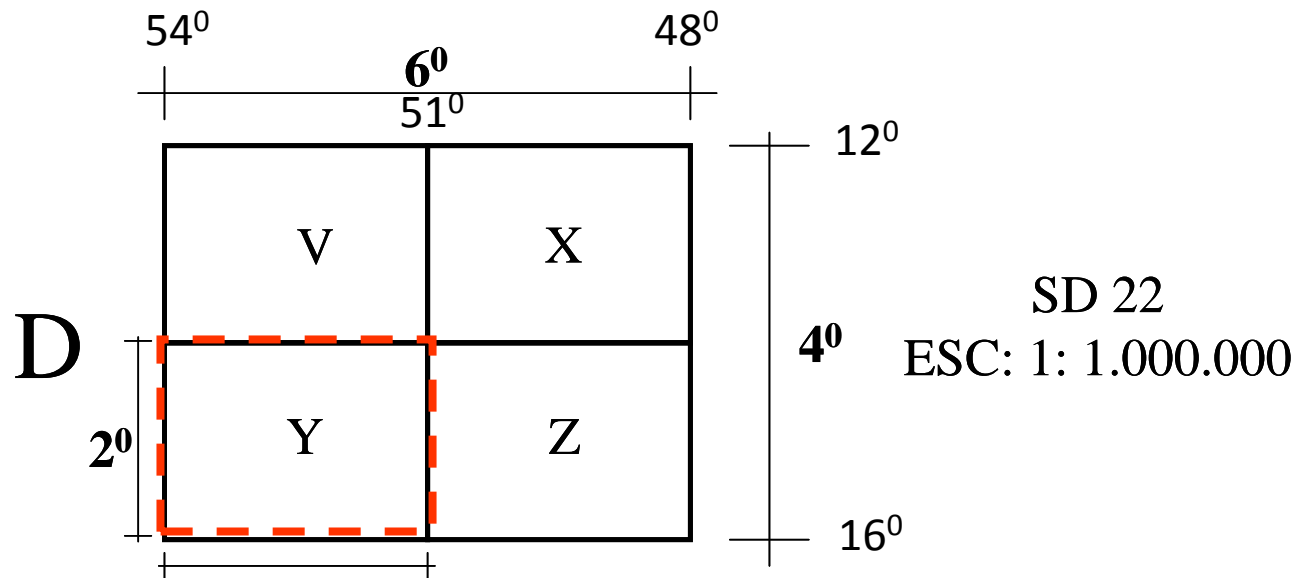
S - Hemisfério Sul,

D - Paralelo F (12° e 16° S)

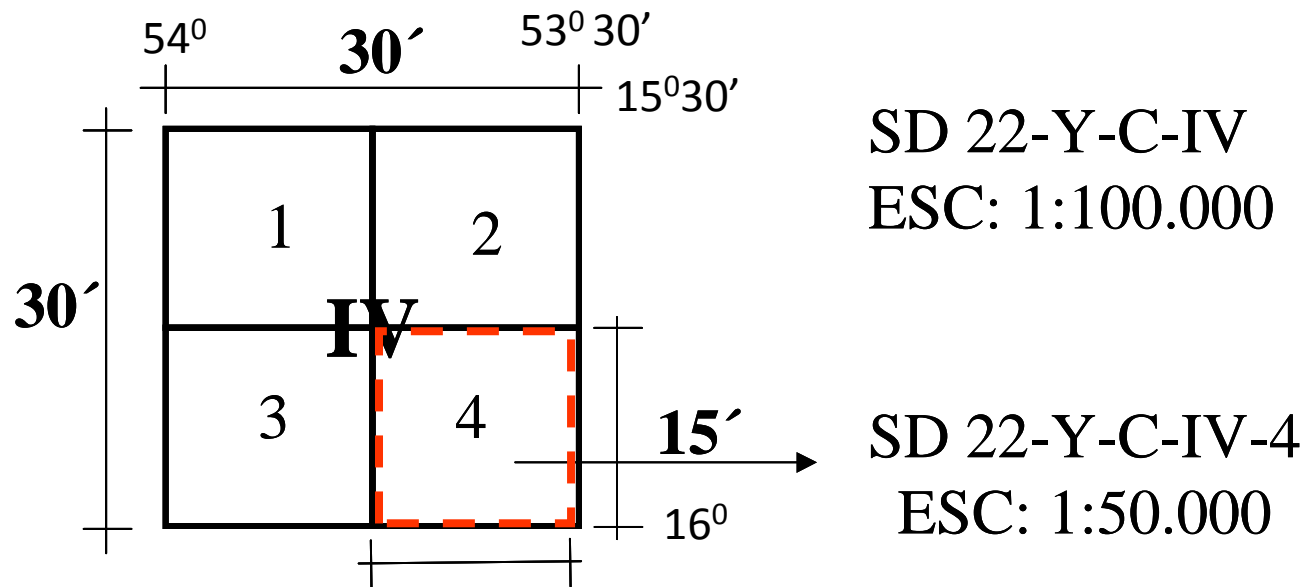
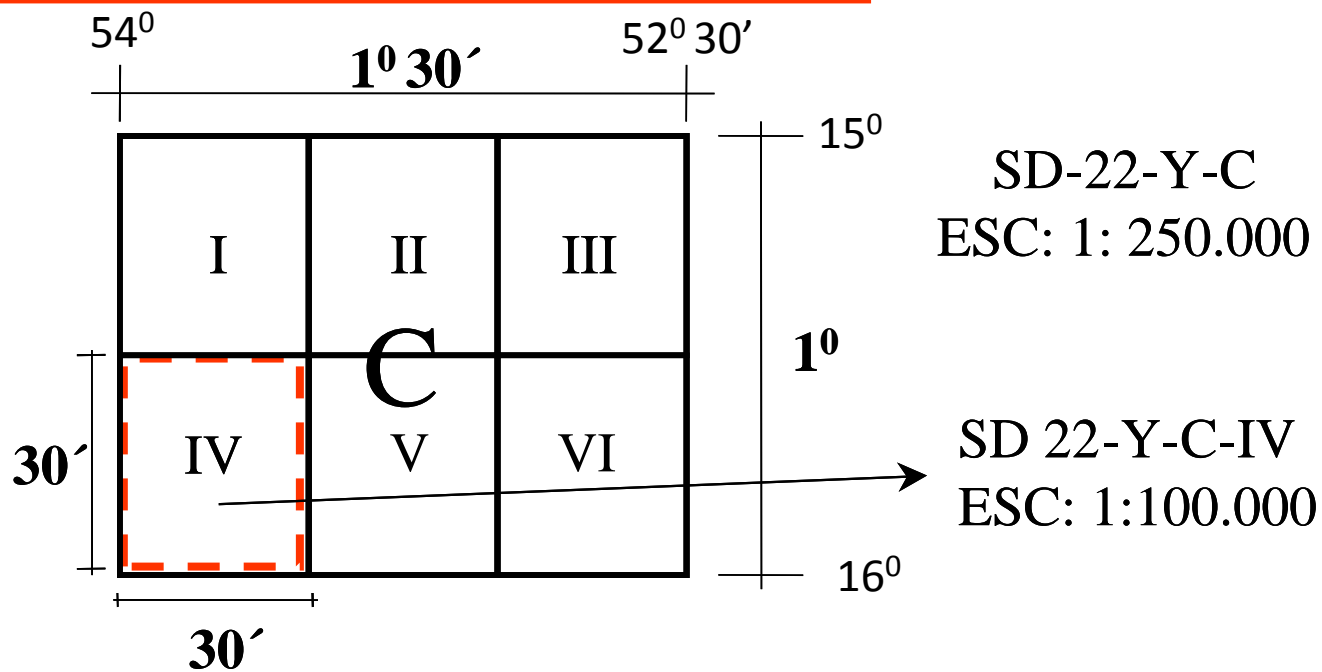
22 - Fuso 22 ( Meridiano Central a 51° W de Greenwich ).



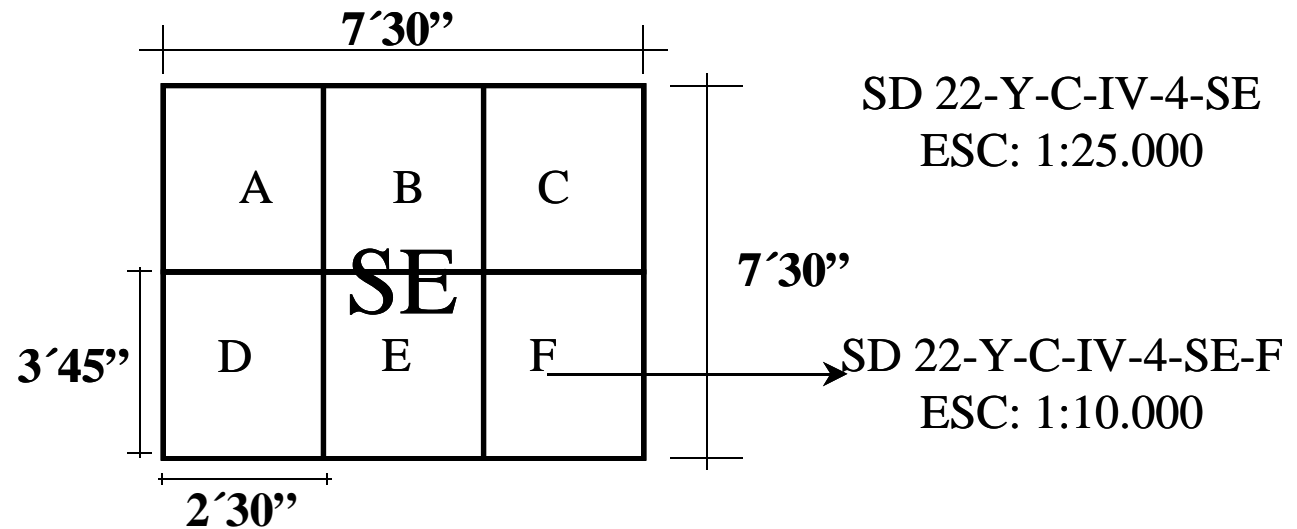
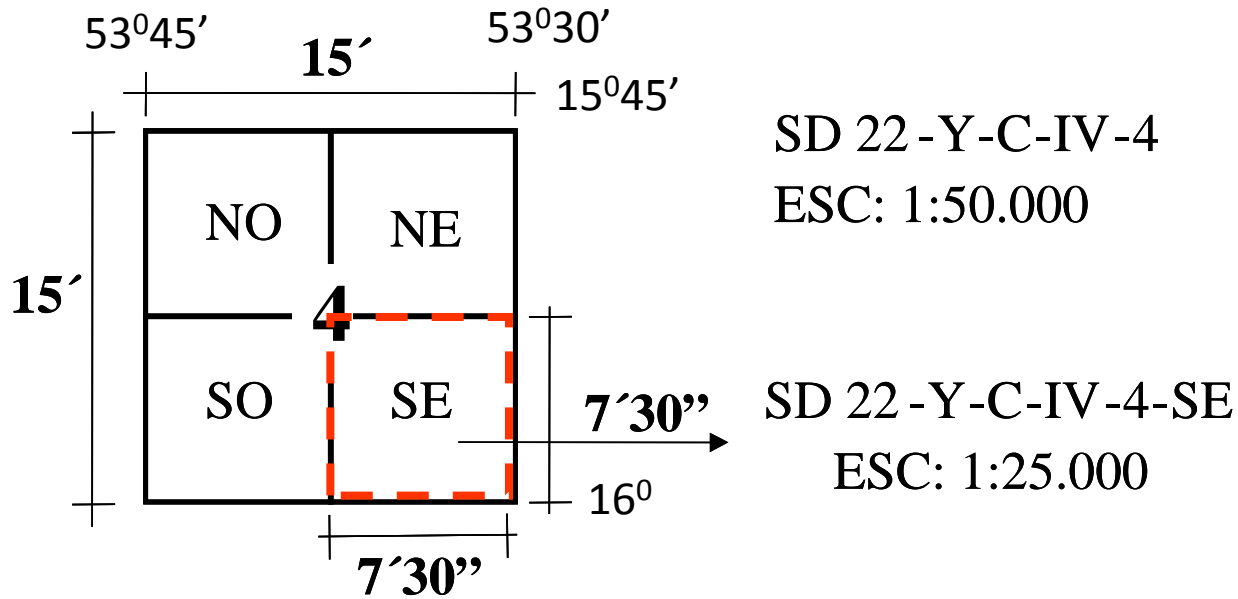




# O sistema de códigos “UTM atual”



# O sistema de códigos “UTM atual”



## O sistema de códigos “UTM atual”

Folha 1:1.000.000 ( $4^{\circ}/6^{\circ}$ ) / 4 folhas 1:500.000 (V, X, Y, Z)

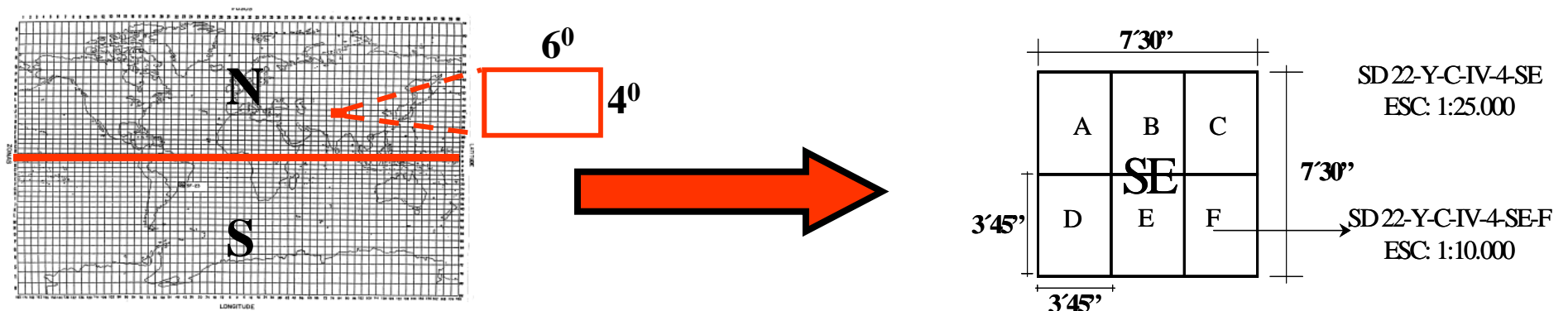
Folha 1:500.000 ( $2^{\circ}/3^{\circ}$ ) / 4 folhas 1:250.000 (A, B, C, D)

Folha 1:250.000 ( $1^{\circ}/1^{\circ}30'$ ) / 6 folhas 1:100.000 (I, II, III, IV, V, VI)

Folha 1:100.000 ( $30'/30'$ ) / 4 folhas 1:50.000 (1, 2, 3, 4)

Folha 1:50.000 ( $15'/15'$ ) / 4 folhas 1:25.000 (NO, NE, SO, SE)

Folha 1:25.000 ( $7'30''/7'30''$ ) / 6 folhas 1:10.000 (A, B, C, D, E, F)





## Planes coordinates transform using a Multilayer

Alfonso Ti

Universidad  
Grup

Av. Gral. Rumiñahui s/  
e-mail: artierra@esp



Taylor & Francis  
Taylor & Francis Group



GEODESY AND CARTOGRAPHY

ISSN 2029-6991 / eISSN 2029-7009

2017 VOLUME 43(1): 50-55

<https://doi.org/10.3846/20296991.2017.1330768>

UDK 528.92

Received: 15 April 2014 / Accepted: 10 September 2014

**Abstract:** Prior any satellite technology a country were realized from a topographic cartography needs to be updated and with this technology. Cartography inside the system SIRGAS (Sistema Provisional South American Datum) inside the system SIRGAS (Sistema Provisional South American Datum). This transformation between PSAD (Provisional South American Datum) calculated with the method Helmert for scales of 1:25 000 or less, that for major scales. In this study, the alternative for improving the process from PSAD56 to SIRGAS. Therefore four transformation parameters were one scale difference) using the same coordinates were used to train which the inputs are the coordinates in SIRGAS. Both the two-dimensional points to determine the differences that, the coordinates transformation trained have been improving the 1 compatible to scales 1:5000.

## USE OF MERCATOR CARTOGRAPHIC REPRESENTATION FOR LANDSAT 8 IMAGERIES

Claudio MENEGHINI<sup>1</sup>, Claudio PARENTE<sup>2</sup>

*Department of Sciences and Technologies, University of Naples Parthenope,*

*Centro Direzionale – Isola C4, 80143 Naples, Italy*

*E-mails: <sup>1</sup>claudio.meneghini@uniparthenope.it;*

*<sup>2</sup>claudio.pARENTE@uniparthenope.it (corresponding author)*

*Received 9 February 2017; accepted 10 May 2017*

**Abstract.** Nowadays Marine Geographical Information Systems (MGIS) play an essential role in several research activities, the most part of them related to solve Geoscience problems. The nautical maps, containing most of the information used by the marine navigators, are used as cartographic base of MGIS and widely referred to Mercator projection. Remotely sensed images can be introduced in MGIS to improve the study outcomes even if they are in a different cartographic representation (generally Universal Transverse of Mercator, UTM). The adaptation of already georeferenced remotely sensed images to Mercator projection requires particular care, moreover when also geodetic data are different (i.e. local datum and global datum). This paper is aimed to offer an easy-to-use work-flow that could be adopted every time remotely sensed images are to be introduced in MGIS and overlaid to nautical maps. Particularly the work addresses the implementation and evaluation of projection of Landsat 8 imageries, regarding both the gulfs of Naples and Salerno (Italy): a transformation from UTM WGS84 to Mercator Roma40 is applied. The result accuracy encourages the adoption of the proposed work-flow.

**Keywords:** Landsat-8, Marine GIS, Mercator projection, UTM, georeferencing, reprojection, datum transformation.